

# Paprskové krátery

Marek Pelinka

Většina amatérských astronomů kolem doby, kdy je Měsíc v úplňku schovává své dalekohledy a nas-pává probdžené noci, kdy Měsíc nerušil svým světlem pozorování deep - sky objektů. Je to škoda, protože pokud vynechávají pohled na měsíční úplněk a přicházejí o jednu z nejkrásnějších podívaných, které nám svět našeho odvěkého souputníka nabízí. Útvary o kterých bude řeč nelze pozorovat jindy, než za strmého slunečního osvětlení, které nastává právě při úplňku. Ano, jde o soustavy jasných paprsků kolem tzv. paprskových kráterů.

Při úplňku jsou paprskové krátery a jejich soustavy paprsků opravdu nejnápadnějšími útvary. Proto si jich lidé začali všimnout už v těch nejstarších dobách a objevují se na nejranějších měsíčních mapách od Hevelia, Riccioliho a Cassiniho. Ovšem vysvětlit pravou podstatu se podařilo selenologům až v nedávné době. První přijatelné vysvětlení podali zastánci vulkanismu jako hlavního činitele na Měsíci. Podle nich nejsou paprsky nic jiného, než mladá ztuhlá láva, která vyplnila praskliny na měsíčním povrchu. Ty vznikly působením napětí, jež předcházelo tuhnutí roztavených vulkanických hmot. Tato mladá ztuhlá láva je jakýmsi druhem skla, které při úplňku výborně odráží světlo a tím vznikají paprskové struktury kolem kráterů. Další názor opírající se o vulkanickou hypotézu vzniku povrchových útvarů na Měsíci vysvětlovala paprsky jako uložení světlého sopečného popela, vyvrženého bývalými měsíčními vulkány. Dnes již ovšem zastáváme názor, že krátery jsou impaktního původu, tedy že vznikly srážkou Měsíce s meteorickým tělesem, které mělo poměrně velkou kinetickou energii. Při srážce se energie uvolní formou obří exploze, při které jsou kusy měsíčního materiálu vyvrženy do okolí. Vyvržený materiál se může

dostat do velkých vzdáleností díky malé přitažlivosti a velké počáteční rychlosti. Při impaktu dojde zákonitě i k vyvržení podpovrchového materiálu, jež nebyl dříve vystaven vlivům, které vedou k tmavnutí měsíčního materiálu (dopad slunečního a kosmického záření, dopad mikrometeoritů, atd.). Z tohoto důvodu je daleko světlejší než materiál v okolí právě vzniklého kráteru. Bude tedy na tmavším podkladě výrazně viditelný ve formě paprskové struktury kolem kráteru. Z toho jak vznikají paprskové krátery vyplývá, že jsou velice mladými povrchovými útvary na Měsíci. Tedy alespoň tak mladými, že nově vyvržený materiál kolem nich nestačil ještě ztmavnout.

Pro pozorování Měsíce se hodí většinou čočkový dalekohled se světelností  $f/12$  až  $f/15$ . Při pozorování úplňku je Měsíc i v takto málo světelném dalekohledu oslňující. Proto se většinou při pozorování používá dalekohled ve spojení s některým z filtrů za okulárem. Mohou se použít šedivé měsíční filtry, nebo tmavě červené, které snižují jasnost a zvyšují kontrast. Při pozorování

Měsíce je dobré vlastnit nějaký atlas pro lepší orientaci při vyhledávání jednotlivých útvarů. Doporučuji používat vynikající Atlas Měsíce od Antonína Růkly. Je to sice starší kniha, která je pro svou kvalitu již rozebrána, ale čas od času se ještě nějaké zapomenuté výtisky prodávají.

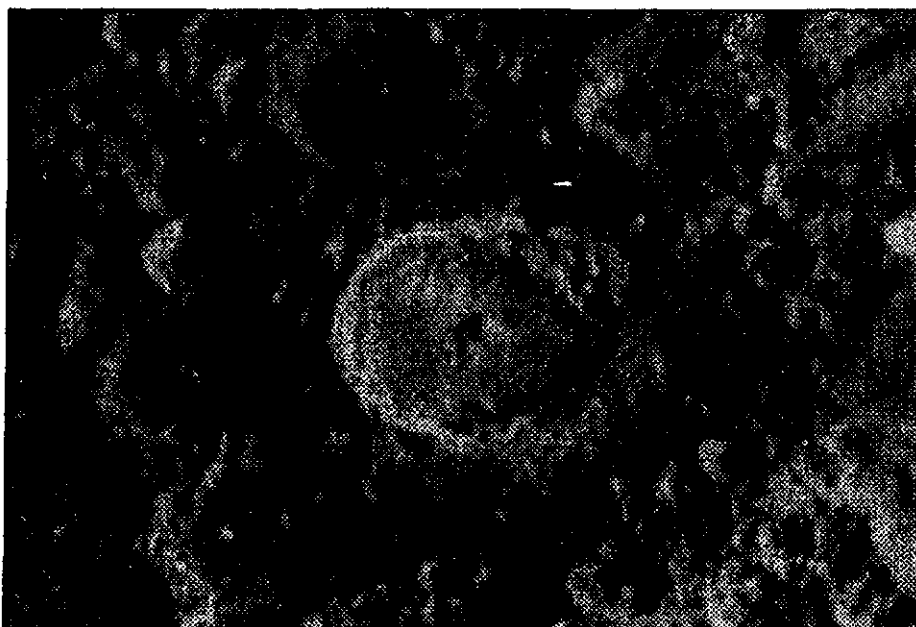
Jak paprskové krátery pozorovat a čeho si všimnout? Nejprve je dobré všimnout si celkové struktury paprskového systému - jestli se dají pozorovat separované paprsky, kolik jich je, jakými směry vybihají, zda vycházejí přímo ze středu kráteru, jak daleko od kráteru už se dá paprsek rozeznat, jakou má systém relativní jasnost v porovnání s ostatními systémy atd. Potom je zajímavé pozorovat jednotlivé hlavní paprsky systému. Jaká je jejich struktura, barva, velikost, jestli se ještě nějak dělí nebo se dají pozorovat nějaké detaily uvnitř paprsku, atd. Pojďme se tedy podívat na měsíční úplněk a některé zajímavé paprskové krátery, které by neměly uniknout vaší pozornosti.

Naši prohlídku nemůžeme začít jinak, než kráterem Tycho, který



Obr. 1 - Známá trojice kráterů Koperník, Kepler a Aristarchus

vlastní největší a nejkrásnější systém světlých paprsků na Měsíci. Pokud je Slunce poměrně nízko nad krajinou v okolí Tycha, paprsky nejsou pozorovatelné a sám kráter se jeví jako velmi dobře zachovalé kruhové pohoří s ostrým terasovitým valem a krásným středovým pahorkem. Průměr kráteru je 85 km a dno je položeno 4 850 m pod okolním povrchem. Při strmém osvětlení se objeví dlouhé paprsky táhnoucí se stovky km od Tycha, který má při úplňku podobu velice jasné skvrny. Tak rozvinutý paprskový kráter a zachovalý kráter sám nám již dává tušit, že patří mezi nejmladší útvary na Měsíci vůbec. Za pomoci programu Apollo se podařilo datovat vznik Tycha velice přesně. Na Zemi byly totiž dopraveny vzorky hornin, které kosmonauti odebrali v místech, kudy prochází jeden z Tychonových paprsků. Výsledek? Kruhové pohoří Tycho vzniklo před 109 miliony lety. Kolem je tmavé halo, které má přibližně dvojnásobný průměr než samotný kráter a paprsková struktura se objevuje až za tímto tmavým prstenem. Vysvětlení tohoto fenoménu je jednoduché. Jde vlastně o balistický stín. Vyvržené horniny z kráteru mohly začít dopadat, díky své počáteční rychlosti a elevačnímu úhlu (byl velice malý), až v určité vzdálenosti. Za tmavým halem leží do určité vzdálenosti od kráteru světlý homogenní prstenec vyvrženin, z kterého následně vystupují separované dlouhé paprsky. Jedním z nejzajímavějších je dvojitý paprsek, který vystupuje severozápadním směrem a prochází západním okrajem Moře oblaků (Mare Nubium) a ztrácí se až v blízkosti dalšího paprskového kráteru Kepler. Dalším velice dlouhým paprskem je paprsek opačného severovýchodního směru, který se ztrácí až na povrchu Moře nektaru (Mare Nectaris). Ovšem podle některých pramenů je nejdelším paprskem ten, který vybíhá severním směrem na Moře jasu (Mare Serenitatis). S občasným přerušením a znovuobjevením tomu tak skutečně je. Ovšem dále by měl paprsek pokračovat přes Moře jasu až na odvrácenou polokouli Měsíce. Moře jasu je skutečně rozděleno jasným paprskem, je ovšem sporné, zda opravdu patří Tychonovi. Někteří



Obr. 2 - Jeden z nejmladších útvarů na Měsíci, kráter Tycho s tmavým halem

selenologové se totiž domnívají, že ve skutečnosti tento paprsek patří kráteru Menelaus, ležícímu na okraji Moře jasu. Na jih od Tycha vystupují dva velmi jasné paprsky, které spolu vytvářejí obří písmeno V. Velice zajímavý je západní paprsek tohoto "véčka". Pokud ho totiž prodloužíme směrem ke kráteru, zjistíme, že nevychází ze středu Tycha, ale míjí ho. Velice originálním leč velmi málo pravděpodobným vysvětlením tohoto jevu je, že tento paprsek je ten, který vychází severně na Moře jasu. Přechází na odvrácenou polokouli a opět se objevuje na polokouli přivrácené, jižně od Tycha. Proč kráter míjí? Než vyhozeniny stačily doletět zpět na viditelnou polokouli, tak se Měsíc o maličko potočil díky své rotaci a vyhozeniny kráter minuly.

Dalším nepřehlédnutelným paprskovým kráterem je Koperník, který leží v Oceánu bouří (Oceanus Procellarum), jižně od Moře dešťů (Mare Imbrium). Pokud je tento kráter blízko terminátoru, můžeme pozorovat nádherné terasovité valy, skupinu středových pahorků a v okolí kráteru skupiny sekundárních kráterů. Průměr Koperníka je 93 km a jeho tvar je spíše hexagonální než kruhový. Paprsková struktura se liší od Tychonovy struktury. Koperník nemá výrazné osamocené dlouhé paprsky jako Tycho, ovšem celá soustava je velice rozlehlá a jasná. Stáří Koperníka je 810 milionů let, ale přesto jsou paprsky relativně jasné.

To je způsobeno tím, že těleso, které vytvořilo Koperníka dopadlo do oblasti moře. Mořský povrch je daleko tmavší než pevninský, na němž leží Tychonovy paprsky. Koperníkova soustava paprsků leží tedy na tmavším pozadí než Tychonova a proto je stále velice jasná a snadno pozorovatelná.

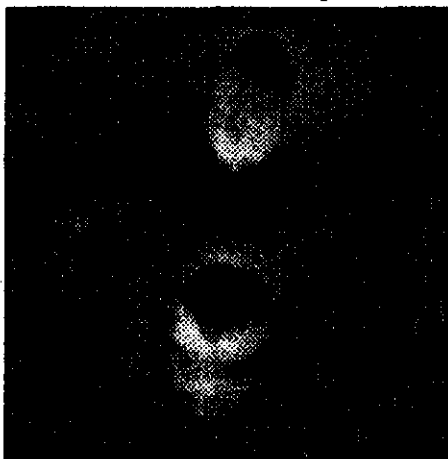
Koperník má dva velice zajímavé sousedy na povrchu Oceánu bouří. Tvoří s nimi pravouhlý trojúhelník. Západně od Koperníka leží kráter Kepler. Jeho paprsky jsou stejně jasné jako v případě Koperníka, ovšem celá soustava má daleko menší velikost. Severozápadně od Koperníka leží Aristarchus. Tento kráter je nejjasnějším útvarem na Měsíci. Ovšem soustava paprsků je méně jasná než u předchozích dvou. Směrem na Koperníka a Keplera jsou Aristarchovy paprsky jasnější. Velice zajímavý je pohled na to, jak se na ploše trojúhelníku, který tvoří tyto paprskové krátery, setkávají a překrývají jednotlivé soustavy paprsků. Nejzajímavější je spojení paprsků od kráteru Koperník a Aristarchus poblíž kráteru Brayley.

Pokud zamíříme svůj dalekohled do blízkosti severního pólu Měsíce, můžeme nad Mořem chladu (Mare Frigoris) spatřit další dva velice jasné paprskové krátery. Od kráteru Aristoteles severovýchodně je to kráter Thales a severozápadně kráter Anaxagoras. Oba krátery se nacházejí v librační oblasti, takže se jejich

viditelnost stále mění. Škoda, že můžeme pozorovat pouze silně zkreslenou půlku z jejich paprskových systémů.

Další dvojici paprskových kráterů jsou Stevinus A a Furnerius A. Za osvětlení, kdy povrchové útvary vrhají dlouhé stíny a vyniká plastičnost měsíčního povrchu, se oba krátery velice těžko hledají. Leží totiž v pevninské, krátery nasycené, oblasti. Při strmém osvětlení této oblasti se z nich stávají dvě nepřehlédnutelné jasně bílé skvrny jihozápadně od Moře nektaru, obklopené méně výrazným zkresleným paprskovým systémem.

Na závěr naší procházky po Měsíci se podíváme na dva, vlastně tři velice zvláštní paprskové krátery. U západního okraje Moře nepokojů (Mare Crisium) se nachází kráter Proclus. Je velice zajímavý tím, že jeho paprsková struktura není kompletní. Ve směru jihozápadním je asi stodvacetistupňová mezera, kde se paprsková struktura úplně vytrácí. Na druhé straně jdou paprsky nejvíce ve třech směrech. Severojižním, jihovýchodním a směrem do Moře nepokojů. Sám Proclus se jeví jako velice jasná skvrna, ve které se dá pozorovat ještě jasnější prstýnek vnitřních valů. Kolem kráteru je malé tmavé halo, podobné jako u Tycha. Kráter pravděpodobně vznikl šikmým dopadem meteoritu na měsíční povrch.



Obr. 3 - Zajímavý dvojkráter Messier a Messier A (dříve W.H.Pickering)

Podobně vznikl i dvojkráter Messier a Messier A (dříve W.H. Pickering). Tento jeden z nejzajímavějších měsíčních útvarů se nachází u severozápadního okraje Moře hojnosti (Mare Fecunditatis).

Oba dva krátery vznikly dopadem jednoho meteorického tělesa. To se pohybovalo pod velmi malým úhlem k Měsíci směrem od východu k západu a srazilo se s Měsícem téměř tečně. Nejprve vznikl oválný kráter Messier (jeho rozměry jsou 9 x 11 km). Poněvadž je v těchto místech zřejmě tvrdší podloží, meteorické těleso se odrazilo a vytvořilo druhý kráter Messier A. Od něho se potom táhnou dva oddělené světlé paprsky, které dosahují až západního okraje Moře hojnosti. Vznikly právě vyvržením světlých podpovrchových homin ve směru, odkud meteorické těleso přiletělo.

Měsíční paprskové krátery jsou útvary, které lze pozorovat i menšími přístroji, které vlastní astronomové amatéři. Proto vám vřele doporučuji váš dalekohled na Měsíc při příštím úplňku zamířit a pokochat se tak nádherným světem paprskových kráterů.

### Starší čísla Astropisu

A 1/94 - Staré zalednění na Marsu, Planetární mlhoviny v zimě, Náměty pro veřejné osvětlování, Nový dvojitý kvasar objeven, Astronomické přístroje - Valašské Meziříčí

A 2/94 - Sedm záhad galaxií, HST po opravě, Na návštěvě u M5, Osud Slunce, Jupiter - srážka s kometou!, Astronomické přístroje - Praha

A 3/94 - Maroko a zatmění Slunce, Srážka komety S-L 9 s Jupiterem aneb Jak jsme pozorovali kosmickou srážku století, Kulové hvězdokupy v galaxii M31, Planety u beta Pictoris, Černá díra v galaxii M87, Astronomické přístroje - Klet  
A 4/95 - Kolébky hvězd, Nebeský čtyřlístek, Temná hmota, Neobvyklá procházka po známých objektech, Astronomie na Internetu

## NOVINKY Z HST

### Gravitační čočka v kupě galaxií Abel 2218



Už při prvním pohledu na fotografii kupy galaxií Abel 2218 si povšimneme neobvyklých oblouků doplňujících tento objekt. Jsou způsobeny tím, že poměrně velmi hmotná kupa galaxií gravitačně ohýbá světlo, které pochází ze vzdálenějších galaxií, jež bychom jinak ani nemohli spatřit. Tyto obloučky jsou v podstatě zdeformované obrazy galaxií, které leží 5 až 10 krát dále než čočka. Hubble také odhalil případy mnohonásobného zobrazení, ke kterému dochází, je-li gravitační zkreslení natolik silné, aby vytvořilo několik obrazů jedné galaxie. Na fotografii můžete vidět sedm mno-

honásobných systémů, což zatím nebylo nikdy pozorováno. Díky tomu také můžeme vytvořit poměrně podrobnou mapu rozmístění hmoty v centru kupy galaxií a změřit vzdálenosti zhruba 120 obloučků, které jsou zobrazením vzdálených velmi slabých galaxií.

Na závěr lze už jen podotknout, že tento objekt nám umožňuje výzkum galaxií až 50 krát slabších než ty, které mohou být pozorovány pozemskými přístroji. To nám samozřejmě umožňuje pozorovat tyto galaxie ve stádiu zrodu a lépe tak poznat procesy jejich formování.

Podle STScI/NASA Martin Reháč