

Planetární mlhovina "Kočího oko"

Jakub Haloda

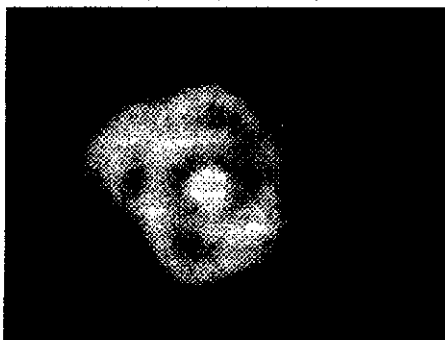
Planetární mlhoviny patří bezesporu mezi nejkrásnější a nejzajímavější objekty vzdáleného vesmíru, které už několik století upoutávají pozornost jak astronomů profesionálů, tak i amatérů. Název "planetární mlhoviny" pro tyto objekty zavedl slavný anglický astronom a pozorovatel česko-německého původu Wiliam Herschel na základě jejich podobnosti s kotoučky planet. Jinak ovšem nemají s planetami vůbec nic společného. Planetární mlhoviny ale byly pozorovány již mnohem dříve, a proto jich několik najdeme např. i ve slavném Messierově katalogu, který si pro potřeby případné záměny objektu s novou kometou sestavil slavný pozorovatel Charles Messier, dvorní astronom francouzského krále Ludvíka XIV. Dlouhou dobu zůstávaly tyto objekty pro astronomy záhadou. Teprve za značného rozvoje pozorovací techniky a zvláště vědního oboru spektroskopie jejich tajemství začalo mizet. V současné době jsou planetární mlhoviny poměrně dobře definovanou třídou objektů v galaxiích. Vyskytují se ale i objekty, u kterých při zařazení k planetárním mlhovinám váháme. Často je to v případech, kde pocítujeme neznalost objektu samotného než jeho fyzikální podstaty. Pohlédneme-li na rozložení planetárních mlhovin v Galaxii, zjistíme, že jejich největší koncentrace je v blízkosti galaktické roviny a centra galaxie. Na hvězdné obloze je proto budeme hledat v blízkém okolí Mléčné dráhy. Dominují tedy převážně zimní a letní

obloze. Dnes navštívíme jednu z nejjasnějších planetárních mlhovin vůbec - NGC 6543 v souhvězdí Draka, která si pro svůj zajímavý tvar získala mezi astronomy jméno "Kočího oko".

"Kočího oko" patří mezi nejjasnější a nejsnáze pozorovatelné planetární mlhoviny na hvězdné obloze. Zajímavé je ale také z hlediska observační astronomie. Mlhovinu objevil roku 1786 Wiliam Herschel - vynikající astronom, optik a konstruktér dalekohledů. Je jistě dobré poznamenat, že Herschel byl původně hudebníkem a astronomii se věnoval jako své zálibě. Roku 1781 se mu podařilo v souhvězdí Blíženců objevit sedmou planetu sluneční soustavy - Uran. Za tento objev byl povýšen do šlechtického stavu a jako dvorní královský astronom se mohl konečně plně věnovat praktické astronomii. Herschel za svůj život objevil mnoho planetárních mlhovin. Kromě "Kočího oka" např. roku 1782 objevil mlhovinu NGC 7009, kterou pro svůj neobvyklý tvar a vzhled, připomínající druhou největší planetu sluneční soustavy, nazval "Saturn". V Herschelově tradici pokračoval jeho syn John, který nejenže doplnil otcovo dílo, ale také se jako jeden z prvních začal zabývat samotnou podstatou těchto objektů. A bylo to údajně právě "Kočího oko" spolu s Prstencovou mlhovinou v souhvězdí Lyry, jež ho přivedlo k ne zrovna správné myšlence, že planetární mlhoviny jsou podobně jako některé otevřené hvězdokupy složeny z nespočetného

množství slabých a nerozlišitelných hvězd. Správnou myšlenku o hmotném složení a záření "Kočího oka" vyslovil Christian Huygens, jenž jako první pomocí dalekohledu a jednoduchého hranolového spektroskopu pozoroval jeho emisní spektrum, a uvědomil si, že tento druh spektra je možné pozorovat jen u rozžhavených plynů, a tím vysvětlil plynnou podstatu planetárních mlhovin.

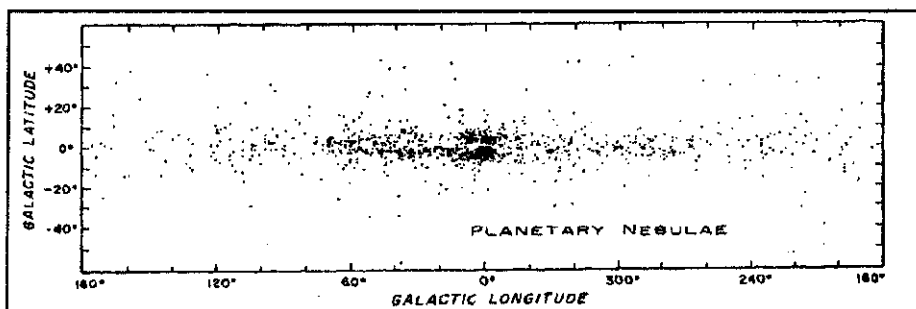
Teprve v tomto století došlo k výraznému rozvoji astronomie a ke stavbám velkých dalekohledů, s jejichž pomocí se nám podařilo získat mnoho cenných poznatků o této planetární mlhovině a z velké části pochopit v ní probíhající děje. Před vznikem NGC 6543 zářila na jejím místě hvězda o hmotnosti blízké se našemu Slunci. Takto hmotné hvězdy se ke konci svého života změny v tzv. červené obry - obři hvězdy s velmi řídkou atmosférou. Konec takto změněné hvězdy bývá dramatický. Jádro červeného obra zkolabuje do tzv. bílého trpaslíka, přičemž svrchní obálky expandují do prostoru a



Obr. 2 - Fotografie planetární mlhoviny NGC 6543 "Kočího oko" pořizená autorem článku 40 minutovou expozicí na film Fomapan 400.

vytvoří planetární mlhovinu. Nepochybně podobně tomu bylo i u "Kočího oka". Předpokládáme, že k expanzi došlo v tomto případě asi před jedním tisícem let.

Planetární mlhovina NGC 6543 se nachází v souhvězdí Draka (viz. vyhledávací mapka). V Perkově a Kohoutkové Catalogue of Galactic Planetary Nebulae vydaného v Praze roku 1967 má označení 96+29.1 a v Sinnotově New General Catalogue označení 6543. Vnitřní plynná obálka má úhlové rozměry 26"x18" a podle nejčastěji užívané klasifikační stupnice je klasifikována jako nepravidelná s velkými nerovnoměrnostmi jasu.



Obr. 1 - Rozložení planetárních mlhovin v Galaxii.

HST: Anatomie Kočičího oka

Nepravidelný disk má přibližně tvar dvou navzájem se protínajících prstenců. Je známo mnoho planetárních mlhovin s nepravidelnou plynnou obálkou, ovšem NGC 6543 jeví jisté anomálie, které se doposud nepodařilo plně specifikovat. Některé názory vysvětlují anomální jevy v plynné obálce jako důsledek působení samotné centrální hvězdy, která by možná mohla být dvojhvězdou, podobně jako v případě centrální hvězdy u planetární mlhoviny NGC 246 v souhvězdí Velryby. Jedním z nejvýraznějších jevů, pozorovatelných ve vnitřní plynné obálce "Kočičího oka", je výrazná bipolarita, která je patrná i při vizuálním pozorování větším dalekohledem. Bipolarita je jev, vyskytující se u velké většiny planetárních mlhovin. Projevuje se soustředěním dvou nejjasnějších oblastí plynné obálky v navzájem protilehlé poloze. Dává nám velmi dobrou představu o silném magnetickém poli podílejícím se na formování tvaru zářícího disku. U "Kočičího oka" můžeme také sledovat náznaky spirálové struktury, popsané již u několika planetárních mlhovin. Centrální hvězdu tvoří poměrně horký bílý trpaslík s povrchovou teplotou asi 35 000 K. Tato hvězda (nebo pokud se potvrdí domněnka - dvojhvězdný systém) dosahuje svítivosti téměř 100_o. Mlhovina má rovněž vnější plynnou obálku, jejíž přítomnost je charakteristická i pro mnoho jiných planetárních mlhovin. Ta je klasifikována jako pravidelná s rovnoměrným rozložením jasu. Její úhlový průměr je 6', ale pro vizuální pozorování je velmi slabá. Pozorovatelná je nejlépe na fotografiích pořízených velkými dalekohledy při dlouhých expozicích. NGC 6543 je od nás vzdálena asi 3575 světelných let, čemuž odpovídá skutečný průměr mlhoviny asi 1/3 světelného roku.

Zajímavé je také emisní spektrum "Kočičího oka". Ve viditelné oblasti mu dominují tzv. zakázané čáry. Zakázané proto, že by se neměly normálně ve spektru vůbec vyskytovat. Záření s tímto typem spektra může vznikat jen ve velmi zředěném plynu přeskoky elektronů z metastabilních hladin. Ke vzniku těchto spektrálních čar je potřeba určité elektronové hustoty a poměrně dosti vysoké elektronové teploty, a proto nenajdou lepší

Ještě než byl opravený Hubbleův kosmický dalekohled namířen na planetární mlhovinu NGC 6543 v souhvězdí Draka, byl tento objekt považován za jeden z nejsložitějších svého druhu. Kočičí oko - takový název nedávno dostala tato mlhovina, která se pozemským pozorovatelům jevila jako nepřehledná zmet' jasných bublin, smyček a uzlin. Spektrální analýza odhalila plyn tryskající vysokou rychlostí z protilehlých stran mlhoviny a družici na oběžné dráze se zde dokonce podařilo zjistit zdroj rentgenového záření, což je u planetárních mlhovin skutečná rarita. Konečně, snímky pořízené Hubbleovou WFPC (Širokouhlá a planetární kamera) objasňují alespoň něco z toho, co se děje v Kočičím oku.

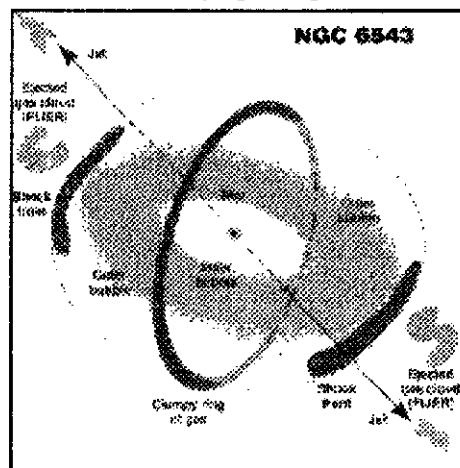
J. Patrick Harrington a Kazimierz J. Borkowski pořídili Hubbleovým dalekohledem záběry ve světle emisních čar různých neutrálních atomů a iontů zastoupených v této mlhovině. Náš snímek ukazuje intenzitu záření v rozmezí 6584 angstromů až 6563 angstromů a odhaluje tak dosud nevidané množství podrobností v některých případech pouze naznačených na záběrech ze Země.

Nejvnitřnější částí mlhoviny je protáhlá, na koncích jakoby roztržená plynná bublina, která je pravděpodobně nafukována intenzivním "větrem" z centrální hvězdy. Obklopuje ji chomáčovitý plynný prstenc o průměru asi 16,5", jehož rovina svírá s delší osou bubliny pravý úhel. Na obě strany od prstence se nadouvají dvě velké kulaté bubliny. Na čelních stranách obou těchto laloků vznikly nárazové vlny, které pronikají do řídkého vnějšího hala mlhoviny a narazí při tom na další plyn. Velmi zvláštní útvary, jež rozlišil HST, leží mimo vnější "kuklu" a jsou relativně mladé. Dvě malá oblaka - rychle se pohybující oblasti s výskytem nízkoionizačních emisních čar (angl. zkratka FLIER) - byla vyvržena z hvězdy, pronikla vnějšími laloky a nyní se od celého systému vzdalují rychlostí 25 km/s. Ještě rychlejší hmota (nejméně 40 km/s) se řítí podél odlišné osy ve velmi úzkých výtryscích.

Harrington a Borkowski se domnívají, že proud výtrysků vybíhajících z centra mlhoviny je nepravidelně přerušován a podléhá precesnímu pohybu. Podle tohoto scénáře pak oblasti FLIER a několik slabých čmouh svědčí o dřívější orientaci těchto výtrysků. Když oba odborníci referovali o svých výsledcích na lednovém mítinku Americké astronomické společnosti, poznamenali, že podvojnost centrální hvězdy by pomohla vysvětlit tyto a mnohé další zvláštnosti včetně velkého prstence, jenž pravděpodobně odpovídá oběžné rovině systému. Ale i pro rozlišení opraveným Hubbleovým teleskopem zůstává předpokládaný hvězdný pár příliš těsný. Podle Sky&Telescope 4/95 zpracoval Václav Laifr.

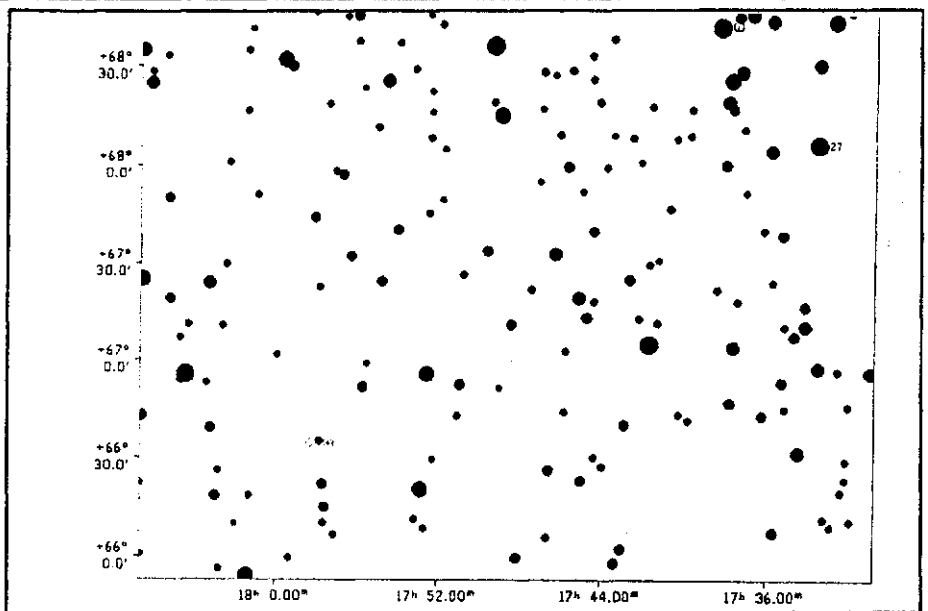


Obr. - Tento snímek planetární mlhoviny NGC 6543 pořídil opravený HST v červeném světle (v rozmezí 6584 angstromů - jednou ionizovaný dusík až 6563 angstromů - čára H alfa). Srovnej s diagramem, na němž je znázorněn možný výklad složité stavby mlhoviny, která byla vytvořena po sobě následujícími fázemi uvolňování hmoty z centrální hvězdy.



podmínky, než v plynu těchto objektů. Nejvýraznější zakázané čáry ve viditelném oboru jsou čáry O III, které jsou ještě silnější než čáry Balmerovy série vodíku. Jejich vlnové délky v nanometrech jsou 436,3 nm, 495,9 nm a 500,7 nm. Mimo zakázaných čar se ve spektru vyskytují také čáry He I a čáry Balmerovy série. Jelikož NGC 6543 září převážně v čarách kyslíku, projevuje se toto vyzářování v její barvě. Jeví výrazně nazelenalý odstín. Některé z těchto čar jsme vizuálně pozorovali a úspěšně identifikovali na Štefánikově hvězdárně v Praze pomocí jednoduchého hranolového spektroskopu ve spojení s naším meniskovým Cassegrainem 370/3300 mm. Nejvýraznější se nám podle očekávání jeví čára O III v zelené oblasti spektra.

Planetární mlhovinu "Kočího oko" spatříte díky její velké jasnosti jako slabší hvězdu už v docela malém triedru. Její jasnost jsem odhadl na přibližně 7,4 mag. Ve větších triedrech, jako je např. Somet binar 25x100, se jeví již jako jasnější mlhavá hvězda v těsné blízkosti hvězdy asi 8 mag. Podrobnosti ukáží ale až větší přístroje. V meniskovém Cassegrainu 370/3300 mm Petřínské hvězdárny v Praze při asi osmdesátinásobném zvětšení můžeme pozorovat malý nepravidelný disk této planetární mlhoviny spolu s jeho výrazným nazelenalým odstínem. Při velkých zvětšeních, zvláště pak při použití binokulárního nástavce, spatříme při klidném obraze pravou tvář "Kočího oka". Velmi dobře je viditelná centrální hvězda, jejíž jasnost odhaduji na 11,4 mag. Za horších atmosférických podmínek je jí ale neskutečně těžké rozlišit na už tak jasném pozadí zářící mlhoviny. Velmi dobře můžeme pozorovat také bipolaritu mlhoviny v podobě dvou nejjasnějších oblastí plynné obálky v navzájem protilehlé poloze. Za minimálního chvění vzduchu rozlišíme rovněž oba dva protínající se prstence vnitřní obálky. Pomocí refraktoru 300/4500 mm hvězdárny na Kleti se mi podařilo rovněž pozorovat slabou smyčku plynu, která jakoby vyběhá z okrajové oblasti zářícího disku, jinak velmi dobře patrnou na fotografiích. Planetární mlhovinu NGC 6543 jsme se pokusili i vyfotografovat. Pro



nevýhodu malého obrazu mlhoviny na negativu při fotografování v ohnisku jsme zvolili metodu okulárové projekce. Tímto způsobem se nám podařilo získat celkem zdařilé snímky, ale za cenu značného prodloužení expoziční doby a zvýšených nároků na pointaci.

Planetární mlhovina "Kočího oko" patří bezesporu mezi nejkrásnější objekty vzdáleného vesmíru, které stojí za to zhlédnout. K tomu vám přeji jasnou oblohu a ničím nerušené pozorování.

Obr. 3 - Vyhledávací mapa pro planetární mlhovinu NGC 6543 vytvořená programem Megastar. Nejslabší zakreslené hvězdy mají jasnost 10.5 mag.

A co najdete v příštím čísle Astropisu? Mimo již tradičních rubrik to budou články Galaxie ve stroji času, Astronomové amatéři a profesionálové - mají se rádi? od Davida Crawforda, ohlédnutí za letními akcemi (přispět můžete i vy) a mnoho dalšího.

Hvězdárna a planetárium VŠB-TU

Vás zve na **Ostravský astronomický víkend**
na téma **PŘÍBĚHY PLANETEK A KOMET**

9. - 10. září 1995

Komety nositelkami života nebo katastrof? Co obsahují jejich jádra? Co jsou to asteroidy? Kolik jich je? Jak vznikly a kde se nacházejí?

Na tyto a další otázky odpoví naši přední odborníci v daných oborech, kteří budou během víkendu přednášet na témata:

Sobota 10.00 hod.: prof. RNDr. Vladimír Vanýsek, DrSc. - Pohled do nitra komet aneb struktura kometárních jader

Sobota 14.30 hod.: Mgr. Petr Pravec - Pohled do světa planetek aneb Malý princ by se divil

Neděle 10.00 hod.: RNDr. Jiří Grygar, CSc. - Komety včera, dnes a zítra aneb vlasatice v kostce

V rámci již tradičního Ostravského astronomického víkendu proběhne v sobotu od 19.30 hodin v planetáriu zvláštní společenský program. Další informace a přihlášky u ing. I. Starostky na tel. čísle 069/691 1005-7