KOZMOS

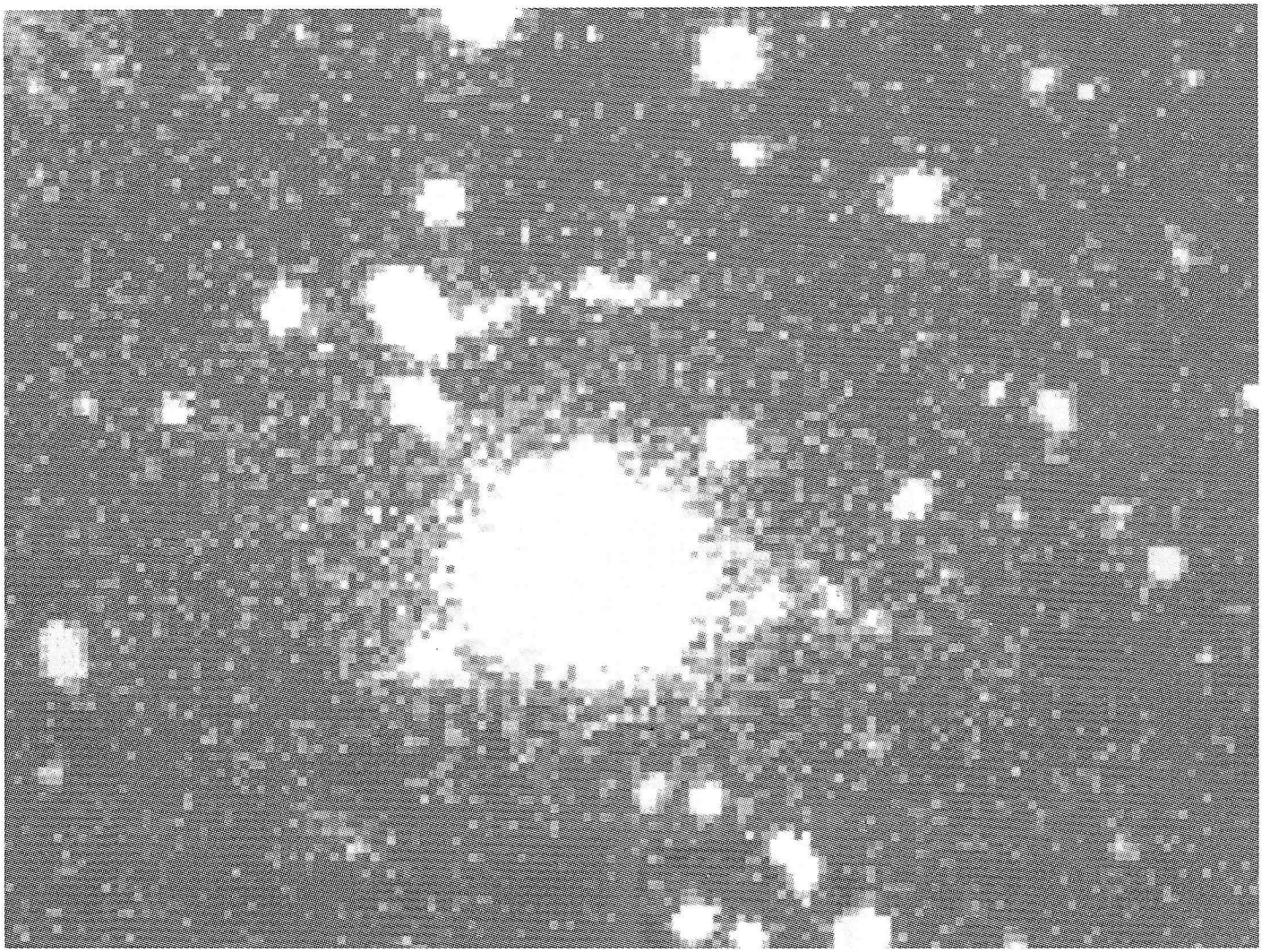
1992
ROČNÍK XXIII.
Kčs 10,-
5

Čierna diera - motor galaxie

Mrholili Perzeidy

Ďalší pulzar s planétami

Dvojmetrák z Ondřejova



Taliani objavili gravitačnú šošovku...

...pomocou 5,3 m NNT na La Silla v Čile a pritom sa nepohli zo svojho observatória v talianskom Terste. Bol to prvý (a hneď úspešný) pokus overovania nového systému, ktorý má pracovný názov "vzdialené pozorovanie z druhého sledu". Tento experiment bol úspešný dokonca dvakrát: posádka terstského observatória nielenže bez najmenšej pomoci obsluhy na La Silla dokázala pracovať vyše 30 hodín s NTT, ale navyše sa jej podarilo aj objaviť vo vzdialenosti 5 miliárd svetelných rokov novú gravitačnú šošovku. Pozorovanie zabezpečoval kontrolný počítač v Terste, prenajatá linka na prenos údajov z Terstu do hlavného štábu ESO v Garchingu a spojový satelit, ktorý nepretržite udržiava kontakt Garchingu s 12 000 km vzdialenými čílskymi pracoviskami na La Silla.

Okrem iných objektov pozorovali Taliani i kopu galaxií EMSS 2137-23, ktorá leží v južných oblastiach súhvezdia Kozorožca. Kopa vyžaruje silné röntgenové žiarenie a spektroskopické pozorovania ukázali, že sa od nás vzďaľuje rýchlosťou 80 000 $km.s^{-1}$. Táto rýchlosť zapadá do našich predstáv o rozpínaní vesmíru a zodpovedá vzdialenosti 5 miliárd svetelných rokov. Keď sa svetlo z tejto kopy vydalo na cestu do našich končín, naša slnečná sústava sa práve rodila.

Taliani už dávnejšie analyzovali spektrá vyše 50 galaxií v EMSS 2137-23 a zmerali ich individuálne rýchlosti. NTT, najlepší optický ďalekohľad na Zemi, dostal od nich príkaz urobiť niekoľko záberov týchto galaxií a bezprostredne ich v digitálnej forme poslať do Terstu. Už zbežná prehliadka vzácnych snímok priniesla prekvapenie: na sever od skúmanej oblasti objavili Tersťania čudnú, ohnutú štruktúru. Nebolo pochýb, že ide o "oblúk".

Aj menej skúsení hvezdári by dnes takýto úkaz okamžite identifikovali ako gravitačnú šošovku. Ide o obraz nesmierne vzdialenej galaxie, rozložený a zväčšený silným gravitačným poľom kopy galaxií EMSS 2137-23 do podoby ešte vždy vzácneho kozmického zázraku.

Podrobná analýza ukázala, že oblúk sa skladá z dvoch častí, pričom v zornom poli sa vyskytujú aj ďalšie možné oblúčiky. Presné geometrické vymedzenie pozorovaných oblúkov pomocou kombinácie optických a röntgenových snímok umožní vymedziť nielen gravitačné pole, ale zároveň aj odvodiť rozloženie viditeľnej a neviditeľnej (chýbajúcej) hmoty v kope.

Najväčší oblúk je dostatočne jasný ($+21,5^{m}$), takže hvezdári budú mať čoskoro dostatok kvalitných spektier. Objavitelia dúfajú, že sa im podarí spoľahlivo odhadnúť nielen vzdialenosť gravitačne priblíženej galaxie, ale zároveň získať aj údaje o jej vlastnostiach.

Tersťania už pili šampanské, keď im z Garchingu oznámili, že gravitačnú šošovku, ktorú práve objavili, už majú v archíve. Našiel ju vlani francúzsky astronóm Bernard Fort priamo z kontrolnej miestnosti na La Silla. Fort svoj objav pustil do tlače iba pred pár dňami.

Tak, alebo onak: Tersťania právo na šampanské majú. Dokázali, že aj z druhého sledu sa dajú robiť prvotriedne astronomické pozorovania. Na EMSS 2137-23 môžu spolu s Forstom pracovať celé roky. Ostáva len dúfať, že sa z druhého sledu do špičkových pozorovaní na La Silla zapoja ešte v tomto desaťročí i naši hvezdári zo Skalnatého Plesa a z Ondřejova.

ESO PR 06/92, 13.8.1992
- EG -

Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

2 **Mrholili Perseidy** / *Petr Pravec*
3 Z CIRKULÁROV IAU
4 **Planéty okolo pulzarov (tentoraz naozaj?)**
6 ČIERNE DIERY **Čierna diera — motor galaxie?** / *Martin Rees*
9 **Výtrysk v galaxii NGC 3862**
11 **HST zkoumá jádro galaxie M 87**
12 **Prvá snímka neviditeľného výtrysku**
15 **Vesmír v počítači**
16 **Kvazary sú čoraz menej tajomné, ale...** / *Belinda Wilkes*
20 **Dvojmetrák z Ondřejova** / *Roman Piffl*
24 HVIEZDY V POČÍTAČI **Heliografické súradnice** / *Alexander Pravda*
26 NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE **Sám vojak v poli** / *František Michálek*
28 ALBUM POZOROVATEĽA **Letná kométa Shoemaker-Levy 1991a$_1$**
Hvězdy v pohybu
Neexistující kráter
Mesiac krátko po nove
Lov na kosáčik
30 AMATÉRSKÁ PROHLÍDKA MĚSÍCE **Lunární dómy** / *Pavel Gabzdyl*
Mare Orientale / *Pavel Gabzdyl*
32 POZORUJTE S NAMI **Obloha v kalendári (október, november)** / *Roman Piffl, Jiří Dušek*
Kalendár úkazov (október, november) / *Roman Piffl*
36 SERVIS

Vydáva: Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. Adresa vydavateľa: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/24 84, fax 0818/24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér.

Redakcia: Eugen Gindl - šéfredaktor, Roman Piffl - redaktor, Milan Lackovič - grafický redaktor. **Adresa redakcie:** Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel. 07/314 133.

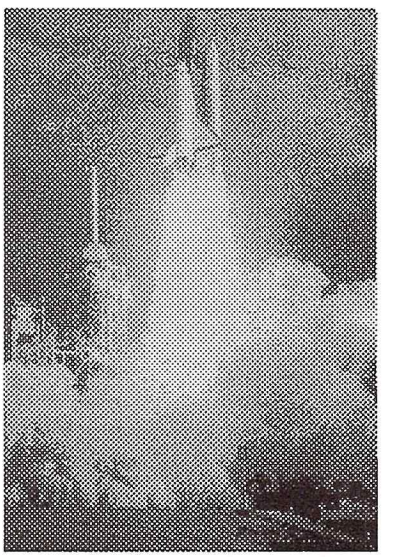
Redakčný kruh: RNDr. Ján Štohl, DrSc. - predseda, doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Vladimír Pohánka, RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc., RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Vladimír Vaculík, RNDr. Juraj Zverko, CSc.

Tlačí: Tlačiareň GARMOND, š. p., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 08154/31 11.

Vychádza: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 10,- Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS - Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a redakcia časopisu Kozmos. **Zadané do tlače:** 8.9.1992, expedícia 3.10.1992. **Indexné číslo:** 498 24. Reg. číslo: 9/8

INHALT * *P. Pravec:* Perseiden haben genieselt (1) * AUS DEN ZIRKULAREN VON IAU (3) * Planeten rund um die Pulsaren (diesmal wirklich?) (4) * SCHWARZE LOCHE / *M. Rees:* Das schwarze Loch - Motor der Galaxie? (6) * Ausbruch in der Galaxie NGC 3862 (9) * HST erforscht den Kern der Galaxie M 82 (11) * Erstes Foto des unsehbaren Ausbruchs (12) * Kosmos im Computer (15) * *B. Wilkes:* Quasaren je mehr desto weniger geheimnisvoll, aber... (16) * *R. Piffl:* Das 2-Meterfernrohr aus Ondřejov (20) * STERNE IM COMPUTER / *A. Pravda:* Heliographische Koordinaten (24) * SCHREIBEN SIE UNS ÜBER IHR FERNROHR / *F. Michálek:* Ein Soldat allein auf dem Kampfplatz (26) ALBUM DES BEOBACHTERS / Der Sommerkomet Shoemaker-Levy 1991a$_1$ * Sterne in der Bewegung * Ein nichtexistierender Krater? * Der Mond kurz nach dem Neumond * Jagd nach dem Sichelchen (28) * AMATEUR-BESICHTIGUNG DES MONDES / *P. Gabzdyl:* Lunare Häuser (30) * *P. Gabzdyl:* Mare Orientale (31) * BEOBACHTEN SIE MIT UNS / *R. Piffl, J. Dušek:* Das Himmelsgewölbe im Kalender (Oktober, November) (32) * Echos/Service (36)

CONTENTS * *P. Pravec:* Drizzles of the Perseid (1) * FROM THE IAU-CIRCULARS (3) * The Planets around Pulsars (this time really?) (4) * BLACK HOLES / *M. Rees:* The Black Hole - the Engineof the Galaxy? (6) * The Jet in the NGC Galaxy 3862 (9) * HST Inquires the Galaxy Nucleus M 82 (11) * The First Snap of the Invisible Jet (12) * The Universe in the Computer (15) * *B. Wilkes:* The Quasars are Less and Less Secretive, but... (16) * *R. Piffl:* Double Quintal from Ondřejov (20) * THE STARS IN THE COMPUTER / *A. Pravda:* Heliographic coordinates (24) * LET US KNOW ABOUT YOUR TELESCOPE / *F. Michálek:* The Isolated Solider in the Field (26) * THE ALBUM OF THE OBSERVER / The Summer Comet Shoemaker-Levy 1991a$_1$ * Not Existing Crater? * The Moon Short after the Newmoon * Hunting the Sickle Moon (28) * THE AMATEUR CHECK-UP OF THE MOON / *P. Gabzdyl:* The Lunar Domes (30) * *P. Gabzdyl:* Mare Orientale (31) * LET US OBSERVE TOGETHER / *R. Piffl, J. Dušek:* The Sky in the Calendar (October, November) (32) * THE ECHOES / THE READER'S SERVICE (36)



Raketoplán Discovery vyniesol 24.4. 1990 počas letu STS-31 na obežnú dráhu nejcennejší náklad v dejinách astronómie — kozmický ďalekohľad HST v cene 1,2 mld. dolárov.

Veľká kozmická SÚŤAŽ

Vážení čitatelia,

už v prvých troch číslach tohto ročníka sme Vás požiadali, aby ste nám pomohli rozšíriť počet našich predplatiteľov. Máme ich síce oproti iným časopisom relatívne viac (štyria z piatich čitateľov si Kozmos predplácajú), na stánkoch však nemá náš dvojmesačník šancu, lebo zväčša leží pod hrubou vrstvou najrozmanitejších novín a časopisov, ktoré vychádzajú častejšie. A tak len zriedka naň padnú oči príležitostných čitateľov. Chceme preto získať nových predplatiteľov. Rozhodli sme sa teda vypísať

KOZMICKÚ SÚŤAŽ.

Zúčastniť sa jej môže každý, kto je predplatiteľom nášho časopisu a získa najmenej jedného ďalšieho čitateľa ako abonenta Kozmosu. Za každého ďalšieho bude mať, pravdaže, v osudí o lístok viac. Súťaže sa môžu zúčastniť i všetci čitatelia neabonenti, ktorí sa sami stanú predplatiteľmi. Uzávierka tejto jednoduchej súťaže je 31. decembra a do záverečného zlosovania zaradíme každého, kto sa preukáže kópiou objednávky nového abonenta, ktorým môže byť i nový s predplatiteľ sám. Tieto prihlášky do súťaže preverí potom náš počítač, a to tak, že porovná mená nových predplatiteľov s tými, ktoré už má v pamäti, aby sa nestalo, ako naposledy, že sa nám ako nový prihlási abonent, ktorý si Kozmos predpláca už niekoľko rokov.

Neváhajte, pretože ceny, ktoré pripravil náš vydavateľ, **Slovenské ústredie amatérskej astronómie**, naozaj stoja za to.

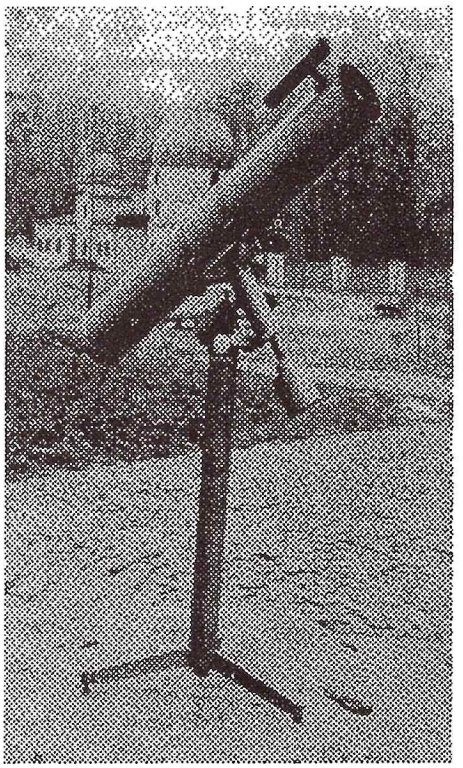
Prvá cena: ďalekohľad MDN – 130 s montážou v hodnote 10 000,– Kčs

Druhá cena: sada optických dielov a okuláre pre ďalekohľad s Ø zrkadla 150 mm pre typ Cassegrain v hodnote 4000,-Kčs

Tretia cena: sada optických dielov pre ďalekohľad typu Newton s parabolickým zrkadlom v hodnote 2000,- Kčs

4.-10. cena: astronomické publikácie a knihy s príbuznou tematikou

11.-20. cena: ročné predplatné na časopis Kozmos.

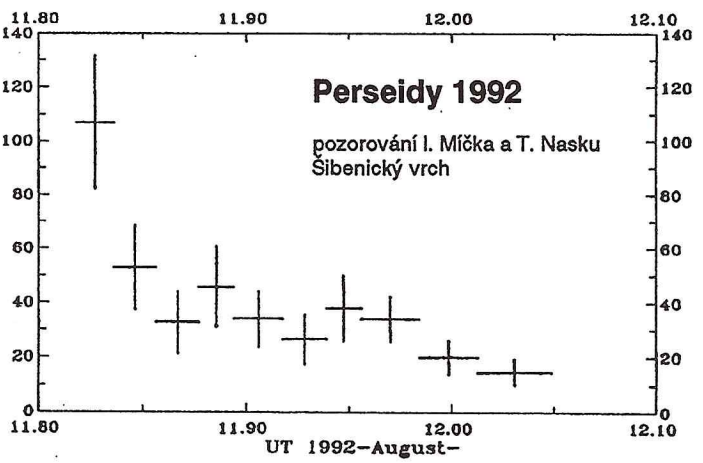


Tento ďalekohľad MDN-130 získa víťaz našej súťaže. Priemer jeho zrkadla je 130 mm, ohnisková vzdialenosť 1110 mm, okrem paralaktickej montáže patrí do príslušenstva sada okulárov a hľadáčik. Cena kompletu je 10.000,- Kčs.

Mrholily Perseidy

Perseidy, známý meteorický roj s každoročním pravidelným maximem 12. či 13. srpna (přesněji řečeno v okamžiku, kdy ekliptikální délka Slunce je v ekvinokciu 2000,0 rovna 140,1°), letos opět překvapily své pozorovatele. Podobně jako minulý rok bylo pozorováno nové maximum aktivity, jež svou silou předčilo to pravidelné několikanásobně – jeho hodinový počet Perseid, redukovaný na standardní podmínky (mezní hvězdná velikost 6,5 a radiant v zenitu), dosáhl v roce 1991 maximum 400. Letošní nové maximum bylo ale přinejmenším stejně vysoké. V loňském roce nastalo 13 hodin (139,56°), letos však ještě dříve – 16 hodin před pravidelním maximem (ekliptikální délka Slunce kolem 139,45°), tedy 11. srpna mezi 18. a 20. hodinou UT, jak zjistili pozorovatelé s radiovými aparaturami.

Letos tedy měli štěstí pozorovatelé ve Východní Evropě a téměř celé Asii, kde byla v té době noc. V ČSFR jsme pozorovali vysokou aktivitu za soumraku, po setmění jsme již jen detailně zaznamenali její pokles. Ten je zachycený v grafu, který zaznamenává průběh aktivity Perseid v oné noci 11./12. srpna 1992, jako výrazně vyšší hodnota hodinového počtu v prvním intervalu na počátku pozorovací noci. (Vodorovné úsečky představují délky pozorovacích intervalů, zvislé pak chyby určení hodinových počtů.) Tento graf byl získán zpracováním pozorování I. Míčka a T. Nasku z Bílých Karpat. Jsou v něm uvedeny hodinové počty redukované na zenit, nikoli však na špatné podmínky, způsobené svitem Měsíce téměř v úplňku. Po provedení této korekce (která je však zatím dosti nejistá) dostaneme frekvenci Perseid v prvním intervalu kolem 400 za hodinu!



Toto nové silné maximum je způsobeno filamentem, hustým vláknem v proudu meteoroidů, uvolněných před určitou dobou z jádra mateřské komety P/Swift-Tuttle. Je pravděpodobné, že toto vlákno je tvořeno novými částicemi, uvolněnými z jádra teprve relativně nedávno, a představuje tak nejmladší a nejhustší pozorovanou část proudu Perseid. Tomu odpovídá skutečnost, že nové maximum jsme letos pozorovali na hodinu přesně v tom bodě dráhy Země, v němž se naše planeta přibližuje k současné dráze komety nejvíce. Jedná-li se skutečně o nejmladší část proudu Perseid, měla by být kometa P/Swift-Tuttle kdesi nablízku a měla by v nejbližší době projít perihelem, snad už za několik měsíců, což předpověděl B. G. Marsden již v roce 1973.

Kometa však zatím objevena nebyla. V každém případě bude ale velmi zajímavé sledovat Perseidy i příští rok, kdy by se ono nové maximum mohlo znovu vyskytnout a na konci noci 11./12. srpna 1993 by mohlo být pozorovatelné i z území naší republiky. Tato předpověď je ale stále dosti nejistá.

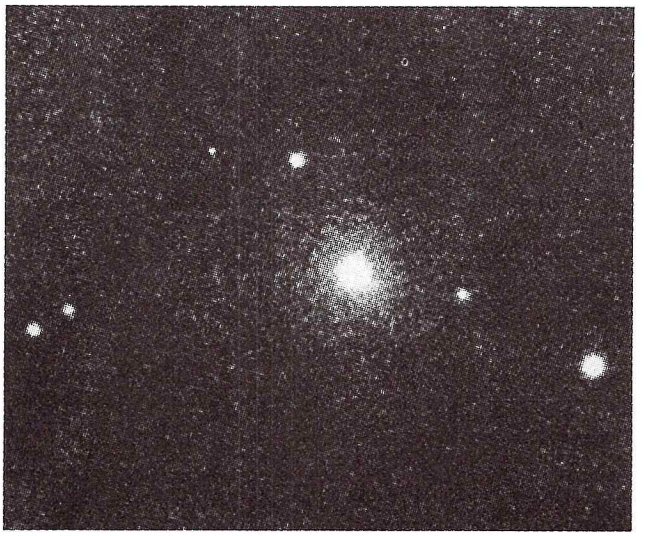
Petr Pravec

Cygnus X-1 je jedným z kandidátov na objekt obsahujúci čiernu dieru. Rozborom niekoľkých pozorovaní, ktoré získal v rokoch 1990—1992 aparát SIGMA na družici Granat, podarilo sa v žiarení zdroja nájsť krátke, nízkofrekvenčné (~0,04 Hz) kvaziperiodické oscilácie (quasiperiodic oscillations, QPO) na frekvencii zodpovedajúcej toku röntgenového žiarenia s energiou 40—70 keV. Cygnus X-1 je už štvrtým kandidátom na čiernu dieru, u ktorého sa QPO v toku röntgenového žiarenia pozorovali. Granat zaznamenala podobné oscilácie u objektov GX 339-4 a v prípade Novy Muscae 1991 (GRS 1121-68 = 1124-684), japonská Ginga zaregistrovala QPO tiež u GX 339-4 a ešte pri pozorovaní LMC X-1 a GRS 1124-68. V mäkkom gama-žiarení zistili u Cyg X-1 rovnaké QPO s frekvenciou 0,04 Hz aj pomocou prístroja BATSE na Comptonovom observatóriu (družica GRO). Týmto prístrojom sa však podarilo nájsť niekoľko QPO aj v pásmach 20—60 keV, 60—110 keV a 110—320 keV. Z Goddardovho centra kozmických letov prišla navyše správa, že v archívoch sa po rozbore pozorovaní družicou EXOSAT našli pri Cyg X-1 QPO v rokoch 1983 a 1986 na pásme 1—20 keV, a to v prípade štyroch z 13 pozorovaní. Zmeny v pulzoch Cygnus X-1 by mohli nasvedčovať, že hmota neviditeľného sprievodcu sa blíži ku kritickej hranici hmotnosti čiernej diery.

Mars sa pomaly blíži do januárovej opozície. S tým súvisí aj zvýšený záujem pozorovateľov o túto prašnú planétu. Vizuálne pozorovania prachovej aktivity pomocou 1 m reflektora na Pic du Midi 1. augusta ukázali, že južná pologuľa od šírky -40° až po zvyšky južnej polárnej čiapočky v oblasti od dĺžky 0° po 100° je zahalená žltým oparom, z ktorého vyčuhujú ostro ohraničené jasné fliačiky. Pozorovanie ďalej ukázalo, že púštne oblasti od Noachis po Argyre sú jasnejšie ako zvyčajne, Mare Oceanidum a Mare Australe však boli celkom zožltnuté a nebolo v nich možné zbadať žiadne tmavé miesta. Zvyšok južnej polárnej čiapočky bol vidieť cez závoj hmly v dĺžke ~60°, jeho rozmer dosahoval iba zhruba 0,2". O deň neskôr sa hmla nad južným pólom stala nepriepustnou a zjasnenia sa stratili. Objavil sa však ostro ohraničený žltý oblak, ktorý sa pohyboval zo západu na východ pozdĺž južnej hranice Mare Erythraeum. Oblak sa postupne natiahol a zasiahol aj do Thaumasia až po západný breh Solis Lacus v oblasti Nectar. Toto pozorovanie je však to jediné, čo vieme o prachovej aktivite na Marse počas leta na jeho južnej pologuli, pretože planéta bola od Zeme veľmi ďaleko. Pozorovania z väčšej blízkosti by mohli povedať viac o ďalšom osude pozorovaného oblaku.

1992 LC je ďalším prírastkom do rodiny planétok Apollo, ktorých perihélium leží vo vnútri dráhy Zeme. Planétku ako zvyčajne objavila pomocou 0,46 m Schmidtovej komory na Mt. Palomare C. Shoemakerová na platniach získaných medzi 25. a 29. júnom 1992. Planétka mala v čase objavu jasnosť +17,6^m, čo svedčí o tom, že sa jedná o teleso s rozmerom rádove 350 metrov. Dráha asteroidu má veľkú polos 2,5447 a. j., excentricitu 0,7084, jej perihélium, ktorým planétka prešla 3. apríla, leží vo vzdialenosti 0,7421 a. j. od Slnka. Sklon dráhy voči ekliptike je 17,88° a planétka po nej obehne okolo Slnka raz za 4,059 roka.

Planétka 1973 NA patrí tiež do rodiny Apollo a vyznačuje sa tým, že je to planétka s najväčším známym sklonom svojej dráhy k ekliptike — 68°. Planétka sa však krátko po objave svojim pozorovateľom stratila. Robert McNaught na Siding Spring v Austrálii našiel na platni, ktorú exponoval 26. júla Q. A. Parker pomocou U. K. Schmidtovej komory, rýchlo sa pohybujúci asteroidálny objekt. Jeho existenciu potvrdila expozícia pomocou Uppsala Southern Schmidt Camera z 27. júla. Z rozboru niekoľkých pozorovaní sa G. V. Williamsovi podarilo ukázať, že 1992 OA je práve tou stratenou planétkou z roku 1973. Nové elementy dráhy svedčia o tom, že asteroid má naozaj extrémnu dráhu: perihéliom prešiel 9. mája vo vzdialenosti 0,8801 a. j. od Slnka, veľká polos jeho dráhy má rozmer 2,4339 a. j. a excentricitu 0,6384, pričom je voči ekliptike sklonená o 68,013°. Planétka po tejto extrémnej dráhe obehne okolo Slnka raz za 3 roky a 291 dní.



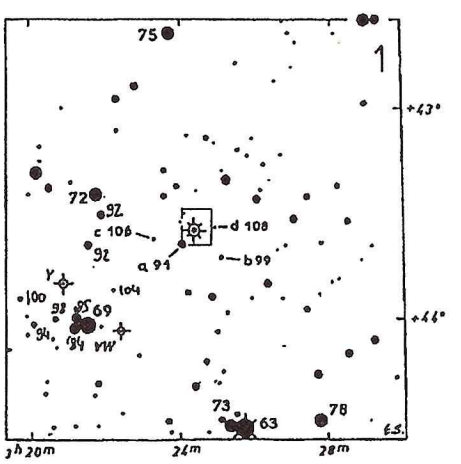
Kométa Grigg-Skjellerup sa 10. júla stala ďalším objektom, ktorý na svojej púti slnečnou sústavou navštívila úspešná sonda Giotto, ktorá roku 1986 preletela iba necelých 900 km od jadra Halleyovej kométy. Na tejto snímke z NTT je kométa večer 29. júna 1992, keď bola vo vzdialenosti 220 miliónov kilometrov od Zeme a 156 miliónov kilometrov od Slnka. Koma okolo jadra má priemer asi 40 oblúkových sekúnd, čo predstavuje zhruba 40 000 km. Jasnosť kométy bola v tom čase okolo 15 magnitúd. Foto: ESO

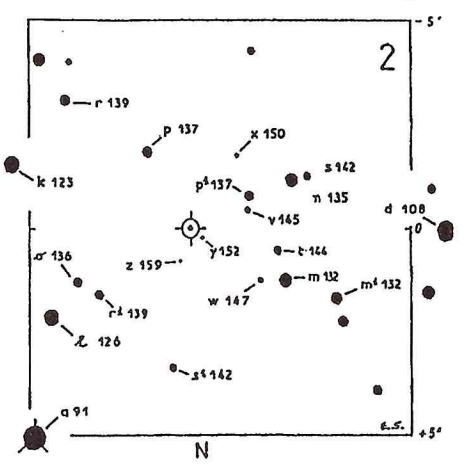
Kométa v prechode je výstižné pomenovanie pre objekt, ktorý astronómovia nevedia zaradiť už vyše 40 rokov. Kométa Wilson-Harrington (1949g=1949III) mala na snímke z 25. 11.1949 celkom zrejmý asteroidálny vzhľad bez akéhokoľvek náznaku komy. Jej dráha však bola veľmi neistá a obežná doba 2,3 roka pomerne zavádzajúca, takže objekt sa stratil. Prehliadka platní POSS z roku 1949 nedávno ale ukázala, že stopa asteroidu (4015) 1979 VA na snímke z 19.11.1949 je difúzna a že na nej dokonca badať náznak kratučkého vejárovitého chvosta. Totožnosť kométy a planétky diskutoval už L. E. Cunningham v IAUC 1250, argumenty v prospech jeho tvrdenia však neboli dostatočne podložené pozorovaniami. Nedávne pozorovania však ukázali, že dráhy kométy Wilson-Harrington a planétky 1979 VA sú naozaj totožné. Aktivitu telesa sa však nepodarilo zaznamenať ani pomocou CCD detektorov dnešných výkonných ďalekohľadov. Záver je ale jednoznačný — objekt je už dlhší čas neaktívna kométa, ktorá z času na čas prejaví známky odumierajúceho života príležitostnými zjasneniami. Na dráhe telesa je však zaujímavé to, že pomerne tesne križuje dráhu Zeme (q=0,99639 a. j.) a že jej obežná doba je iba 4,293 roka — medzi kométami má kratšiu len známa kométa P/Encke.

AG Carinae je svietivá modrá hviezda, ktorej jasnosť kolíše tesne pod hranicou viditeľnosti voľným okom zhruba v rozmedzí dvoch magnitúd. V ultrafialovej časti spektra tejto hviezdy sa však z času na čas objavia také znaky, ktoré stoja astronómov za to, aby na jej sledovanie využili drahocenné prístroje na Hubblovom kozmickom teleskope. Simultánne pozorovania pomocou HST a družice IUE 19.11.1991, 15.5.1992 a 15.7.1992 ukázali v spektre tejto hviezdy okolo vlnovej dĺžky 260 nm celý les metalických čiar, z ktorých mnohé kopírovali profily typu P-Cygni. Polarizácia týchto čiar okolo 0,3% svedčí o tom, že na hviezde došlo k asymetrickému oddeleniu značného množstva materiálu, a to zrejme vplyvom silného poryvu hviezdneho vetra, ktorý je práve u tohto typu hviezd veľmi mohutný. Porovnanie úkazu s predchádzajúcimi pozorovaniami nasvedčuje tomu, že u AG Car zrejme jestvuje určitý cyklus aktivity, ktorého presnejší popis bude cieľom ďalších pozorovaní.

GK Persei po troch rokoch opäť zretelne zjasnela. Táto nova z roku 1901 má normálne jasnosť okolo +13,0^m, od roku 1966 sa však pozorovalo 10 menších zjasnení s trvaním asi 70 dní. Naposledy roku 1989 dosiahlo maximum (JD= 2447760) až +10,3^m. Tento rok v júli však pozorovatelia zaznamenali už V=10,17±0,18 magnitúdy (28. júla). Podľa pozorovaní družicou IUE sa 25-násobne zvýšil aj tok v ultrafialovej oblasti, čo bolo pozorované aj blízko minulého maxima roku 1989. Pretože je táto hviezda veľmi zaujímavým objektom, ktorého sledovanie je dostupné aj amatérom, uvádzame dvojstupňovú hľadaciu mapku GK Per z archívu AAVSO (ekv. 1900,0, sever je dolu). Pozorovania posielajte na známu adresu.

Podľa IAUC 5547—5589 - rp -





PLANÉTY okolo pulzarov (tentoraz naozaj?)

V astronómii na neraz stalo, že nový objav spôsobila súhra náhodných okolností. Vo februári 1990 hľadal Aleksander Wolszczan pomocou 305-metrového stabilného rádioteleskopu v Arecibo (Portoriko) milisekundové pulzary. V úzkom pruhu oblohy našiel dva objekty, ktoré sa krútili šialenou rýchlosťou vyše stokrát za sekundu. Neúprosná vytrvalosť a pravidelnosť pulzov týchto objektov dovoľuje skúmať ich postupné starnutie, ktoré sa prejavuje spomaľovaním rýchlej rotácie vplyvom straty kinetickej energie. Pri sledovaní jedného z Wolszczanových pulzarov však aparatúra zaznamenala odchýľky, ktoré Wolszczan komentoval slovami: "Milisekundové pulzary sa takto nesprávajú!" Priemerný interval medzi pulzami PSR 1257+12 bol síce 6,2 milisekundy (161 otočiek za sekundu), ale pulzy prichádzali raz skôr, inokedy sa zasa oneskorovali.

S pomocou Dale A. Fraila z Národného astronomického observatória Wolszczan určil, že variácie prichádzajúcich pulzov nie sú náhodné. Periodicitu sa čoskoro podarilo rozšifrovať do tej miery, že sa určili dve spoľahlivé periódy; 66,6 a 98,2-dňová. Najpravdepodobnejším vysvetlením týchto variácií je, že okolo pulzara obiehajú (s týmito periódami) dve planetárne masy. Ich hmotnosť spôsobuje, že okolo spoločného barycentra obieha i pulzar, čo sa prejavuje tým, že sa najprv od nás vzďaľuje, aby sa opäť k nám priblížil. Pohyb od nás a k nám sa premietne do stabilných pulzov tak, že sa nám zdá, akoby sa oproti svojej perióde najskôr predbiehali a vzápätí oneskorovali.

S prihliadnutím na takéto vysvetlenie a pri predpoklade, že hmotnosť pulzara je zhruba 1,4 hmotnosti Slnka, zhodli sa Wolszczan a Frail po jeden a pol roku pozorovaní na tom, že okolo pulzara obiehajú dve planéty. Vnútorná sa pohybuje vo vzdialenosti 0,36 astronomickej jednotky od hviezdy a má hmotnosť najmenej 3,4 hmotnosti Zeme, vonkajšia planéta s 2,8 M_z obieha vo vzdialenosti 0,47 a. j. od svojho degenerovaného slnka (Merkúr sa pohybuje asi 0,39 a. j. od Slnka).

Wolszczan samozrejme nezabudol ani na akúsi "skúšku správnosti" a predpovedal podľa tohto modelu príchod jednotlivých pulzov na dlhý čas dopredu. Skúška vyšla a Wolszczanovo 99%-né presvedčenie komentoval Stan Woosley, vedúca osobnosť v oblasti neutrónových hviezd, slovami: "Sústava PSR 1257+12 je ako Ptolemaiove epicykly s dvoma planetárnymi masami."

Miznúca planéta

Začiatkom tohto roka publikovali Wolszczan a Frail svoj objav v Nature. O šesť dní neskôr, na konferencii Americkej astronomickej spoločnosti v Atlante, stovky vedcov zaplnili pri prednáške Wolszczana sálu do posledného miesta.

Na pódiu ho však predišiell Andrew G. Lyne z Manchesterskej univerzity, ktorý oznámil objav planéty okolo pulzara ešte v júli predchádzajúceho roku. Keď začal hovoriť, hlas sa mu triasol: "Pôvodne som chcel predniesť inú prednášku..." Potom zreferoval o objave malej cyklickej variácie v časovom príchode pulzov z neutrónovej hviezdy PSR 1829-10 kúsok od stredu Mliečnej cesty.

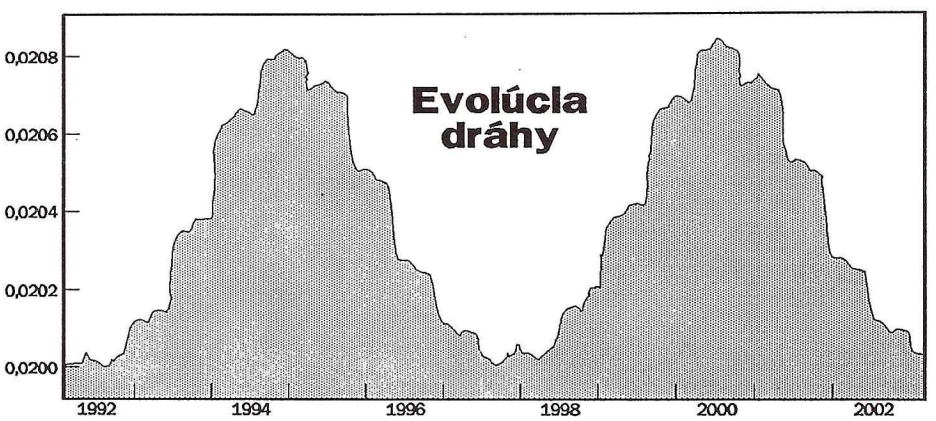
Lyne a jeho kolegovia spočiatku verili, že táto premenlivosť je zapríčinená planétou s rozmerom Urána, obiehajúcou pulzar raz za pol roka vo vzdialenosti 0,72 a. j. Pár dní pred cestou do Atlanty však dospel Lyne k strašnému poznaniu, že jeho tím pozabudol pri rozbore časových variácií zohľadniť takú "maličkosť": planéta, ktorá produkovala zdanlivé variácie pulzov neutrónovej hviezdy bola — Zem!

Pri rozbore časovej periódy pulzara astronómovia zvyčajne odstránia všetky efekty spojené s pohybom Zeme okolo barycentra slnečnej sústavy. Pretože však model točivej periódy pulzara zväčša poznajú a vedia, akým spôsobom sa táto perióda skracuje, môžu vo výpočtoch oboch veličín zanedbať excentricitu a považovať zemskú dráhu za kruhovú. Všetko funguje spoľahlivo do tej doby, kým sa modelové predpovede a barycentrické korekcie vzťahujú na to isté miesto na oblohe, čo normálne platí. V prípade PSR 1829-10 však došlo k nedopatreniu, ktoré malo kolosálny dopad. Počas pozorovaní pulzara sa Lyne so spolupracovníkmi rozhodli spresniť polohu pulzara, a to o 7 oblúkových minút. Túto zmenu súradníc okamžite zaniesli do modelu pulzov, zabudli ju však zaniesť aj do barycentrickej korekcie. Tak sa stalo, že vo výpočtoch vyskočila elipticita obežnej dráhy Zeme a vtisla pulzom časovú variáciu v tvare sínusovky s periódou 6 mesiacov. Chybu Lyne uznal slovami: "Hanba nás fackuje, ale..."

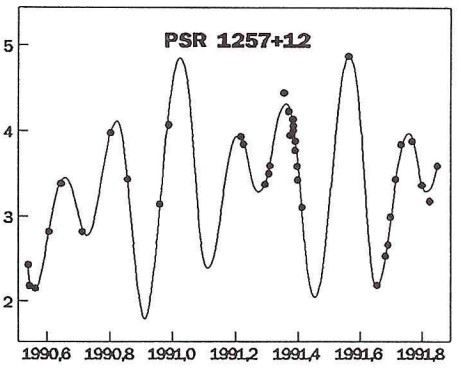
Wolszczan vo svojej prenáške okamžite zdôraznil, že vlastnú analýzu dvakrát skontroloval, len aby sa podobnej chybe vyhol. Ani jedna z períód však nie je žiadnym zlomkom zemského roka, čo dôveryhodnosť výsledku ešte zvyšuje. Wolszczan zašiel až tak ďaleko, že vylúčil prípadnú existenciu tretej planéty, ktorá by mala obiehať vo vzdialenosti 11 a. j. od pulzara približne raz za rok. "Nie som si istý, či tretia planéta existuje," hovorí Wolszczan, "ale zatiaľ som ju neodpísal, pretože sa správa inak, ako predchádzajúce dve."

Ako mizne hviezda

Skôr, ako Lyne svoj objav dementoval, spochybnili ho viacerí astronómovia. PSR 1829-



Ak dve planéty, krúžiace okolo PSR 1257+12, navzájom na seba gravitačne pôsobia, potom by sa obežná dráha vonkajšej planéty mala meniť tak, ako ukazuje kresba. Meniť sa však bude, samozrejme, i dráha planéty vnútornej. Štvorpercentnú zmenu vonkajšej dráhy by sme však mali zo Zeme spoľahlivo zaznamenať.



Perióda pulzara PSR 1257+12, získaná dlhodobým pozorovaním, naprosto presne vyjadruje modelovú situáciu, ktorá vzniká v systéme pulzara, okolo ktorého obiehajú dve planéty. Oscilácie pulzara (spôsobované gravitáciou planét) okolo barycentra dosahujú až 9000 kilometrov.

10, obyčajný pulzar s troma otočkami za sekundu, je práve ten typ objektu, ktorý vzniká po výbuchu supernovy. Je isté, že žiadna planéta by neprežila explóziu hviezdy a pobyt vo vnútri expandujúcej obálky. Niekoľkí podnikaví teoretici síce vyrátali, ako by sa mohla planéta sformovať po takomto katastrofickom výbuchu supernovy, žiaden zo scenárov však odborníkov príliš nepresvedčil.

Wolszczan v Frail vychádzajú z faktu, že ich systém má milisekundový pulzar. Väčšina astronómov sa nazdáva, že takýto objekt vznikol ako obyčajný pulzar v systéme tesnej dvojhviezdy. Tak ako ten obyčajný, aj milisekundový pulzar by zrejme vo chvíli výbuchu svoje planéty stratil. Teoretici sú však presvedčení, že by sa z hmoty, ktorá sa vplyvom silného hviezdneho vetra a mohutného toku energetických častíc počas vzplanutia zo sprievodnej hviezdy uvoľní, mohla postupne vytvoriť druhá generácia planét. Existenciu takého silného vetra už astronómovia pozorovali: dva milisekundové pulzary doslova odparujú svojich sprievodcov.

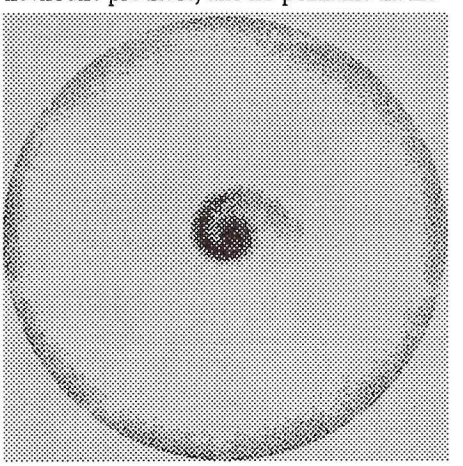
Odľahčovaná hviezda spolu s hmotnosťou stráca i rotačný moment a približuje sa čoraz bližšie k pulzaru. Čo sa deje potom, na tom sa hvezdári zatiaľ nezhodli. V scenári Iana Stevensa, Martina Reesa a Philipa Podsiadlowského (Cambridge University) slapové sily roztrhajú hviezdu a jej pozostatky roztrúsia do akrečného disku rotujúceho okolo pulzaru. Menšie oblaky plynu a prachu mimo dosah gravitačnej krútňavy postupne ochladnú a skondenzujú sa do podoby (sekundárnych) planét.

Marco Tavani a Leigh Brooshaw preskúmali model, v ktorom pulzar skonzumuje celého sprievodcu. Hmota uviazne v gravitačnej pasci pulzara a ako obrovský vír zo vzdialenosti niekoľko desiatok astronomických jednotiek prúdi do disku okolo pulzara. Tu sa počas miliónov rokov sformujú planéty.

V týchto a ďalších modeloch vyzerá konečný výsledok presne ako PSR 1257+12: milisekundový pulzar už zničil svojho sprievodcu a je teraz obklopený sústavou nových planét, ktoré sa pohybujú vo vzdialenostiach porovnateľných s vnútornou slnečnou sústavou.

Predstava, že planéty s hmotnosťou Zeme môžu vznikať v nepriateľskom okolí milisekundového pulzara, svedčí o tom, že planéty môžu existovať v oveľa rozmanitejších podmienkach, ako si astronómovia donedávna predstavovali. Táto skutočnosť len podporuje hľadanie života kdekoľvek v Galaxii.

Planéty okolo milisekundových pulzarov, ako je PSR 1257+12, sú však zrejme jalové, nevhodné pre život, ako ho poznáme na Zemi. "Hustotou, zložením a veľkosťou sa tieto planéty podstým nepodobajú na Zem," hovorí Wolszczan, "ale sú to potenciálni hostitelia nejakej formy života." Ich privrátená strana je rozpálená podobne, ako slnečná strana Merkúra. Tieto planéty sú však natoľko hmotné, že by si mali udržať atmosféru, poháňanú vetrom z pulzara.



Na kresbe, vyhotovenej podľa počítačového modelu, vidíte, čo sa stane, keď gravitácia milisekundového pulzara rozloží hmotu blízkeho hviezdneho spoločníka. (Pulzar i jeho spoločník ležia uprostred rotujúceho plášťa prachu a plynu, vzdialené od seba 1 milión kilometrov.) Uvoľnený materiál formujú gravitačné sily do disku, ktorý rotuje vo veľkej vzdialenosti od binárnej sústavy. Za ďalší milión rokov tento materiál môže skondenzovať do planéty presne tak, ako pozorujeme v prípade PSR 1257+12.

Rozhodujúca skúška

Frederic A. Rasio v Nature z 23. januára spolu so svojimi kolegami poukázal na jeden významný rozdiel medzi obidvoma zaznamenanými prípadmi planét okolo pulzarov: druhý z nich môže byť priamo testovaný – a už veľmi skoro.

Ak má PSR 1257+12 naozaj dve planéty, budú sa tieto telesá gravitačne navzájom ovplyvňovať. Výsledkom bude, že sa zmení ich tvar, orientácia a dráha. Pretože pomer 98,2 a 66,6-dňovej periódy sa takmer rovná pomeru 3:2, vnútorná planéta vykoná 3 obehy, zatiaľ čo vonkajšia v prakticky rovnakom čase iba dva. Tento fakt vyvolá účinky, ktoré by sme mohli pozorovať už v priebehu nasledujúcich troch rokov.

"Zmeny budú veľmi prenikavé," tvrdí Rasio, "ale teória ich predvída." Ak ďalšie pozorovania neukážu predpokladanú evolúciu oboch dráh, Wolszczanove a Frailove planéty poputujú za Lynovou planétou do katalógu astronomických omylov. Ak sa však predpokladané zmeny podarí v priebehu nasledujúcich niekoľko rokov pozorovať, bude existencia týchto planét prakticky nevyvrátiteľná.

Sky&Telescope, May, 1992
prel. - iv -

Poulsary?

Oznámení objevu planet obíhajících kolem neutronové hvězdy se stalo jednou z hlavních senzací loňského (ač omylem) i letošního roku. I když A. G. Lyne svůj objev planety kolem PSR 1829-10 začátkem tohoto roku odvolal, objev A. Wolszczana a D. A. Faila je velice reálný. Kolem pulsaru PSR 1257+12 v souhvězdí Panny zřejmě obíhají dvě planety, o jejichž existenci je na základě velmi solidně vyhlížejících dat přesvědčena řada renomovaných badatelů.

Americký matematik a fyzik Frank J. Tipler, známý svými pracemi v oblasti obecné teorie relativity a také v souvislosti s tzv. antropickým kosmologickým principem, ještě v návaznosti na později dementovaný objev planety kolem PSR 1829-10 poukázal na zajímavou skutečnost.

Možnou existenci planet obíhajících kolem neutronových hvězd předpověděl již v roce 1958 významný americký spisovatel science-fiction Poul Anderson (u nás jej známe hlavně díky románu Strážci času*) ve svém díle* ***The Enemy Stars*** *(*Nepřátelské hvězdy*). Je pozoruhodné, že celá řada Andersonových představ o neutronových hvězdách byla bližší realitě, než úvahy tehdejších astronomických autorit, i když Anderson např. silně podcenil intensitu magnetických polí neutronových hvězd. Jeho úvahy o možných vlastnostech planet obíhajících neutronové hvězdy a o vývoji geometrie jejich orbit, ačkoliv pouze kvalitativní, jsou mimořádně zajímavé a fyzikálně realistické.*

Tipler se proto táže, zdali si Poul Anderson za tyto v podstatě správné – byť pouze kvalitativní – předpovědi nezaslouží určitou míru vědeckého kreditu. Neměly by být pulsary s planetami nazývány spíše "Poulsary"?

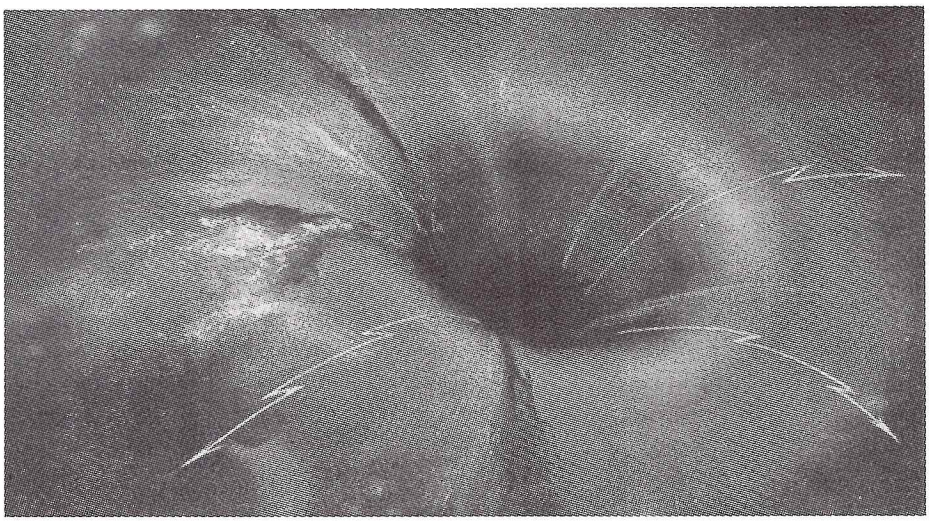
Zdeněk Urban

ČIERNA DIERA - motor galaxie?

"Niektoré čierne diery vyrábajú oslnivý jas kvazarov. Väčšina z nich však drieme v relatívne pokojných galaxiách, takých, ako je naša. Pochopenie týchto tajuplných objektov nám pomôže spoľahlivejšie zrekonštruovať vývoj vesmíru v prvom období jeho existenie." Tieto slová vyslovil Angličan Martin C. Rees, jeden z najvýznamnejších súčasných astronómov a kozmológov pred dvoma rokmi, v čase, keď praktickí astronómovia nemohli ešte teóriu existencie čiernych dier podoprieť ani zďaleka takými sugestívnymi dôkazmi ako v tomto roku, po doslova senzačných objavoch Hubblovho vesmírneho teleskopu. Vzhľadom na to, že v tomto čísle prinášame viaceré z týchto správ spolu so skvelými fotografiami HST, rozhodli sme uverejniť v skrátenej forme Reesov článok, v ktorom autor populárnou formou objasňuje donedávna ešte neznámu, neskôr tajuplnú, dnes však už celkom logickú prepojenosť galaxií, čiernych dier a kvazarov v procese vývoja vesmíru. Nazdávame sa, že článok pomôže našim čitateľom pochopiť nielen objavy HST, ktoré prinášame v tomto čísle, ale i fyzikálnu podstatu Reesom predvídaných procesov, ktoré spŕška objavov z posledných rokov postupne potvrdzuje.

Galaxie sú základnými stavebnými kameňami Vesmíru. Svetlo väčšiny galaxií je svetelným súčtom 10—100 (300) miliárd hviezd. Najmenej 25 rokov už astronómovia vedia, že viaceré galaxie majú v strede jasné, kompaktné jadro, ktorého žiarenie je oveľa silnejšie ako súhrnné žiarenie všetkých hviezd galaktickej rodiny. Najextrémnejším príkladom týchto aktívnych galaktických jadier sú kvazary, objekty nie väčšie ako slnečná sústava, ktoré žiaria intenzitou 100 miliárd Slnk. Zdá sa, že kvazary predstavujú búrlivé štádium vo vývoji niektorých galaxií. Ukazuje sa, že mnohé, či dokonca väčšina mladých galaxií prechádza stavom kvazarickej, alebo akejsi podobnej aktivity.

Väčšina astronómov sa dnes nazdáva, že aktivitu galaktických jadier generujú gravitačné sily. Neobyčajná svietivosť a relatívne neveľký rozmer týchto jadier prezrádzajú, že to musia byť extrémne masívne a kompaktné objekty. Väčšina kvazarológov sa domnieva, že centrálnym motorom kvazarov nemôže byť nič iné ako čierna diera. Teoretická možnosť čiernych dier v jadrách galaxií sa stala mocným impulzom pre kozmológov, ktorí okamžite vyprodukovali celý rad nových teórií o vývine vesmíru.Kvazary vznikli v čase, keď mladý vesmír nemal ešte ani miliardu rokov, pritom v strede podaktorých galaxií sa už predtým vyvinuli husté centrálne oblasti. Skorý vznik kvazarov vylučuje viaceré kozmologické modely, predpokladajúce, že galaxie sa vyvíjajú miliardy rokov, pričom pochybnosti narastajú i okolo všeobecne uznávaného modelu chladnej hmoty. Najnovšie údaje (COBE) o žiarení kozmického pozadia tieto pochybnosti ešte zosilnili. Donedávna sa renomovaní teoretici totiž nazdávali, že galaxie sa sformovali z nerovnomerne hustých oblakov hmoty v mladom vesmíre. Namerané hodnoty žiarenia vesmírneho pozadia však ukazujú, že hustota týchto zárodočných zoskupení hmoty bola taká nepatrná, že podľa platných fyzikálnych zákonov by sa nijako nemohli transformovať do štruktúr, ktoré pozorujeme dnes. Objav čiernej diery by však mohol okrem kozmológov pomôcť i pri objasnení niektorých zádrhelov Einsteinovej všeobecnej teórie relativity.



Táto teória predpokladá, že niektorá galaktická čierna diera v jadre niektorej galaxie by sa mala už čoskoro (sama) prezradiť. Plyn krúžiaci okolo čiernej diery a špirálovite sa na ňu navíjajúci, získava postupne rýchlosť svetla. Trením sa navyše prudko ohrieva, takže sa dostáva do stavu elektricky vodivej plazmy. Obrovská gravitácia čiernej diery pritom magnetické pole vytvorivšie sa v plazme sprešuje (zmačkne) do tej miery, že sa teplota v tomto ozrutnom prírodnom generátore ešte zvýši. Takáto horúca, hustá hmota musí intenzívne žiariť, pretože čierna diera mení hmotu na energiu desaťkrát účinnejšie ako jadrové reakcie v obyčajných hviezdach.

Prítomnosť čiernych dier vo vnútri galaxií by teda nemala nikoho prekvapiť. (Rees uverejnil tento svoj článok koncom roku 1990, ešte pred objavom horúcich kandidátov na čierne diery roku 1992. Pozri ďalšie materiály.) Podľa astrofyzikov vznikli celkom jednoducho: v čase, keď sa mladé galaxie ešte len utvárali z pôvodnej hmoty, hviezdy a oblaky plynu v najhustejších oblastiach galaxie sa nahustili a kolabovali do čiernej diery. Sila tohto gravitačného žrúta navíjala potom ďalšiu hmotu do akéhosi homogénneho klbka až kým nevznikol kvazar. Energia emitovaná kvazarom zasa spätne formovala ďalší vývoj galaxie.

Dnes vieme, že najžiarivejšie kvazary sa vyskytujú iba v eliptických galaxiách. Naproti tomu v špirálových galaxiách by sa mali vyskytovať iba menšie čierne diery, čo znamená, že tam nemôžu vzniknúť silné, žiarivé kvazary.

Lenže pozor: nie všetky eliptické galaxie musia porodiť čiernu dieru. Dokonca je možné i to, že čierna diera, ktorú galaxia kedysi vytvorila, sa z nej stratí. Podaktorí teoretici sa domnievajú, že v prípade splynutia dvoch alebo viacerých galaxií obežné dráhy hviezd sa premiešajú a výsledný "hviezdny koktail" sa následne zoskupí do eliptickej formácie. Ak pôvodné, "rodičovské" galaxie mali v jadre masívne čierne diery, tieto sa nájdu a vytvoria v centre novej galaxie binárnu sústavu. Obe

čierne diery sa budú čoraz tesnejšie objímať, pričom tento generátor bude vyžarovať energiu v podobe gravitačných vĺn v zhode s teóriou relativity. V okamihu, keď obe čierne diery splynú, mohutná vlna gravitačného žiarenia môže vyvrhnúť obe čierne diery do medzigalaktického priestoru. Pozemské detektory gravitačných vĺn by takéto gravitačné vzplanutie mali zaznamenať a potvrdiť tak Einsteinove hypotézy.

Pravdaže, všetky tieto nápady sú zatiaľ iba fyzikálnymi možnosťami. Pozorovatelia sa snažia spoznať podrobnosti toho, ako kvazary a iné galaktické jadrá fungujú, ako často sa (v galaxiách) vyskytujú a čo sa deje, ak sa z materskej galaxie oslobodia.

Väčšina kvazarov už umrela

Kvazary sa dajú iba ťažko študovať, pretože sú náramne ďaleko, a to v čase i v priestore. Vidíme ich také, aké boli pred miliardami rokov, v čase, keď sa ich svetlo vydalo na púť k nám. Astronómovia merajú kozmické vzdialenosti pomocou červeného posunu, úkazu, ktorý spôsobuje, že sa svetlo vzďaľujúceho objektu "naťahuje a červenie". Pretože vesmír sa rozpína na všetky strany, každé teleso sa vzďaľuje od ostatných telies (s výnimkou malých škál), pričom jeho rýchlosť priamoúmerne závisí od vzdialenosti medzi nimi. Najlepšie si to predstavíme pomocou balóna, na ktorý (ešte spľasnutý) namaľujeme ľubovoľný počet čiernych bodov. Keď ho začneme nafukovať, body sa od seba vzďaľujú. Čím väčšia je počiatočná vzdialenosť dvoch bodov, tým rýchlejšie sa budú od seba vzďaľovať.

Najvzdialenejšie kvazary majú taký veľký červený posun, že vlnové dĺžky ich žiarenia sa medzi okamihom vyžiarenia a jeho detekcie päťnásobne predĺžia (natiahnu). Viditeľné svetlo týchto kvazarov, ktoré dopadne na Zem, bolo teda pôvodne vyžiarené na oveľa kratších vlnových dĺžkach ultrafialového žiarenia. Toto natiahnutie (či červený posun) môžeme chápať ako vzťah, pomer medzi súčasným stavom vesmíru a stavom vo chvíli, keď bolo toto svetlo vyžiarené. Červený posun kvazaru je teda taký veľký a taký starý, ako bol vesmír vo chvíli, keď sa zachytené svetlo vydalo na púť. Vo chvíli, keď astronómovia pozorujú kvazary, vydávajú sa na exkurziu do doby, keď náš vesmír nemal ešte ani pätinu svojho súčasného rozmeru. Najpravdepodobnejší kozmologický model predpokladá, že vesmír má 13 miliárd rokov, pričom najvzdialenejšie kvazary vznikli, keď mal sotva miliardu rokov.

Diagnóza niekoľkých tisíc doteraz objavených kvazarov nám hovorí, že populácia týchto kvazistelárnych exotov sa počas tejto doby radikálne menila. Vieme, že keď mal vesmír dve miliardy rokov, kvazarov bolo oveľa viac. Aktivita kvazarov vyvrcholila v čase, keď bol vesmír o dve tretiny menší ako dnes, teda dve až tri miliardy rokov po Big Bangu. Dnes sú staré kvazary oveľa zriedkavejšie nielen preto, že sú od nás oveľa ďalej ako kedysi a žiaria slabšie, ale najmä preto, že sa rodina kvazarov za tie roky poriadne preriedila.

Väčšina voľakedy aktívnych kvazarov je dnes mŕtva. Najbližší jasný kvazar, známy ako 3C 273, sa nachádza 2 miliardy svetelných rokov do Zeme a jeho jasnosť na rozhraní 14. magnitúdy je tisíckrát slabšia ako pri objekte, ktorý ešte možno pozorovať voľným okom. Naopak, počas "éry kvazarov", pred takými 11 miliardami rokov, by sme najbližší mali "za rohom", vo vzdialenosti sotva 25 miliónov svetelných rokov. Žiaril by ako hviezda 4. magnitúdy a pokojne by sme ho videli voľným okom. Pravdaže, vzhľadom na to, že vesmír bol menší a hustejší, kvazary boli v priestore rozložené oveľa tesnejšie ako dnes, čo by pozorovateľa pri odhade ich početnosti mohlo zozačiatku pomýliť. Po rokoch pozorovania by sa však presvedčil, že prinajmenšom v porovnaní s galaxiami boli kvazary v tom čase tisíckrát početnejšie ako dnes.

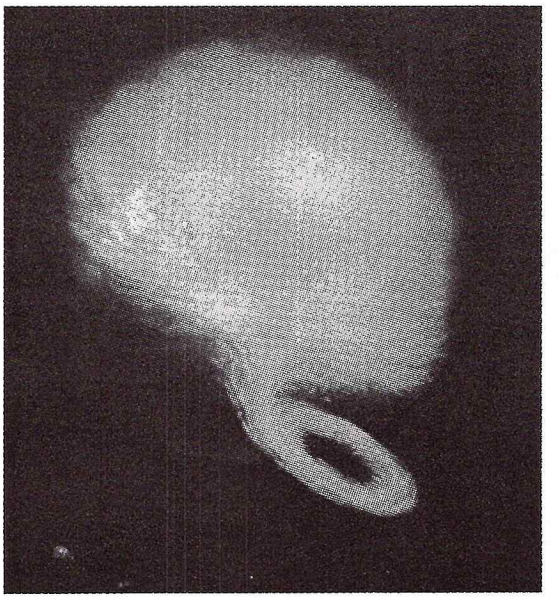
Prvý kvazar sa objavil, prekvapujúco, už zopár rokov po Big Bangu. Astronómovia našli nedávno zopár kvazarov, ktorých svetlo sa "natiahlo" o faktor šesť, inými slovami, že vznikli v čase, keď vesmír nemal ani miliardu

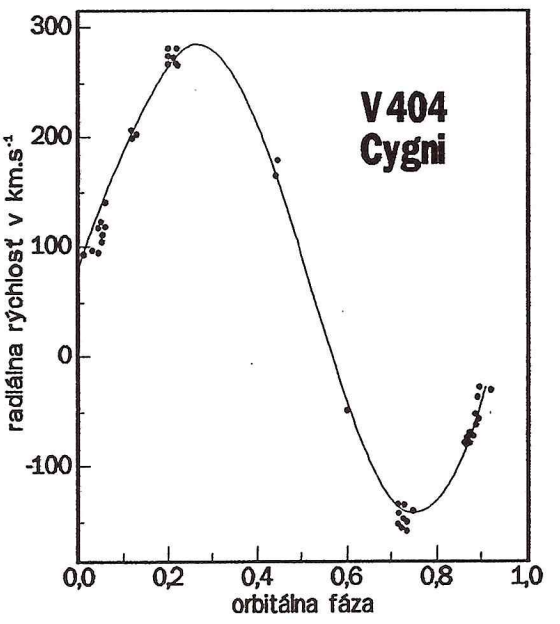
Najlepšia čierna diera

V 404 Cygni má spoločníka, ktorý troch európskych hvezdárov priviedol na stopu senzačného objavu. Tri roky potom, ako táto hviezda zo súhvezdia Labute vybuchla, pričom pozemské prístroje zaznamenali neobyčajne silný tok röntgenového žiarenia, zistili Casares, Charles a Nailor, že okolo nej obieha objekt, ktorého rýchlosť pravidelne kolíše v rozmedzí o niečo väčšom ako 400 km za sekundu. Z tohto údaju už ľahko vyrátali, že spoločník V 404 Cyg je objekt minimálne 6,26× hmotnejší ako Slnko. To bola bomba: neutrónová hviezda nemôže mať viac ako tri hmotnosti Slnka. Do akej podoby teda po výbuchu skolabovala V 404?

Hvezdári porovnali vlastnosti V 404 Cygni s dvomi, zatiaľ iba čiastočne preverenými kandidátmi na čiernu dieru v našej Galaxii – Cygnus X-1 a A 0620-00 v súhvezdí Jednorožca. Hmotnosť obidvoch telies je iba o málo väčšia ako limitná hodnota pre neutrónovú hviezdu. V 404 Cygni je teda oveľa pravdepodobnejším kandidátom na čiernu dieru ako obidva spomínané objekty. Alebo že by išlo o takzvanú Q-hviezdu, hypotetický objekt, menej hustý, ale masívnejší ako obyčajná neutrónová hviezda? Tak, alebo onak: traja astronómovia objavili hmotu, ktorú sformovali najextrémnejšie podmienky v celej Galaxii.

- dl -





Čierna diera i v M 32?

Americkí astronómovia objavili v uplynulom roku v jadre troch rozličných galaxií nové silné dôkazy pre existenciu doteraz iba teoreticky a nepriamo dokázaných čiernych dier. Vo všetkých troch prípadoch išlo o objekty, ktoré boli v tomto smere podozrivé už dávnejšie. Správu o M 32 sme dostali ako poslednú.

Tentoraz nejde o výtrysk. Astronóm Tod Lauer z Arizonského observatória oznámil, že v prípade M 32 je najväčším dôkazom existencie čiernej diery najmä nesmierna hustota v centre tejto galaxie. M 32 obsahuje asi 400 miliónov hviezd nakopených v priestore, ktorého priemer je iba 1000 svetelných rokov. Naša Mliečna dráha má priemer 100 000 svetelných rokov. Hustota vo vnútri M 32 je teda stomiliónkrát väčšia ako hustota rovnakého priestoru v našej Galaxii. Kozmonaut, ktorému by sa podarilo vniknúť dovnútra M 32, videl by nočnú oblohu takú pokrytú hviezdami, že ich kombinované svetlo by prevýšilo 100 Mesiacov v splne. Pri tomto svetle by sa už dali čítať noviny.

M 32 je od Zeme vzdialená 2,3 milióna svetelných rokov. Podľa astronómov je táto vzdialenosť taká malá, že M 32 môžeme považovať za susedku našej Galaxie. Nahustenie hviezd vo vnútri M 32 môže podľa arizonských astronómov, ktorí patria k najserióznejším lovcom čiernych dier, spôsobovať iba čierna diera, ktorá je trimilionkrát hmotnejšia ako naše Slnko. Tod Lauer na okraj objavu poznamenal, že pravdepodobnosť objavu čiernej diery je v tomto prípade veľmi veľká, hoci i podľa neho definitívny dôkaz bude treba podložiť ešte ďalším pozorovaním a štúdiom. Prognózy Martina Reesa, ktorého článok vás v tomto čísle uviedol do tejto exotickej problematiky, sa teda napĺňajú oveľa skôr, ako sa tento jasnozrivý vedec nazdával.

- engi -

rokov. Tieto staručké, vzdialené kvazary kompletne nabúrali všetky doterajšie teórie o formovaní sa galaxií.

Vieme, že kvazary sa nemôžu "narodiť" skôr, kým sa v galaxiách nevyvinú a neskoncentrujú husté centrálne oblasti. Iba tak môže dôjsť ku kolapsu, ktorý vyrobí čiernu dieru, túto porodnú babičku každého kvazaru. Je jasné, že všetky teórie bazírujúce na oveľa neskoršom vzniku galaxií, skončili vo hviezdárskych archívoch.

Dramatický nárast a vzápätí pokles populácie kvazarov a aktívnych galaktických jadier je však zarážajúci. Vieme, že aktivita kvazarov môže vzniknúť iba vo veľmi mladých galaxiách. Najskôr preto, že v starších, rozptýlenejších galaxiách, sa veľa plynu viaže na hviezdy, takže pre kvazary príliš veľa paliva neostáva. Ubúdanie kvazarov je teda i príznakom starnutia vesmíru.

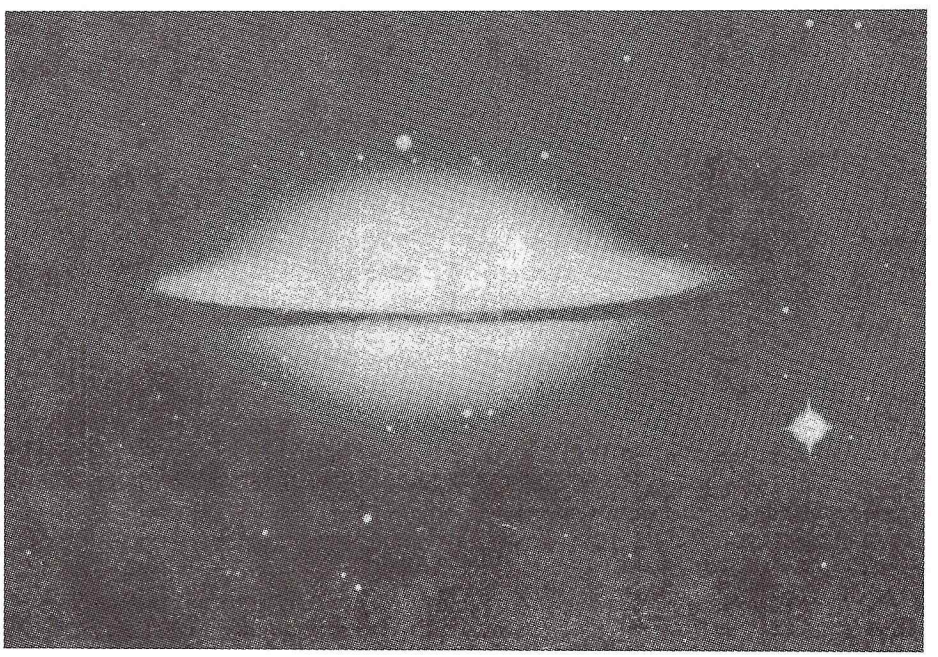
Jeden kvazar na sto galaxií

Podľa doterajších výsledkov pozorovania nemôžeme určiť, či aktivita kvazarov je typická pre všetky mladé galaxie, alebo predbežne zovšeobecňujeme iba údaje zopár atypických, nevydarených jedincov. Na túto otázku budeme vedieť odpovedať až potom, keď dokážeme určiť, ako dlho žije priemerný kvazar.

Vieme, že dnes na 100 000 galaxií nepripadá ani jediný kvazar. Dokonca v "ére kvazarov", pred 11 miliardami rokov, bolo týchto kvazihviezd stokrát menej ako normálnych galaxií. Tento údaj sugeruje, že iba jedna galaxia zo stovky porodila kvazar, inými slovami, iba 1 percento galaxií môže ukrývať zvyšky odumretých kvazarov. Zvážiť však musíme aj alternatívnu možnosť: počas vzostupu a úpadku populácie kvazarov mohli vzniknúť, vyvinúť sa a zaniknúť celé generácie krátkovekých kvazarov. (Kvôli názornosti si predstavme viactisícročné mesto. Medzi jeho založením a zánikom sa v jeho neustále sa meniacich múroch vystiedajú celé generácie obyvateľov.) Takéto krátkoveké kvazary by žiarili sotva miliardu rokov. Ak je tomu tak, potom v galaktických trezoroch musí byť oveľa viac "mŕtvol" kvazarov, ako keby existovala a pomaly zanikala jediná generácia týchto záhadných objektov.

Doba aktivity kvazarov sa najlepšie odvodí z ich hmotnosti. Najsilnejšie kvazary vyžarujú toľko energie, že v ich peci by sme spálili každý rok niekoľko desiatok našich Slnk. Ak aktivita týchto kvazarov trvá miliardu rokov, v dobe zániku budú ťažšie (!!) o desiatky miliárd hmotností Slnka. Aj ten najmizernejší, trpaslíci kvazar bude vo chvíli svojej smrti vážiť viac ako miliarda Slnk, a to i v prípade, že kvazarické generácie sa striedajú rýchlejšie, a krátkoveké kvazary by nemali dosť času, aby poprehĺtali také obrovské množstvá hmoty. Prísna logika fyzika nás priviedla k zisteniu, že každý kvazar musí vážiť prinajmenej toľko ako 100 miliónov Slnk, bezohľadu na to, ako dlho žije. Prečo? Žiarenie sa totiž prejavuje i ľahkým tlakom. Tlak intenzívneho žiarenia by napriek gravitácii odnášal z kvazaru isté množstvo hmoty. Ak sa kvazar živí pomocou akrečného disku, musí byť dostatočne masívny na to, aby gravitácia premohla tlak žiarenia. Svietivosť kvazaru je teda podmienená kritickým minimom hmoty: typický kvazar musí vážiť najmenej toľko, ako 100 miliónov Slnk, inak by po krátkych tantalových mukách vyhasol. Vlastné žiarenie by mu odtláčalo kozmické krmivo. Najsilnejšie kvazary vážia desaťkrát toľko.

Existuje aj iný spôsob, ako určiť hmotnosť kvazarov. Je však použiteľný iba pre malú časť kvazarov, tých, čo sú i rádiovým zdrojom. Tieto rádiové emisie vznikajú v dvoch obrovských lalokoch plazmy, ktoré kvazar nabíja energiou. Energia nazbieraná v lalokoch je ekvivalentná hmotnosti milióna Slnk. Čo z toho vyplýva? Kvazar musí mať hmotnosť prinajmenšom 100 miliónov Slnk, ak má zaistiť spoľahlivý a nepretržitý chod takého nenásyt-



Sombrero, galaxia M 104, patrí medzi najväčších kandidátov na hostiteľa čiernej diery. Odborníci dokonca predpokladajú, že čierna diera v jadre tejto galaxie je jednou z najhmotnejších v známom vesmíre.

Výtrysk v galaxii NGC 3862

"Zdá se, že jsme objevili zcela novou třídu jevů," říká dr. Philippe Crane z ESO, který objevil na snímcích pořízených kamerou pro slabé objekty nový optický výtrysk v jádru eliptické galaxie NGC 3862. "Struktura jetu je v této galaxii zcela neočekávaná. Toto je jeden z druhů objevů, které jsme od Hubblova kosmického teleskopu čekali."

Galaxie NGC 3862, také známá jako 3C 264, je jasným zdrojem v radiové a rentgenové oblasti spektra. Je šestou nejjasnější galaxií v bohaté kupě galaxií známé jako Abell 1367 v souhvězdí Lva, jejíž vzdálenost je zhruba 260 milionů světelných let.

Předchozí pozorování galaxie NGC 3862, pořízená na radiových vlnách, prokazovala podobnou strukturu výtrysku, která se rozpíná do velkých vzdáleností. "Protože výtrysk je pouze 0,6" dlouhý, je velmi obtížné pozorovat jej z povrchu Země," říká Crane. "Výtrysk je také výrazný v ultrafialové oblasti spektra. Obě tyto charakteristiky jsou mimořádně vhodné pro využití kamery pro slabé objekty FOC na kosmickém teleskopu."

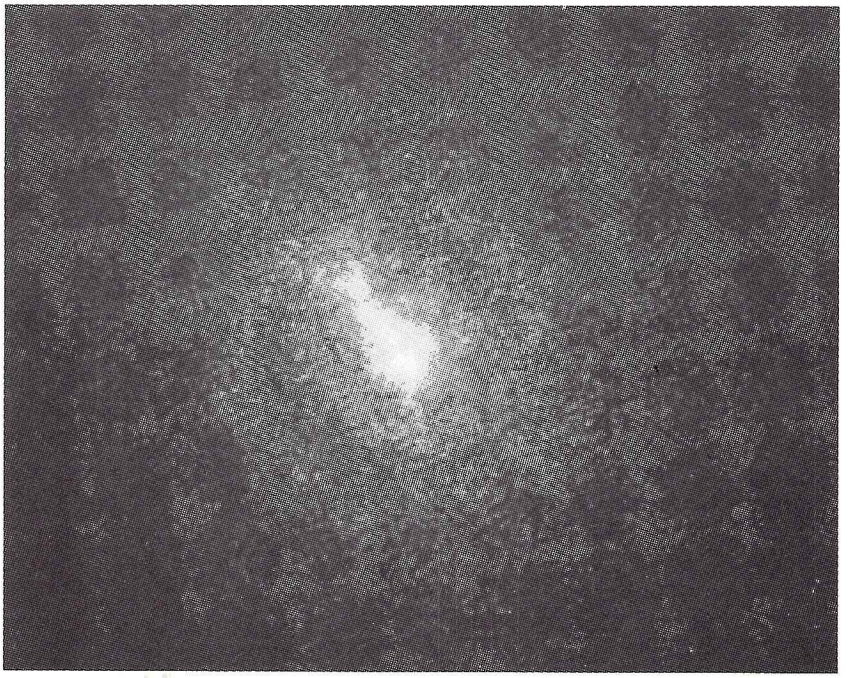
NGC 3862 byla pozorována pomocí kamery FOC s vysokým rozlišením (F/96) dne 25. ledna 1992 při použití dvou filtrů. Od expozice v žlutozeleném světle se očekávalo, že odhalí vně jádra rozdělení normální staré hvězdné populace v galaxii. Druhá expozice v blízké ultrafialové oblasti měla dokázat přítomnost mladých horkých hvězd v jádru. Ke svému překvapení astronomové nalezli optický výtrysk.

Extragalaktické výtrysky nejsou dobře prostudovány. Přenášejí energii v úzkém ohraničeném svazku ven z aktivního jádra galaxie. V pozadí těchto výtrysků stojí pravděpodobně supermasivní černé díry. Extragalaktické výtrysky byly pozorovány na radiových vlnách v mnoha aktivních galaxiích, ale pouze několik z nich se projevuje i v optické oblasti. Astronomové dosud neznají odpověď na otázku, proč tomu tak je. Snaží se rovněž najít spojení mezi radiovými a optickými emisemi.

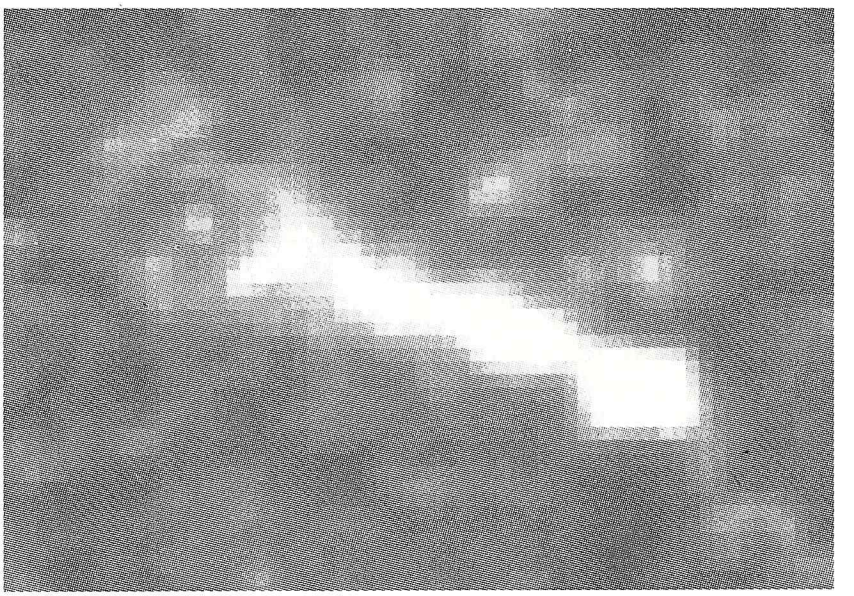
Výtrysk v NGC 3862 není snadné zařadit do standardních modelů, které teorie nabízí. Nový výtrysk je v celé řadě parametrů výrazně rozdílný od optického výtrysku v galaxii M87. Výtrysk v NGC 3862 je dlouhý asi 750 světelných let ve srovnání s délkou 5000 světelných let výtrysku v M87. Výtrysk v M87 je rovněž jasnější v oblasti vlnových délek, kde se projevuje synchrotronové záření produkované elektrony vysokých rychlostí, pohybujících se v magnetickém poli s výtryskem souvisejícím. Na druhou stranu je výtrysk v NGC 3862 mnohem jasnější v ultrafialové oblasti spektra, než by se dalo očekávat vzhledem k jeho jasnosti ve viditelném pásmu.

"K objasnění původu záření ve výtrysku bude zapotřebí dalších doplňkových pozorování", říká dr. Crane. Nový typ výtrysku napovídá, že astronomové stojí před novým a neočekávaným jevem v galaktickém jádru.

Podľa HST News mgr. Petr Velfel



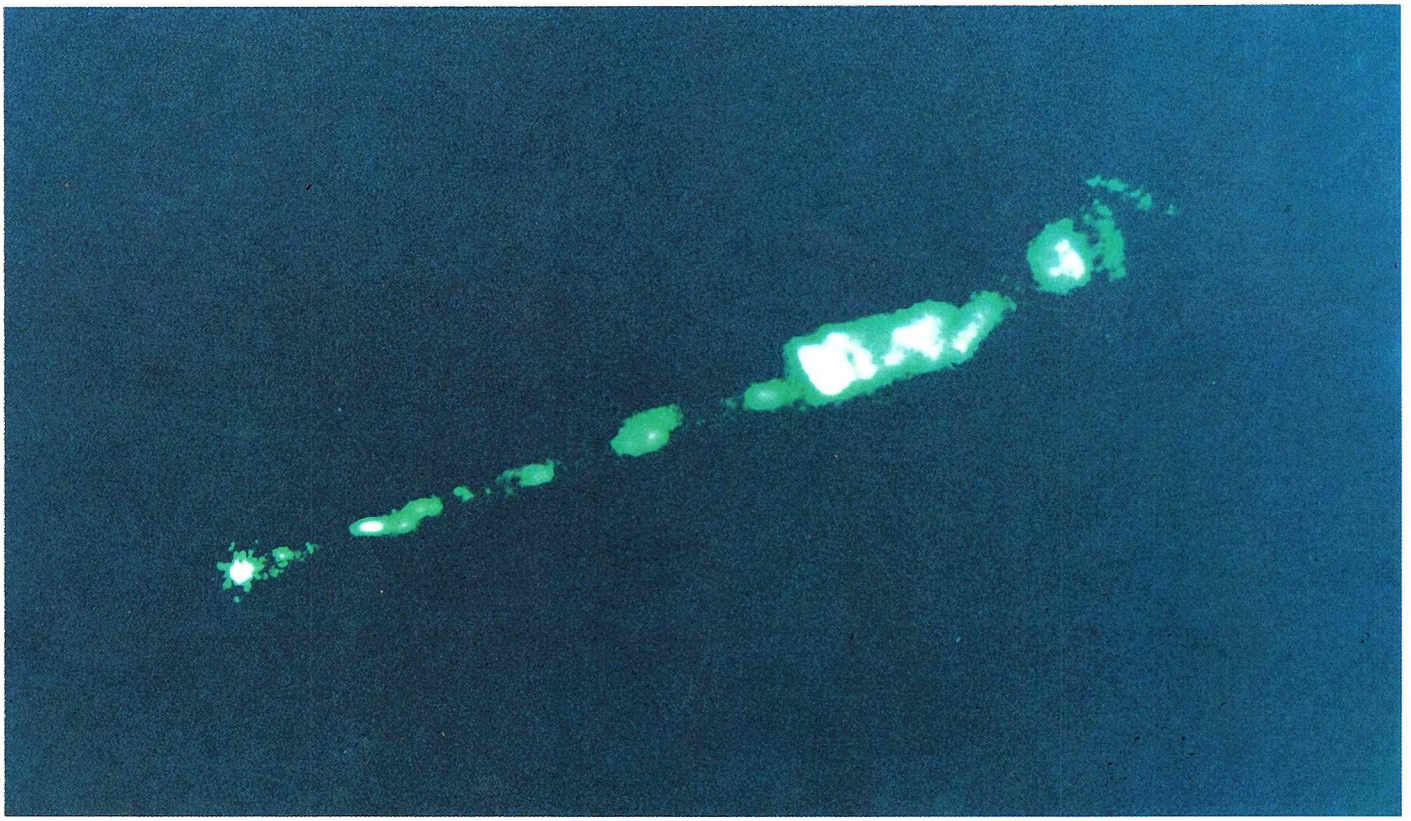
Na tejto snímke HST vidíme centrálnu oblasť NGC 3862 i so zreteľným útvarom, smerujúcim severozápadne od jadra. HST naexponoval túto snímku pomocou FOC kamery na vlnovej dĺžke 3400 angströmov v blízkej ultrafialovej oblasti spektra.

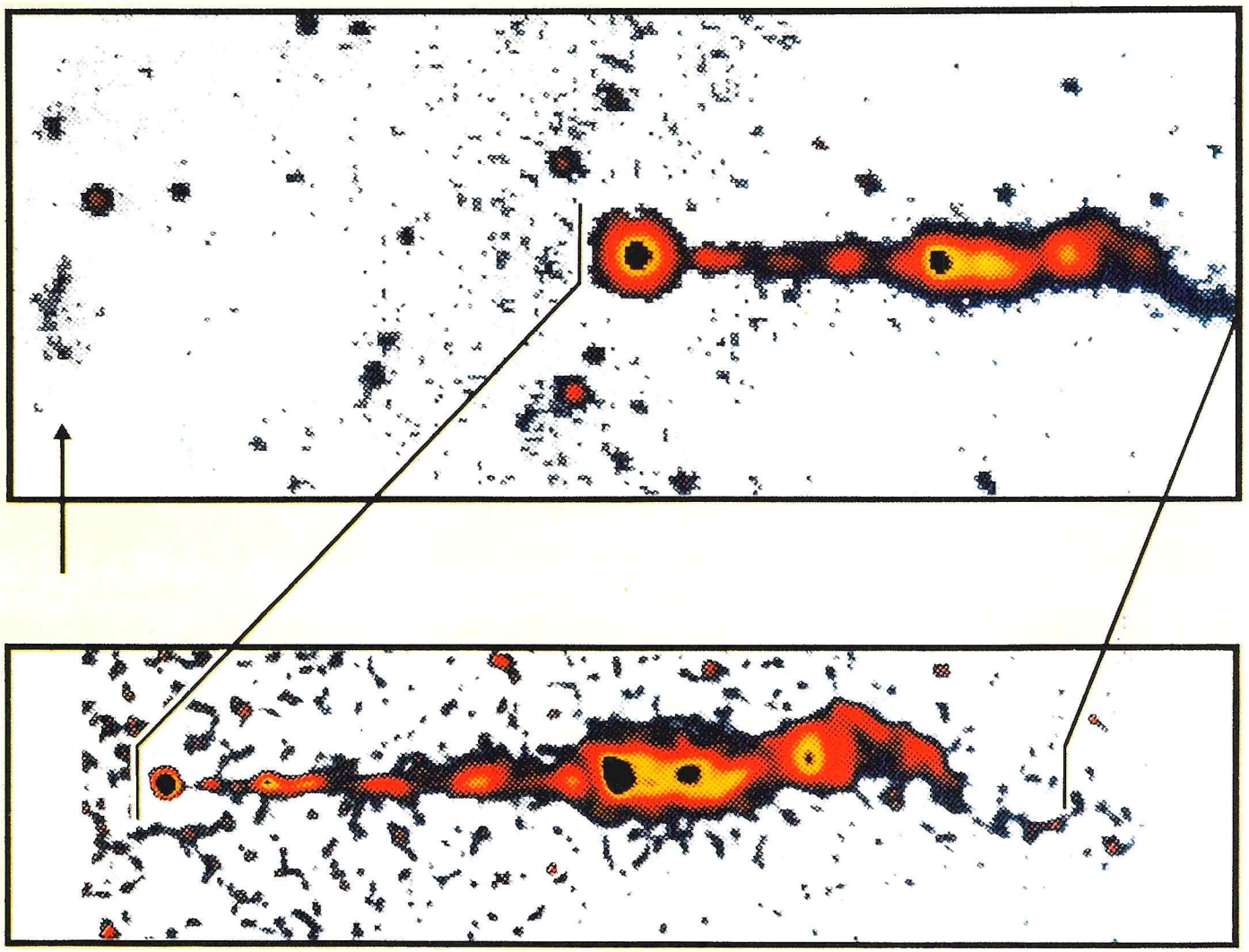


Snímka centrálnej oblasti galaxie NGC 3862 zviditeľňuje štruktúru, ktorú pôvodne vo viditeľnom svetle nikto nespozoroval. Naexponovali ju pomocou citlivej kamery (Faint Object Camera), ktorou je vybavený HST, na vlnovej dĺžke 3400 angströmov. Na snímke s rozlíšením 0,06 oblúkovej sekundy vidíme niekoľko uzlov a zlomov. Celková dĺžka výtrysku, 0,6 oblúkovej sekundy, zodpovedá 750 svetelným rokom. NGC 3862 je eliptická galaxia v bohatej kope galaxií Abell 1367. Nachádza sa v súhvezdí Leva, vyše 260 miliónov rokov od nás. Tento nový typ výtrysku znamená, že sme svedkami akejsi doteraz neznámej aktivity v jadre galaxie.

ného žrúta. Štruktúra lalokov (emitujúcich rádiové žiarenie) okolo týchto vzácnych kvazarov prezrádza, že fungujú priebežne počas celého jeho života.

O kvazaroch ešte zďaleka nevieme všetko. Iba odhadujeme, koľko hmoty je potrebnej na to, aby sa kvazar narodil. Nikto nevie ani to, ako dlho rastie, kým sa mu (i v okolitom priestore) neminie palivo. Spektroskopické štúdie prezrádzajú, že kvazary silne ovplyvňuje tlak ich žiarenia. Ten zabraňuje tomu, aby kvazar nenarástol rýchlo až do takej miery, aby ho vlastná gravitácia umftvila. Odborníci sa dnes nazdávajú, že kvazary žijú pomerne krátko, nie dlhšie ako 50 miliónov rokov. Ak je to pravda, potom väčšina galaxií asi v mladosti prešla štádiom kvazaru.





Túto senzačnú ultrafialovú snímku získal HST v januári tohto roku. Vidíte na nej výstryk plazmy, dlhý 4000 svetelných rokov. Vyžiarilo ho jadro obrovskej eliptickej galaxie M 87. Táto galaxia leží v srdci Panny, susednej kopy galaxií, vzdialená od nás 52 miliónov svetelných rokov. M 87, ktorá má hmotnosť 300 miliárd Slnk, je najbližším príkladom aktívneho galaktického jadra s jasným, opticky viditeľným výtryskom. Výtrysk vyzerá ako reťaz rozlične jasných svetelných uzlov tvoriacich úzky kužeľ, šíriaci sa z jadra M 87. Neobyčajne citlivá kamera FOC zviditeľnila doteraz nevídané detaily týchto uzlov, nie väčších ako 10 svetelných rokov. Podľa jednej teórie vygenerovala tento výtrysk čierna diera o hmotnosti 3 miliardy Slnk, ukrývajúca sa v jadre M 87. Magnetické pole vytvorené okolo akrečného disku, ktorý obieha čiernu dieru, sa špirálovite navíja okolo okraja výtrysku. Magnetické polia uzatvárajú výtrysk do akejsi trubice plnej horúcej plazmy a nabitých častíc. Superrýchle protóny a elektróny, akcelerované v blízkosti čiernej diery, sa ženú touto trubicou bezmála rýchlosťou svetla. Keď tieto častice vniknú do magnetického poľa, vyvolávajú proces, nazývaný synchrotrónové žiarenie. FOC kamera dokázala jasne rozlíšiť miesta, kde sa elektróny urýchľujú. Na niektorých miestach vidíme dokonca náznaky inak neviditeľnej špirálovitej štruktúry siločiar magnetického poľa. Veľký, jasný uzol za polovicou výtrysku označuje miesto, kde sa výtrysk prudko rozpadá a jeho pohyb sa stáva chaotickým. Ešte ďalej od jadra sa výtrysk ohýba a rozpadá, a to v momente, keď naráža do steny plynu, ktorá je síce neviditeľná, ale všade prítomná v rozľahlých útrobách galaxie, ktorá výtrysk vyvrhla. HST je pre štúdium extragalaktických výtryskov naprogramovaný priam ideálne. Mimoriadna citlivosť jeho kamier, najmä na ultrafialových vlnách, dovoľuje pozorovateľom jasne odlíšiť výtrysk od hviezdneho pozadia hostiteľskej galaxie. Ba čo viac, rozlišovacia schopnosť kamery FOC je taká veľká, že ju možno porovnať s rozlišovacou schopnosťou najväčších rádioteleskopov.

Tieto neveľmi precízne závery iba približne spresňujú predstavy, ktoré dnes majú hvezdári o hmotnosti kvazarov, či o dĺžke ich života. Teoretické spresňovanie odhadu hmotnosti môžu vylepšiť napozorované údaje z ďalších podtried kvazarov, majúcich rozličnú jasnosť, či nerovnakú silu emisií, ale popritom veľkú neurčitosť odhadovanej dĺžky života.

Dobre utajené čierne diery

Najschodnejšou cestou poznávania kvazarov a ďalších aktívnych galaktických jadier je

Na dvoch snímkach vidíte prvý záber o b o c h výtryskov z obrovskej galaxie M 87, ktorý je dnes vari najdôveryhodnejším dôkazom existencie čiernej diery. Pravý, východný výtrysk, bol už známy dávnejšie (hoci ani zďaleka nie tak detailne), a pre astrofyzikov bol celé roky hádankou. Na základe známych fyzikálnych zákonov nedokázali vysvetliť, prečo pravý výtrysk nemá svoj protiajšok aj na opačnej, ľavej strane. Túto anomáliu vysvetľovalo viacero špekulatívnych hypotéz. Snímky, ktoré vám predkladáme, tajomstvo jediného výtrysku z M 87 odhalili: z galaxie, presne podľa teórie, vychádzajú výtrysky dva, ibaže ten ľavý sú zatiaľ vstave zviditeľniť iba najcitlivejšie prístroje, aj to iba počas neobyčajne dobrých podmienok pre pozorovanie. Dokonca i vy budete mať problémy nájsť jeho ľahký otlačok na jednej z fotografií. Na spodnej vidíte ľavý výtrysk v plnej kráse, na hornej jeho funkčne skrátenú podobu. Iba takto bolo totiž možné naexponovať aj tmavý, oblúkovitý útvar pri ľavom okraji snímky, ktorý je vrcholom ľavého, "západného" výtrysku. (Útvar je označený šípkou.) Snímky urobili pomocou 2,5 m teleskopu (Nordic Optical Telescope) na Kanárskych ostrovoch. Falošné farby zviditeľňujú delikátnu štruktúru rozlične jasných polí. Horná snímka je kombinovaným záberom troch CCD expozícií v žltom, červenom a blízkom infračervenom spektrálnom pásme, pričom sa podarilo potlačiť svetlo pozadia. Veľkosť rozlíšenia je 0,6 oblúkovej sekundy. Na spodnej snímke, "zaostrenej" počítačom, môžete rozlíšiť detaily 0,25 oblúkových sekúnd, vďaka čomu sú jednotlivé uzly oveľa zreteľnejšie, čo nám umožňuje pomerne spoľahlivo identifikovať dráhy energetických častíc vyžarovaných jadrom M 87 (kruhový objekt celkom vľavo). Tento obraz je čo do rozlíšenia najkvalitnejšou snímkou M 87, aká sa kedy dosiahla pomocou pozemských ďalekohľadov.

HST zkoumá jádro galaxie M 87

V polovině ledna 1992 astronomové pracující s Hubblovým kosmickým teleskopem oznámili nalezení dalšího důkazu pro tvrzení, že černá díra o hmotnosti přes 2,6 miliardy hmotností Slunce v jádru obří eliptické galaxie M 87 skutečně existuje. Svá tvrzení opírají o pozorování pomocí Hubblova teleskopu. Snímky totiž ukázaly silnou koncentraci hvězd kolem centra, kam jsou vtahovány gravitačním polem masívní černé díry.

Počátkem našeho století astronomové u galaxie M 87 objevili gigantický výtrysk plazmy, zjevně vycházející z jejího jádra. Později se zjistilo, že výtrysk i jádro silně září na radiových a rentgenových vlnách. Přesto však dlouho zůstával původ aktivity záhadný. Teprve v roce 1978 oznámil Peter Young z Kalifornského technologického institutu, že centrální oblasti galaxie M 87 jeví znaky převládající gravitace masívní černé díry. Pozorování však jeho teorii dosud stoprocentně nepotvrdily.

Tod Lauer, Sandra Faberová a Roger Lynds se spolupracovníky se zabývali získáním nových snímků struktury jádra galaxie M 87. Dosažená rozlišovací schopnost byla větší než u jakéhokoliv pozemského teleskopu a umožnila spatřit jádro v dosud neznámých detailech. Obrazy jasně ukázaly, že hvězdy v M 87 jsou skutečně hustěji koncentrovány směrem k jádru. Formují dokonce jakýsi jasný hrot světla v srdci galaxie. Centrální hustota hvězd v M 87 je nejméně 300-krát větší, než bychom očekávali u normální obří eliptické galaxie, a více než 1000-krát hustější než rozložení hvězd v nejbližším okolí našeho vlastního Slunce. Skutečností zůstává, že centrální hustota hvězd v M 87 může být ještě větší, ale její určení je již za hranicí rozlišovací schopnosti Hubblova teleskopu.

"Centrální struktura M 87 je překvapující odchylkou od toho, jak by měla vypadat obří eliptická galaxie," říká Lauer, a dodává, že "je silně podobná hvězdnému kuželu spojovanému s černou dírou". Kužel je viditelný jako plynule k jádru M 87 se zjasňující útvar. Teoretické práce předpokládají, že takový kužel se může tvořit jako projev rostoucího kolapsaru. Jeho vzhled nám napovídá mnohé o dějích probíhajících při gravitačním zhroucení.

Na počátku života M 87 se zárodečná černá díra v jádru mohla vytvořit ze splynutí menších černých děr vzniklých při výbuchu velmi hmotných hvězd nebo možná z gravitačního kolapsu plynu pozůstalého po formování galaxie. Časem se zárodečná černá díra zvětšovala díky pohlcování plynu a hvězd, tedy materiálu, který se dostal příliš blízko kosmickému "jedlíkovi". Jak se hmotnost kolapsaru zvětšovala, stávala se jeho gravitace stále více převládající ve větším a větším prostoru. Hvězdy obíhající takřka svobodně byly postupně přitaženy k jádru, nebo se alespoň přiblížily do těsné blízkosti hranice černé díry. Tak se neustále zvyšovala hustota hvězd a dnes dosáhla extrémních hodnot. Závěr vede k zajímavému paradoxu – chceme-li hledat černou díru, musíme pátrat po silné koncentraci záření hvězd v centru galaxie.

Hmotnost černé díry je odhadována na 2,6 miliardy hmotností Slunce. Uvedená hodnota vychází ze srovnání hustoty hvězd v kuželu a teoretických modelů počítaných před deseti lety Peterem Youngem. Lauer zdůrazňuje, že snímky z kosmického teleskopu nemohou nezvratně dokázat přítomnost černé díry.

Dalším krokem výzkumu nyní budou spektroskopická pozorování, nezbytná pro určení rychlosti hvězd obíhajících kolem jádra. Vysoké rychlosti mohou být důkazem černé díry a mohou poskytnout astronomům přímá měření jejich hmotnosti.

Podle NASA News mgr. Petr Velfel

hľadanie čiernych dier, ktoré by mohli ležať v centre mnohých blízkych galaxií. Tak by sa dali priamo zmerať hmotnosti a množstvo týchto objektov.

Čierna diera sa totiž manifestuje ako kvazar iba tak dlho, kým sa dokáže kŕmiť plynom a prachom z priestoru v dosahu jej gravitačného poľa. Vo vákuu, ako vieme, sa čierna diera nemá ako prejaviť. Jej žiarenie (gravitačné) je zatiaľ nezistiteľné, a to aj vtedy, keď jej gravitačný vplyv na objekty v jej okolí je evidentný. Veľká čierna diera v jadre galaxie dokáže korigovať obežné dráhy hviezd bližšie k centru. Všetky hviezdy v blízkosti černej diery krúžia okolo nej čoraz rýchlejšie.

Pohyb každej hviezdy v galaxii je výsledkom zákonitostí, platiacich vo vnútri celkového gravitačného poľa, ktoré vytvára hmota celej galaxie. Dráhy týchto hviezd sú výslednicou dvoch síl: ich kinetickej energie a síl, vťahujúcich ich do stredu galaxie. Vo chvíli, keď sa dostanú za okraj gravitačného poľa centrálnej čiernej diery, ich pohyb sa nápadne zrýchli.

Polomer sféry vplyvu čiernej diery na okolité hviezdy je priamoúmerný ich hmotnosti a nepriamo závislý od štvorca ich rýchlosti. Inými slovami: čím rýchlejšie sa hviezda pohybuje, tým menej na ňu príťažlivosť čiernej diery pôsobí. Sféra vplyvu čiernej diery je síce milionkrát väčšia ako čierna diera, ale z hľadiska rozmerov priemernej galaxie ide iba o neveľký priestor – zopár desiatok svetelných rokov. Na pozorovanie takého nepatrného fliačku nemáme zatiaľ prístroje s dostatočným rozlíšením. Dokonca pri najbližších galaxiách nemá sféra vplyvu prípadnej čiernej diery viac ako niekoľko oblúkových sekúnd.

Mimoriadne hodnoverným dôkazom prítomnosti čiernej diery v srdci galaxie by bol ostrý h r o t vo svetelnom profile galaxie, vytvorený nakopením hviezd okolo sféry jej gravitačného vplyvu. Mnohí hvezdári už celé roky hľadajú tieto hroty, ale ich objavy zatiaľ veľa neprinášajú, pretože svetlo v jadre galaxií neprodukujú iba hviezdy, ale i svietiaci plyn.

Prvá snímka neviditeľného výtrysku

Messier 87 (M 87) sa nachádza v strede jednej z najväčších a zároveň najbližších kôp galaxií. Do tejto kopy galaxií (Virgo Cluster), vzdialenej od nás 50 miliónov svetelných rokov, patrí niekoľko tisíc galaxií, ale žiadna z nich nie je jasnejšia a hmotnejšia ako Messier 87.

Už roku 1918 objavili hvezdári na snímkach tejto galaxie zreteľný, dlhý a tenký útvar smerujúci západne od jadra galaxie. Tento nevysvetliteľný útvar sa stal o pol storočia hlavným argumentom tých hvezdárov, ktorí tvrdili, že takýto enormný prejav energie je dôkazom búrlivých procesov v centre M 87, ktoré nemohlo spôsobiť nič iného, ako obrovská čierna diera. Posledné snímky, získané v priebehu posledného roka z HST, túto hypotézu veľmi posilnili.

M 87 má vo svojej kategórii veľa astronomických "naj-", okrem iného i to, že patrí do nepríliš početnej skupiny rádiových galaxií. Samotný výtrysk vyžaruje silné rádiové žiarenie. Vyrábajú ho interakcie silného magnetického poľa so silným tokom energetických častíc vystreľovaných z jadra. Podrobné pozorovania dokázali i prítomnosť rovnorodého, symetrického, difúzneho rádiového žiarenia z celej galaxie. Na rozdiel od iných rádiových galaxií však M 87 mala zvláštnosť, ktorú astrofyzici nedokázali vysvetliť. Celé roky sa ani pomocou najcitlivejších prístrojov nedarilo potvrdiť existenciu tzv. kontravýtrysku, smerujúceho z jadra na opačnú, východnú stranu. Zdalo sa, že M 87 je medzi rádiovými galaxiami akýmsi záhadným exotom.

Skupina astronómov ESO nedávno túto záhadu objasnila. Pomocou 2,5 m ďalekohľadu NOT na Kanárskych ostrovoch sa im vďaka neobyčajným optickým kvalitám teleskopu i vďaka mimoriadne priaznivým poveternostným podmienkam podarilo získať snímky, na ktorých po prvýkrát objavili i nezreteľné obrysy kontravýtrysku. M 87 sa takto zaradila medzi celkom obyčajné rádiogalaxie, záujem o ňu však predbežne neutícha.

M 87 (v katalógoch rádioastronómov rádiový zdroj Virgo A) je desaťkrát jasnejšia ako galaxia, v ktorej žijeme. Obsahuje tisíc miliárd hviezd podobných nášmu Slnku. Pripomeňme si, že astronómovia rozlišujú dve triedy rádiogalaxií: podľa stupňa intenzity a symetrie rádioemisií patria do prvej skupiny galaxie, ktorých žiarenie je slabšie a menej symetrické ako galaxií druhého typu. Donedávna figurovala M 87 v tabuľkách galaxií druhého typu, najmä kvôli asymetrickému výtrysku, ktorý nemal na opačnej strane svoj fyzikálne logický protajšok, hoci podľa intenzity žiarenia by patrila skôr do prvej skupiny.

Odnedávna vieme, že všetky jasné a asymetrické rádiogalaxie (Typ II) musia mať dva diametrálne protismerné výtrysky energetických častíc (najmä elektrónov), ktoré sa pohybujú bezmála rýchlosťou svetla a prenášajú enormné množstvá energie z jadra galaxií na ich perifériu. Povaha žiarenia emitovaného týmito výtryskami je synchrónna, inými slovami, jedná sa o žiarenie, ktoré vzniká, keď združené, mocné sily magnetického poľa pôsobia na elektróny pohybujúce sa po špirálovite klesajúcich obežných dráhach. Napriek tomu, že väčšina synchrónnej radiácie sa vyžiari na rádiových vlnách, je možné zavše pozorovať ju i na vlnách viditeľného spektra, pravda, v prípade rádiogalaxií typu II iba vo výnimočných prípadoch.

Rádioastronómovia už dávnejšie zaznamenali difúzne žiarenie i na opačnej strane M 87, ale ani v jednom prípade sa im nepodarilo jednoznačne dokázať, že pochádza z predpokladaného protivýtrysku. Snímky optických pozorovateľov však nezaznamenali ani to: priestor, kde by mal byť counter-jet, bolo prázdne. Práve preto snímku, ktorú v dnešnom čísle uverejňujeme, pokladajú hvezdári za senzáciu roka. Nejasný, oblúkovitý útvar vpravo od jadra galaxie M 87 leží približne 6000 svetelných rokov od centra, čo je zhruba štvrtina vzdialenosti Slnka od stredu našej Galaxie. Je to vrchol protivýtrysku? Skôr, než sa hvezdári vyslovili, pokúsili sa zmerať farbu podozrivej oblúkovitej hmlovinky. Vďaka tomu, že mohli porovnať čiary získané na rôznych vlnových dĺžkach, zistili, že farebné vlastnosti útvaru sú veľmi blízke vlastnostiam, ktoré sú typické pre rádiové žiarenie.

Vzápätí po tomto zistení získali astronómovia ESO neobyčajne kvalitné modré snímky M 87. Americký astronóm John Biretta im umožnil čerstvé optické údaje porovnať s rádiosnímkami, ktoré urobil pomocou rádioteleskopu Very Large Array v Novom Mexiku. Porovnanie dokázalo, že podozrivá hmlovinka sa nachádza presne v rovnakom mieste ako Birettova "horúca rádiová škvrna", čo bol ďalší dôkaz pre existenciu protivýtrysku.

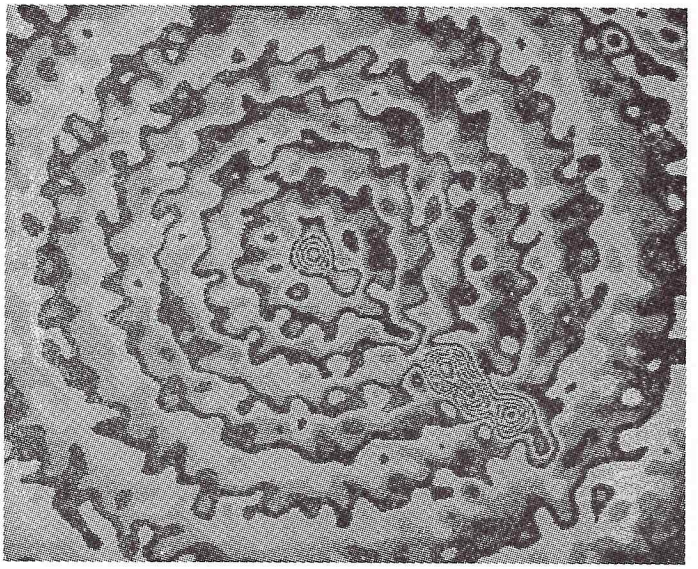
Astronómovia predpokladajú, že protivýtrysk má tvar úzkeho, dlhého kužeľa, ktorého hrot mieri na stred M 87. Kužeľ obaľuje medzihviezdny materiál, ktorý zahaľuje jeho presný tvar. Elektróny, pohybujúce sa v tomto kuželi ako v tuneli, by sa však mali aspoň na redších miestach prezradiť, pretože si iba ťažko môžeme predstaviť, že by počas prenosu žiarili slabšie, alebo že by bol kužeľ taký nepriepustný. Na mieste, kde sa nachádza oblúčik, sa však kužeľ končí a oslobodené elektróny stláčajú prekážajúci prach a plyn do tej miery, že sa prudko ohrieva a žiari. Iba preto sa counter-jet na tomto mieste zviditeľnil do tej miery, že ho môžu zaznamenať aj citlivé ďalekohľady.

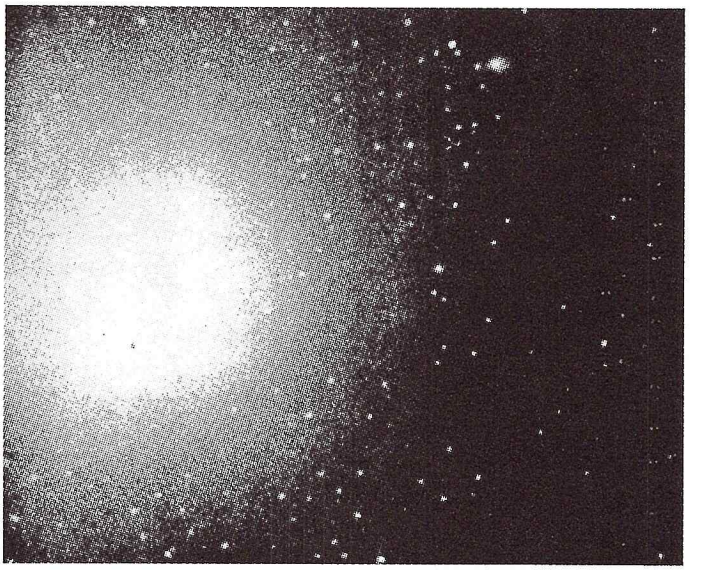
V prípade, že by aktivita v jadre M 87 začala pohasínať a counter-jet by sa začal skracovať, oblúkovitá hmlovinka by mohla žiariť nanajvýš 1500 rokov po poslednom náraze, čo je v astronomickom meradle neobyčajne krátka doba. Čo z toho vyplýva: fakt, že oblúčik môžeme pozorovať znamená, že protivýtrysk je už veľmi dlho aktívny a jeho aktivita ešte neochabuje.

Objav roka dokazuje, že M 87 je podľa všetkého ako iné rádiogalaxie, ktoré produkujú dvojité výtrysky. Astrofyzikov teraz zaujíma najmä to, ako je možné, že výtrysk dokáže do takej diaľky transportovať také množstvo energie, aby tam mohol vyvolať synchrotrónne žiarenie a pritom sa cestou nijako neprezradiť.

ESO Press Release 02/92

-ind-





Galaxia M 87 zo susednej kopy v súhvezdí Panny je v poslednom desaťročí jedným z najštudovanejších objektov svojho druhu. Spôsobila to najmä skutočnosť, že v optickej oblasti sa podarilo zaznamenať ojedinelý výtrysk (vľavo, ekvidenzy zo snímky 6 m ďalekohľadom na Zelenčuku), o ktorého pôvode sa vedci dlho sporili. Dnes sa zdá, že pravdu mala menejpočetná skupina astronómov, ktorí videli za týmto jetom enormnú aktivitu masívnej čiernej diery v jadre galaxie. O jej mohutnosti svedčí aj množstvo guľových hviezdokôp na periférii galaxie (vpravo, väčšina jasných bodov okolo prežiarenej galaxie nie sú ojedinelé hviezdy, ale guľové hviezdokopy).

Druhým, nemenej hodnotným dôkazom by bol objav hviezd, ktoré krúžia okolo jadra galaxie extrémne rýchlo. Citlivosť našich prístrojov zatiaľ nedovoľuje rozlíšiť svietivosť priemerných hviezd v iných galaxiách, najmä nie v preplnenom centre. Najostrejšie detaily naexponované pozemskými ďalekohľadmi majú uhlovú veľkosť (rozmer) pol oblúkovej sekundy. V hmlovine Andromedy znamená pol oblúkovej sekundy päť svetelných rokov. Do takéhoto priestoru sa spracú desaťtisíce hviezd. Rozlíšiť ich vo vzdialenosti 2 milióny svetelných rokov (tak ďaleko leží hmlovina Andromedy, najbližšia veľká špirálová galaxia podobná našej Mliečnej ceste), je zatiaľ problém aj pre najväčšie ďalekohľady.

Našťastie na to, aby sme určili charakter pohybu jednotlivých hviezd v takej vzdialenej oblasti, nemusíme ich rozlišovať individuálne. Optické spektrum zmiešaného svetla hviezd v centrálnej oblasti nám umožní získať dosť presné údaje. Otlačky svetla skúmaných hviezd sa objavujú na spektrálnom zázname v podobe tmavých čiar. Tieto absorbčné čiary zaznamenávajú svetelný koktail prichádzajúci na rovnakých vlnových dĺžkach. Každá hviezda, obiehajúca okolo čiernej diery, sa pohybuje inou rýchlosťou, pričom sa buď (vzhľadom na pozemského pozorovateľa) vzďaľuje, alebo približuje. Svetlo vzďaľujúcich sa hviezd na spektre "červenie", zo spektra približujúcich sa hviezd možno odčítať "modrý posun". V kombinovanom spektre obiehajúceho hviezdneho kolotoča vidíme spústu rozmazaných čiar, ktoré vznikajú prekrývaním červených a modrých čiar.

Zo šírky týchto čiar sa dá odčítať aj rýchlosť skúmaných hviezd. Prítomnosť širokánskych čiar by nám signalizovala prítomnosť veľmi hustého objektu v centre, snáď i čiernej diery.

Čierna diera v Andromede?

Roku 1979 našli Peter Young a Wallace Sargent z kalifornského Institute of Technology spektrálny dôkaz o prítomnosti kompaktnej hmoty v jadre ozrutnej eliptickej galaxie M 87.

Jej veľkosť – tri miliardy Slnk. Táto galaxia bola už dávnejšie známa ako silný rádiový zdroj, pričom hvezdári neskôr objavili neobyčajný výtrysk svietiacej hmoty, prúdiacej priamo z jadra. Takéto výtrysky sú dôkazom enormnej aktivity v centrálnej oblasti, v tomto prípade slabšej ako to býva pri kvazaroch. M 87 sa razom stala vážnym kandidátom medzi objektami, v ktorých by mohla hniezdiť čierna diera. Hvezdárov mýlila iba odhadnutá masa objektu. Hmota 3 miliardy Slnk navrávala, že by malo ísť o mimoriadne svietivý kvazar. Ten však pozorovatelia nevideli a príznaky menej masívnej čiernej diery vtedajšie prístroje zo vzdialenosti 35 miliónov svetelných rokov neboli v stave zaznamenať.

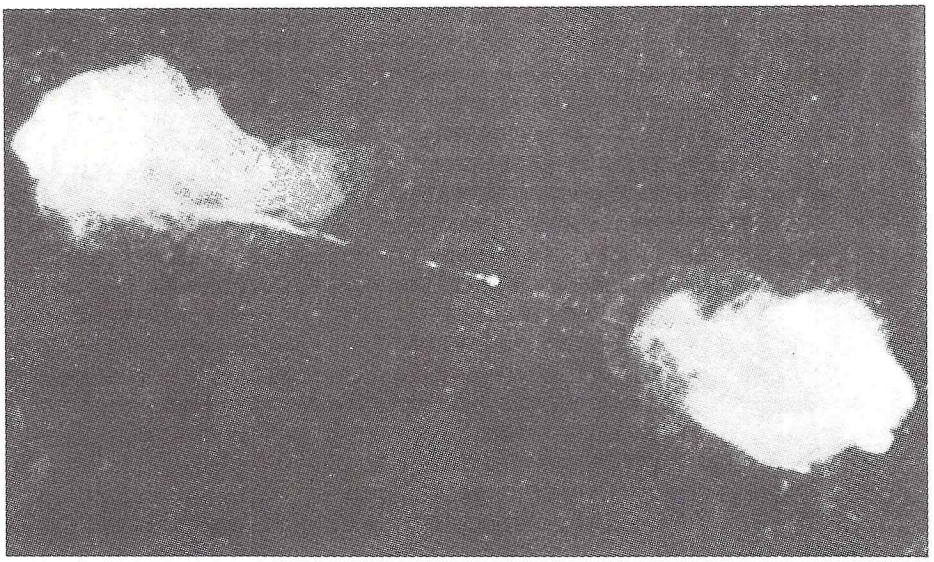
O dôveryhodnosti pozorovaní M 87 sa diskutovalo vyše desať rokov. Hvezdári sa sporili, či rýchlosť krúžiacich hviezd spôsobuje neviditeľný balík hmoty ukrytý v jadre, alebo či rovnakú rýchlosť môže spôsobovať i samotná hmotnosť v centre nakopených hviezd. Pozorovanie sťažovala okolnosť, že svetlo hviezd sa dalo iba veľmi ťažko odlíšiť od svetla vyžarujúceho z výtrysku.

Pokrok priniesli až pozorovania galaxií v susedstve našej Mliečnej cesty. Tieto galaxie sú desaťkrát bližšie ako M 87, teda i menšie nakopenie centrálnej hmoty (iba 10 až 100 miliónov Slnk) mohlo poslúžiť ako porovnateľný objekt. Ukázalo sa však, že v týchto blízkych galaxiách niet ani stopy po aktivite porovnateľnej s M 87. Hustota v okolí centra bola primalá na to, aby sa (aspoň na základe analýzy spektier) dalo uvažovať o čiernej diere.

Nepriamy dôkaz o existencii masívnych centrálnych objektov objavili nečakane až optickí astronómovia. Najzaujímavejší objav sa týka hmloviny Andromedy. Roku 1960 postavil Martin Schwarzschild z Princetonskej univerzity malý ďalekohľad, ktorý pomenoval Stratoscope. Umiestnil ho na špeciálny balón, aby takto znížil vplyv seeingu v nižších vrstvách atmosféry. Počas posledného letu, roku 1971, zistil, že hviezdy, zoskupené okolo centra hmloviny Andromeda (išlo o oblasť s priemerom niekoľkých svetelných rokov) sformovali sa do akéhosi plochého disku. V posledných rokoch získali hvezdári z viacerých observatórií spektrálne údaje, umožňujúce im štúdium pohybu týchto hviezd. Zistili, že rýchlosť pohybu obiehajúcich hviezd je tým väčšia, čím je obežná dráha bližšie k jadru, pričom nárast rýchlosti bol enormný. Plochý hviezdny disk rotoval okolo jadra takým spôsobom, že sa o existencii obrovského, extrémne hustého objektu v jadre Andromedy nedalo pochybovať. Hmotnosť tohto objektu odhadli na 30–70 miliónov Slnk.

Podobné útvary sa objavili aj v iných galaxiách. John Tonry z Massachusets Institute of Technology oznámil, že aj malá galaxia M 32 (bezprosttredný sused Andromedy) sa zdá byť kolískou centrálneho tmavého objektu o hmotnosti približne 5 miliónov Slnk. Ďalšie tímy objavili čierny objekt i v jadre galaxie Sombrero. Odhadli ho na miliardu hmotností Slnka.

Sú však tieto tmavé telesá naozaj čiernymi dierami? Nezreteľný hrot rozptylu svetla z hmloviny Andromeda dokazuje, že centrálne teleso, nech už je to čokoľvek, vyžaruje, vzhľadom na svoju hmotnosť, veľmi málo svetla.



Cygnus A je už dávnejšie známy ako priam učebnicový zdroj rádiového žiarenia. Tvoria ho dva ozrutné laloky a "malý" žiarivý bod, v ktorom podľa všetkého sídli zdroj všetkej aktivity, masívna čierna diera, ktorá dokrmuje energiou dva ozrutné laloky plazmy.

Mohla sa snáď dákym zázrakom ocitnúť v centre populácia málo jasných hviezd neznámeho typu? Akékoľvek telesá by sa v centrách galaxií nachádzali, po 10 miliardách rokov (také staré sú i tie najmladšie galaxie) by nemohli pretrvať bezo zmeny. Časom by ich gravitačné sily scelili do jediného masívneho telesa, čiernej diery.

Čierna diera - žrút i gravitačný prak

Ak je čiernych dier naozaj tak veľa, musia byť exrémne pokojné. Hvezdári ich hľadajú všade, kde zistia mimoriadne zdroje žiarenia. Silné prejavy aktivity však zatiaľ nenašli ani v Andromede, ani v Sombrére, či M 32. Napríklad Andromeda neemituje ani desaťtisícinu žiarenia kvazaru. Pritom i spiaca čierna diera by mala príležitostne vzplanúť, napríklad vo chvíli, keď prehltne ďalšie hviezdne sústo. Nijaká hviezda sa totiž nemôže dostať na kritickú hranicu gravitácie čiernej diery bez toho, aby ju gravitačné sily nepoškodili. Plynné telesá, akými sú hviezdy, sú náramne citlivé na pôsobenie slapových síl. Gravitačný stres, pôsobiaci odlišne na jednotlivé časti hviezdy, ju po krátkom čase doslova roztrhá.

Slapové sily v kritickom rajóne čiernej diery sú oveľa "nežnejšie" pri dierach s veľkou hmotnosťou. Polomer čiernej diery rastie priamoúmerne k jej hmotnosti, pričom polomer hranice pôsobenia slapových síl vyjadruje iba tretia odmocnina tejto hmotnosti. Obrovská čierna diera, s hmotnosťou 3 miliardy Slnk, ktorú predpokladáme v jadre M 87, má hranicu pôsobenia slapových síl skoro totožnú s "čiernym povrchom" telesa, spod hladiny ktorého už niet návratu. Hviezdy klesajúce k takémuto telesu by gravitačné sily roztrhali až vtedy, keď by sa vnorili pod hladinu tohto horizontu. Malé čierne diery, ktoré by mali byť v susedných galaxiách, obsahujúce 5–100 hmotností Slnka, majú polomer pôsobenia slapových síl 10–100-krát väčší ako polomer čierneho telesa. Iba pri týchto telesách by sa mohlo stať, že by sme spozorovali prehltnutie hviezdneho sústa. Slapové sily by roztrhali hviezdu v takej vzdialenosti od čiernej diery, že by časť žiarenia, sprevádzajúceho túto hostinu, nebola vcucnutá gravitačným vysavačom čiernej diery a unikla by z jej dosahu.

Ak vychádzame z hviezdnej dynamiky, mali by sme čosi podobné zaznamenať raz za niekoľko tisíc rokov. Presný harmonogram pri jednotlivých čiernych dierach závisí od štatistiky obežných dráh jednotlivých hviezd a čiastočne i od toho, ako rýchlo sa nové hviezdy dajú gravitačne vlákať do bezprostrednej blízkosti čiernej diery. V každom prípade vzplanutie konzumovanej hviezdy by malo byť vieryhodným signálom fungovania čiernej diery. Teória relativity takéto vzplanutie predpokladá. Ak by sme ho zachytili, bol by to ďalší dôkaz platnosti tejto teórie.

Hviezda, ktorú začnú trhať gravitačné sily čiernej diery, by sa mala správať asi takto: hviezdny materiál by sa mal najprv roztiahnuť pozdĺž obežnej dráhy, kým ho gravitačné sily nevcucnú do čiernej diery. Presné namodelovanie tohto úkazu je zatiaľ problémom aj pre najvýkonnejšie počítače. Až po niekoľkých rokoch budeme presne vedieť, ako sa navonok prejaví zánik rozličných hviezd v šrotovníku slapových síl čiernej diery. Zatiaľ si tento proces predstavujeme takto: zvyšky zničenej hviezdy sa rozletia po vlastných obežných dráhach okolo čiernej diery. Polovicu tohto materiálu už gravitácia nepustí a postupne sa prepadnú do čiernej diery. Druhú polovicu vymrští gravitačný prak rýchlosťou 10 000 km $.s^{-1}$ na hyperbolické dráhy. Čo by videl pozemský pozorovateľ, keby sa mu pošťastilo byť svedkom takéhoto úkazu v centre hmloviny Andromeda? Najviditeľnejšie efekty by vyvolal materiál rútiaci sa do čiernej diery. Jadro galaxie by vzplanulo s oveľa väčšou silou ako supernova (svetelný efekt by sa dal porovnať skôr s kvazarom), a tento ohňostroj by trval približne jeden rok.

Ťažko odhadnúť, koľko energie z takejto kataklyzmy by sme videli vo viditeľnom svetle a koľko by sa premenilo na vysokoenergetické ultrafialové a röntgenové žiarenie. Nevieme presne ani to, ako rýchlo prvotné vzplanutie ochabne. Bude to najskôr závisieť od toho, ako dlho bude čierna diera zničenú hviezdu degustovať. Hvezdári by to chceli vedieť, pretože vzhľadom na iné pozorovania mali by mať prehľad o tom, ako rýchlo sa radiácia v okolitom priestore po takejto udalosti opäť utlmí na pôvodnú úroveň. Čím dlhšie budeme toto vzplanutie vidieť, tým dlhšie bude možné detegovať sprievodnú radiáciou v okolitom priestore.

Ak sú galaxie naozaj prístavmi pre čierne diery, potom by sme v najbližších 10 000 galaxiách (až po hmlovinu Panny, vzdialenú 60 miliónov svetelných rokov) mali pozorovať aspoň zopár takých, kde vrcholiace vzplanutie signalizuje novú obeť tamojšej čiernej diery. V oveľa väčšom počte galaxií by mali dôsledky takejto udalosti doznievať. Katalógy zaznamenaných vzplanutí supernov v iných galaxiách boli použité na prípadnú identifikáciu týchto vzplanutí. Istotne by sa oplatilo monitorovať v priebehu celého roka aspoň 1000 galaxií v Panne. Overený objav čiernej diery by istotne stál zato.

Hľadáme superrýchle hviezdy

Ak sa čierne diery nachádzajú v susedných galaxiách, naša Mliečna cesta by bola menejcenná, keby ju nemala aj ona. A naozaj, v komplexných štruktúrach neďaleko jadra našej galaxie pozorujeme niekoľko infračervených zdrojov asymetricky rozložených v bezpečnej vzdialenosti od intenzívneho, kompaktného zdroja rádiového žiarenia. Tento zdroj je záhadný: leží neďaleko gravitačného stredu a nepripomína ani jeden z ostatných rádiových zdrojov našej Galaxie. Jeho žiarenie by sa dalo vysvetliť existenciou čiernej diery (niekoľko miliónov hmotností Slnka), ktorá nasáva z okolia neveľké množstvo medzihviezdneho plynu. Naozaj sa zdá, akoby sa oblaky plynu vo vzdialenosti niekoľkých svetelných rokov okolo centra rýchlo pohybovali smerom k jadru. (Hmotnosť zatiaľ hypotetickej čiernej diery sa vypočítala z rýchlosti pohybujúceho sa plynu.)

Okolie centra našej Galaxie vyzerá ako vymetené. Vyzerá tak, ako by vyzeralo okolie čiernej diery po vzplanutí, vyvolanom pohltením zničenej hviezdy. Krivoľaké prúdy plynu a iné úkazy súčasnej búrlivej aktivity však svedčia o tom, že v minulosti produkovalo

toto jadro oveľa viac energie ako dnes. A možno sú riedke plynné štruktúry niekoľko svetelných rokov od centra Mliečnej dráhy onými pozostatkami po poslednom pohltení hviezdy našou čiernou dierou.

Silným dôkazom existencie čiernej diery v našej Galaxii by bol objav mimoriadne rýchlo sa pohybujúcich hviezd v blízkosti centra. Efekt gravitačného praku (overený Voyagerom) hovorí, že žiadnemu telesu nemôže gravitačný prak udeliť väčšiu rýchlosť, ako je kritická rýchlosť potrebná na prelomenie gravitačnej pasce. Preto hviezdy, ktoré vymrští gravitačný prak trojhviezdneho systému, nemajú väčšiu rýchlosť ako keď ich odpáli gravitačný prak jedinej hviezdy.

Ak sa však do blízkosti čiernej diery dostane dvojhviezda, môže sa stať, že jedna padne do zajatia čiernej diery, zatiaľ čo druhú čierna diera urýchli a vyhodí za hranice svojej gravitácie. V tomto prípade však gravitačným prakom vymrštená hviezda bude letieť oveľa vyššou rýchlosťou ako 1000 km.s^{-1}. Tak to aspoň vyplýva z výpočtov Jacka Hillsa z Národného laboratória v Los Alamos.

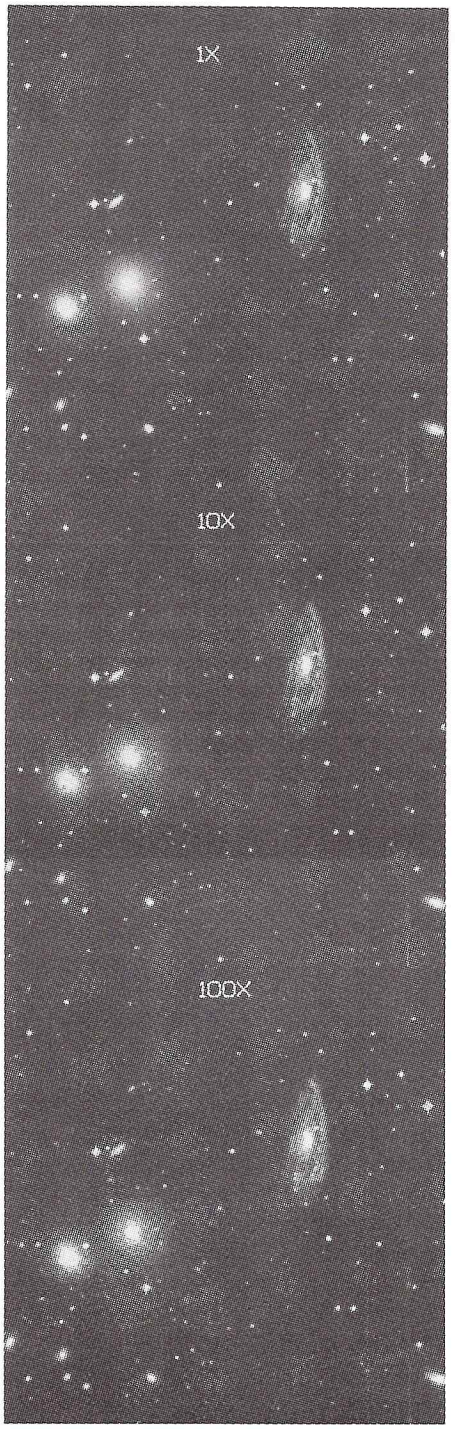
Keby sa nám podarilo objaviť v našej galaxii hviezdy pohybujúce sa vyššou rýchlosťou ako 1000 km.s^{-1}, bol by to silný dôkaz existencie čiernej diery. Hustota hviezd okolo jadra Mliečnej cesty je síce dosť nízka, ale ak iba 1 percento týchto hviezd tvoria dvojhviezdy, raz za 10 000 rokov by mal gravitačný prak vyhodiť z jadra hviezdu rýchlosťou 4000 km.s^{-1}. Kde by sme ich mali hľadať? Projektily našej galaktickej gumipušky by mali za dva milióny rokov preletieť vzdialenosť 30 000 svetelných rokov, teda vzdialenosť deliacu Slnko od jadra našej galaxie. Okolo dvesto takýchto superrýchlych hviezd (vydeľte 2 milióny číslom 10 000) by sa malo pohybovať smerom od centra galaxie.

Tieto superrýchle hviezdy získajú rýchlosť na úkor svojho sprievodcu z binárneho systému, ktorý stiahla do gravitačnej pasce čierna diera. V blízkosti galaktického centra by hvezdári mohli nájsť i hviezdy pohybujúce sa rýchlosťou 10 000 km.s^{-1}. Takýto gravitačný kopanec by mohol hviezde uštedriť iba gravitačný prak zanikajúceho viachviezdneho systému.

Bola naša galaxia voľakedy kvazarom? Podľa všetkého nie. Čierna diera s hmotnosťou slabých 3 miliónov Slnk by nemohla nikdy spútať toľko energie. Našu Galaxiu formovali z jadra sily slabšie ako kvazar, ale napodobňujúce (pripomínajúce) jeho funkciu. Štúdiom jadra Mliečnej cesty i susedných galaxií sa už čoskoro dozvieme oveľa viac o živote mladých galaxií i o povahe najsilnejších a najbizarnejších objektov vo vesmíre.

Podľa Scientific American 1990/2 a ďalších materiálov pripravil Eugen Gindl

Vesmír v počítači



Tři snímky téže části oblohy s rozměrem hrany čtverce 11,3 úhlové minuty zobrazují oblast kupy galaxií Abell 1060 v souhvězdí Hydry. Na záběru lze spatřit spirální galaxii NGC 3312 a eliptické galaxie NGC 3311 (vpravo) a NGC 3309 (vlevo). Horní čtverec je digitalizovaným obrazem desky z observatoře na Siding Spring v Austrálii. Strana čtverce je tvořena 400 pixely. Uprostřed je jeho komprese v poměru 10:1, využitelná pro mnoho vědeckých aplikací. Dolní čtverec znázorňuje kompresi 100:1...

V brzké době se v rukou astronomů a ve vybavení vzdělávacích center objeví hvězdná obloha v prvotřídním podání. Díky nezměrnému úsilí pracovníků Vědeckého institutu kosmického teleskopu (STScI) v Baltimore vzniká obří projekt, jehož cílem je zhotovit programové vybavení, umožňující přenést i do osobních počítačů takový obraz vesmíru, jaký se naskýtá velkým profesionálním dalekohledům: obraz milionů hvězd a galaxií rozmístěných kdekoliv na obloze.

Astronomové v STScI začínají převádět ohromnou prohlídku oblohy do digitální formy. Data budou uložena na kompaktních deskách CD-ROM, běžně používaných u počítačových pracovních stanic. Po zpracování údajů budou mít astronomové v rukách prostředek, který jim pomůže mimořádně rozšířit rozsah výzkumu. Práce financuje Astrofyzikální oddělení Úřadu kosmických věd a aplikací NASA.

"Prohlídka digitalizované oblohy", říká jeden z vědců projektu, Marc Postman, "poskytne astronomům rychlý přístup ke snímkům oblohy ve formátu, který se dá snadno zpracovat na moderních počítačích. Jedním z nejzajímavějších vědeckých projektů, který ve velké míře využije právě budované databáze, je mapování třírozměrného prostorového rozložení galaxií do vzdálenosti 900 milionů světelných let."

Digitalizovaný obraz je výsledkem osmiletého úsilí astronomů STScI při přípravě rozsáhlého hvězdného katalogu GSC, který pomáhá navádět Hubblův kosmický teleskop na pozorované nebeské objekty. Pro zhotovení katalogu bylo zapotřebí pěti let, během nichž astronomové museli skanovat 1500 fotografických desek oblohy. Jejich záznamy pak převedli do formy počítačové databáze.

Poté, co byl katalog GCS dokončen, si astronomové uvědomili, že "pravý" (tedy počítačem neupravovaný) obraz digitalizovaných desek obsahujících informace o stovkách milionů hvězd a desítkách milionů galaxií nabízí unikátní a hodnotný prostředek astronomického bádání. Problém je pouze v tom, že digitalizované snímky představují ohromné množství dat. Celkově se dá hovořit o 600 miliardách bajtů, které jsou uchovány na 4500 magnetických páskách nebo na 400 oboustranných optických discích o průměru 30 cm.

Vzhledem k tomuto množství dat bylo třeba provést jejich zhuštení. Pomocí speciálních algoritmů se podařilo bez větších ztrát provést kompresi dat v poměru 10:1. Toto zpracování trvat celé dva roky. Výsledkem bude 100 paměťových CD-ROM disků, které budou v ceně asi 2000 dolarů dostupné knihovnám a ústavům na celém světě. Pro malé projekty a školní instruktáže připravují v STScI zhuštění těchto dat v poměru 1:100, což by zaručovalo uskladnění dat na deset disků. Ačkoliv rozlišovací schopnost nebude odpovídat vědeckým aplikacím (hvězdy nanejvýš (!) do +19^{m}), poskytne balík neocenitelné služby amatérům, učitelům a osvětovým pracovníkům – a to za cenu pouhých 100 dolarů.

Podle STScI News mgr. Petr Velfel

KVAZARY sú čoraz menej tajomné, ale...

3C 273, prvý objavený kvazar, oslávi v budúcom roku 30. narodeniny. Pre kvazarológov je však dodnes akýmsi etalónom, porovnávacím modelom, pomocou ktorého, najmä pri popularizácii nových objavov, porovnávajú vlastnosti dnes už vyše 6200 známych kvazistelárnych objektov. Na röntgenovej snímke si vľavom rohu hore všimnite kvazar, ktorý má hodnotu červeného posunu (z=2,6) vyše päťkrát vyššiu, ako 3C 273, ktorý sa od nás vzďaľuje rýchlosťou "iba" 48 000 km.s^{-1}.

Kvazary sú najžiarivejšie objekty vesmíru. Azda nie sú väčšie ako naša slnečná sústava, ale vyžarujú energiu ako bilióny Slnk. Tieto tajuplné objekty už od svojho objavu pred temer 30 rokmi fascinujú, iritujú a prekvapujú desiatky astronómov, ktorí im zasvätili život. Poznáme ich už vyše 6000, čo je (napriek tomu, že podľa niektorých odhadov ich musí byť oveľa menej ako v období, keď bol vesmír ešte mladý), iba nepatrný zlomok ich skutočného počtu. O kvazaroch však vieme čoraz viac najmä v posledných rokoch, keď technológia astronomického výskumu umožňuje skladať, porovnávať a syntetizovať doslova milióny údajov zo všetkých "okien vesmíru", začíname chápať, čo vlastne kvazary sú a ako fungujú.

Objavitelia kvazarov, ako to už v astronómii býva, sprvoti ani netušili, čo objavili. Dva silné rádiové zdroje, objavené roku 1963, neboli síce tuctové (hvezdári si všimli, že vzhľadom na silu emisie ide o pomerne malé objekty, ktoré prinajmenšom počas výskumu zameraného na zostavenie katalógu týchto zdrojov pomerne často menili svoju svietivosť), ale zďaleka si nemysleli, že našli nejaký zázrak. Na optických fotografiách, ktoré naexponovali oblasť, odkiaľ prichádzalo podozrivé rádiové žiarenie, našli na mieste, kde lokalizovali rádiové zdroje 3C 48 a 3C 273, iba nevinne vyzerajúce modré hviezdy. Astronómovia dovtedy nepoznali hviezdy, ktoré by emitovali také silné rádiové žiarenie, a tak sa nazdávali, že objavili nový, dovtedy neznámy druh hviezd. Spočiatku sa teda okolo tohto objavu veľa vody nenamútilo.

Onedlho sa v optických spektrách týchto telies objavili čiary, ktoré nemohli byť otlačkom normálnych, dovtedy známych hviezd: čiary na spektrogramoch boli silné, široké, oveľa širšie ako obyčajné, úzke absorbčné čiary bežných hviezdnych spektier. Po istom období rozpakov a intenzívneho skúmania vyhlásil Maarten Schmidt z Caltechu, že tieto emisné čiary sa podobajú na Balmerove série spektrálnych čiar vodíka, posunuté do dlhších, "červenších" vlnových dĺžok. Z tohto poznatku vyplynulo, že telesá, ktoré toto žiarenie emitujú, vzďaľujú sa od nás veľkou rýchlosťou, v prípade 3C 273 rýchlosťou 48 000 km.s^{-1} (16 % rýchlosti svetla). V tom čase ešte hvezdári nepoznali nijaké teleso, ktoré by sa pohybovalo priestorom čo len približne podobnou rýchlosťou. Jedno však už vedeli: nebudú to hviezdy.

Astronómovia čoskoro vypracovali dve teórie, ktoré sa pokúšali vysvetliť vysoké rýchlosti kvazarov. Prvou bola teória štartovacieho výtrysku, ktorý vymrštil kvazar z rodiny susedných hviezd. Čo malo spôsobiť taký obrovský výron hmoty však nikto nedokázal vysvetliť, a tak sa ujala druhá, tzv. kozmologická teória. Tá hovorila, že kvazary sú jednoducho veľmi vzdialené objekty, ktoré sa zúčastňujú na

všeobecnom rozpínaní vesmíru. Astronómovia, vďaka dlhoročnému pozorovaniu galaxií, už dávno vedeli, že objekty,i, žhádzajúce sa vo veľkej vzdialenosti od Zeme, sa pohybujú väčšími rýchlosťami, než objekty blízke. Pri kvazare 3C 273 odhadli túto vzdialenosť na 3 miliardy svetelných rokov, čo do kozmologického modelu dobre zapadalo.

Ak odhad vzdialenosti platil, potom bolo logické, že kvazary musia mať extrémnu svietivosť, inakšie by ich pozemskí pozorovatelia nemohli objaviť. Z neobyčajnej premenlivosti rádiových emisií však vyplývalo, že kvazary nemôžu mať väčší priemer ako 1 svetelný deň, teda rozmer našej slnečnej sústavy. Roku 1963 nebol známy nijaký mechanizmus, ktorý by dokázal vyrábať také enormné množstvo energie, a tak sa vedci s kozmologickým modelom predbežne zmierili. Bez ohľadu na neskoršie korektúry tohto modelu prischol týmto záhadným objektom názov q u a s a r (skratka pracovnej nálepky quasistellar radio source), vystihujúci vlastnosti tejto kvázihviezdy, ktorá síce na prvý pohľad ako hviezda vyzerá, ale v skutočnosti sa od nej veľmi líši. Kvazar (v katalógoch QSO) používa sa teda ako nálepka pre tieto objekty dodnes.

Nedlho po objave sa pri všetkých veľkých rádioteleskopoch počet pridelených hodín na pozorovanie kvazarov neobyčajne zvýšil. V krátkom čase boli objavené desiatky podobných telies, medzi nimi i také, ktoré mali iba slabé, alebo nijaké rádiové emisie. Žiarenie na rádiových vlnách dokonca prestalo byť symptómom pri diagnostikovaní týchto "falošných hviezd". Nečudo: na rádiových vlnách vysiela sotva 10 percent kvazarov. Hodno zaznamenať, že 1:10 vyjadruje i pomer počtu rádiových galaxií k ostatným galaxiám.

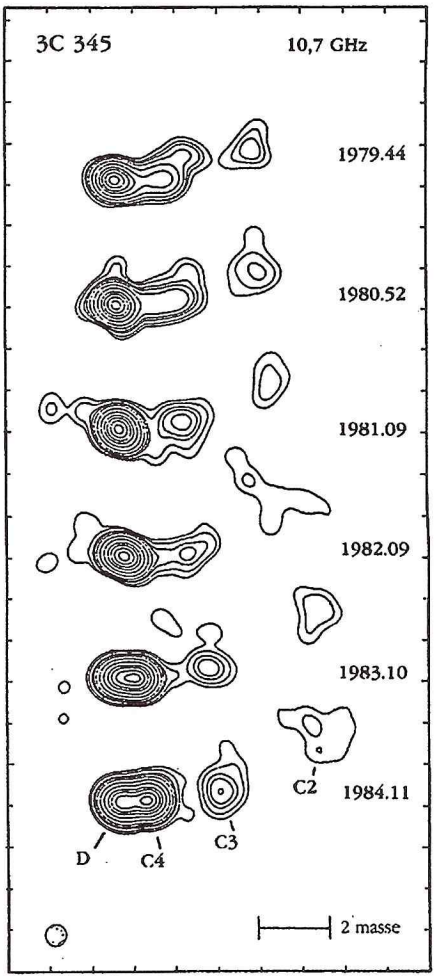
Každý deň jeden kvazar

Veľkým pokrokom bolo, keď hvezdári na detailných fotografiách kvazarov zistili akési chumáčikovité úkazy okolo svietivého, centrálneho telesa. Spektrá týchto nejasných úkazov boli podobné spektrám galaxií, ale mali rovnaký červený posun ako kvazary. Tieto kvazary sa nachádzali v centrálnych oblastiach galaxií, ale pretože boli oveľa jasnejšie ako hostiteľské galaxie, hmlistý obal bolo možné pozorovať iba okolo tých, čo boli najbližšie k Zemi. Záhadné bolo, že tento typ "obalených kvazarov" sa veľmi často vyskytoval v skupinách galaxií, ktoré mali rovnaký červený posun.

Štatistika, zviditeľňujúca viac ako náhodnú spolupatričnosť kvazarov a galaxií, posilnila kozmologický model kvazarov. Do tej doby nebol totiž objavený ani jediný kvazar s modrým posunom, pohybujúci sa smerom k nám, nie od nás. Tento poznatok zároveň definitívne pochoval tzv. "výtryskovú teóriu" kvazarov. Ak by platila, musela by sa, čisto na základe počtu pravdepodobnosti, aspoň polovica pohybovať smerom k nám. Kozmologická teória teda zvíťazila. Červený posun sa pri kvazaroch vysvetľuje expanziou vesmíru, pričom rýchlosť čohokoľvek vo vnútri tohto "nafukujúceho sa balónu" je zhruba priamoúmerná jeho vzdialenosti od Zeme.

Každý deň dnes prináša objav jedného, či viacerých kvazarov, pričom objavitelia používajú celú paletu kombinovaných techník.

Kozmologický model kvazarov má však vážnu slabinu: ako je možné, že tieto, také vzdialené telesá, produkujú toľko energie, že ich môžeme pozorovať zo Zeme? Najproduktívnejším spôsobom generovať také obrovské množstvo energie by mohol byť prírodný gravitačný reaktor, príťažlivá sila fyzikálne malého, ale nesmierne hustého telesa, čohosi ako neutrónová hviezda, alebo čierna diera. Ako už vieme, gravitačné pole takýchto telies priťahuje k sebe po špirálovitej dráhe hmotu, čoraz rýchlejšie krúžiacu okolo objektu v podobe akrečného disku. Približne 10 percent takto skonzumovanej hmoty sa okamžite mení na energiu a vyžiari sa v podobe svetla. Tento proces je známy z binárnych hviezdnych systémov, kde superhustý, "hladný" spoločník máva 1—6-krát väčšiu hmotnosť ako naše Slnko. Ibaže: svetlo vyžarované kvazarmi je 100 miliárd až 10 biliónkrát silnejšie ako svetlo Slnka, čo by znamenalo, že čierna diera, ktorá ho živí, by mala mať hmotnosť 100-miliónkrát väčšiu ako Slnko!!! I 100 miliónov neutrónových hviezd by mohlo mať podobný energetický výkon, ale vymyslieť fungujúci model na tomto princípe sa zatiaľ nijaký seriózny vedec neodvážil.



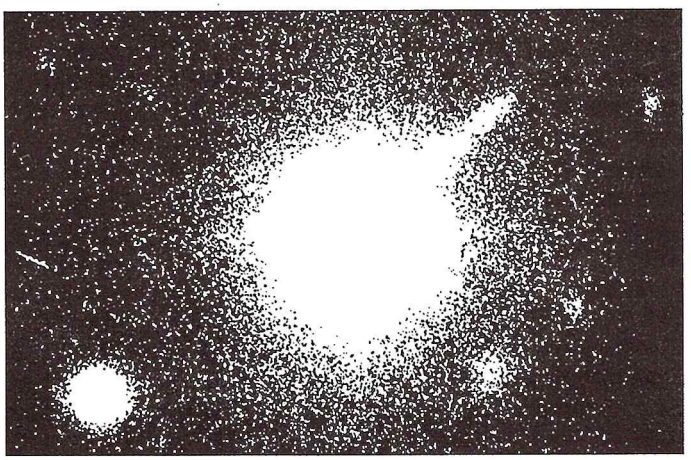
Rádiomapy kvazaru 3C 245: útvary C3 a C2, vpravo od kvazara (D) sú 5,9-, resp. 9,5-násobne rýchlejšie, ako ich materské teleso. Sú to obrovské balíky plazmy, ktorá vzniká blízko jadra kvazara zo superprehriateho plynu. Odborníci sa nazdávajú, že plazmu (presnejšie, jej časť) vymršťuje do priestoru gravitačný prak čiernej diery v jadre tohto rádiového kvazara.

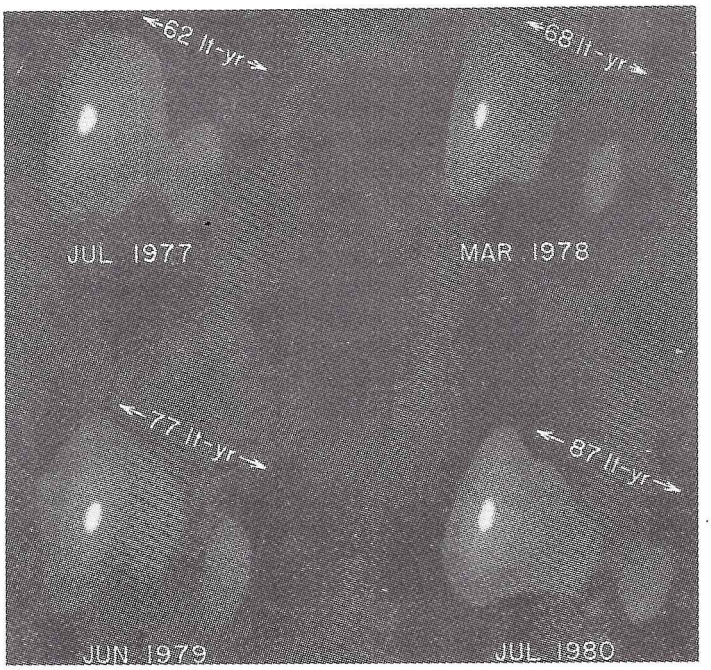
6200 diagnóz

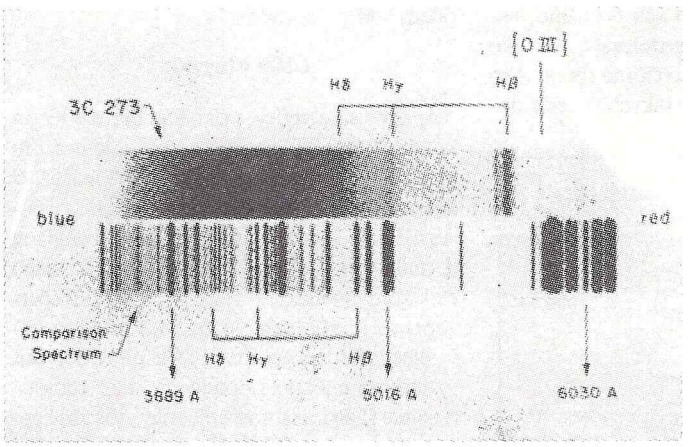
Aj keby sme vedeli, odkiaľ sa berie energia kvazarov, ani zďaleka by sme ešte kvazarom nerozumeli. Museli by sme totiž dokázať, či kvazar produkuje tie druhy energie, ktoré pozorujeme. Kvazary totiž emitujú približne rovnaké množstvo energie na všetkých vlnách elektromagnetického spektra — od infračervenej, až po röntgenovú, ba, ako sa ukazuje, i v oblasti žiarenia gamma. Približne 10 percent vyžiarenej energie pripadá na silné rádiové žiarenie. Táto vlastnosť celé roky výskum kvazarov spomaľovala. O hviezdach, ktoré vyžarujú väčšinu energie v podobe viditeľného svetla, vieme už skoro všetko. O tom, ako distribujú energiu do jednotlivých vlnových dĺžok kvazary, vieme zatiaľ len veľmi málo. Na základe čiastkových, hoci kombinovaných diagnóz nám pripadajú čoraz záhadnejšie. Zorientovať sa v hociktorom z vyše 6200 doteraz objavených kvazarov vyžaduje, vzhľadom na ich premenlivosť v škále viacerých rokov, veľmi presnú a komplexnú diagnózu, ktorej stanovenie môže trvať i desaťročie.

Po posledných piatich rokoch sme sa vďaka komplexným spektrálnym diagnózam aspoň približne dozvedeli, ako tieto telesá distribujú energiu. Hvezdári to zisťujú pomocou celého radu údajov o rozličných zložkách, ktoré prevládajú vo všetkých čiarach, pričom sa tieto dominujúce zložky od kvazara ku kvazaru zásadne menia. Iba porovnaním povahy a sily týchto určujúcich komponentov sa však môžeme dozvedieť, či náš predbežný model generovania energie v kvazaroch vôbec platí.

Astronómovia pri diagnóze každého kvazara začínajú obvykle analýzou rádiových emisií, pretože zatiaľ poznáme dva druhy kvazarov: hlučné a tiché rádiové kvazary. Je prekvapujúce, že oba druhy mali veľmi podobnú distribúciu energie v infračervenej, viditeľnej a ultrafialovej oblasti spektra. Veľké rozdiely sa však prejavili v oblasti rádiového a röntgenového žiarenia, pričom hlučné rádiové kvazary vyžarujú oveľa silnejšie.







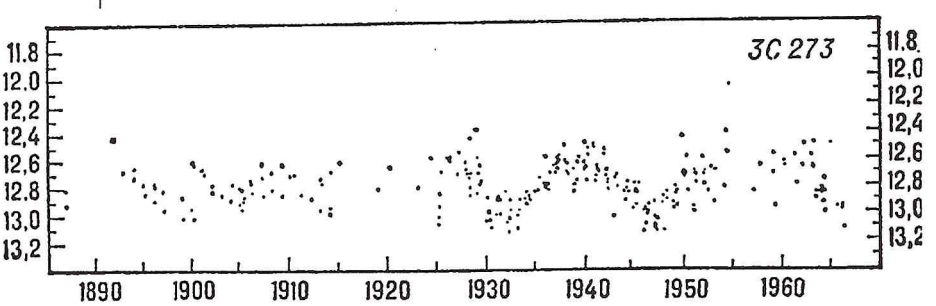
1. **Na snímke vidíte výtrysk, ktorý prezrádza mohutnú aktivitu v jadre kvazara 3C 273, naznačujúcu vplyv čiernej diery.**

2. **Na rádiovej mape získanej pomocou VLBI sú štyri podoby kvazara 3C 273, získané v štyroch po sebe nasledujúcich rokoch. Od kvazara sa oddeľuje časť, ktorá sa od neho zjavne vzďaľuje.**

3. **Spektrálny záznam tohto kvazara jasne dokazuje výrazný červený posun, prezrádzajúci "únikovú rýchlosť" objektu.**

4. **Pre kvazary je typická nestabilita svietivosti. Graf ukazuje kolísanie jasnosti kvazara v priebehu 77 rokov.**

1	2
3	4



Je zaujímavé, že rádiové žiarenie vyžarujú väčšinou netepelné zdroje. Slnko a iné hviezdy, ale i obyčajný izbový ohrievač sú typické tepelné zdroje, v ktorých sa mení istý druh energie na teplo. Netepelné emisie produkuje celkom iný mechanizmus. Astronómovia sa nazdávajú, že najpravdepodobnejším mechanizmom, vyrábajúcim rádiové žiarenie kvazarov, je synchrotrónová radiácia, ktorá vzniká, keď elektróny špirálovite pretínajú siločiary magnetického poľa. Tento typ rádiového žiarenia vzniká v strede kvazaru, blízko čiernej diery. Nie je to teda premenená energia, absorbovaná, akumulovaná, či znovu vyžiarená energia čiernej diery, alebo akrečného disku. Ide o pôvodný, primárny zdroj energie.

Súčasné pozorovania na milimetrových vlnových dĺžkach, ktoré prekrývajú medzeru medzi rádiovým a infračerveným žiarením ukazujú, že rádiové i infračervené žiarenie pri väčšine kvazarov produkuje iný mechanizmus. Iba podskupina hlučných rádiokvazarov, ktorá v oblasti rádia žiari skôr slabšie (tieto kvazary sa nazývajú core-dominated, čiže kvazary, ktorých žiarenie vzniká prevažne v oblasti jadra), generujú obe susediace oblasti žiarenia pomocou rovnakého mechanizmu. Tento názor zapadá do všeobecne uznávanej schémy, podľa ktorej tieto kvazary, známe ako menej intenzívne rádiožiariče, vnímame ako silné rádiové zdroje iba preto, že sa zdroje ich rádiových emisií pohybujú smerom k pozemskému pozorovateľovi (vzhľadom na zvyšok kvazaru). Infračervenú časť netepelného žiarenia môže zdanlivo zväčšovať ten istý relativistický klam, takže nečudo, že jeho podiel na celkovej energii žiarenia býva v porovnaní s energetickým prínosom iných faktorov oveľa vyšší. Ak je tomu tak, potom mechanizmus produkujúci infračervené žiarenie v týchto kvazaroch je úplne iný ako ten, ktorý majú iné kvazary, bez ohľadu na ich podobnú svietivosť v optickej, či ultrafialovej oblasti spektra.

Prachový model

Ak je infračervené svetlo v core-dominated hlučných kvazaroch produkované v prevažnej miere najmä netepelným, synchrotrónnym žiarením, čo spôsobuje približne rovnaký objem červeného svetla v ostatných kvazaroch? Tok infračervenej energie sa väčšinou prejavuje náhlymi výkyvmi, až skokmi oproti pokojným, priamym líniám synchrotrónového žiarenia. Vieme, že distribúcia tepelného žiarenia sa i graficky manifestuje vo vrcholoch, ktorých frekvencia zodpovedá výkyvom teploty emitujúceho materiálu, inými slovami, zubatú krivku tepelného žiarenia spôsobuje materiál vyžarujúci množstvo rozličných teplôt. Týmto materiálom je najskôr prach, ktorého je v každej galaxii dostatok. Tento prach ohrieva silný centrálny zdroj, pričom absorbované teplo narastá a vyžiari sa v podobe energie tepelnej. Ide teda o energiu sekundárnu, premenenú. Dnes vieme, že aj menší objem infračerveného žiarenia nerovnako zahriateho prachu, kombinovaný s netermálnymi červenými emisiami, vysvetľuje celkom uspokojivo i zdanlivo nelogické výkyvy.

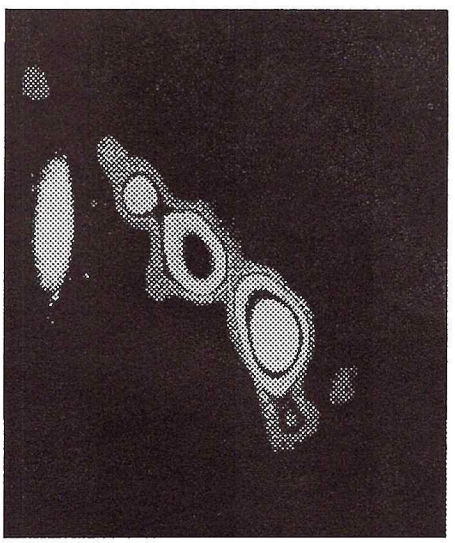
Posledné pozorovania na milimetrových frekvenciách však nastolili otázku, aký veľký je podiel netepelného žiarenia na celkovom objeme infračerveného svetla. Predpokladáme, že prevažnú väčšinu infračerveného žiarenia vyžaruje prehriaty prach. Tento jednoduchý "prachový model" vysvetľuje tak zubatú krivku v blízko-infračervenej oblasti, ako aj silný pokles distribúcie infračervenej energie na vlnových dĺžkach nad 100 mikrónov, ktorý odhalili posledné pozorovania. Tento model uspokojivo objasňuje i pokles emisií na rozmedzí infračervených a optických vlnových dĺžok. Vieme, že pri teplotách vyšších ako 2000 K prach sublimuje, takže nemôže byť médiom, ktoré vyžaruje viditeľné svetlo. Je takmer isté, že optické svetlo vyrábajú úplne iné procesy. Táto hraničná (maximálna) teplota určuje i najnižší bod poklesu, ktorý sa vždy objavuje okolo vlnovej dĺžky 1 mikrón.

Pravdaže, ani "prachový model" nevysvetľuje všetky problémy infračerveného žiarenia kvazarov. Na vyprodukovanie takého obrovského množstva tepelnej energie by bolo potrebné enormné množstvo prachu. Galaktický disk nemusí byť totiž sformovaný tak, aby energia z centrálneho zdroja mohla ohriať také množstvo prachového materiálu. Ani iný prachový útvar, napríklad torus, sa nevyskytuje tak často, aby mohol plniť úlohu obrovského meniča kvazarom vyžarovanej energie na tepelnú energiu. Predbežne máme dôkazy, že čosi ako torus majú niektoré galaxie typu Seyfert 1, pri kvazaroch sme však zatiaľ nič podobného nepozorovali. Čistý "prachový model" má aj iné slabiny: v infračervenom spektre kvazarov sa zatiaľ nenašli čiary kremíkových zŕn, ktoré pozorujeme v každej normálnej galaxii, ak obsahuje kritické množstvo prachu. Zdá sa, že "prachový model" má zatiaľ iba predbežnú, pracovnú podobu a ďalšie pozorovania ho budú ďalej upresňovať.

Modrý hrb

Najsilnejšie dôkazy pre tvrdenie, že čierna diera je motorom (energetickým zdrojom) každého kvazaru, získavame z optickej a ultrafialovej časti spektra. Je to pochopiteľné: práve týmito oknami vyžaruje kvazar najviac energie. Tvar kriviek a relatívna uniformita kriviek vyjadrujúcich objem vyžiarenej energie na týchto vlnových dĺžkach si v porovnaní s rozkývanými krivkami na spektrách červeného svetla vyslúžili prezývku modrý hrb (blue bump). Modrý hrb vrcholí až kdesi v extrémnej ultrafialovej oblasti spektra, ba presahuje aj do mäkkých röntgenových oblastí okolo 40 angströmov. Pokrčená, zubatá podoba oboch spektier prezrádza tepelné žiarenie, pričom hroty jednotlivých frekvencií zodpovedajú nestabilnej, premenlivej teplote plynu. Takéto vlastnosti, tvrdia teoretici, by mal plyn v akrečnom disku, krútiacom sa okolo čiernej diery. Pravdaže model akrečného disku by sám osebe nemohol vysvetliť celkový podiel optickej/ultrafialovej energie kvazaru, kým do neho nezahrnieme aj netepelnú zložku. Najnovšie, veľmi kvalitné pozorovania, však aj v tomto smere prispeli k tomu, že rozdiely medzi teoretickým modelom a pozorovanou skutočnosťou sa oveľa zmenšili.

Existencia akrečného disku najlepšie vysvetľuje i prítomnosť röntgenových emisií v tichých rádiokvazaroch. Aj v tomto prípade však tento zázračný prírodný mechanizmus mení prvotnú energiu primárneho zdroja. Posledné pozorovania japonského röntgenového satelitu Ginga zaznamenali silné emisné čiary železa na 6,4 keV a široké hrby energií nad hladinou 10 keV. Tento úkaz možno ľahko vysvetliť tak, že röntgenové žiarenie, produkované centrálnym zdrojom, preniká od



Ozrutný, vyše 5000 svetelných rokov dlhý výtrysk plynu z jadra galaxie Centaurus A zaznamenalo Einsteinove lietajúce observatórium. Ide o röntgenovú snímku, ale tento výtrysk zaregistrovali aj rádioastronómovia. Jasný zdroj vpravo dolu od stredu je samotné aktívne jadro, snáď i akrečný disk okolo masívnej čiernej diery s hmotnosťou 100 miliónov Slnk.

teplej (10 000 kelvinov), opticky hrubej vrstvy plynu, umiestnenej v akrečnom disku.

Tento proces zahrieva plyn v akrečnom disku a ten ho ďalej tepelne vyžiaruje v podobe silného ultrafialového žiarenia a podľa všetkého ovplyvňuje aj zložku "modrých hrbov", pretože fyzikálne podmienky, v rámci ktorých oba procesy fungujú, sú veľmi podobné. Summa sumarum: ten istý akrečný disk mení energiu centrálneho zdroja na tri rozličné typy žiarenia: ultrafialový "modrý hrb", mäkké i normálne röntgenové žiarenie. Pomocou tohto modelu si teda vieme vysvetliť nielen všetky údaje získané z tichých rádiokvazarov, ale i prepojenie s emisiami vo viditeľnom a ultrafialovom svetle. Ostáva už zodpovedať iba otázku, čo generuje pôvodné röntgenové žiarenie. Je to zásadná otázka a astrofyzici ponúkajú predbežne dve možnosti: netepelnú synchrotrónovú emisiu, alebo paralelnú (a priebežnú) produkciu párov opačne nabitých častíc elektron/pozitrón. V oblasti hraničiacej tesne s čiernou dierou panujú také fyzikálne podmienky, že obe možnosti sú rovnako pravdepodobné.

Sme teda schopní na základe našich doterajších poznatkov vytvoriť uspokojivú predstavu o kvazaroch? Predstava, ktorú máme, bude sa ešte dlho vylepšovať, ale predbežne si zopakujeme aspoň toto: na celkovom objeme energie vyžarovanej kvazarom na všetkých vlnových dĺžkach sa podieľajú primárne zdroje a sekundárna, premenená energia. K primárnym zdrojom patrí tepelná energia, ktorú vyžaruje akrečný disk, točiaci sa okolo čiernej diery. Tento útvar zohrieva vnútorný pohyb plynu a pravdepodobne i röntgenové žiarenie. Netepelným primárnym zdrojom je synchrotrónové žiarenie zo zdroja v jadre, blízko čiernej diery, a röntgenové žiarenie, vznikajúce približne v rovnakej oblasti.

Najdôležitejšími zdrojmi premenenej energie sú röntgenové lúče odrazené od vnútorných oblastí akrečného disku a tepelné emisie oblakov teplého i studeného prachu v hostiteľskej galaxii, ktoré vyhrieva vyžiarená energia centrálnych oblastí. Spoľahlivosť tohto modelu nepatrne ovplyvňuje i zatiaľ neveľmi presne zistiteľný vplyv hviezd v hostiteľskej galaxii.

Tak, alebo onak: do tejto predstavy o kvazare pomerne hladko zapadajú všetky údaje, ktoré sme zatiaľ schopní získať. Už o niekoľko rokov však budeme mať viac a lepších údajov, ktoré nám pomôžu kvantifikovať a presnejšie určiť energetickú štruktúru kvazarov a vytvoriť si o nich ešte spoľahlivejší obraz. Ďalšie pozorovania v oblastiach mäkkého röntgenového, extrémne ultrafialového a ultrafialového žiarenia, ktoré očakávame od satelitu ROSAT i Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu nám umožnia pochopiť oveľa lepšie i "modré hrby". Nové, rádove citlivejšie infračervené ďalekohľady na Zemi i na obežnej dráhe nám už čoskoro umožnia získať enormne veľký počet spektrálnych údajov, z ktorých sa už bude dať celkom presne určiť i to, ako sa podieľa prach na prenose a premenách primárnej energie kvazarov. Veľa si sľubujeme v tomto ohľade i od novej generácie milimetrových teleskopov. Rýchlo sa rozvíjajúci výskum kvazarov, jeho výsledky, no najmä dôsledky tohto výskumu na naše predstavy o vzniku a vývoji vesmíru dávajú tušiť, že tajomstvá týchto kvazistelárnych objektov sa môžu stať už v tomto desaťročí trinástou komnatou astronómie.

Podľa Astronomy 1991/12
preložil a spracoval Eugen Gindl

DVOJMETRÁK z Ondřejova

Pred dvadsiatimi piatimi rokmi dosiahla československá astronómia jeden zo svojich vrcholov, snáď aj vrchol absolútny – Praha hostila XIII. Valné zhromaždenie Medzinárodnej astronomickej únie, ktorého zlatým klincom bola inaugurácia 2-metrového zrkadlového ďalekohľadu, postaveného pracovníkmi VEB Carl Zeiss Jena v Ondřejove. Slávnostná chvíľa nastala 23. augusta 1967.

V novembri 1956 na konferencii astronómov ČSAV sa v optimistickej diskusii vytýčil na nasledujúce desaťročie smelý plán na výstavbu štyroch prístrojov, ktoré by mali pozdvihnúť úroveň stelárnej astronómie a astrofyziky. Mali sa postaviť tieto ďalekohľady:

astrograf 50/600 cm
reflektor 200 cm pre spektrografiu
Schmidtova kamera 120/80/240
Cassegrain 120 cm pre fotoelektrickú fotometriu.

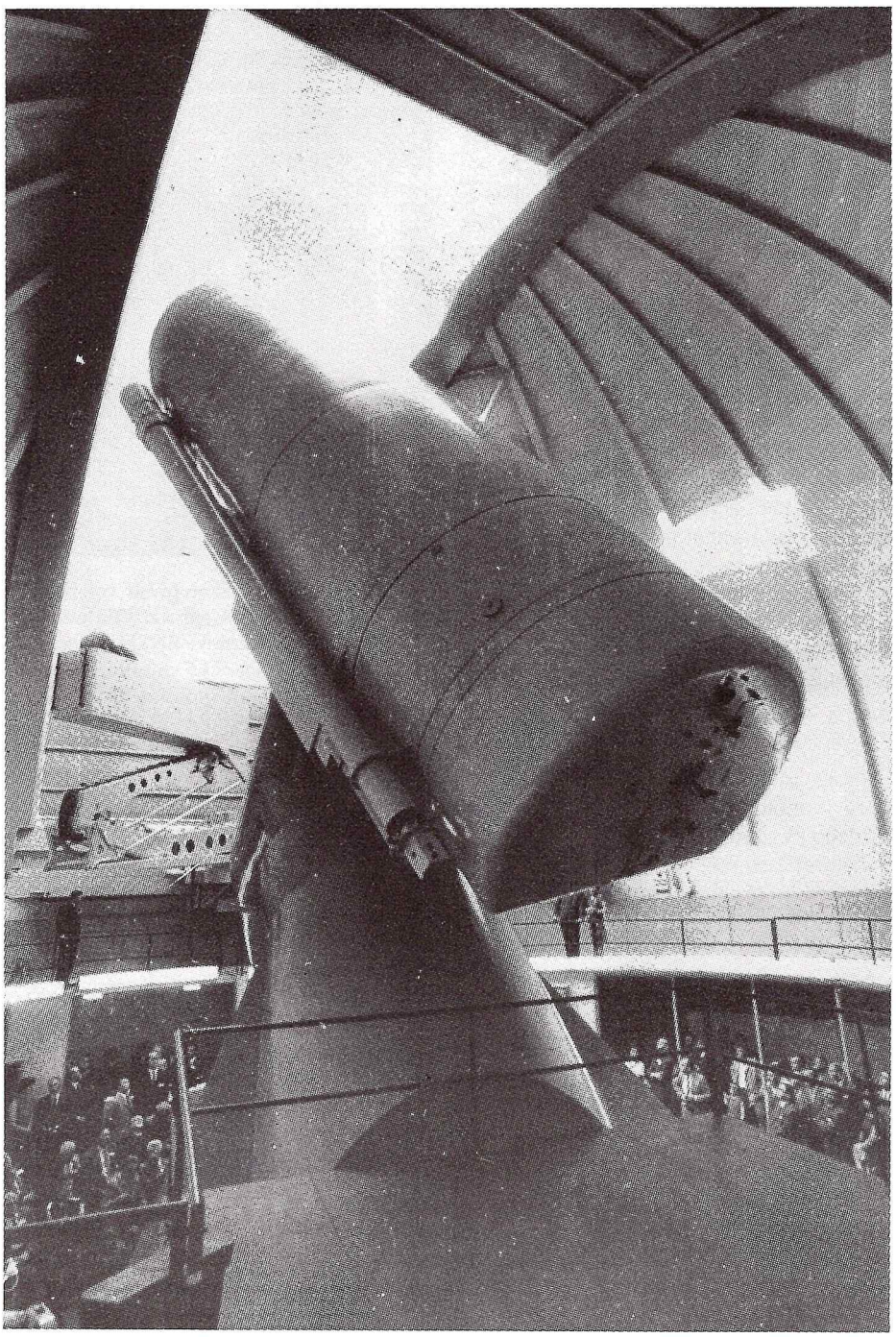
Ako prvú sa podarilo s malým oneskorením zrealizovať výstavbu obrieho spektrografu. Dvojmetrový ďalekohľad bol v tom čase jedným z najväčších optických prístrojov. Spolu s ďalšími dvoma či troma podobnými obrami patril do prvej desiatky svetových teleskopov. Ak by sa veľkosťou najväčšieho prístroja dala merať úroveň astronómie v krajine, mohli by sme povedať, že aj naša astronómia bola pred 25 rokmi svetová. Bola, ale z úplne iného dôvodu.

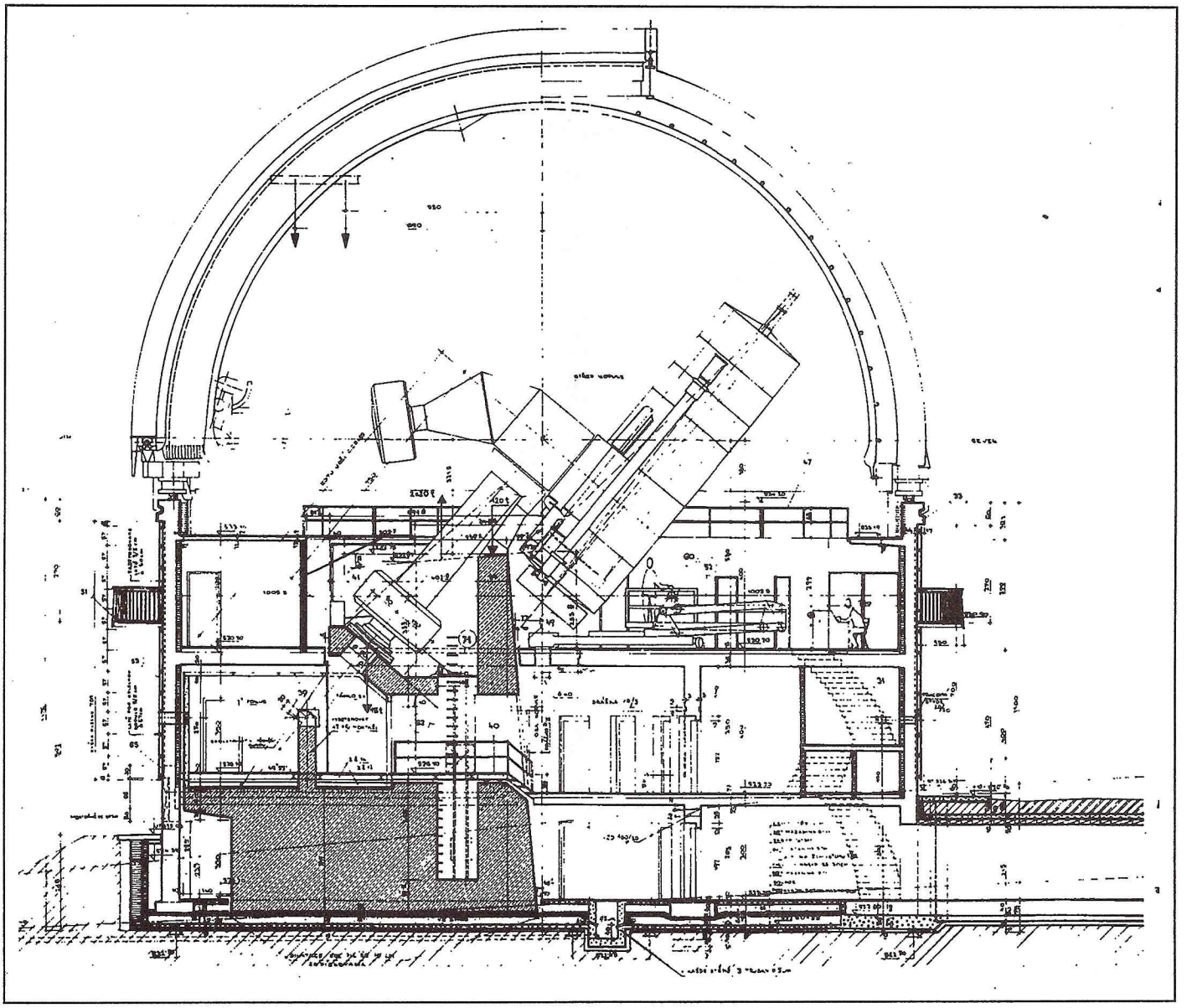
Ľudský potenciál konca 60-tych rokov dospel v našej astronómii do stavu, keď o nové myšlienky a nápady, podložené teoretickými prácami fundovaných vedcov v rozkvete síl nebola núdza. Stelárna astronómia našla v osobnostiach dr. Plavca, dr. Perka, dr. Ruprechta a mnohých ďalších dostatočnú oporu na to, aby bolo možné vyargumentovať čosi také, ako je potreba tak veľkého prístroja. Pretože stelárna astronómia, pre ktorú sa prístroj vystaval, to nie je len pozorovanie. Pred 25 rokmi sa búrlivo rozvíjala najmä teória. Zhoda určitých priaznivých okolností však (možno práve preto) vyústila do výstavby dvojmetrového obra.

Dvojmetrové zrkadlo však samo osebe vôbec nestačí. Vývoj sa vo svete v nasledujúcich rokoch pobral smerom prídavných zariadení, pretože technologické možnosti sa dostali v daný okamih na hranicu svojich možností a priemer sa už v tom čase dal zväčšovať len za veľmi vysokú cenu. Navyše, takýto prístroj je niečo celkom iné ako povedzme klasická 60-ka. S dvojmetrom sa treba naučiť pracovať a treba mu dať aj určitú náplň práce.

Po roku 1968 však smelé plány na výstavbu ďalších prístrojov prešli dostratena. Ostal len dvojmeter, ale nielen z Ondřejova odišli práve tí vedci, ktorí mohli práci na ďalekohľade dať určitý zmysel. Ďalekohľad stratil patróna, ktorý by sa snažil získať niečo pre ďalší vývoj prístroja.

Dvojmetrák z Ondřejova strácal schopnosť produkovať čokoľvek zaujímavé. Bez prídavných prístrojov a s minimom finančných prostriedkov "navyše" pomaly starol, takže už od roku 1975 sa schyľovalo k jeho modernizácii. Začala sa až roku 1982 a priamo dokumentovala, kam za tých pätnásť rokov dospeli krajiny na strednom východe. Hoci opravu či

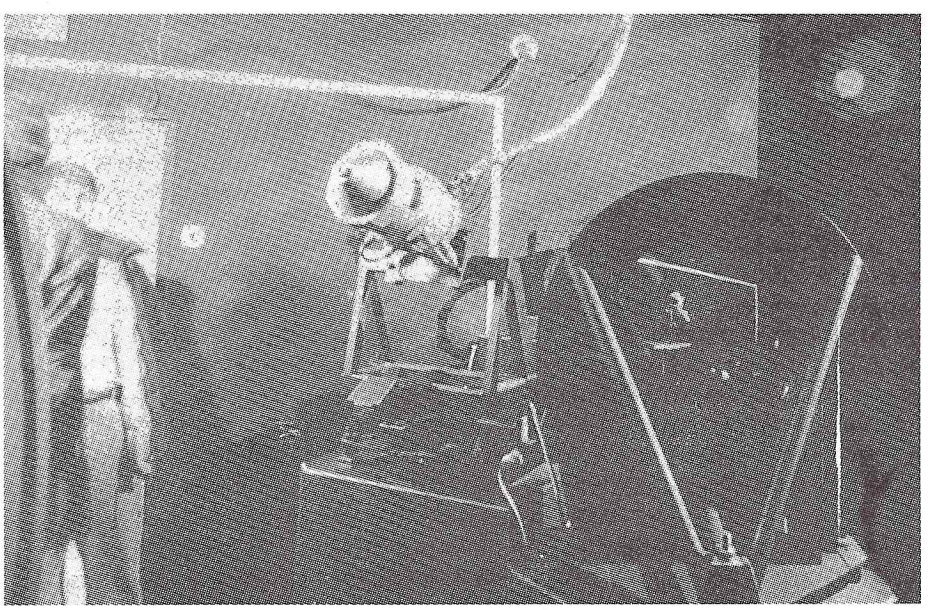


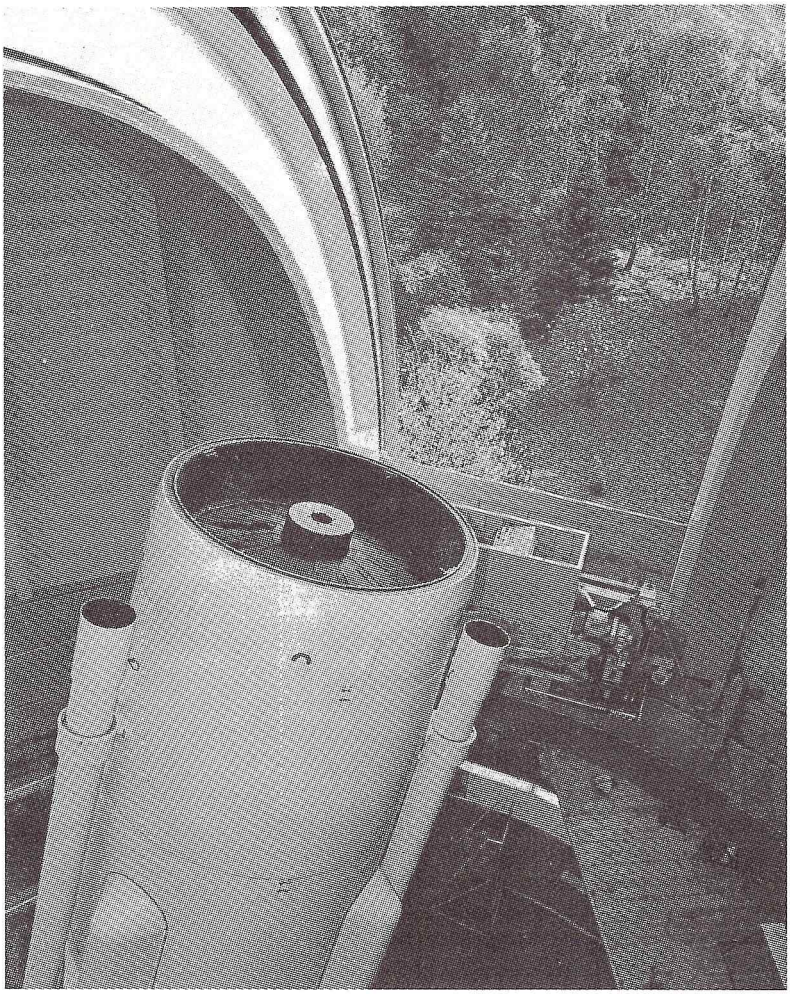


Nákres celej kupoly dvojmetráka aj so všetkými vnútornosťami. Nevyhnutné zmenšenie spôsobilo, že na ňom už nevidieť ani kóty, ktoré ukazovali skutočné rozmery prístroja. Dolu je pohľad do tmavej miestnosti, v ktorej je ohnisko spektrografu.

rekonštrukciu robili prakticky tí istí ľudia z rovnakého podniku ako pri samotnej stavbe prístroja, ich vzťah k vlastnému dielu sa úplne zmenil. Namiesto dvanástich mesiacov dokázali skoro šesť rokov mrhať časom a peniazmi na niečo, čo vlastne modernizáciou ani nie je. Modernizáciou sa totiž nedospelo do bodu, v ktorom sa technika nachádzala ku koncu renovácie, ale sotva do bodu, v ktorom bola na jej začiatku. Ak nový dvojmeter stál r. 1967 asi 35 miliónov korún, jeho oprava v rokoch 1982—1986 vyšla na necelých 20 miliónov. Dnešný dvojmeter však nie je moderným prístrojom postaveným na bázi výpočtovej techniky, ale stále to je precízna mechanika, v ktorej niektoré povely prevzal od rôznych relé a spínačov počítač s pamäťou 48 KB... Tento ďalekohľad sa však inak zrekonštruovať nedal, pretože jeho podstata nezodpovedá koncepcii dnešných veľkých prístrojov.

Technická stránka tohto problému však nie je najpodstatnejšou v kauze dvojmetra. Spektrograf ďalekohľadu je v dnešnej situácii

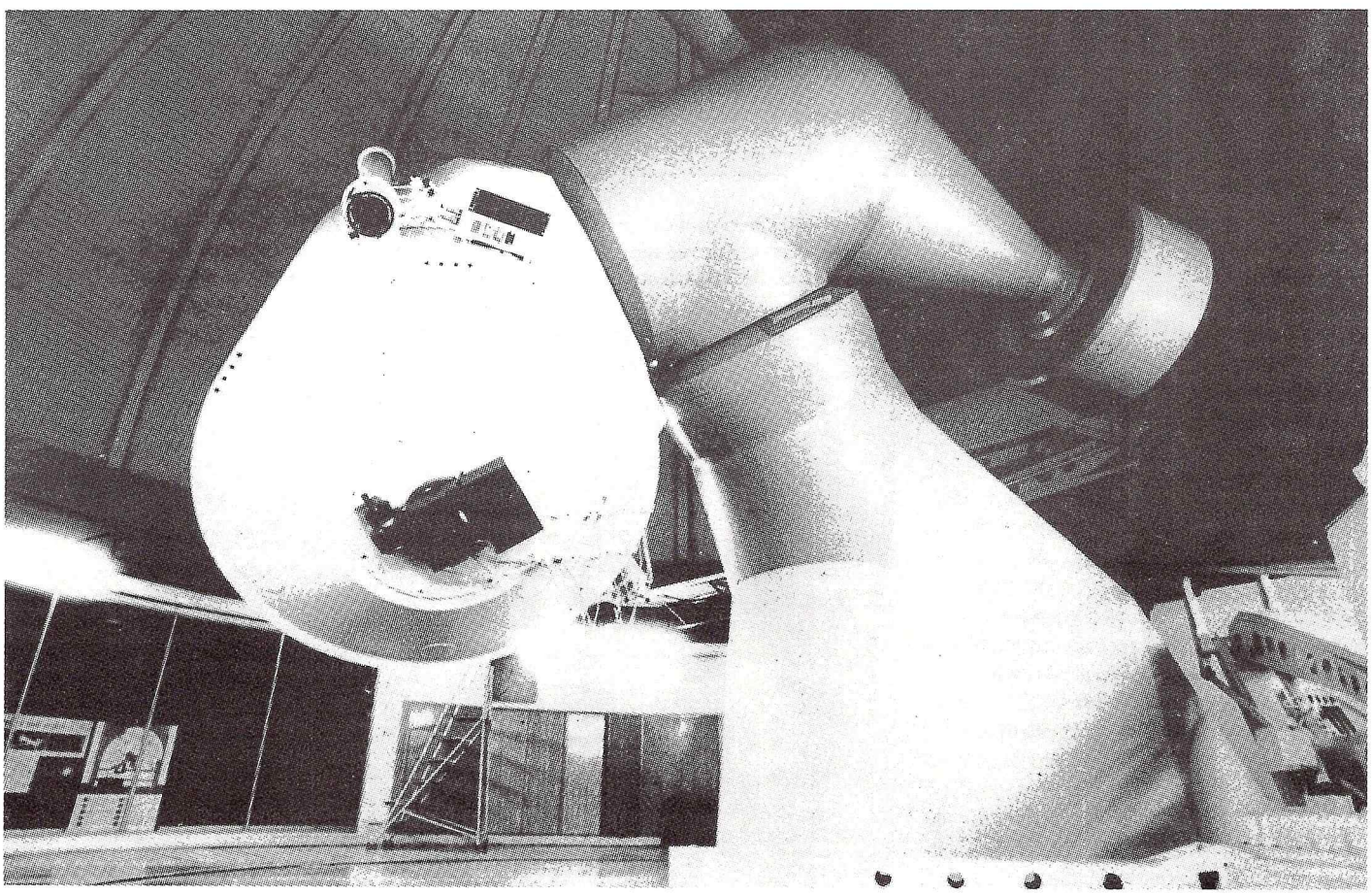




Technické údaje

Zrkadlo	hmotnosť	2 300 kg
	hrúbka	300 mm
	priemer	2 000 mm
	ohnisko	9 000 mm
Tubus	hmotnosť	17 500 kg
	priemer	2 600 mm
Kupola	priemer	20 000 mm
	hmotnosť	200 000 kg
	doba otočenia	4 min
Ohniskové vzdialenosti	primárna	9 m
	Cassegrain	29 m
	Coudé	64 m
Protizávažie	hmotnosť	24 000 kg
Deklinačná os	hmotnosť	24 000 kg
Podpera	hmotnosť	6 000 kg
Hodinová os	hmotnosť	11 000 kg
Pohyblivé časti	hmotnosť	94 000 kg
Pilier	hmotnosť	960 000 kg

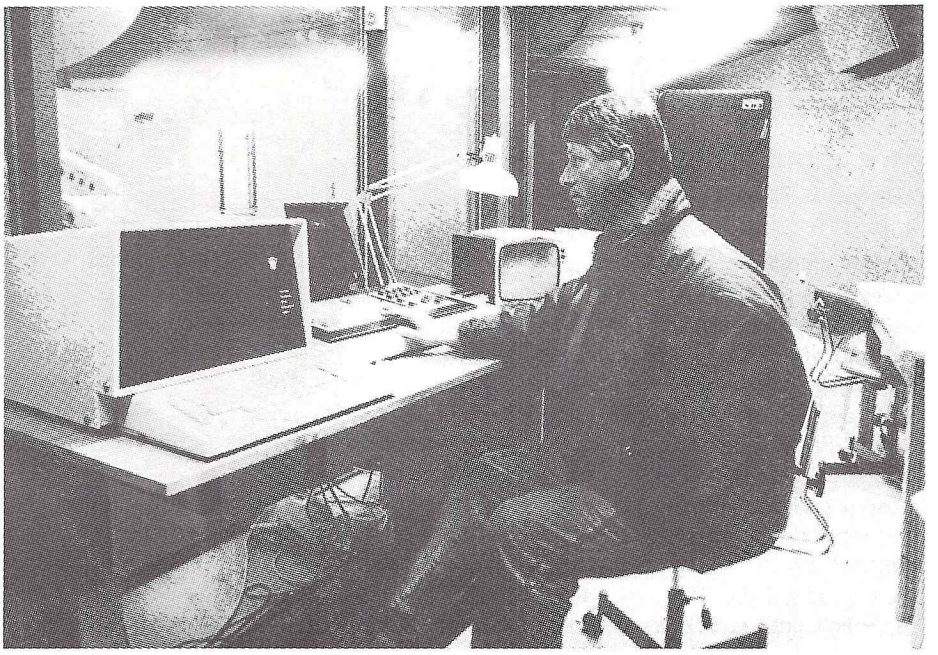
Na hornej snímke sa dvojmeter z nadhľadu až takým veľkým nezdá, je to však prístroj, ktorý sa len tak ľahko nevprace ani do širokouhlého objektívu fotoaparátu. Počas 10. Európskeho kongresu IAU roku 1987 však riaditeľ 6-metrového giganta na Zelenčukskoj k nášmu obru ani nezašiel — vraj to nie je nič zvláštne...

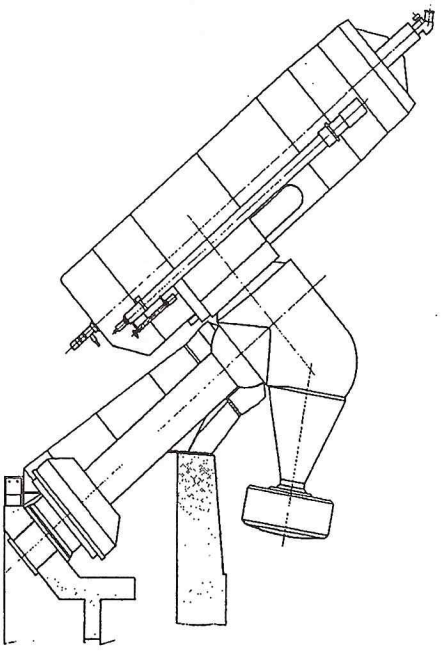


schopný poskytovať údaje na svetovej úrovni. Máme ho doma a na tých zhruba 550 pozorovacích hodín do roka nie je v žiadnom prípade taký nával, aký je na svetových ďalekohľadoch v Čile, na Kanárskych ostrovoch a inde. Astronómovia môžu v pokoji získavať údaje, ktoré sú svetovo kompatibilné a ktoré možno vymieňať za iné, získané práve na tých veľkých nedostupných (?) prístrojoch. Prístroj s takýmito vlastnosťami je ale pre mnohých astronómov zo sveta dokonca veľmi atraktívnym, pretože robiť dlhodobé pozorovania v rámci monitorovacích programov pomocou tak veľkého prístroja možno naozaj len na niekoľko málo miestach na svete. Lukratívnosť spolupráce ocenia zahraniční astronómovia ešte viac vtedy, keď sa podarí pri získavaní spektier nahradiť fotografické médiá polovodičovými detektormi. Slávu a význam prístroja teda robia programy a výsledky, ktoré sa pomocou neho podarí dosiahnuť. Ale to už sa dostávame z roviny technickej do roviny ľudskej, odbornej.

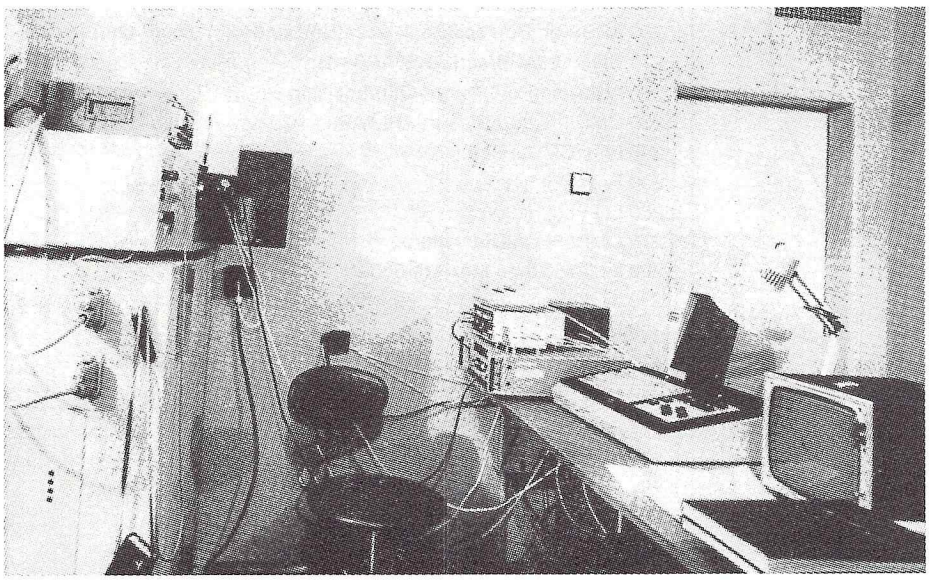
Astronómiou dnes hýbu extragalaktické a veľmi vzdialené objekty na hraniciach vesmíru. Práve tu vedci najskôr očakávajú určité konflikty so zákonmi dnešnej fyziky. V tejto oblasti však dvojmeter a ľudia s ním spojení konkurovať svetu nemôžu. V menších vzdialenostiach sa vo väčšine prípadov jedná len o akési "dolaďovanie" známeho a poznaného. Tu je ale konkurencia so svetom možná a potrebná.

Dnes je dvojmeter využívaný najmä na sledovanie oblasti horúcich hviezd, Be-hviezd, chemicky pekuliárnych a kataklizmických hviezd. V tom je sila dnešnej stelárnej astronómie u nás a tam sú i možnosti ďalekohľadu využiteľné na 100%. Je preto paradoxné, že chýba záujem mladých začínajúcich astronómov práve o túto oblasť astronómie. Akoby sa báli spektroskopie a určitej zvýšenej náročnosti, ktorú tento odbor astronómie prináša najmä v teoretickej oblasti pri interpretácii získaných údajov. Na Ondřejove sme svedkami dnes nevídaného úkazu, voľných neobsadených miest.





Vo velíne dvojmetrového ďalekohľadu obsluhuje pozorovateľ (v tomto prípade vedúci stelárneho odd. AsÚ v Ondřejove RNDr. Pavel Koubský, CSc.) počítač, ktorý patrí skôr do kategórie muzeálnych kusov. Výpočtová technika však pri našom obrovi slúži skôr ako náhražka mechanických častí a ovládačov, než naozajstný počítač. Ani v miestnosti pri spektrografe (dolný obrázok) nenájdete techniku, akú by ste na takom mieste dnes očakávali. Dvojmeter nie je ničím moderným, spektrá však dokáže získať skvelé. Počítače, ktoré slúžia na ich interpretáciu, by ste však už našli aj na Ondřejove, a nie hociaké. Snímky autor a archív redakcie.

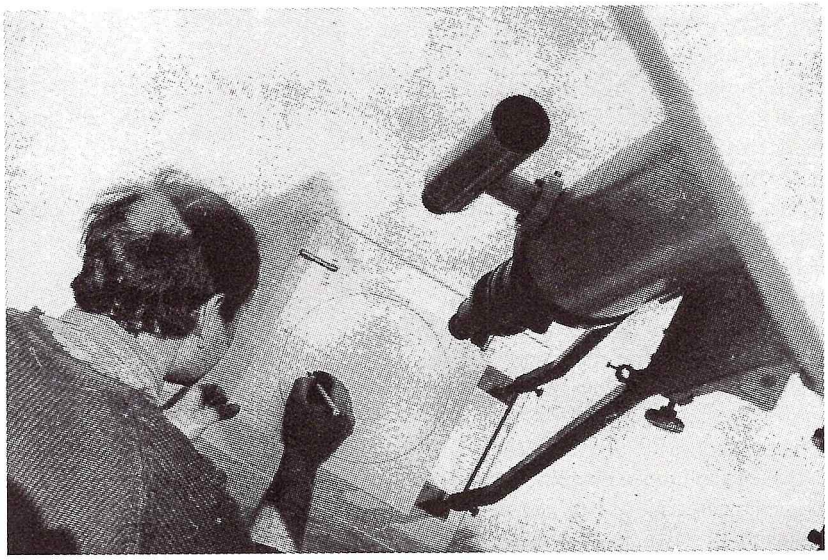


Astronómia konca dvadsiateho storočia prežíva svoj ďalší zlatý vek. Otvorili sme už temer všetky okná do vesmíru, odkiaľ sa na nás valí záplava informácií a údajov, ktoré nie sme schopní spracúvať. Okno do sveta nám zasa umožňuje na spracovávaní týchto informácií participovať a účinne prispievať aj svojou troškou do mlyna. Naši astronómovia nemusia dnes sledovať len to, na čo majú doma podmienky, ale i to, s čím sa presadia na veľké prístroje v náročných konkurzoch. Stratil sa problém malých možností, ale nahradil ho problém nový. Pretože ani v astronómii nevyhráva kvantita, ale kvalita, a tou sú dobré a najmä nové nápady. A v takomto ringu sú šance každého (skoro) rovnaké.

Ak teda chcete pozorovať s dvojmetrom, stačí vám dobrý nápad a zmysluplný program, ktorý môže priniesť podnetné výsledky. Všetko ostatné je vedľajšie. Dvojmetrák v Ondřejove je (v rámci možností) pripravený obhájiť svoje meno.

Roman Piffl

Heliografické súradnice



Mnohí z amatérov, ktorých zaujíma pozorovanie a kreslenie slnečných škvŕn, nevlastnia pomocnú sieľku na odčítanie súradníc. Prístup k osobným počítačom im však umožní ľahko napísať a využiť pripojený program na výpočet heliografických súradníc slnečných škvŕn.

Program je napísaný v jazyku Turbo Basic pre počítače IBM PC. Snažil som sa ho čo najviac zjednodušiť tak, aby sa dal prispôsobiť aj na iné modifikované jazyky basic, prípadne preložiť do iných jazykov.

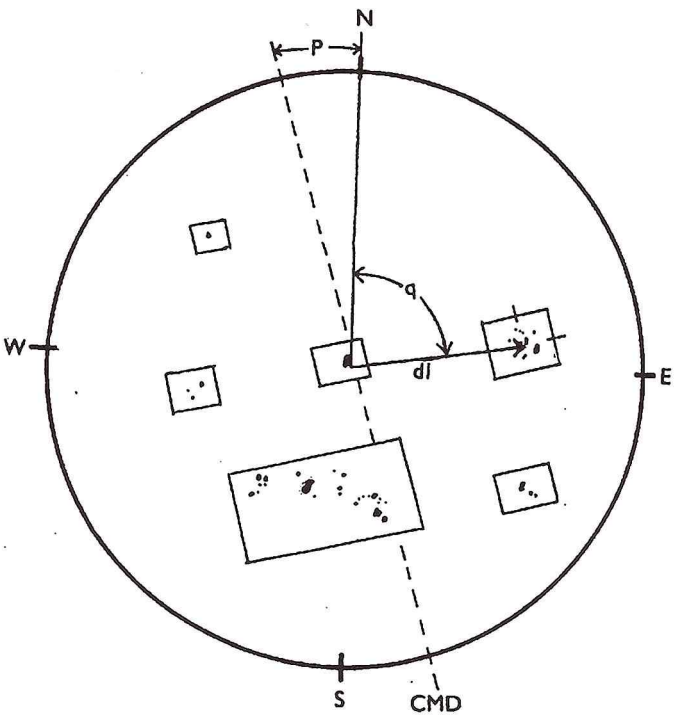
Pre výpočet heliografických súradníc zadávame nasledovné veličiny:

L_o – heliografická dĺžka stredu slnečného kotúča
B_o – heliografická šírka stredu slnečného kotúča
P – pozičný uhol slnečnej osi vzhľadom na hodinovú polkružnicu od severného bodu kotúča
r – polomer kresby slnečného kotúča v milimetroch
q – uhol, ktorý zviera škvrna so severným bodom kotúča
dl – vzdialenosť škvrny od stredu kotúča v milimetroch

Hodnoty **L_o**, **B_o** a **P** nájdete v Astronomickej ročenke na str. 160, uhol **q** nakreslenej škvrny a jej vzdialenosť **dl** od stredu kružnice v milimetroch odmeriame na kresbe slnečného kotúča s polomerom **r**.

Výsledkom výpočtu je hodnota nasledujúcich veličín:

b – heliografická šírka škvrny v stupňoch
l – heliografická dĺžka škvrny v stupňoch
CMD – vzdialenosť škvrny od centrálneho meridiánu v stupňoch



Pre výpočet heliografických súradníc slnečných škvŕn musíme na kresbe Slnka odmerať uhol q, ktorý zviera spojnica stredu kresby so škvrnou so spojnicou sever-juh a vzdialenosť nakreslenej škvrny dl od stredu kotúča v milimetroch. Pozičný uhol P slnečnej osi vzhľadom na hodinovú polkružnicu meranú od severného bodu kotúča nájdete v AR, vzdialenosť škvrny od centrálneho meridiánu je jedným z výsledkov výpočtu.

Program

V riadkoch 30–50 sa zadávajú vstupné hodnoty **L_o**, **B_o** a **P**. Turbo Basic počíta v radiánoch, preto je ešte pred samotným výpočtom potrebný prevod stupňov na radiány (riadky 70–90) a po výpočte

```
 10 cls
 20 print "       HELIOGRAFICKE SURADNICE SLN. SKVRN"
 30 input "Zadaj  Lo : ", Lo
 40 input "Zadaj  Bo : ", Bo
 50 input "Zadaj  P  : ", P
 60 pi=3,1415926536
 70 Lo=Lo*(pi/180)
 80 Bo=Bo*(pi/180)
 90 P=P*(pi/180)
 95 input "Zadaj polomer kresby:",r
100 input "Kolko skvrn budes ratať?",ps
110 dim Ro(ps),DL(ps),Q(ps),B(ps),CMD(ps),L(ps)
120 cls
130 for i = 1 to ps
140 print "Skvrna c.",i
150 input "uhol  q :  ", Q(i)
160 input "dlzka dl :  ", DL(i)
170 print
180 Q(i)=Q(i)*(pi/180)
190 Ro(i)=atn((DL(i)/r)/sqr(-(DL(i)/r)*(DL(i)/r)+1))
200 ARB=sin(Bo)*cos(Ro(i))+cos(Bo)*sin(Ro(i))*cos(P-Q(i))
210 B(i)=atn(ARB/sqr(-ARB*ARB+1))
220 ARL=sin(Ro(i))*sin(P-Q(i))/cos(B(i))
230 CMD(i)=atn(ARL/sqr(-ARL*ARL+1))
240 L(i)=CMD(i)+Lo
250 B(i)=B(i)*(180/pi)
260 L(i)=L(i)*(180/pi)
270 CMD(i)=CMD(i)*(180/pi)
280 if L(i)360 then L(i)=L(i)-360
290 if L(i) then L(i)=L(i)+360
300 next i
310 for i = 1 to ps
320 print "Skvrna c.";i;":";
330 print using"      b = ###.#";B(i);
340 print using"  l = ###.#";L(i);
350 print using"  CMD = ###.#";CMD(i)
360 next i
370 end
```

spätný prevod radiánov na stupne (250–270). Hoci štandardným polomerom slnečnej kresby je hodnota 125 mm, pre prípad použitia inej predlohy je vložený riadok 95, ktorý sa pýta na ozajstný polomer premeriavanej kresby. Ak používate stály polomer, môžete tento riadok vymazať a v riadku 190 nahradiť premennú **r** týmto konkrétnym číslom.

Počítač si rezervuje miesto pre vyrátané hodnoty dimenziou (100). Od riadku 130 sa začína cyklus opakovania pre vstup hodnôt **q** a **dl** podľa počtu premeriavaných škvŕn. V tomto cykle, ktorý končí riadkom 300, je aj samotný výpočet heliografických súradníc. Zápis funkcií v programe zodpovedá bežnému zápisu, teda atn je skratka pre arcustangens a sqr pre druhú odmocninu. Výpis výsledkov na obrazovku (310–360) je s presnosťou na jedno desatinné miesto.

Pre výpočet heliografických súradníc boli v programe použité nasledovné vzťahy:

$$R_0 = \operatorname{arctg} \frac{\frac{dl}{r}}{\sqrt{1-\left(\frac{dl}{r}\right)^2}}$$

$$ARB = \sin B_0 \,.\, \cos R_0 + \cos B_0 \,.\, \sin R_0 \,.\, \cos (P-q)$$

$$b = \operatorname{arctg} \frac{ARB}{\sqrt{1-ARB^2}}$$

$$ARL = \frac{\sin R_0 \,.\, \sin (P-q)}{\cos b}$$

$$CMD = \operatorname{arctg} \frac{ARL}{\sqrt{1-ARL^2}}$$

$$l = CMD + L_0.$$

Príklad:
L_o=333,24°, B_o=-7,21°, P=-24,03°
por. č. 1 q=279,5°, dl=72 mm
por. č. 2 q=72,3° , dl=87 mm

Výsledok

por.č.	1	2
b	12,3	-9,6
l	2,7	288,7
CMD	29,4	-44,5

Kladná hodnota **b** znamená, že škvrna je na severnej pologuli Slnka, záporná udáva južnú polohu. Premenná **l** je v intervale <0°,360°>, rastie smerom na západ. Kladné číslo **CMD** znamená polohu západne od centrálneho meridiánu atď.

Alexander Pravda

Slnko na Donovaloch

Opäť po dvoch rokoch sa v dňoch 1.–4. júna 1992 uskutočnil už jedenásty "Celoštátny slnečný seminár". Zorganizovalo ho Slovenské ústredie amatérskej astronómie Hurbanovo v penzióne Almet na Donovaloch.

Slnečný seminár je široko otvoreným podujatím pre aktívnych či pasívnych účastníkov, zaoberajúcich sa výskumom slnečného telesa, jeho zložitej atmosféry a štúdiom najrôznejších aspektov aktivity slnečného telesa. Rovnako sú akceptované práce observačné i teoretické, či pojednania o prístrojovej technike. Na seminároch sa hojne zúčastňujú aj poprední čs. geofyzikovia, pretože téma fyziky vzťahov Slnko–Zem nachádza v programe našich seminárov tiež široké uplatnenie. Pre pripomenutie, predošlých 10 seminárov sa uskutočnilo nasledovne: Horný Smokovec (10/1972), Horný Smokovec (9/1974), Bobrovec (4/1976), Bardejov (5/1978), Považská Bystrica (5/1980), Adamov Dvor (5/1982), Tatranská Lomnica (5/1984), Stará Lesná (9/1986), Považská Bystrica (5/1980) a Donovaly (6/1990). Zo všetkých seminárov vyšli zborníky prednesených referátov.

Nechcem príliš porovnávať, ale podľa názoru mnohých bol XI. Celoštátny slnečný seminár charakteristický zvlášť vysokou kvalitou a výbornou vedeckou úrovňou prednesených prác, celkom porovnateľný s úrovňou podobných medzinárodných podujatí. Podľa môjho názoru je to jednoznačne tým, že na seminár si našla cestu mladá, nastupujúca generácia vedeckých pracovníkov čs. astronomických a geofyzikálnych ústavov. Výrazne sa prejavila kvalitou a kvantitou prác opierajúcich sa predovšetkým o zvládnutie nových observačných prístupov a o aplikáciu výpočtovej techniky pri vyhodnocovaní pozorovaní a teoretickej interpretácii. Okrem toho, pozoruhodne sa prejavil potenciál niektorých hvezdární MK SR. Veď napríklad práce V. Karlovského, J. Gerboša a D. Rapavej patrili medzi najlepšie a vzbudili nevšednú diskusiu.

Ako je zvykom, všetkých 48 prednesených referátov vyjde v zborníku, podľa prísľubu organizátorov do konca marca 1993. Som si istý, že jeho čitateľ nadobudne podobné dojmy, ako účastníci seminára. SÚAA v Hurbanove vykonáva organizovaním a publikovaním týchto podujatí viac ako záslužnú prácu.

J. Sýkora

Var č. 30

Práce Hvězdárny a planetária Mikuláše Kopernika v Brně, č. 30: Pozorování zákrytových dvojhvězd 1987–89. Odpovědný redaktor: RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc. Vydala Hvězdárna a planetárium M. Kopernika v Brně 1992, 56 stran.

HaP MK v Brne už vyše 10 rokov úspešne koordinuje amatérske pozorovania zákrytových premenných hviezd v ČSFR. Cieľom pozorovaní je určovať okamihy stredov zákrytov zákrytových dvojhviezd. Tento cieľ dosahujú pozorovatelia premenných hviezd vizuálne, fotograficky, prípadne fotoelektricky. Prevažná väčšina pozorovaní je vizuálnych a zúčastňuje sa na nich vyše 170 pozorovateľov z celej ČSFR. Práve vyjdený 30. zväzok Prác HaP M. Kopernika v Brne je venovaný pozorovaniu zákrytových dvojhviezd uskutočnených astronómami amatérmi v rokoch 1987–1989. Zoznam odpozorovaných stredov zákrytov zákrytových dvojhviezd zahrňuje svetelné minimá vyše 300 zákrytových dvojhviezd. Sledovanie stredov zákrytov umožňuje nielen spresniť svetelné elementy zákrytových dvojhviezd, ale aj zistiť zmeny orbitálnych periód týchto dvojhviezd a pátrať po ich príčinách. Súčasťou zväzku sú aj 4 podrobnejšie štúdie svetelných elementov 8 zákrytových dvojhviezd. Hviezdam **V 962 Aql** a **V 401 Lyr** boli spresnené elementy, u hviezd **V 398 Cyg, AV Cep, MZ Lac** a **DG Lac** bola zistená zmena orbitálnej periódy, v prípade **UW Hya** sa ukázalo, že orbitálna perióda nie je 3,166 dňa, ale 1,055 dňa a pre hviezdu **NSV 5598**, podozrivú z premennosti, bola nájdená perióda svetelných zmien 0,11 dňa.

Zborník, na vzniku ktorého majú najväčšiu zásluhu dr. Jiří Borovička, Tom Griffiths a dr. Pavel Novák, je nepostrádateľným metodickým materiálom pre hvezdárne, astronomické krúžky i pre pozorovateľov premenných hviezd, ktorým zostáva iba popriať veľa jasných nocí a veľa trpezlivosti pri sledovaní týchto zaujímavých objektov.

RNDr. Drahomír Chochol, CSc.
AsÚ SAV Tatranská Lomnica

Istotne nie je jednoduché začať a vydržať s koníčkom, ktorý dá toľko námahy a zaberie toľko času. Astronóm samotár to nikde na svete nemá ľahké. Možno práve preto je takýto nadšenec do svojho koníčka tak "zažratý", že jeho práca a jej výsledky sú na tej najvyššej úrovni, porovnateľné s výsledkami amatérov, ktorí majú silnú podporu niektorej blízkej hvezdárne. Urob si sám ako tá najlepšia rada platí teda aj v astronómii. Ale to vy vlastne všetci dobre viete...

Sám vojak v poli

Astronómia ma zaujala pred 16-timi rokmi a drží ma už vlastne polovicu môjho života. Začalo to vlastne dosť jednoducho — prvé snímky statickou komorou, prvý ďalekohľad z okuliarových skiel a veľa prečítaných kníh.

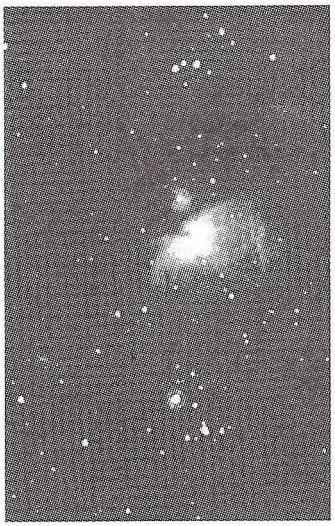
Samouk to však má ťažké. Ak chce pozorovať a nablízku nie je žiadna hvezdáreň, musí si urobiť všetko sám. Tak som si postupne postavil dve jednoduché paralaktické montáže, ktoré uniesli pointer a fotoaparát so základným objektívom. Neskôr ma v práci nahovoril pán Babiak, aby som si sám skúsil vybrúsiť zrkadlo a postavil si vlastný ďalekohľad. Neveril som, že sa to dá, ale skúsil som a skôr náhodou sa mi podarilo vybrúsiť guľové zrkadlo 175/2150, ktoré sa po premeraní ukázalo byť dobré.

Ďalekohľad som teda postavil, ale začal som stavať aj montáž, ktorá by uniesla nielen tento prístroj, ale bola dostatočne stabilnou aj pre prípadné astrokomory. Roku 1983 som montáž dostaval a osadil u otca v záhrade do domčeka s odsuvnou strechou. Montáž slúžila 9 rokov a bol som s ňou spokojný. Kvôli zástavbe som však tento rok musel pozorovateľňu premiestniť. Prestaval som holubník na hospodárskej budove u svokra a po menších úpravách som získal pozorovacie stanovište s rozmermi 4×4 metre a s odsuvnou strechou. Do tejto pozorovatelne som osadil montáž, ktorú som s prestávkami robil 4 roky.

Montáž

Montáž je nemeckého typu s ohnutým stĺpom. Základným pilierom je oceľová rúra ∅ 220 mm na troch stavacích nohách. Na stĺpe je nosič polárnej osi. Polárna os má priemer 60 mm, deklinačná 55 mm. Na polárnej osi je nasunuté závitovkové koleso s 220 zubami m1. Koleso je stále v zábere, na ňom je nasunutý kruh s aretáciou a ramenom jemného pohybu v rektascenzii. Jemný pohyb v obidvoch osiach je riešený ako skrutka a tlačná pružina. Na hlavnom závitovkovom kolese je nasunutý delený kruh. Delenie v rektascenzii je po 4-och minútach, v deklinácii po jednom stupni, čo je pri danom zornom poli hľadáčika dostačujúce.

Pohon polárnej osi zabezpečuje krokový motor, ktorý je riadený kryštálom. Použitý motor je dosť silný, takže napriek prevodu



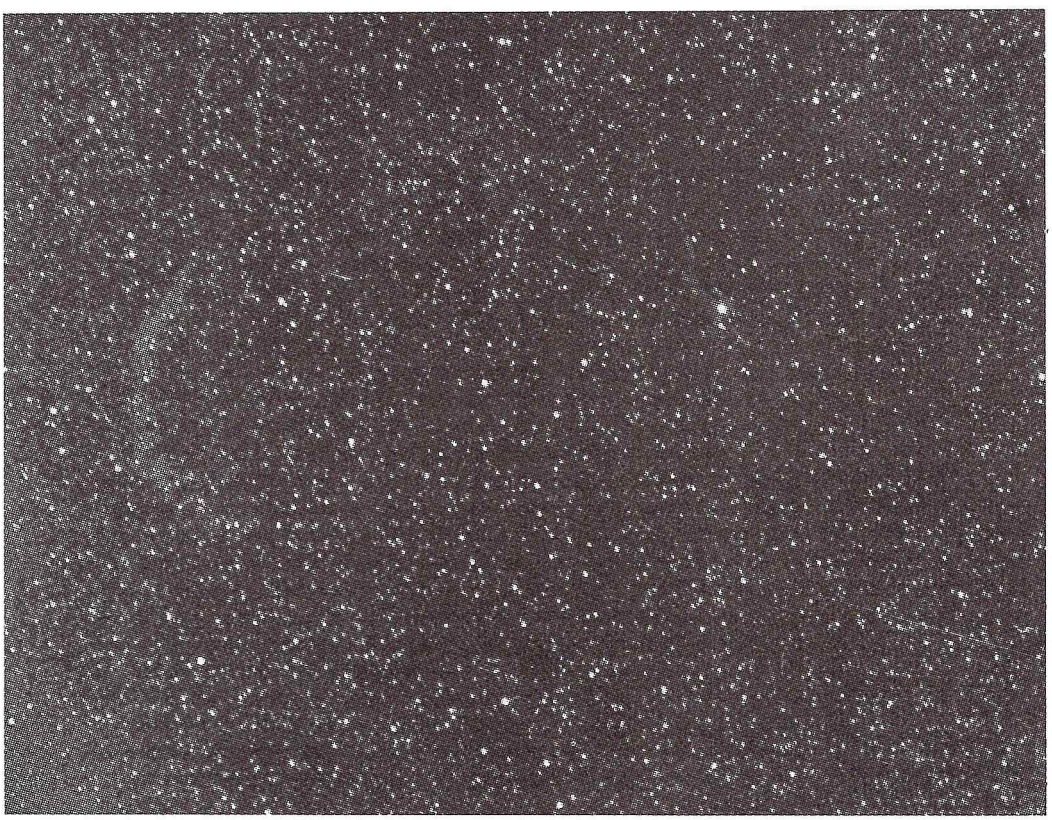
Hmlovina M 42 po expozíci 20^{m} komorou 4,5/620 na Foma Special 800. Foto: autor

1/5390 a deleniu každého kroku na 16 podkrokov sa krokovanie motora prenášalo cez prevody na samotné prístroje a vyvolávalo chvenie. To sa nám nakoniec podarilo odstrániť tým, že sme znížili odpormi výkon motora na 50% a ešte zaradili regulátor výkonu, ktorým sa nastavuje výkon tak, že točí prevod a ešte nevypadne z kroku. Kvôli maximálnemu tlmeniu je medzi motor a prevod zaradená gumová spojka. Pre zaujímavosť, obdobný motor vraj hýbe aj dvojmetrom v Ondřejove.

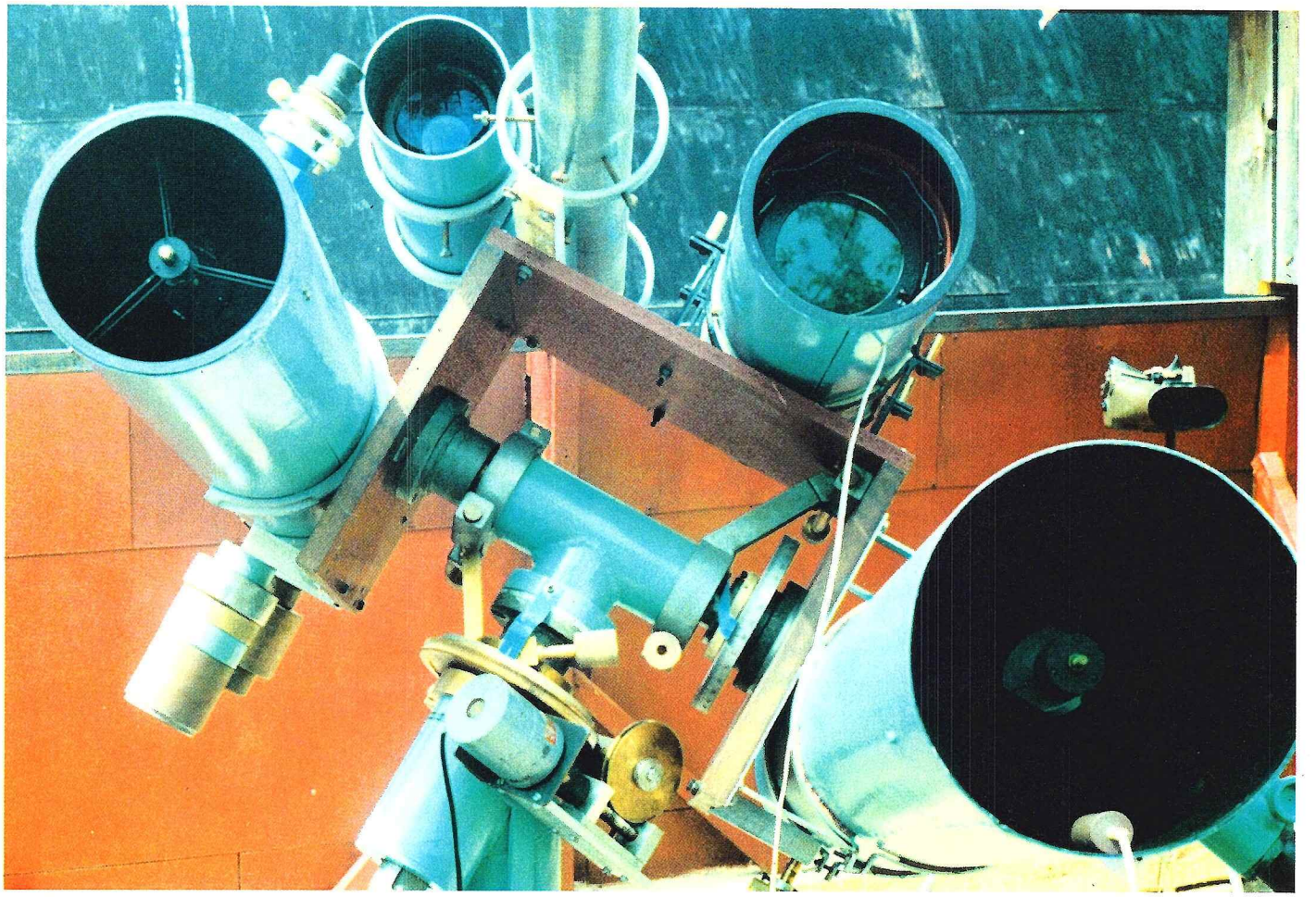
Prístroje

Na pravej strane montáže je Newton 240/1440. Optiku a montáž prístroja som robil sám. Používam ho ako pointer a na pozorovanie slabých objektov. Na pointáciu mám pred okulárom vláknový kríž, ktorý je vyrytý v sklenej dostičke a priamo do tubusu ho osvetľuje 1,5 V žiarovka, takže biela hviezda je na zelenom pozadí. Osvetlenie síce uberá na dosahu, ale pri ∅ 240 mm pointácia na hviezdu 9—9,5^{m} nie je problémom.

Na ľavej strane je uchytený Newton 200/970. Používam ho najmä na fotografovanie v ohnisku. Zrkadlo figuroval p. Javorka z Gabčíkova. Namiesto Newtona môžem namontovať šošovkovú astrokomoru Woyglander Woygt 4,5/620. Na spojovacej doske hore je hľadáčik, zhotovený z optiky Epijunktar 3,8/400, zväčšenie má 10×. Napravo od hľadáčika je refraktor 105/1650, ktorý používam na pozorovanie planét, fotografovanie a pozorovanie Slnka cez slnečný hranol.



Riasy v súhvezdí Labute po 30-minútovej expozícii Schmidtovou komorou 200/135/297 na Foma Special 800. Pointoval František Michálek v noci 28./29.6.1992.



Hlavným prístrojom na montáži je Schmidtova komora 200/135/297 mm. Optiku vyrobil Milan Kamenický. Tubus komory je plechový, má ∅ 230 mm a dĺžku 800 mm. Guľové zrkadlo je staviteľné troma skrutkami, korekčná doska troma pármi skrutiek a nosič kazety troma pármi matíc. Kazety na film sú z hliníka a majú bajonetový úchyt filmu. Kaziet mám niekoľko, ich výmena sa prevádza naskrutkovaním na nosič.

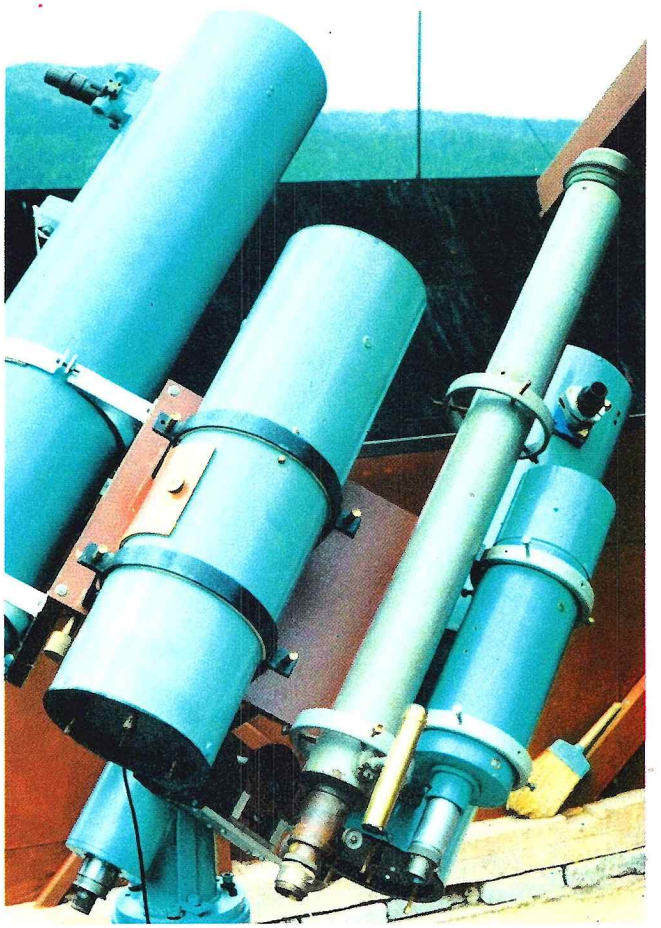
Priemer políčka filmu je 40 mm, čo zodpovedá veľkosti obrazu 7,5°. Korekčná doska je proti oroseniu vyhrievaná odpormi s výkonom 7 W. Parametre optiky a najmä kvalita zobrazenia predurčuje komoru na fotografovanie slabých objektov a hmlovín, resp. komét. Ostrosť jej zobrazenia možno porovnať so zobrazením hviezd komorou 4,5/620. Priemer optiky je totožný, ohnisko 4,5/620 je dvakrát väčšie ako pri Schmidtovej komore, ale bodové zobrazenie hviezd Schmidtovou komorou je neporovnateľne lepšie. Kvalitné snímky sú dobré vďaka kvalite optiky, centrovanie jej optickej sústavy však nie je jednoduchá záležitosť. Výroba a montáž komory trvala šesť týždňov, centrovanie sústavy však zabralo štyri mesiace a vyžiadalo si asi 80 expozícií. Výsledok však za tú námahu stojí.

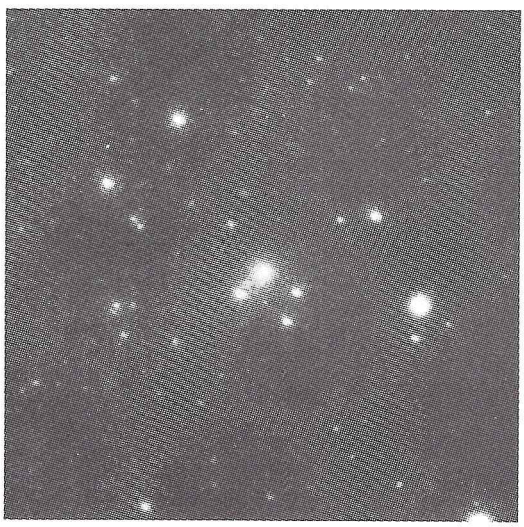
Všetky svoje prístroje využívam na fotografovanie, či už hviezdnej oblohy, alebo symbiotických hviezd. Využívajú ich aj členovia astronomického krúžku v Považskej Bystrici.

Záver

Rád by som poďakoval všetkým, ktorí mi pomohli pri výrobe a stavbe pozorovateľne a prístrojov. Vďaka patrí svokrovi, bratovi Lacovi Michálkovi a Ing. Zdenovi Veličovi, ktorí zhotovili a vylepšili elektrickú časť, najmä však mojej manželke za trpezlivosť a pochopenie pre môjho koníčka.

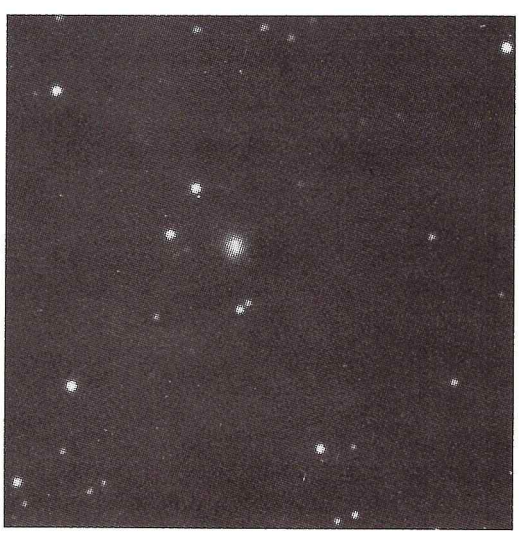
František Michálek
Robotnícka 288/3-15
017 01 Považská Bystrica





Letná kométa Shoemaker-Levy 1991a$_1$

	1
2	
3	4



Cirkumpolárna kométa s jasnosťou na hranici viditeľnosti voľným okom – to bola nádej, v ktorú verili desiatky amatérov. Žiaľ, kométa Shoemaker-Levy 1991a$_1$ očakávanie naplnila len tak na 60 percent. Takmer šesťdesiat dní bola v našich zemepisných šírkach cirkumpolárna, v čase svojej najväčšej jasnosti však v ohnisku ďalekohľadov vyzerala len ako slabý hmlistý obláčik s celkovou jasnosťou komy nanajvýš +7,5^m.

Snímky, ktoré vidíte na tejto strane, dokumentujú sklamanie z kométy. Horný záber urobil Gabriel Červák 8.7.1992 pomocou astrografu 300/1500 na Skalnatom Plese, expozícia 40 minút na ORWO ZU 21. Trojicu dolných fotografií nám poslal z Hradca Králové Martin Lehký. Získal ich v ohnisku Schmidtovej komory 420/600/1000 expozíciou 10 minút na röntgenový film Medix Rapid 27.6. (2), 29.6. (3) a 30.6.1992 (4). Kvalitu záberov ovplyvnila nepriaznivá poloha kométy nízko nad severným prežiareným obzorom a tiež veľké zväčšenie negatívu. Aj tak však vidieť, že to naozaj nebolo "nič moc".

- rp -

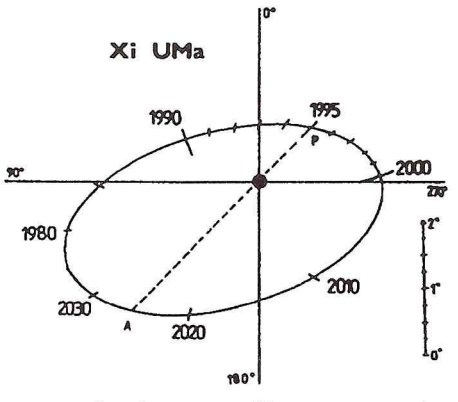
Hvězdy v pohybu

V rámci lidského života se postavení hvězd mění téměř nepostřehnutelně. Ovšem, jako všude, i z tohoto "pravidla" existují výjimky. O jedné takové — **61 Cygni** — se už na těchto stránkách krátce zmínil Leoš Ondra. V jejím případě se jedná o tak veliký vlastní pohyb (díky malé vzdálenosti od nás), že jej odhalí série několika dobrých kreseb či fotografií, zhotovených s odstupem několika let.

Existuje ovšem i další, úplně jiný případ. Jedná se o zlatožlutou dvojhvězdu **Alula Australis**, tedy ξ **UMa**, kterou objevil 2. května 1780 William Herschel. Ten si pak po delší době pozorování sám poznamenal:

"Dvojhvězda, u níž jsou obě hvězdy prakticky stejné, je nepochybně spojena vzájemnou gravitací a obíhá kolem společného těžiště pohybem tak rychlým, že připouští sledování a měření z měsíce na měsíc."

A vskutku — roku 1828 publikoval francouzský astronom Felix Savary, jako vlastně první spolehlivě určené, elementy její dráhy.



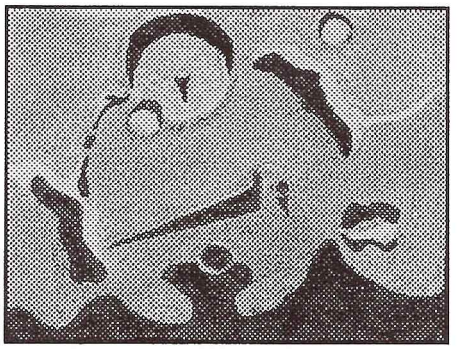
Když se podíváte na přiložený diagram (autor Tomáš Rezek), nakreslený podle v současnosti užívaných elementů, uvidíte, že se máme v nejbližších letech na co těšit. Slabší složka se totiž blíží do periastra a její pohyb je tedy nyní více než nápadný. Do roku 2000 se poziční úhel změní o více než 90 stupňů, a i tak bude pořád většími přístroji dvojhvězda rozlišitelná.

Vytrvá někdo a získá unikátní sérii skic (fotografovat to asi půjde dost těžko) této dvojhvězdy v pohybu? Uvidíme v příštím století.

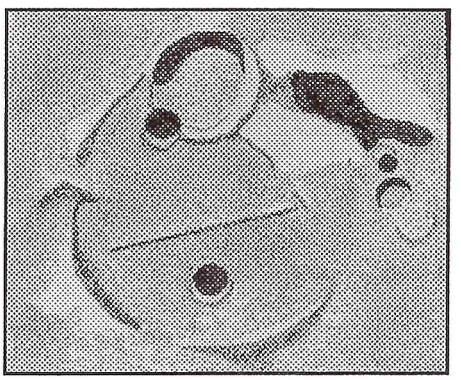
Jirka Dušek

Neexistující kráter?

Bylo to 14. prosince krátce po první čtvrti, doba, kdy je na Měsíci nejvíce k dívání. Už na první pohled mne zaujal zlom v "nějakém" kráteru na jižní polokouli. Ležel kousek od terminátoru a byl tedy zřetelně vidět. Ve spojení s kráterem dával velmi pěkný obraz. Rozhodl jsem se jej nakreslit, výsledek vidíte na prvním obrázku. Kreslil jsem 11 cm Newtonem, zvětšení 96×, po dobu asi 10 minut od 20^{00} SEČ.



Když jsem otevřel Atlas Měsíce od Antonína Rükla, zjistil jsem, že zlom (jednalo se o Rupes Recta) existuje, ale po kráteru ani stopy. Že by zapracovala příznivá blízkost terminátoru? Asi ano — 13.1. jsem se podíval opět: pomalu kolem půlnoci se vynořil kráter Copernicus a mne napadlo podívat se na Rupes Recta opět — byla tam, i přes poměrně velkou vzdálenost od terminátoru, a kráter také. Jasně rozeznatelné zbytky okrajů asi velmi starého kráteru v Mare Nubium se jasně rýsovaly před mým zrakem tak, jak to vidíte na druhém obrázku.



Jestli to oficiální kráter je či ne, o tom zprávy nemám. Ale i kdyby byl, alespoň jsem si objevil "svůj" kráter. Zkuste to také!

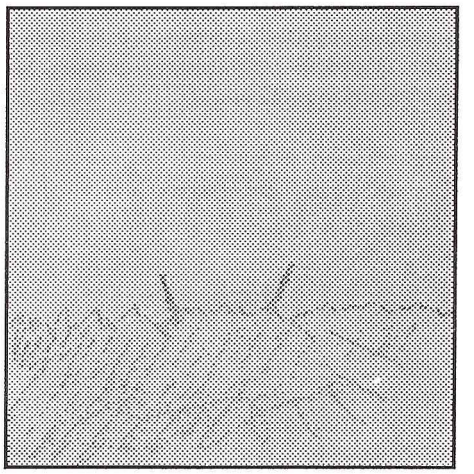
Pavel Šťastný

Mesiac krátko po nove

Píšem Vám, aj keď oneskorene, v mene našej malej "expedície", ktorá sa uskutočnila 5. marca 1992. Naším cieľom bol Mesiac krátko po nove.

Bývame vo Svite a aj keď sa o astronómiu zaujímame viac ako tri roky, takéto niečo sme pozorovali po prvý raz v živote. Okolo 17^{00} sme sa vybrali na západný okraj mesta. Počasie nám mimoriadne žičilo. Na obzore ani obláčik — najlepšie podmienky za posledný mesiac. K dispozícii sme mali dva triedre, 8×30 a 12×45. Chceli sme vziať aj väčší ďalekohľad, ale nevedeli sme, či Mesiac vôbec uvidíme. Mesiac sme prvý raz zazreli o 17^h55^m, a to hneď voľným okom, teda (ak som dobre počítal) 27,5 hodiny po nove. Sledovali sme ho až do západu. Pohľad na tenký kosáčik bol fascinujúci — veľmi zaujímavé bolo pri západe pozorovať vyčnievajúce rožky kosáčika spoza stromov. Bol to krásny zážitok, na ktorý len tak nezabudneme. Mesiac sa ale pokúsime zbadať ešte mladší.

Štefan Ferenc, Paľo Kuruc, Daniel Štoch
mladí 15-roční astronómovia zo Svitu



Lov na kosáčik

Uprostred všedných dní existujú aj veci krásne, len ich treba vidieť: očami aj srdcom.

Astronómia sa stala mojím "veľkým koňom". Najviac ma fascinuje Mesiac. Už minulý rok som sa podľa astronomickej ročenky snažila nájsť Mesiac krátko po nove. Podarilo sa mi to 15.5.1991, keď bol Mesiac "starý" 43,2 hodiny (tak mi to vypočítali na žilinskej hvezdárni). Rozhodla som sa, že tento rok svoj osobný rekord prekonám a ulovím kosáčik ešte skôr.

V marci, v apríli a v máji sa mi to pre nepriaznivé počasie nepodarilo. Posledný pokus som teda mala v júni. Dôkladne som sa pripravila, ale 2.6.1992 o 20^{30} SELČ bolo zamračené. Už som chcela hodiť "flintu do žita", teda ďalekohľad do puzdra, keď vtom... nechcela som veriť vlastným očiam, pretože som kosáčik zbadala najprv voľným okom. Na mojich hodinkách bolo 21^{08} SELČ, keď som uvidela nádherný, uzulinký kosáčik, slabulinký, len-len sa stratiť, ružovooranžovej farby. O pár sekúnd sa mi schoval za najbližší strom.

V nasledujúcich dňoch som sa na žilinskej hvezdárni dozvedela, že kosáčik bol "starý" 39^h10^m. Sláva! — rekord z minulého roka je prekonaný!

β Pegasi

Noční obloha a vše, co se na ní odehrává, určitě stojí za obdiv, vždyť máme možnost na vlastní oči vidět největší dílo přírody. Už bylo popsáno mnoho stránek časopisů a knih radami, jak se vyznat v tom zdánlivém chaosu a kde můžeme spatřit něco krásného a zajímavého, čeho bychom si sami asi těžko všimli. Stejně tak nás astronomické ročenky a kalendáře upozorňují na jevy, které bychom bez jejich pomoci mnohdy nevědomky prospali. Mám ovšem pocit, že jednu bohatou pokladnici krás a zajímavostí necháváme noc co noc bez povšimnutí. Je to náš nejbližší kosmický soused, Měsíc, kterému bychom při svých nočních pozorováních měli věnovat více času. Jen takto si můžeme ucelit představu o tom, jak vypadá svět okolo nás.

Lunární dómy

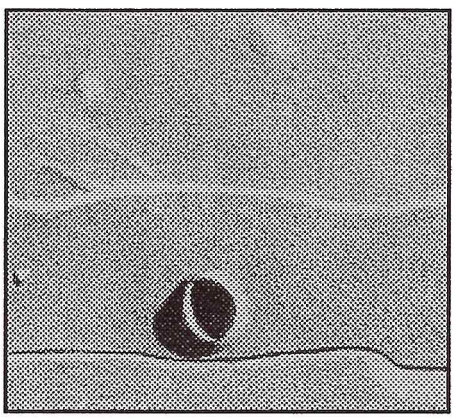
Lunární dómy patří mezi nejobtížněji pozorovatelné útvary na Měsíci. Jde totiž o velmi nízké "vydutiny" s kruhovým nebo eliptickým obvodem, a proto je můžeme vidět pouze při velmi šikmém slunečním osvětlení (poblíž terminátoru), kdy vyniká jejich nenápadná "plastičnost". Průměr dómů bývá 10–20 km a výška se pohybuje okolo 200 metrů. Jejich svahy jsou tedy k okolnímu terénu skloněny pod úhly jen 1–3°! Při procházkách po měsíčním povrchu bychom je tedy mohli jednoduše přehlédnout.

Co se týče jejich morfologických znaků, je na místě zmínit se ještě o "miniaturních"[1] kráterových jamkách, které jsou posazeny na vrcholu mnohých dómů. Jejich průměr se pohybuje okolo 1–2 km a pro jejich spatření je tedy zapotřebí dalekohledu s rozlišovací schopností 1".

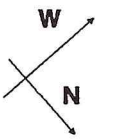
Dodnes není možno s určitostí říci, jak lunární dómy vznikly. Každopádně však jedním z procesů, které vedly k jejich vzniku, byla vulkanická aktivita, která na Měsíci probíhala před 3,3 až 3,8 miliardami roků. Jedním z argumentů svědčících pro toto tvrzení je skutečnost, že je najdeme pouze v měsíčních mořích[2], a to převážně na jejich okrajích.

Pro úspěšné hledání dómů bychom měli použít alespoň 6 cm refraktor, v něm jich ale uvidíme jen velmi málo. Vhodným přístrojem bude proto osmi- nebo deseticentimetrový dalekohled. V takovém přístroji už můžeme za vhodných podmínek vidět všechny dómy, o kterých bude řeč v následujících řádcích. Důležitým kritériem pro úspěšné pozorování je stejně jako u planet kvalita obrazu, která může opravdu výrazně ovlivnit úspěšnost našeho pozorování. Nyní se ale vydejme s dalekohledem na prohlídku těchto útvarů.

Je večer, kdy je velmi nízko nad obzorem vidět překrásný úzký srpek Měsíce. Měsíc se právě vymanil zpod vlády slunečních paprsků a opět se vrací na večerní oblohu. Další večery ho budeme vídat stále výše a stejně tak budeme sledovat, jak měsíční srpek tloustne a svým jasem stále výrazněji "obtěžuje" tmavou noční oblohu. A právě v době, kdy srpek Měsíce už stloustnul do té míry, že je v něm vidět celé oválné Mare Crisium spolu s nesměle vykukujícím okrajem Mare Tranquillitatis, máme možnost spatřit prvé dva dómy. Nalezneme je poblíž kráteru Cauchy, který tvoří spolu s blízkou brázdou a zlomem jedno z nejzajímavějších měsíčních zákoutí. Kráter Cauchy najdeme blízko Palus Somni, které sousedí s Mare Crisium. Oba dómy pak najdeme jihozápadně od kráteru.



Kresba pořízená 25. října 1991 ve 22^h45^m UT pomocí dalekohledu typu Newton 110/805 při zvětšení 169-násobném zachycuje kráter Cauchy a jeho blízké okolí. Dolní okraj kresby lemuje brázda Rima Cauchy, v polovině krasby je pak vidět jako světlý pruh zlom Rupes Cauchy. U horního okraje kresby najdeme i dómy Cauchy Omega a Cauchy Tau (zleva doprava).



Následující večer (5 dnů po novu) se doplazí terminátor až k západnímu okraji Mare Tranquillitatis, kde najdeme výrazný kráter Arago, u něhož i dalekohledem AD–800 můžeme spatřit dva snad nejznámější a nejvýraznější dómy na Měsíci vůbec. První (Arago Alfa) se nachází severně od kráteru, druhý (Arago Beta) leží od kráteru západně. Oba dómy jsou přitom vzdáleny od kráteru na vzdálenost, která se rovná jeho průměru (26 km). Pokud budete mít k dispozici větší dalekohled, můžete se pokusit najít severně od dómu Arago Alfa skupinku čtyř velmi nenápadných dómů, které jsou skutečne obtížně pozorovatelné.

Další večer, kdy bude zbývat už jen den k tomu, aby Měsíc získal podobu první čtvrti, odhalí se nám Mare Serenitatis. V západní polovině tohoto moře nalezneme drobounký kráter Linné. V době kolem úplňku tento kráter uvidíme jako jasnou skvrnu, jindy ovšem může být jeho vzhled docela jiný. Tyto "změny" jsou zapříčiněné změnou úhlu slunečního osvětlení. Je ale zajímavé, že německý selénograf P. H. Fauth (1936) zařadil tento kráter mezi dómy.

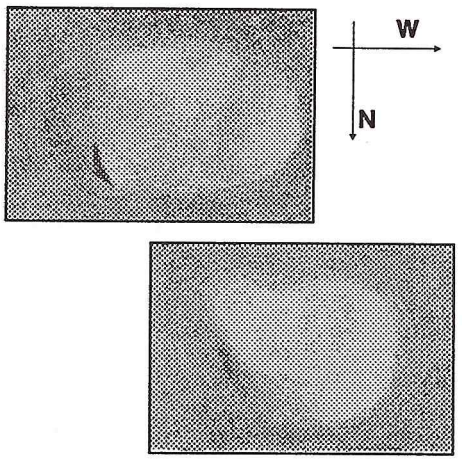
V době, kdy je Měsíc v první čtvrti, je sice nejkrásnější, ale dómy lze hledat jen velmi těžce. Raději si počkejme dva dny, kdy můžeme být překvapeni pestrostí a množstvím dómů, které stěží můžeme spatřit poblíž terminátoru.

Západně od fenomenálního kráteru Copernicus se nacházejí hned dvě početné skupinky dómů. Tou první je velmi známá rodinka pěti dómů poblíž kráteru Hortensius. Členové této skupinky jsou velmi drobní a nenápadní, bohužel v rámci APM ještě nebylo zjištěno, jakého nejmenšího dalekohledu je k jejich spatření zapotřebí. Jejich vyhledání se většinou neobejde bez podrobnější mapy[3]. Stačí však spolehlivě znát polohu kráteru Hortensius – dómy se nacházejí severně od něj. Dómy z této skupinky se považují za vůbec nejtypičtější představitele svého druhu na Měsíci. Máme zde možnost vidět jakýsi model dómu.

Přesuňme se nyní dalekohledem na severozápad, do míst, kde se nachází kráter Milichius. Tento kráter je zajisté povědomý pozorovatelům měsíčních zatmění, neboť je zařazen mezi padesátku jasných bodů, vybraných k měření postupu zemského stínu po měsíčním povrchu. Západně od tohoto kráteru najdeme výrazný dóm Milichius Pi. Tento dóm si při velmi šikmém osvětlení můžeme zaměnit i s horou, neboť vrhá mnohdy velmi ostrý stín. Pokud budete mít možnost podívat se i větším dalekohledem (20 cm, zvětšení 250×), určitě vás tento dóm uchvátí, neboť na něm možná uvidíte i kráterovou jamku s rovinkou kolem.

Asi 50 km severně od této dvojice kráter-dóm se nacházejí dva horské masívy – T. Mayer Alfa a T. Mayer Dzéta. Mezi nimi nalezneme asi šest dómů! Je to skutečně nádherná podívaná, abychom je ale viděli všechny, musíme počkat, až se dlouhé stíny horských masívů zkrátí natolik, že budou viditelné i dómy nacházející se těsně u úpatí masivů.

Naše rozsáhlá prohlídka terminátoru však tímto nekončí. Přesuneme se teď na jih, kde narazíme na kráter Lansberg a Montes Riphaeus. Mezi těmito dvěma útvary nalezneme dva světlé malé krátery. Ten západnější (Lansberg D) sousedí na jihu se skupinkou zvláštních útvarů. Nebylo by zde asi správné použít označení dómy, protože se jim podobají jen v malých dalekohledech. Chápejme je tedy spíše jako jakýsi mezičlánek mezi mořskými hřbety a dómy. To ale nic nemění na



Na těchto dvou kresbách jsou zachyceny v detailu dómy Arago Beta a Alfa. Obě kresby byly pořízeny za mimořádně kvalitního obrazu v noci z 27. na 28. října 1991 stejným dalekohledem a při stejném zvětšení jako u předcházející kresby. Kresby zachycují měsíční krajinu s rozlohou 20×30 km.

tom, že jejich vzhled je při šikmém osvětlení stejně okouzlující, jako pohled na typické dómy.

Jestliže se v tuto noc vypravíme ještě více na jih a budeme-li mít trochu štěstí (v kvalitě obrazu), spatříme na rozhraní Mare Humorum a Mare Nubium síť paralelních brázd, které dokáží vyrazit dech. Navíc, východně od nich nalezneme zatopený kráter Kies, kterého věrně doprovází na jeho jihozápadním okraji malý dóm Kies Pi.

I když jsme ještě zdaleka nevyčerpali všechny dómy, které můžeme 2 až 3 dny po první čtvrti uvidět, počkejme na zítřejší večer. Pokud se totiž v tento večer vydáme dalekohledem od Zálivu duh (Sinus Iridium) podél severního okraje Moře dešťů k západu, máme šanci spatřit krásnou "lentilku". Přesně takto se totiž dá popsat vzhled velkého dómu Gruithuisen Gamma. V menších dalekohledech nebo při nekvalitním obrazu možná nabydete dojmu, že vidíte dómy tři. Je to však klam: zbývající dva útvary jsou ve skutečnosti hory s podobnými rozměry jako Gamma Gruithuisen. Pokud bude identifikace nejistá, pomůže vám skutečnost, že náš dóm je ze všech tří útvarů nejsvětlejší – to je u dómů nezvyklé. Pro jeho obhajobu je ale třeba podotknout, že má na svém vrcholku kráterovou jamku, takže můžeme označit Mons Gruithuisen za jakýsi dóm-deviant.

Prohlídku nejvýraznějších měsíčních dómů zakončíme opravdu velkolepě. Dva dny před úplňkem totiž kolem kráteru Marius (poměrně velký kráter v Oceánu bouří) spatříme asi 50 dómů! Je to nejpočetnější pole dómů, které můžeme na Měsíci vidět. Jejich prohlídka opravdu stojí za to, i když jsou vlivem své polohy (u okraje měsíčního disku) značne zkresleny.

Tak jsme si tedy prohlédli ty nejvýraznější lunární dómy od 4 dnů po novu až skoro k úplňku. Tím však prohlídka neskončí, protože všechny dómy, které jsme pozorovali ve světle vycházejícího Slunce (před úplňkem) můžeme pozorovat i ve světle Slunce zapadajícího (po úplňku), což je velmi zajímavé, neboť krajina se vlivem jiného osvětlení jeví úplně jinak. Je rovněž absurdní, aby celý měsíc bylo hezky. Naše prohlídka měsíčních dómu se tedy může protáhnout až na několik měsíců, nebo ještě déle[4].

Pavel Gabzdyl

Poznámky:

[1] Moře, latinsky mare, jsou tmavé plochy na Měsíci, viditelné i pouhým okem. Vznikli při dopadu velkých meteoritů, které vyhloubily hluboké "nálevky", později zaplavené čedičovým magmatem. Utuhlé magma je tmavší než okolní měsíční terén, proto se nám tyto plochy jeví tmavší.

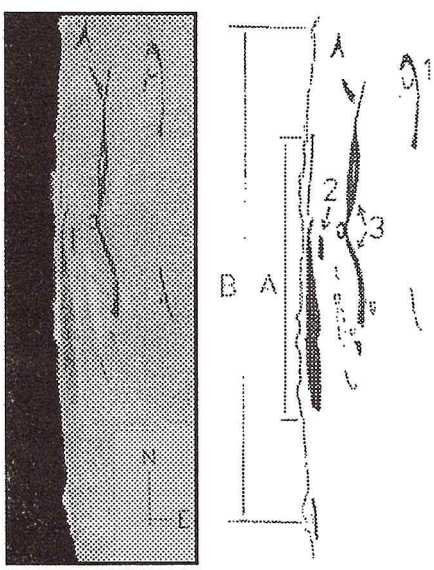
[2] Miniaturní jsou tyto jamky pouze při pohledu ze Země. Pokud se totiž podíváme na známý velký kráter v Arizoně, začneme o tom, zda je u rozměrově podobných útvarů na Měsíci vhodný název "jamky", ihned pochybovat.

[3] Vhodná je např. Mapa přivrácené strany Měsíce od Antonína Rükla, která stojí 14,- Kčs a je k dostání na mnohých hvězdárnách.

[4] Jestliže vás pozorování těchto útvarů zaujalo, mohu vám za čtyři korunové známky zaslat seznam 50 lunárních dómů i s jejich souřadnicemi. Kdo zašle svá pozorování, bude mít seznam zdarma.

Profil dómu. Měřítko v pravém horním rohu má délku 3 km.

Mare orientale



A - Mare Orientale
B - vrcholky Montes Rook
1 - Lacus Autumni, 2 - kráter Kopff,
3 - Lacus Veris

Před 4 miliardami let, když končilo období intenzivního bombardování kosmickými tělesy, vyrývajícími "jizvy" do našeho Měsíce i do jiných těles sluneční soustavy, dostal Měsíc pořádnou ránu od planetky průměru asi 4 km. Tato katastrofa vytvořila jeden z nejznámějších měsíčních útvarů, nachazejících se těsně u okraje měsíčního disku a viditelných jen při vhodných libracích – Mare Orientale.

Východní moře je kotlina vyplněná utuhlým magmatem o průměru asi 300 km, která je jen částí celého komplexu útvarů vytvořených dopadem planetky. Toto kruhovité moře totiž obklopují dvě pohoří (Montes Rook a Cordillera), která tvoří jakýsi dvojitý val tohoto gigantického kráteru, jehož střed se nachází právě v Mare Orientale. Obě pohoří můžeme vidět jako soustavy nerovností na okraji měsíčního disku. V tomto případě jsou fenoménem zejména Kordilery, jejichž vrcholky porušující kruhovitost našeho nejbližšího souseda jsou viditelné i při dvánáctinásobném zvětšení!

Velmi výrazné (a to i při menších libracích) jsou tmavé skvrny, nacházející se na vnitřních stranách obou pohoří. U Rookova je to Lacus Veris (Jarní jezero) a u Kordiler méně rozlehlé Lacus Autumni (Podzimní jezero). Dalším svědkem této katastrofy je velké množství radiálních údolí, rozbíhajících se od Mare Orientale do gigantických vzdáleností. Mezi ty nejvýraznější patří na přivrácené straně Měsíce Valis Bouvard a Valis Inghirami, které je však velmi těžké rozeznat.

Mimořádné hodnoty dosáhla librace v délce 21. srpna 1992 – 7,2°. To je hodnota velice vhodná pro pozorování Mare Orientale. Pořídil jsem v tom čase svým 11 cm Newtonem při zvětšení 169x přiloženou kresbu. Už dva dny po libraci ale bylo Mare Orientale viditelné jenom ve velice těžko, avšak právě tuto noc byly zřetelné účinky katastrofy, která se zde odehrála v dávné minulosti, neboť na okraji měsíčního disku byly viditelné vedle sebe jak nerovnosti Rookova pohoří a Kordiler, tak i nerovnosti na okrajích samotného Mare Orientale.

Východní moře ale zdaleka není jediným měsíčním útvarem, který si s námi hraje na schovávanou. Stačí dobrá mapa a znalost hodnoty librace, a můžeme pozorovat i jiné takto vzácně pozorovatelné útvary.

Pavel Gabzdyl

Obloha v kalendári

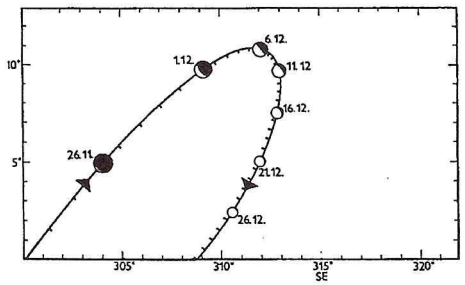
október
november

Všetky časové údaje sú v SEČ

Október a november sú tentoraz na pekné úkazy, konjunkcie, jasné planéty, planétky či meteory naozaj bohaté. Okrem ďalekého Pluta pri troche námahy môžeme zazrieť každú zo siedmich zvyšných planét, pri troche šťastia tri zaujímavé planétky, z ktorých jedna dokonca zakryje o málo jasnejšiu hviezdičku, a pri troche odvahy a otužilosti tri výdatné meteorické roje, z ktorých pri jednom hádam uvidíme ak nie dážď, tak aspoň meteorické mrholenie, aké nám predviedli 11. augusta za večerného súmraku nádherné Perzeidy. Ak k tomuto zoznamu večerných a nočných zaujímavostí pridáme ešte množstvo maxím a miním premenných hviezd a plnú oblohu vzdialených hviezdnych ostrovčekov, je jasné, že náruživý astronóm sa nudiť v priebehu nasledujúcich dvoch mesiacov rozhodne nebude. Len aby vydržalo to počasie...

Planéty

Merkúr síce absolvuje koncom októbra najväčšiu východnú elongáciu, tá je však taká nepriaznivá, že si na túto planétu budeme musieť počkať až do konca novembra, keď sa Merkúr opäť začne šplhať vyššie nad ranný obzor. Najväčšiu západnú elongáciu síce dosiahne až 9.12. o 15^h, vyššie ako 5° nad juhovýchodným obzorom pred východom Slnka však bude už od 26. novembra. Najlepšie podmienky na hľadanie planéty budú okolo siedmej ráno, čo už ani nie je tak skoro.



Merkúr na rannej oblohe o 7^h10^m SEČ v čase od 20.11. do konca roka.

Venuša konečne zapadá viac ako hodinu po Slnku a pomaly sa z nej stáva ozajstná Večernica, hoci v plnom lesku ju uvidíme až po Novom roku. Zatiaľ sa na večernej oblohe po západe Slnka pohybuje 4—7° nad obzorom a vo väčších ďalekohľadom môžeme pekne sledovať zväčšovanie jej uhlového priemeru a jasnosti sprevádzané zmenšovaním fázy. Planéta dosiahne 25.11. najväčšiu južnú šírku — práve preto sa tak dlho nevie odpútať od Slnka. Venuša sa 27.11. zúčastní najkrajšieho jesenného zoskupenia planét, ktoré však bude zreteľné len v ďalekohľadoch, pretože Urán a Neptún sú len slabými hviezdičkami. Každopádne konjunkcia s Mesiacom, ktorá do tohto stretnutia pekne zapadá, bude na jasnej podvečernej oblohe istotne veľmi fotogenická.

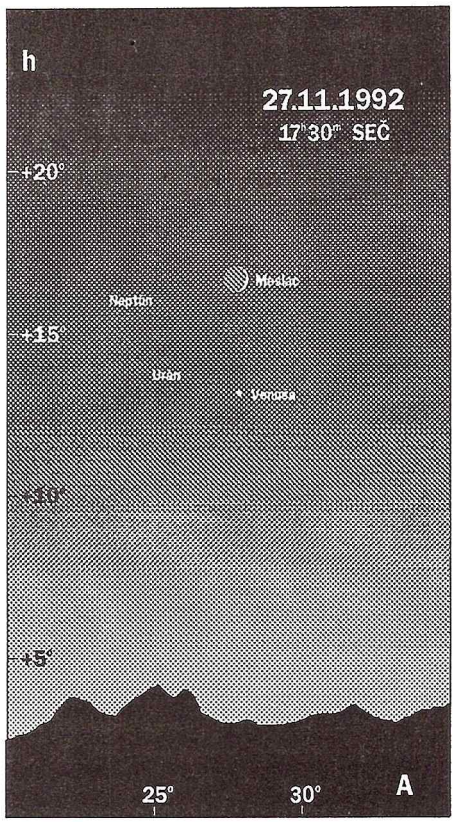
Mars prekročí 23.11. hranice súhvezdia Blížencov a vstúpi do Raka, kde urobí svoju obľúbenú sľučku — v zastávke bude 29.11. Červená planéta sa blíži do vhodnej (z hľadiska "severského" pozorovateľa) januárovej opozície, ktorej predohru môžeme sledovať už v nasledujúcich mesiacoch. Mars vychádza pred polnocou a posúva sa čoraz viac na večernú oblohu. Jeho jasnosť počas dvoch mesiacov vzrastie z +0,3 na $-0,8^m$ a priemer kotúčika planéty dosiahne koncom novembra necelých 13". V budúcom čísle prinesieme náčrt pozorovacej kampane Mars '93.

Jupiter bol síce ešte celkom nedávno v konjunkcii so Slnkom, od polovice októbra ho ale budeme môcť zazrieť už na rannej oblohe. Vďaka veľkému uhlu, ktorý na jeseň zviera ekliptika s východným obzorom, prevezme na seba Jupiter v súhvezdí Panny rolu slabšej ($-1,7^m$) Zorničky. Pri dobrých pozorovacích podmienkach by malo byť možné sledovať konjunkciu Jupitera s Mesiacom, ktorá nastane 24.10. hodinu po polnoci. Ráno bude Jupiter asi 8° severne od staručkého kosáčika Mesiaca.

Saturn je stále na večernej oblohe, kde v súhvezdí Kozorožca svieti ako hviezda $+0,6^m$. Planéta sa od Zeme vzďaľuje a podmienky na jej sledovanie sú čoraz horšie, labuťou piesňou by však mala byť konjunkcia Saturna s Mesiacom 2.11. o 17^h, počas ktorej bude Saturn necelých 5 a pol stupňa južne od Mesiaca. Je to posledná príležitosť získať peknú podobenku planéty aj so zaujímavým okolím, pretože na dlhé štyri mesiace sa opäť stratí v lúčoch Slnka.

Urán a **Neptún** sa pohybujú stále súhvezdím Strelca, čo samo osebe znemožňuje v túto ročnú dobu pomýšľať na akékoľvek serióznejšie pozorovania. Jasnosť planét (+5,8, resp. $+7,9^m$) je v takej výške nad obzorom natoľko nízka, že ani trojstretnutie s Venušou a Mesiacom 27.11. nebudeme môcť náležite vychutnať. Šesť konjunkcií týchto planét s Mesiacom môžeme preto smelo označiť nálepkou "platonické", pretože pozorovanie či nebodaj fotografovanie do úvahy zrejme neprichádza.

Pluto dosiahne 15.11. o 1^h konjunkciu so Slnkom, uvídíme (?) ho teda až na jar.



Konjunkcia Venuše s Mesiacom večer 27.11. bude stáť istotne zato. Majitelia väčších ďalekohľadov však môžu hľadať aj Urán a Neptún — to sú tie slabučké bodky.

Planétky

Z najväčších planétok sa do opozície blíži **(3) Juno**, ktorá je dosť jasná na to, aby sme ju v súhvezdí Jednorožca bez problémov našli a sledovali zmeny jej jasnosti. Do opozície sa blíži aj pomerne jasná **(18) Melpomene**, ktorú nájdete podľa pripojenej efemeridy v súhvezdí Malého psa.

V novembri sa dostanú do opozície dve planétky, ktoré by mali byť jasnejšie než $+10,0^m$ — 9.11. v súhvezdí Eridanus planétka **(164) Eva** a 11.11. v súhvezdí Býka **(39) Laetitia**, ktorá ale v polovici novembra prejde do Veľryby. Ani jedna zo spomínaných planétok však nebude natoľko jasná, aby jej pozorovanie prinieslo nejaký významnejší úžitok. Efemeridu všetkých štyroch asteroidov uvádzame v tabuľke.

Meteory

Ráno 8. októbra tesne pred východom Slnka by sme mohli byť svedkami menšieho meteorického dažďa či aspoň spŕšky meteorov z roja **Drakoníd**. Mesiac krátko pred splnom by mal už zapadať, takže nič nebude rušiť napäté očakávanie. Astronómovia predpokladajú, že tohoročný návrat tohto dažďového roja bude veľmi silný, pretože jeho materská kométa Giacobini-Zinner prešla v apríli 1992 perihéliom a jej dráha prebieha len 0,0383 as-

dátum	$\alpha_{2000,0}$ h m	$\delta_{2000,0}$ ° '
(3) Juno		
5.10.	6 17,9	7 47
10.10.	6 24,1	7 04
15.10.	6 29,8	6 20
20.10.	6 34,7	5 35
25.10.	6 39,0	4 50
30.10.	6 42,5	4 05
4.11.	6 45,2	3 20
9.11.	6 47,0	2 38
14.11.	6 48,0	1 57
19.11.	6 48,1	1 20
24.11.	6 47,4	0 47
29.11.	6 45,7	0 19
(18) Melpomene		
14.11.	7 51,2	8 24
19.11.	7 52,7	8 08
24.11.	7 53,3	7 56
29.11.	7 53,0	7 48
(39) Laetitia		
10.10.	3 45,4	5 22
15.10.	3 43,6	4 47
20.10.	3 41,1	4 13
25.10.	3 38,1	3 39
30.10.	3 34,5	3 07
4.11.	3 30,6	2 37
9.11.	3 26,5	2 11
14.11.	3 22,2	1 49
19.11.	3 18,0	1 31
24.11.	3 13,9	1 18
29.11.	3 10,2	1 11
(164) Eva		
20.10.	3 55,9	-12 23
25.10.	3 50,6	-11 39
30.10.	3 44,6	-10 45
4.11.	3 37,9	- 9 41
9.11.	3 30,9	- 8 26
14.11.	3 23,9	- 7 03
19.11.	3 17,1	- 5 31

tronomickej jednotky od dráhy Zeme. V prípade, že Zem prechádza uzlom kometárnej dráhy krátko po kométe, je podľa odborníkov pravdepodobnosť bohatého návratu veľmi vysoká. Tento rok dokonca očakávajú, že by intenzita roja v špičke aktivity mala prekonať veľmi silné návraty z rokov 1985 a 1991. Uvidíme...

Orionidy, roj kométy Halley, majú síce maximum v denných hodinách 21. októbra (okolo 10. doobeda), ich maximum je však pomerne ploché a frekvenčná krivka natoľko zložitá, že táto skutočnosť prakticky nezaváži. Mesiac je 4 dni pred novom, takže v čase od 15. do 25.10. by mohli lovci meteorov získať naozaj slušný úlovok.

Do aktivity predchádzajúceho roja sa väčšinou zamiešajú meteory z prúdu **ε-Geminidy**, ktorý máva maximum o deň skôr. Ak sa ale medzi 14. a 27. októbrom budeme dívať medzi radianty týchto rojov, krátke a jasné meteory budú vylietavať proti sebe, takže ich ľahko odlíšime.

Tauridy ako výrazne bolidový roj s nízkou frekvenciou sú veľmi rozplizlé a zväčša bývajú sledované fotograficky. **Leonidy** s maximom v ranných hodinách 17. novembra začnú pomaly zvyšovať svoju aktivitu, v závislosti od toho, ako sa bude k Slnku približovať ich materská kométa. Maximum ich aktivity, očakávaný meteorický dážď, by malo nastať v roku 1998 alebo 1999, sledovať ich však možno už tento rok. Mesiac bude v čase maxima v tretej štvrti.

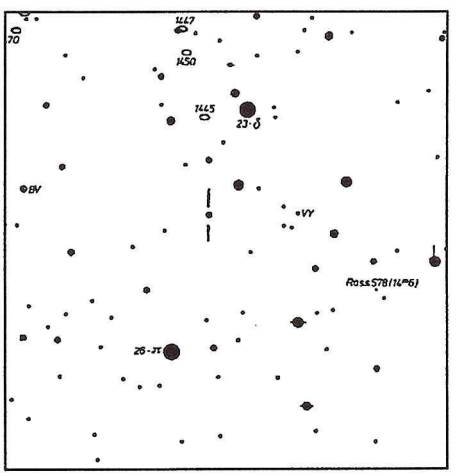
Kométy

Tento odstavec píšeme vlastne iba zo zvyku a preto, aby sme nič neopomenuli. Kométy nie sú na obzore žiadne, ak ovšem nerátame slabučkú **P/Singer-Brewster 1992e**, ktorú ešte pred očakávaným návratom do perihélia (27.10.) našiel 1.4. J. V. Scoti pomocou Spacewatch na Kitt Peaku. Mala jasnosť $+20,4^m$... Ročenky pre poriadok uvádzajú, že v tomto období prejde perihéliom aj kométa **P/Spitaler**, tá však bola pozorovaná len pri objave roku 1890, odvtedy je stratená.

Zákryty

Na prekvapenie, v nasledujúcich dvoch mesiacoch nenastane žiadny zákryt dvojhviezdy Mesiacom a z hviezd jasnejších než $+5,0^m$ prekryje Mesiac len jedinú – 19.10. o 18^h01^m hviezdu **4 Sgr** (SAO 186 061) s jasnosťou $+4,76^m$.

Budeme však môcť čakať na zákryt hviezdy planétkou: 19.10. medzi 22^{25} a 22^{45} prejde planétka **(164) Eva** (priemer 110 km, jasnosť $+10,8^m$) popred hviezdu **PPM 515 956** s jasnosťou $+8,5^m$. Zákryt sa udeje vo výške 24° nad obzorom, rozdiel jasností bude 2,4 magnitúdy a celé to krásne divadlo by mohlo trvať až 11 sekúnd. Či sú predpovede presné a či tieň široký tých 110 km prejde aj cez vaše stanovište, o tom sa už budete musieť presvedčiť sami. Pozorovania (aj spoľahlivo negatívne) radi uverejníme.



Okolie hviezdy PPM 515 956, ktorú 19.10. okolo 2235 SEČ zakryje planétka (164) Eva. Stred mapky o hrane 4,4 stupňa má súradnice -11°, 3^h44^m (Eridanus).

Premenné hviezdy

Až tridsaťpäť extrémov vo svetelných krivkách premenných hviezd, ktoré pravidelne v tejto rubrike sledujeme, pripadá na október a november. Väčšiu polovicu (18) tvoria maximá dlhoperiodických premenných, menšia (17) pripadá na minimá krátkoperiodických, či už zákrytových, alebo cefeíd.

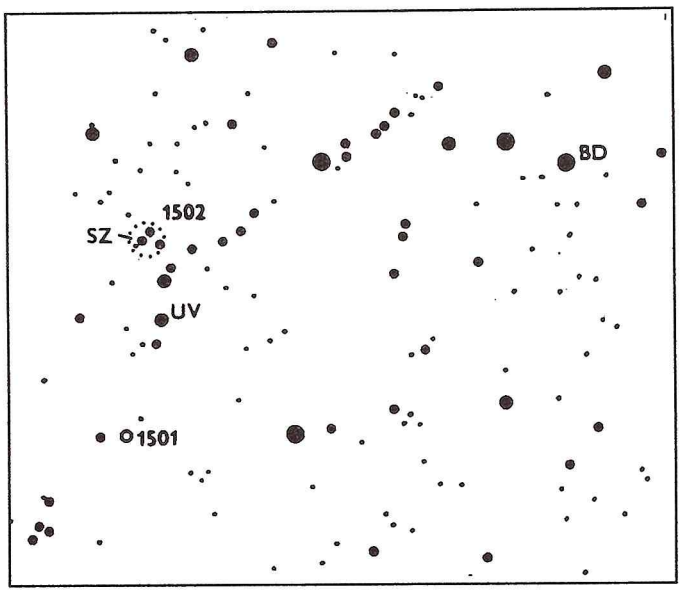
Upozorniť by sme hádam mohli na dlhoperiodickú **U Ori**, ktorá je v maxime viditeľná (hoci slabo) aj voľným okom, a **V CVn**, ktorá má amplitúdu zmien iba dve magnitúdy, takže počas 192 dní môžeme ľahko sledovať celú jej svetelnú krivku. Medzi minimami cefeíd po prvý raz tento rok objavíte dve premenné, **η Agl** a **ζ Gem**, ktoré sú viditeľné počas celej svetelnej krivky aj voľným okom. Amplitúda **ζ Gem** je však iba $0,52^m$, čo je práve tak na hranici sledovateľnosti.

Nočná obloha

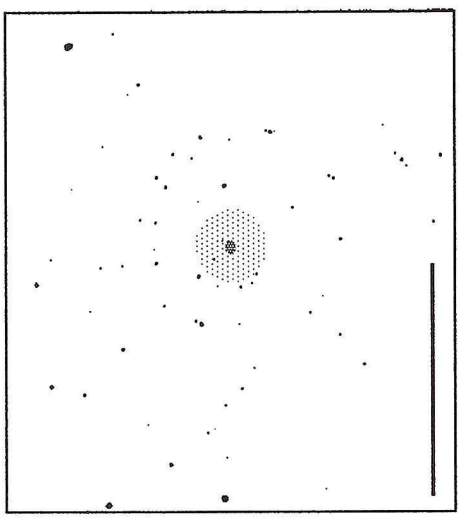
Medzi najnápadnejšie objekty nočnej oblohy, ktoré sa v tomto čase nachádzajú nad južným obzorom, rozhodne patrí dvojica otvorených hviezdokôp v súhvezdí Perzea s označením χ a h. Obidve spolu zbadáte ako oválny hmlistý oblak s dvomi zjasneniami aj bez ďalekohľadu. Ich ozajstnú krásu, veľké množstvo jasných hviezd, vám potom ukáže aj obyčajný triéder.

V tejto oblasti oblohy je vôbec veľké množstvo objektov, ktoré uvidíte bez akéhokoľvek vybavenia a ktoré vyniknú už v tých najmenších prístrojoch. Predovšetkým sa jedná o známu galaxiu **M 31** v Andromédе, ktorá je viditeľná už pri medznej hviezdnej veľkosti okolo 4,5 magnitúdy ako oválny hmlistý oblak (plameň sviečky) s veľkosťou asi troch stupňov. Asi dva stupne nad betou Trojuholníka (už ale v Andromédе) býva viditeľná otvorená hviezdokopa **NGC 752** a približne uprostred medzi Algolom a gammou Andromédy **M 34**. O **Plejádach** a **Hyádach** sa snáď zmieňovať nemusíme. Pri naozaj dobrých pozorovacích podmienkach sa ale môžete pokúsiť voľným okom zbadať aj galaxiu **M 33** v súhvezdí Trojuholník.

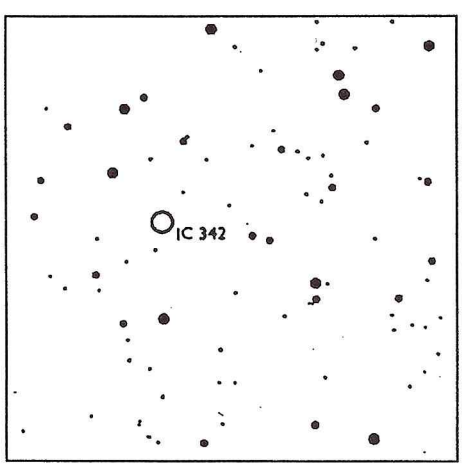
Vráťme sa ale naspäť k **χ a h Persei**. Vezmite si triéder a putujte od nich smerom na severovýchod. Neprejdete ani tri stupne a do oka vám padne zoskupenie slabších hviezd veľkosti asi dvoch mesačných priemerov v tvare hrušky či pohára na víno. To je hviezdokopa



Asi 1,5 stupňa južne od NGC 1502 sa nachádza planetárna hmlovina NGC 1501. Pri dobrých pozorovacích podmienkach je viditeľná Sometom binar ako rozostrená hviezda bez stelárneho jadra. Na snímkach väčšími ďalekohľadmi potom pripomína kvetinu.



Kresba IC 342, ktorú zhotovil pri pozorovaní Sometom binar 25×100 v noci z 13. na 14. septembra 1991 v čase od 23^{40} do 0^{10} UT pri mhv $6{,}2^{m}$ Jiří Dušek. Sever je hore, západ vpravo, úsečka pri pravom okraji má uhlovú dĺžku približne jeden stupeň. Pre porovnanie i ľahšie nájdenie uvádzame mapku blízkeho hviezdneho okolia (jej výška je 4 stupne).



Stock 2. O kúsok ďalej, v miestach so súradnicami $\alpha=3^{h}12^{m}$, $\delta=60°$ potom môžete zbadať ďalšiu hviezdokopu rovnakého značenia, ale s vyšším číslom — **Stock 23.** Je podivuhodné, že na túto nápadnú kopu, obsahujúcu asi desať hviezd 7. a 8. veľkosti na ploche desiatich uhlových minút, sa tak zabúda (nie je vyznačená ani v Atlase Coeli) a že nemá iné, "normálnejšie" označenie (messierovské či NGC číslo). Chvíľu sa na ňu pozerajte, skúste ju trebárs nakresliť, a potom pokračujte ďalej. Posuňte sa v rektascenzii približne o dvanásť stupňov a v deklinácii asi o dva a do zorného poľa sa vám dostane **"Zlatá harfa"**. Takéto meno dostala podľa svojho tvaru hviezdokopa **NGC 1502.** V Sometе binar 25×100 tu uvidíte asi dva tucty celkom jasných hviezd. Ak máte k dispozícii väčší prístroj, prezrite si ju aj ním. Pri vhodne zvolenom zväčšení vám ukáže, že NGC 1502 obsahuje dve nápadné dvojhviezdy. Σ 485, ktorej jasnejšia zložka je navyše zákrytovou dvojhviezdou s amplitúdou svetelných zmien asi $0{,}3^{m}$, sa nachádza na východnom okraji, Σ 484 (obe zložky asi 9. magnitúdy sú od seba vzdialené asi 5 uhlových sekúnd v pozičnom uhle 130 stupňov) je potom na okraji západnom.

Zoberte si opäť triéder a pozorne sa zadívajte do jej okolia. Celkom určite vám neunikne retiazka rôzne jasných hviezd; začína pod kopou a tiahne sa smerom na severozápad. Tomu sa hovorí **Kemblova kaskáda.**

Ako si tak skáčeme po oblohe, dostali sme sa až do pomerne neznámeho súhvezdia (zrejme preto, že neobsahuje žiadne nápadné hviezdy) Žirafy, Camelopardalis. Tá má pre nás na dnes prichystané ešte jedno prekvapenie. Jedná sa o galaxiu **IC 342** (pozri kresbu a mapku). Je na nej zaujímavé to, že bola objavená iba nedávno, roku 1890 W. F. Danningom. Preto sa už nedostala do katalógu NGC a musí sa uspokojiť s číslom v IC. Zbadať ju dá trochu problémy, hoci patrí medzi blízke galaxie a je uhlovo veľká (asi štvrť stupňa) — má tú smolu, že sa nachádza iba desať stupňov od galaktického rovníka a jej svetlo teda značne zoslabuje prach našej Galaxie. Preto majú na jej zbadanie veľký vplyv pozorovacie podmienky. Keď však počasie povolí, je na čo sa pozerať.

Na záver sme si nechali jednu lahôdku — galaxiu **NGC 253.** Somet binar 25×100 ukáže na prvý pohľad nápadné kruhové jadro v blízkosti hviezd asi 9. veľkosti a okolo neho pretiahnuté difúzne okolie. Celkom určite patrí medzi najjasnejšie galaxie. Má to však jeden háčik: NGC 253 sa totiž nachádza v súhvezdí Sochára (Sculptor) a má deklináciu -26°.

Roman Piffl, Jiří Dušek

Jedna z najjasnejších galaxií na oblohe sa nachádza v súhvezdí sochára — NGC 253.

Kalendár úkazov

dátum	čas	úkaz
2.10.	18^h01^m	zákryt hviezdy **4 Sgr** (+4,76^m) Mesiacom
2.10.		maximum **S Hya** (A=7,2−13,3 mag., P=257^d)
3.10.	23^h	**Urán** v konjunkcii s Mesiacom, Urán 2,1° južne
4.10.	3^h	**Neptún** v konjunkcii s Mesiacom, Neptún 1,2° južne
6.10.	4^h15^m	minimum **ζ Gem** (A=3,62−4,18 mag., P=10,15073^d)
6.10.	9^h	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 5,1° južne
8.10.	7^h	maximum aktivity meteorického roja **Drakonidy**
9.10.	3^h01^m	minimum **β Per** (A=2,13−3,40 mag., P=2,86732442^d)
9.10.		maximum **S CMi** (A=6,6−13,2 mag., P=333^d)
10.10.	22^h48^m	minimum **δ Cep** (A=3,48−4,37 mag., P=5,366341^d)
11.10.	19^h03^m	**spln** Mesiaca
11.10.	23^h50^m	minimum **β Per**
13.10.	21^h31^m	minimum **η Aql** (A=3,48−4,39 mag., P=7,176641^d)
14.10.	20^h39^m	minimum **β Per**
16.10.	5^h	**Saturn** v zastávke, začína sa pohybovať priamo
16.10.		maximum **R Lep** (A=5,5−11,7 mag., P=427^d)
16.10.		maximum **R Oph** (A=7,0−13,8 mag., P=307^d)
18.10.	16^h	**Mars** v konjunkcii s Mesiacom, Mars 3,1° severne
19.10.	21^h35^m	zákryt hviezdy **PPM 515 956** (+8,5^m) planétkou (164) Eva
20.10.		maximum aktivity meteorického roja **ε-Geminidy**
21.10.	10^h	maximum aktivity meteorického roja **Orionidy**
21.10.		maximum **V CVn** (A=6,52−8,56 mag., P=192^d)
24.10.	1^h	**Jupiter** v konjunkcii s Mesiacom, Jupiter 6,7° severne
25.10.	21^h34^m	**nov** Mesiaca
25.10.		maximum **S UMa** (A=7,4−12,3 mag., P=226^d)
27.10.	1^h10^m	minimum **δ Cep**
27.10.	6^h	kométa **P/Singer-Brewster 1992e** v perihéliu (max. jasnosť +17,7m)
27.10.	8^h	**Venuša** v konjunkcii s Antaresom, α Sco 3,2° južne
28.10.	16^h	**Venuša** v konjunkcii s Mesiacom, Venuša 0,4° južne
29.10.	4^h44^m	minimum **β Per**
31.10.	8^h	**Urán** v konjunkcii s Mesiacom, Urán 2,4° južne
31.10.	11^h	**Neptún** v konjunkcii s Mesiacom, Neptún 1,4° južne
31.10.	17^h	**Merkúr** v najväčšej východnej elongácii (24° od Slnka, nepozorovateľný)
31.10.		maximum **S CrB** (A=5,8−14,1 mag., P=360^d)
31.10.		maximum **R Tri** (A=9,5−12,6 mag., P=266^d)
31.10.		maximum **V Cnc** (A=7,5−13,9 mag., P=272^d)
1.11.	1^h33^m	minimum **β Per**
1.11.		maximum **RS Her** (A=7,0−13,0 mag., P=220^d)
2.11.	17^h	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 5,3° južne
3.11.	22^h22^m	minimum **β Per**
4.11.	21^h	**Mars** v konjunkcii s Polluxom, Mars 5,3° južne
5.11.		maximum **R Cnc** (A=6,1−11,8 mag., P=362^d)
6.11.	18^h45^m	minimum **δ Cep**
6.11.	19^h10^m	minimum **β Per**
8.11.		maximum **V Oph** (A=7,3−11,6 mag., P=297^d)
8.11.		maximum **T Her** (A=6,8−13,7 mag., P=165^d)
9.11.		planétka **(164) Eva** v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +9,9^m)
10.11.	10^h20^m	**spln** Mesiaca
10.11.		maximum **U Ori** (A=4,8−13,0 mag., P=368^d)
11.11.		planétka **(39) Laetitia** v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +9,6^m)
15.11.	1^h	**Pluto** v konjunkcii so Slnkom
15.11.	13^h	**Mars** v konjunkcii s Mesiacom, Mars 5,0° severne
17.11.	7^h	maximum aktivity meteorického roja **Leonidy**
17.11.		maximum **U Cet** (A=6,8−13,4 mag., P=235^d)
18.11.	18^h43^m	minimum **η Aql**
20.11.	17^h	**Jupiter** v konjunkcii s Mesiacom, Jupiter 6,7° severne
21.11.	3^h15^m	minimum **β Per**
21.11.	23^h	**Merkúr** v dolnej konjunkcii so Slnkom
22.11.	21^h08^m	minimum **δ Cep**
23.11.		maximum **R UMa** (A=6,7−13,4 mag., P=302^d)
24.11.	0^h04^m	minimum **β Per**
24.11.	10^h11^m	**nov** Mesiaca
25.11.		**Venuša** dosiahla najväčšiu južnú šírku
25.11.		maximum **V Cas** (A=6,9−13,4 mag., P=229^d)
26.11.	12^h	**Venuša** v konjunkcii s Uránom, Venuša 1,9° južne
26.11.	20^h53^m	minimum **β Per**
27.11.	14^h	**Venuša** v konjunkcii s Neptúnom, Venuša 3,0° južne
27.11.	19^h	**Urán** v konjunkcii s Mesiacom, Urán 2,6° južne
27.11.	22^h	**Venuša** v konjunkcii s Mesiacom, Venuša 4,7° južne
27.11.	22^h	**Neptún** v konjunkcii s Mesiacom, Neptún 1,6° južne
27.11.		maximum **R Dra** (A=6,7−13,2 mag., P=246^d)
29.11.	17^h	**Mars** stacionárny, začína sa pohybovať spätne
30.11.	4^h	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 5,5° južne

O vzdelávaní v astronómii

VII. celoštátna konferencia o astronomickom vzdelávaní sa konala v priestoroch nového brnenského planetária v dňoch 30.6.—3.7.1992. Usporiadali ju Hvezdáreň a planetárium M. Koperníka v Brne, Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity Brno a pedagogická sekcia Českej astronomickej spoločnosti pri ČAV, na príprave podujatia sa spolupodieľali aj Astronomick ústav Karlovej univerzity Praha, Katedra astronómie a astrofyziky Matematicko-fyzikálnej fakulty Komenského univerzity Bratislava a pedagogická komisia Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV.

Konferencie sa zúčastnilo okolo 60 astronómov, učiteľov a pracovníkov planetárií z ČSFR, Poľska, Bulharska, Ruska a Nemecka. Hlavnou náplňou bolo postavenie astronómie v školskom vyučovaní, doplnkové vyučovanie astronómie na hvezdárňach a v planetáriách, vzdelávanie talentovanej mládeže a dospelých a popularizácia astronómie.

Na záver svojho jednania prijali účastníci konferencie uznesenie, v ktorom sa, okrem iného, konštatuje, že je potrebné zabezpečiť dostatočný rozsah a hĺbku výuky astronómie na všetkých typoch škôl a skvalitniť astronomickú prípravu budúcich učiteľov počas ich štúdia. Uznesenie obsahuje aj bod o využívaní hvezdární a planetárií školami a školskými inštitúciami pri doplnkovom vyučovaní a úlohy pre pedagogickú sekciu ČAS. Jednou z týchto úloh je aj tvorba astronomických relácií pre rozhlas a televíziu.

VIII. konferencia o astronomickom vzdelávaní by sa mala konať v Prahe roku 1995.

RNDr. Zdeněk Komárek

Grygar v Michalovciach

Po trojročnej prestávke opäť navštívil Michalovce a našu hvezdáreň známy popularizátor, RNDr. Jiří Grygar, CSc. V prednáške "Veda, viera, poznanie", ktorá sa konala U Saleziánov v Michalovciach, oboznámil vyše 220 poslucháčov s tým, ako je možné vhodne spájať prírodovedné poznatky s vierou i s niektorými filozoficko-astronomickými úvahami o vzniku vesmíru a človeka. Po prednáške nasledovala živá beseda, ktorá povrdila záujem ľudí o tieto "večné" otázky. Po besede na hvezdárni s jej pracovníkmi cesta dr. Grygara po Východnom Slovensku pokračovala cez Trebišov a Humenné do Košíc, kde tentoraz svoje východoslovenské prednáškové turné ukončil.

- zk -

INZERUJTE V KOZMOSE!
Drobná inzercia zadarmo!

Cena plošnej inzercie 20,- Kčs za cm², pri 4-farebnej tlači 100,- Kčs za cm².
Ponúkame neobmedzené možnosti grafického spracovania.
Inzeráty posielajte do redakcie časopisu Kozmos, inzertné oddelenie, Konventná 19, 811 03 Bratislava, telefón 07/314 133.

Predám paralaktickú vidlicovú montáž (Kozmos 3/90, s. 83). Rozpätie 300 mm, nosnosť 80 kg. Pohon jednosmerný 24 V, jemné pohyby v obidvoch osiach. František Michálek, Robotnícka 288/3-15, 017 01 Považská Bystrica.

Prodám knihy: J. Kleczek: Vesmír kolem nás (65,-), Astronomické ročenky 87, 88, 89, 90, 91 (á 10,-), Říše hvězd 84 - vázané (50,-), Kozmosy ročníky 1983-1988 - kompletní (140,-). Pavel Gabzdyl, Dlouhá 87/b, 736 01 Havířov-Bludovice.

Prodám šnekové kolo (věnec) s pastorkem, 320 zubů (mosaz) za 1.800,- Kčs, A. Michajlov: Zvjozdnyj atlas za 60,- Kčs a 3. vydání Marx, Pfau: Sternatlas za 60,- Kčs. Pavel Vála, Polní 354, 460 13 Liberec 12.

Prodám A. Bečvář: Atlas Australis 1950,0, Kosmické rozhledy (16 ks), svázané ŘH 81-87 a S. Hawking: Stručné dějiny času (slov.). Dr. St. Novotný, Husova 1389, 504 01 Nový Bydžov.

Predám kvalitný okulár Zeiss O-40 za 900,- vrátane poštovného. J. Brašeň, Lednické Rovne č. 46, 020 61.

Predám veľmi málo používaný zväčšovací prístroj OPEMUS 6. Cena 1.500,- Kčs. Peter Schönwiesner, Školská 23, 059 21 Svit.

Koupím knihu Kuzněcov: Od Galileiho po Einsteina, event. jinou astronom. a fyzik. literaturu, též angl. a ruskou. Ing. F. Macháček, Rooseveltova 94, 779 00 Olomouc.

Kúpim knihu S. Hawking: Stručná história času, prípadne iné knihy s kozmologickou tematikou. J. Milata, Vystrkov 1147/75, 957 01 Bánovce nad Bebravou.

Kúpim Binar 25×100 alebo 10×80 v dobrom stave, prípadne iný výkonnejší ďalekohľad. Prosím bližší popis. Peter Liška, Rozkvet 2029/53-23, 017 01 Považská Bystrica, tel. 0822/229 66.

Kúpim medzikrúžky a iné príslušenstvo na Praktica BX 20; Kozmos 3/1991 a 2/1992. P. Talian, Miškovecká 2, 040 11 Košice.

Hvězdárna na Vsetíně nabízí vybroušení astronomických zrcadel Newtonova typu do ∅ 250 mm. Podmínkou jsou vlastní skleněné kotouče. Informace podá dr. J. Procházka, Hvězdárna, 755 11 Vsetín, tel. 2210.

Kozmológia didakticky

Vedné oblasti vznikali a vznikajú tak, ako to človek v tom-ktorom období potrebuje, a diferenciácia sa už veky javí účelná. Málokto však pochybuje, že je to len zákonitostiam gnozeológie podriadená pomôcka a že nie vývoj postupoval podľa vedy, ale to ona hľadá cesty, ako ho "rozmenením na drobné" pochopiť v celom komplexe. Pre vedcov je integrovaný prístup k problematike (vývoj vesmíru je jednou z nich) samozrejmosťou, aj keď zväčša nezvládnuteľnou. Ale ten, kto do problémov ešte iba vniká, obyčajne nie je schopný prestať sa držať jedného hľadiska a vnímať jav vo viacerých rovinách zároveň. Skladanie do seba zapadajúcich poznatkov, z ktorých každý pramení inde, nastupuje až vo vyššom poznávacom štádiu, ku ktorému - priznajme - dospeje len málokto, aj keď predpoklady na to pôvodne bezosporu mal. Nuž, život je taký...

Presvedčenie, že integrované chápanie vesmírnej evolúcie možno napomôcť integrovaným podaním, bolo zaiste východiskom najnovšej knihy Júliusa Krempaského **Evolúcia vesmíru a prírodné vedy**, vydanej prednedávnom Slovenským pedagogickým nakladateľstvom. Podarilo sa mu tu zážívným až šťavnatým spôsobom podať najsubtílnejšie otázky kozmológie na úrovni dnešných poznatkov, ale súčasne na úrovni možností stredoškoláka. Pripomínam však: nie každého. Aj medzi najnadanejšími je len zopár schopných uvažovať globálne, bez postrehovania oných pomyselných hraníc, čo sme si zvykli klásť medzi "fyzikálne", "mikrofyzikálne", "chemické", "filozofické", "biologické" a pod.

Ale tých, čo takého prístupu schopní sú, nie je zasa až tak málo, aby si nezaslúžili túto knihu. Nájdu ju v domácom kníhkupectve v budove vydavateľstva; do ulíc sa nedostala. Ale to môže byť v dnešných časoch konjunktúry komerčnej literatúry to najlepšie odporúčanie...

PhDr. Anna Lackovičová

Vesmír v epoche žiarenia nevyzeral príliš vábivo. Keďže teplota sa pohybovala na úrovni mnohých tisícov kelvinov, každý bod v ňom žiaril ako naše Slnko. (...) Nebolo v ňom nič pozoruhodné ani povšimnutiahodné, pretože jedinou jeho náplňou bola riedka hmla, pozostávajúca prakticky len z atómov vodíka a hélia. Na konci éry žiarenia bol v každom cm^3 asi 10^9 častíc, t. j. o mnoho rádov menej, ako je to v našej atmosfére.

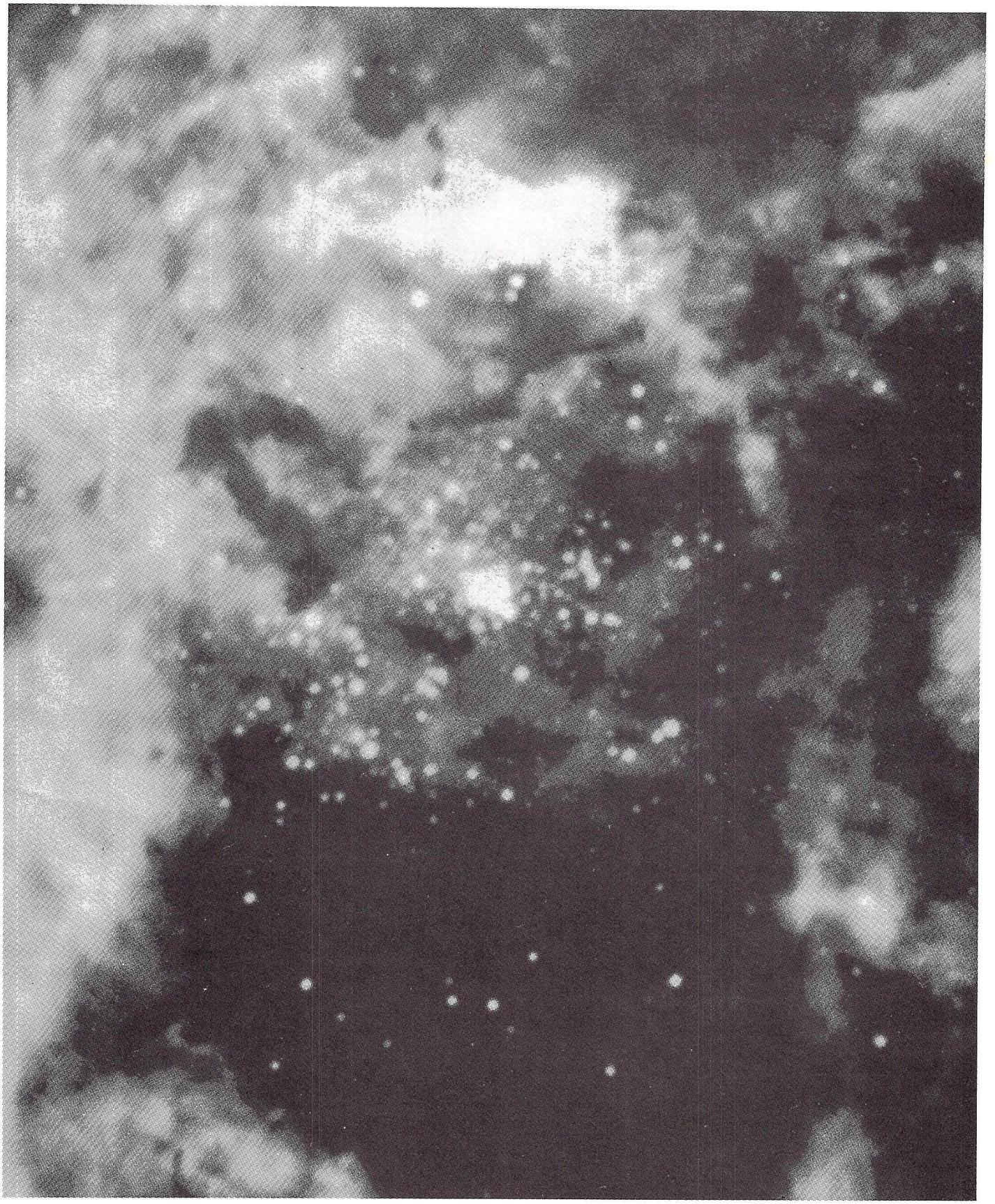
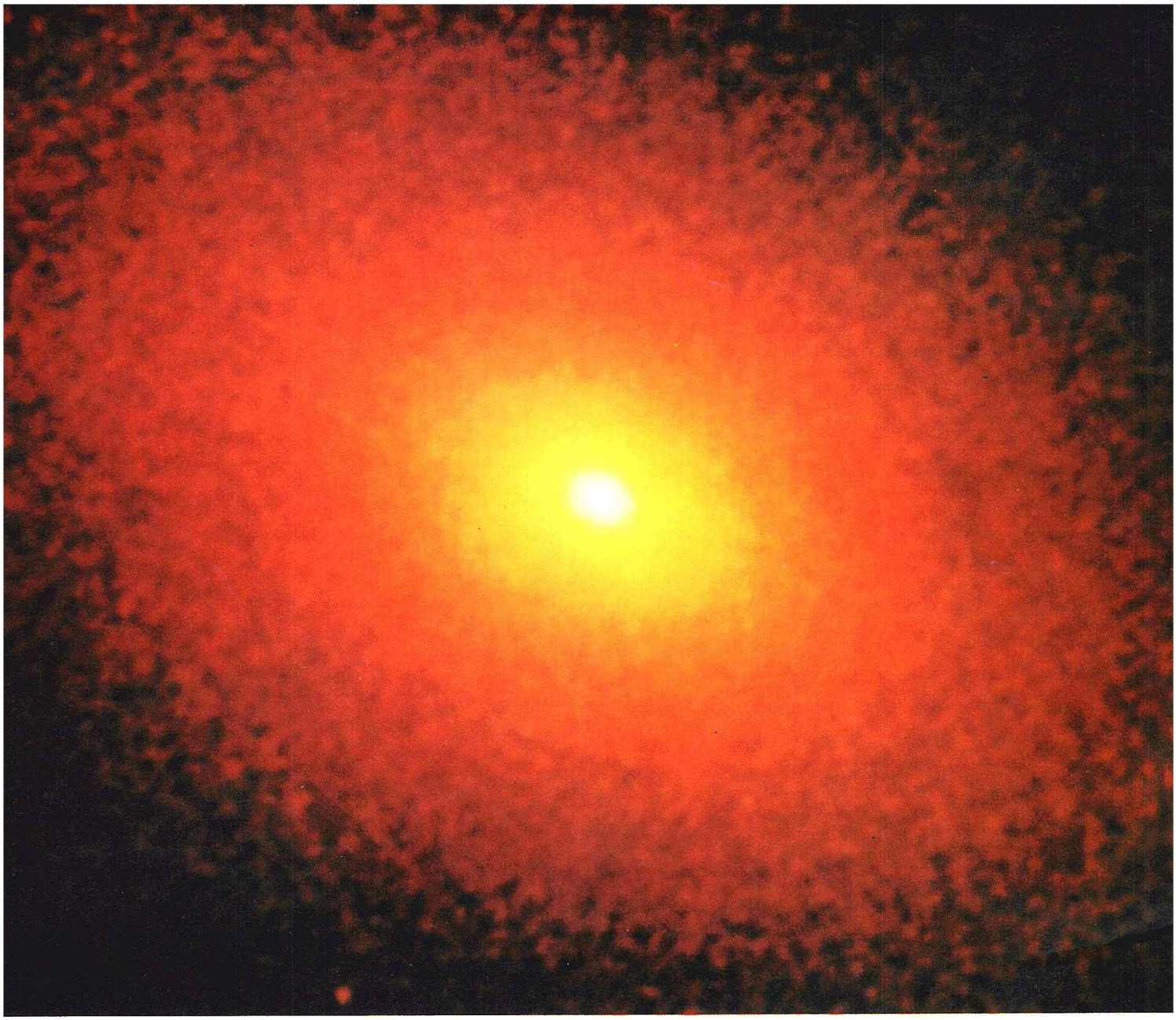
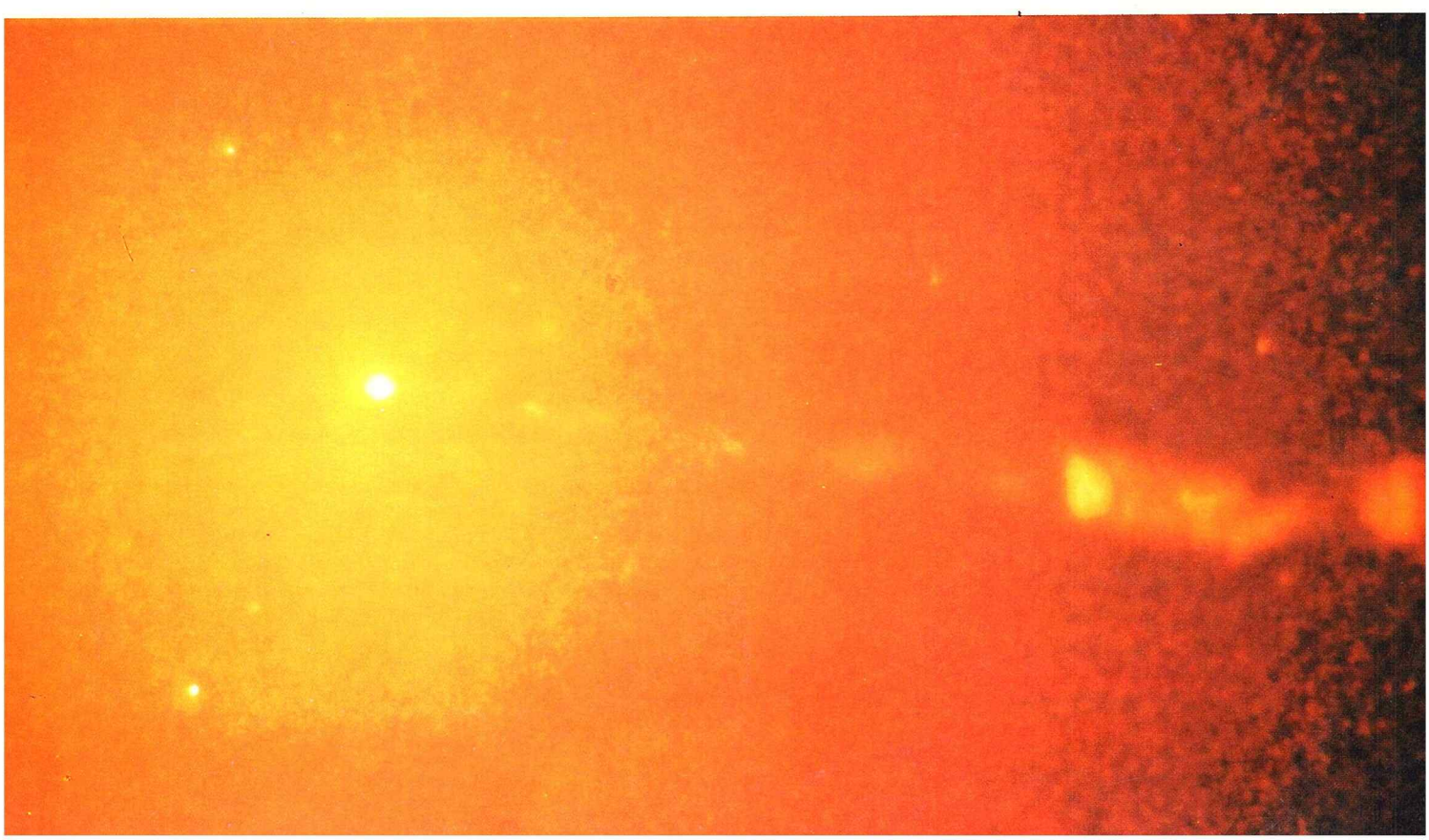
Na začiatku éry žiarenia tvorili uvedenú hmlu ionizované atómy vodíka (protóny) a hélia (častice α) a elektróny. Ich celkový elektrický náboj sa rovnal nule. Takéto skupenstvo nazývame plazma. Rekombináciou na konci éry žiarenia vznikli neutrálne atómy vodíka a hélia. Takéto skupenstvo nazývame plyn. Zapríčinil to pokles teploty. Zo skúsenosti vieme, že ďalší pokles teploty vedie ku kondenzácii plynu na kvapalinu a napokon na tuhú látku. Naivne by sme teda čakali, že pôvodne plynný vesmír najprv skvapalnel a potom stuhol. Skutočnosť však svedčí o tom, že to tak nebolo. Príčina je veľmi jednoduchá - vesmírna hmla bola natoľko riedka, že z nej nemohla vzniknúť ani kvapalina, a tým menej tuhá látka. Kde sa teda vzali kvapalné a tuhé vesmírne objekty?

Jediným možným vysvetlením je to, že za určitých okolností a na určitých miestach vesmíru došlo k "zahusteniu" vesmírnej hmly. Príčina takého zahustenia je na prvý pohľad veľmi záhadná, pretože vesmír sa kontinuálne rozpínal, a teda postupne viac a viac zrieďoval. Napriek tomu, že celý problém vyzerá veľmi komplikovaný a takmer neriešiteľný, postačia nám vedomosti, ktoré už máme, aby sme ho prijateľne ozrejmili...

Zadná strana obálky

Takto vyzerá centrálne jadro eliptickej galaxie M 32. V zelenom svetle ho pomocou širokouhlej planetárnej kamery (WF/PC) zviditeľnil Hubblov vesmírny teleskop. Na snímke s vysokým rozlíšením jasne vidíte narastajúcu jasnosť M 32 smerom do jadra, čo je podľa hvezdárov dôkazom prudkorastúcej koncentrácie hviezd v centrálnej časti. Z teoretického modelu vyplýva, že takúto štruktúru M 32 mohla "priestorovo zorganizovať" iba masívna čierna diera, ktorej hmotnosť odhadujú na 3 milióny Slnk. Hustota hviezd v strede záberu je stomilionkrát väčšia ako v okolí nášho Slnka. Jasná centrálna oblasť, znázornená na snímke, má priemer 175 svetelných rokov.

Na druhej snímke vidíte centrálnu oblasť M 87 spolu s výtryskom, o ktorom sa toľko hovorí. I túto infračervenú snímku urobil HST pomocou kamery (WF/PC) s vysokým rozlíšením. Jasná škvrna, z kto-rej vychádza výtrysk, nie je hviezda, ale podľa všetkého donedávna opticky nepo-zorovaný, ale už dávnejšie známy zdroj rádiového žiarenia. Žiarenie podľa všet-kého spôsobuje horúca plazma interagu-júca s magnetickým poľom. Astronó movia sa nazdávajú, že gravitácia čiernej diery pôsobiaca na mocný akrečný disk premieňa rotujúci plyn tohto disku na plazmu, ktorú potom gravitačná húfnica vystreľuje v podobe výtrysku do vzdiale-nosti 5000 svetelných rokov. Silné rádiové žiarenie spôsobuje interakcia plazmy so silným magnetickým poľom čiernej diery.



Centrum hmloviny Tarantula (známej i ako 30 Doradus) vo Veľkom Magellanovom oblaku. Krátku expozíciu tejto snímky urobili astronómovia ESO pomocou ďalekohľadu NTT na La Silla v Čile. Cez úzkopásmový optický filter vidíme hmlovinu vo svetle ionizovaných atómov vodíka. Všimnite si hviezdokopu v strede snímky, akoby polapenú v pavučine hustých oblakov prachu a plynu. Uprostred hviezdokopy leží kompaktná, nerozlíšená svetelná škvrna, ktorú tvoria nepredstaviteľne nahustené superhorúce hviezdy. Svetlo týchto hviezd hmlovinu ohrieva a zviditeľňuje. Astronómovia dúfajú, že už čoskoro sa podarí pomocou NTT rozlíšiť i jednotlivé hviezdy tohto zlepenca. Snímkou uvádzame nosnú tému budúceho čísla. Doslova explózia nových objavov pri výskume galaxií, supergalaxií i donedávna celkom "prázdneho" priestoru medzi nimi vážne podkopala i ešte nedávno zdanlivo neotrasiteľnú teóriu Big Bangu. Snímka: ESO