

# Dopad komety Shoemaker-Levy 9 na Jupiter

*aneb*

## *Jak jsme pozorovali kosmickou srážku století*

Ve dnech 16.-22. července 1994 začaly největší planetu sluneční soustavy - Jupiter - bombardovat jednotlivé fragmenty komety Shoemaker-Levy 9. Ta- to zajímavá a snad vůbec první podobná událost srážky komety s planetou v dějinách pozorovací astronomie byla předpovězena už krátce po objevu komety. Dnes je jasné, že se kometa Shoemaker-Levy 9 stala náhodným satelitem Jupitera. Při posledním průchodu pericentrem jovicentrické dráhy - 8. července 1992 - prolétla kometa pouhých 113 000 km od Jupitera (což je pouhý 1.6-ti násobek rovníkového poloměru planety). Tak se stalo, že gravitační síly planety pozměnily její dráhu a slapové síly jí roztrhaly na kusy. Oběžná dráha komety se změnila na 2 roky a poté nastoupila svůj poslední oběh (viz. *Astropis* 2/94, str. 17).

Jednotlivé fragmenty rozpadlé komety byly označeny písmeny A-W (bez I a O) a od průchodu perijovem byly neustále sledovány mnoha astronomickými pracovišti. Díky velice výstředním drahám, po kterých se úlomky pohybovaly (jejich pericentrum bylo ve vzdálenosti přibližně 36 000 km od středu planety) bylo zřejmé, že srážka je nevyhnutelná.

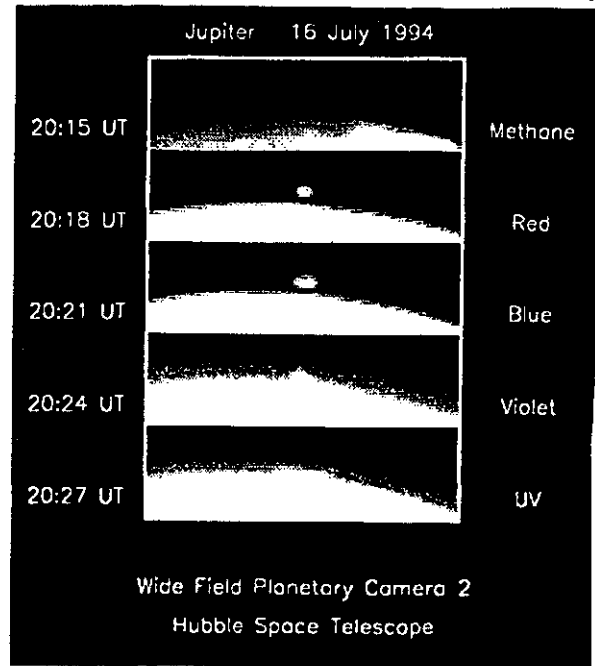
Do pozorování "karambolu století" se zapojily snad všechny větší světové observatoře a na Jupiter hledělo nepochybně i obrovské množství dalekohledů malých hvězdáren a astronomů amatérů. Zapojil se také Hubbleův kosmický dalekohled a sondy Voyager, Ulysses a Galileo.

16. července 1994 ve 22h 15min SELČ zaznamenal HST záblesk způsobený dopadem prvního fragmentu A do Jupiterovy atmosféry.

Komplex všech fragmentů komety byl těsně před prvním dopadem dlouhý 4.5 miliónů kilometrů. Jednotlivé fragmenty sice dopadaly na odvrácenou stranu planety, ale i tak mohly naše přístroje zaznamenat výrazné zjasnění na okraji Jupiterova kotouče a po přechodu zasaženého místa na stranu přivrácenou k Zemi ve většině případů tmavou skvrnu v atmosféře.

Fragmenty dopadaly do Jupiterovy atmosféry rychlostí 60 km/s, to je 216 000 km/h. Energie, která

se při dopadu uvolnila, odpovídá energii, která by se uvolnila výbuchem nejméně jednoho miliónu mega-



Obr. 1 - Dopad jednoho z fragmentů v různých vlnových délkách.

tun TNT. Tak prudké uvolnění energie dokázalo "zahřát" místo dopadu až na 30 000 K. Jevy vyvolané dopadem jednotlivých fragmentů překonaly všechna očekávání. Oproti předpovědím sice nedošlo k výraznějšímu zjasnění Jupiterových měsíců, zato atmosférické úkazy je překonaly. Například už dopad fragmentu A byl doprovázen zjasněním okraje planety a místo dopadu bylo v infračerveném záření jasné i po dvou dnech. Dopadem byla vyvržena hmota do jakéhosi mračna, jehož vrchol dosáhl výšky přes 2000 km.

Hodnotíme-li dopady jednotlivých fragmentů podle mohutnosti vyvolaných důsledků, musíme se zmínit o fragmentech G a H, jejichž impakty byly po všech stránkách nejvýraznější. Kromě neobyčejně velkých zjasnění, která byla pozorována na viditelném limbu planety, byly ve viditelném oboru spektra pozorovány dvě obří tmavé skvrny, přičemž skvrna vzniklá po dopadu fragmentu G byla největší

*Astropis* 3/1994



Obr. 2 - "Kosmický monokl" na Jupiteru po dopadu fragmentu G, dne 18.6. 1994. Vlevo pozůstatek po impaktu D.

a nejvýraznější ze všech. Skvrna byla složena ze dvou jader, které měli rozměry 2500 a 3000 km. Větší jádro bylo navíc obklopeno prstencem o průměru asi 5000 km a dalším vnějším prstencem o průměru 16000 km (viz. obr. 2). Tato skvrna byla amatéry pozorována i pomocí 50 mm dalekohledů.

Co se týče ostatních dopadů, nejvíce se projeví fragmenty C, E, F, K, L a R. Největší zklamání z celé události zažili zřejmě ti, kteří doufali, že se jim podaří zaznamenat odraz záblesků na Jupiterových měsících. Pečlivá pozorování měsíců v časech dopadů žádné záblesky nezaznamenala, z čehož vyplývá, že maximální intenzita ve viditelném záření byla jen několik málo procent celkového jasů planety. Asi nejvíce překvapil dopad fragmentu M, který byl už delší dobu před samotnou srážkou pokládán za ztracený, ale patrně se zcela nerozpadl, protože jeho dopad (a to dosti výrazný), byl zaznamenán.

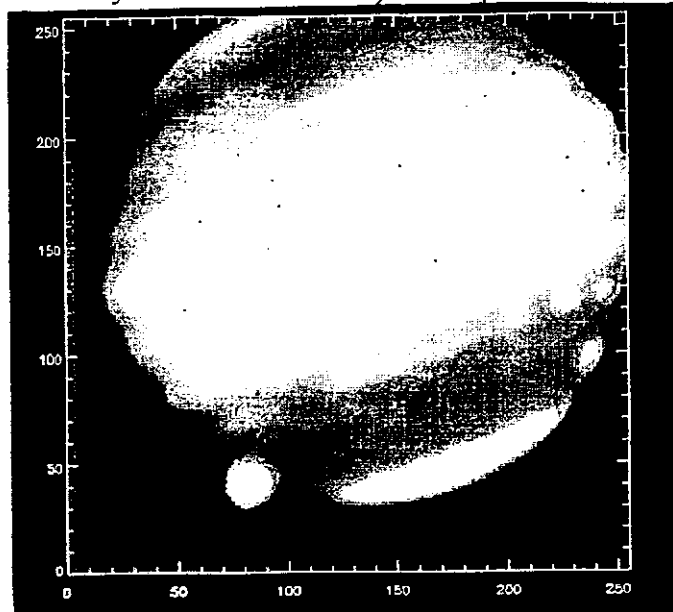
*Srážky komety s Jupiterem*

Při pozorování komety v posledních dnech před srážkou zcela zmizely fragmenty P1, J a M. To, že se fragment M nakonec projevil, svědčí nejspíš o tom, že se jednalo o větší těleso, které ztratilo svoji prachovou obálku. Z ostatních fragmentů se nepatrně projeví dopady R, D, B, U, V. Impakty P2, U, T a V nebyly přímo pozorovány z důvodu výskytu velkých stop po částech G a H na okraji planety v době předpokládáných dopadů a také z důvodu poměrně malé velikosti těchto fragmentů.

Ohlédneme-li se za celou událost (mnohdy označovanou jako "událost století"), musíme ji hodnotit jako velmi přínosnou. Příroda nám připravila jedinečnou příležitost pozorovat srážku komety s planetou, a protože byla tato srážka pečlivě pozorována a studována, umožní nám to po konečném zpracování a vyhodnocení získat mnoho nových poznatků nejen o kometách, ale i o struktuře velkých planet.

A co přinesla srážka amatérským pozorovatelům? Již dlouho před ní se často diskutovalo o možném pozorování vzniklých úkazů ve viditelném oboru spektra. Většina z teorii zůstávala v tomto případě skeptická

a větší naději na úspěch viděla v pozorování záblesků na měsících (i když se zamožřejmě mluvilo i o tmavých skvrnách-vírech). Naděje takto infor-

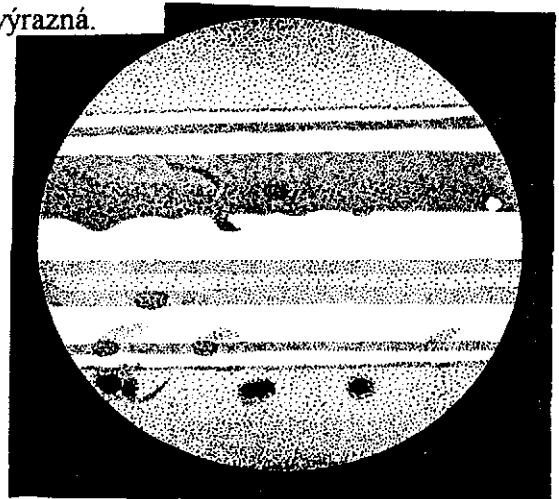


Obr. 3 - Foto impaktu G ze Země na vlnové délce 2.2  $\mu\text{m}$ .



Obr. 4 - Na tomto snímku je vidět celkem osm dopadových míst z HST, dne 22. 7. 1994. Z leva do prava to jsou komplex E-F, bodový H, dále N, Q1, Q2 a R a nakonec obří komplex vytvořený fragmenty D a G.

dobře pozorovat dvojici skvrn vzniklých dopadem částí G a D. Skvrna G se zdá být zhruba dvakrát větší než D. Obě místa dopadu lze od sebe poměrně dobře odlišit. Komplex G-D se při vizuálním pozorování jeví obklopen méně výrazným "polostínem" se dvěma až třemi srpovitými výběžky. Další skvrna ve směru rotace planety v těsné blízkosti meridiánu zřejmě odpovídá místu dopadu fragmentu L. Nejeví se příliš výrazná a kontrastní, ale přesto je větší než skvrna vzniklá dopadem fragmentu K. Ta se nachází směrem na západ od ní. Skvrna K je pozorovatelná jako malá, ale velmi výrazná.



20.7., 20:30 UT, zvětšení 300x

movaných amatérů tedy nevypadaly příliš povzbudivě. Po dopadu prvních úlomků však bylo jasné, že se budou moci zapojit i amatéři s menšími dalekohledy (většina z nich navíc zakreslovala už dlouho před srážkou Jupiterovu atmosféru), kterými byly tmavé skvrny v jižních šířkách Jupitera dobře patrné. Na Štefánikově hvězdárně v Praze jsme se na pozorování Jupitera připravili už dlouho před srážkou. První čtyři dny v týdnu od 16. do 22. 7. nám však pozorování znemožnila nepřízeň počasí.

Následují kresby Jupitera s popisy, tak jak byly pořízeny a identifikovány ve dnech 20.-22.7. na Štefánikově hvězdárně. Na všechna pozorování byl použit dalekohled meniskus Cassegrain 370/3300 mm s binokulárním nástavcem. Všechny popisy byly vyhotoveny již v týdnu po dopadu a nemuselo do nich být nijak zasahováno.

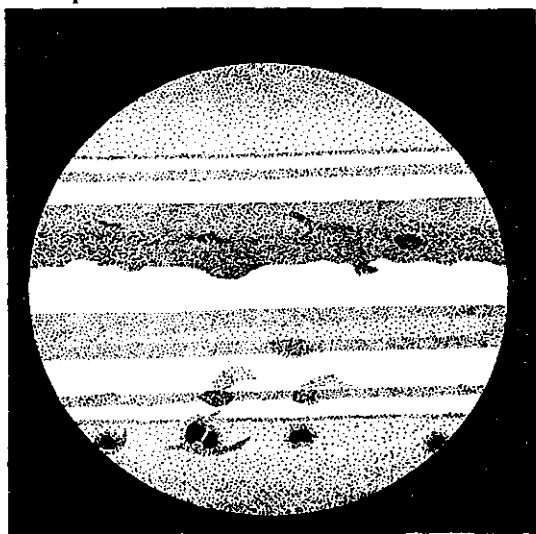
#### 20.7., 19:30 UT, zvětšení 300x

Mimo obvyklých jevů v atmosféře jsou pozorovatelné temné skvrny odpovídající dopadům fragmentů komety. Na východním okraji je možné velmi

Na této kresbě, která zachycuje vzhled Jupitera o hodinu později, je dobře patrná rotace planety, projevující se posunem jak samotných skvrn, tak i oblačných pásů planety.

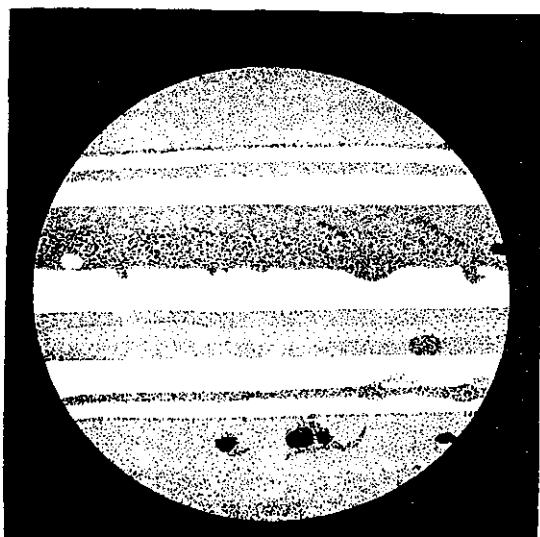
Na východním okraji právě vychází poměrně velká skvrna, odpovídající fragmentům N, Q2, Q1. Podle zpráv z mnoha světových observatoří nezanechal dopad Q2 v atmosféře výraznější změny a po dopadu Q1 byla pozorována pouze malá skvrna. V atmosféře se vytvořil komplex skvrn N, Q2, Q1, kde měl zřejmě největší podíl na velikosti a výraznosti fragment N. Skvrna se jeví při pozorování jednotná. Na západ od tohoto komplexu je již velmi dobře vidět komplex G-D, u kterého zvláště vynikají srpovité výběžky, zmíněné v předchozím pozorování.

Nevýrazná skvrna L již překročila meridián a skvrna K právě zapadá.



20.7., 21:30 UT, zvětšení 192x

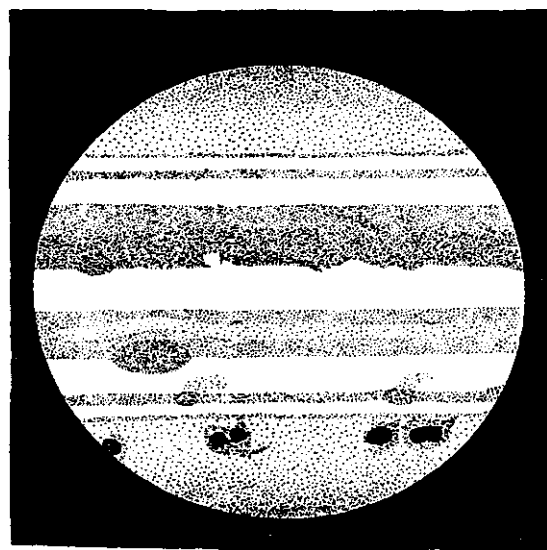
Kvalita obrazu se vlivem malé výšky nad obzorem a pražského ovzduší velice zhoršila. Kresba proto již nezachycuje větší množství detailů. K průchodu meridiánem se postupně blíží komplex N, Q1, Q2. Zde je možné pozorovat, nebo spíše tušit "polostín", podobně jako u skvrn G a D, ovšem v menším rozsahu. Komplex G-D se již nachází ve druhé (západní) poovině kotoučku planety. Od předchozích dvou pozorování se vzhled skvrn G a D prakticky nezměnil. U západního okraje kotoučku se nachází nyní již málo zřetelná skvrna vzniklá dopadem fragmentu L.



21.7., 19:30 UT, zvětšení 300x

Viditelný kotouček Jupitera je obohacen o dosud námi nepozorované skvrny. Těsně na východním *Srážka komety s Jupiterem*

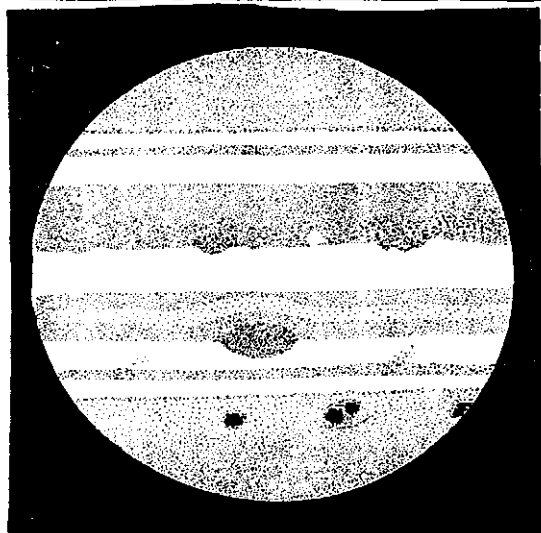
okraji je možné spatřit skvrnu vzniklou dopadem fragmentu C, který se s Jupiterem srazil již 17.7. Tato skvrna se jeví velmi výrazná. K průchodu meridiánem se postupně blíží komplex dvou skvrn, které jsme identifikovali jako pozůstatek dopadu fragmentů E, F. Je však i možné, že jedna ze skvrn přináleží fragmentu A. Tyto skvrny jsou obklopeny nápadným "polostínen", podobně jako u komplexu skvrn G-D. Dalším pozůstatkem po dosud probíhající bombardování ve směru rotace planety je již námi pozorovaný komplex N, Q2, Q1. Skvrna se oproti pozorování z předchozího dne zdá být větší. V blízkosti západního okraje planety je vidět obtížně rozlišitelná dvojité skvrny po fragmentech R, S.



21.7., 20:30 UT, zvětšení 300x

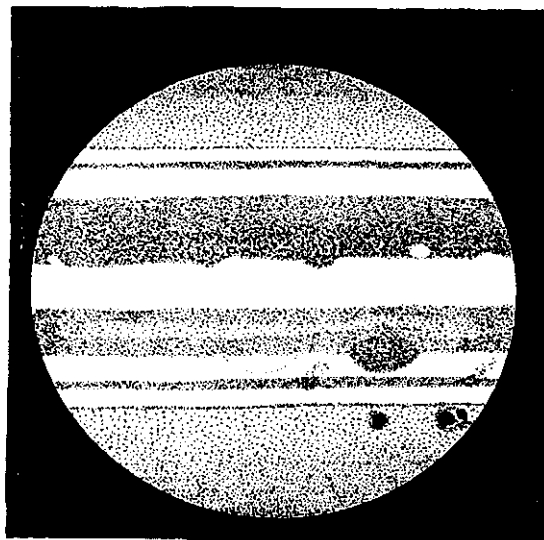
Ještě před pořizem této kresby jsme pozorovali západ komplexu R-S, které zasáhly Jupiter tento den. I při samotném západu bylo poměrně dobře pozorovatelné nápadné zdvojení skvrny. Na kresbě je dobře vidět posun skvrn během rotace. Skvrna C, kterou jsme před hodinou pozorovali na východním okraji planety, se postupně blíží k meridiánu a je již podstatně lépe viditelná. Vzhled komplexu E-F (A?), postupujícího k západnímu okraji, se nijak nezměnil. První skvrna tohoto komplexu je přibližně stejně velká jako skvrna C a zdá se být nepatrně výraznější než skvrna druhá. V čase pořizování této kresby jsme pozorovali západ komplexu N, Q2, Q1. Komplexy N, Q2, Q1 a R-S jsou v poměrně těsné blízkosti, a proto se předpokládá jejich případné spojení.

(viz kresba na další straně nahoře)



**21.7., 21:30 UT, zvětšení 192x**

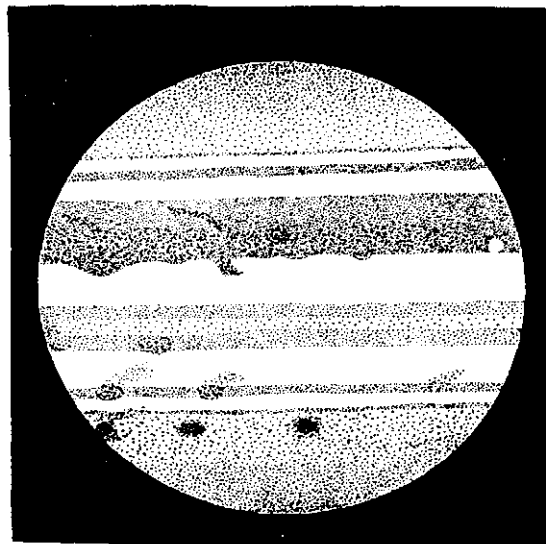
Pozorovací podmínky jsou v této době velmi špatné. Chvění vzduchu je již neúnosné a navíc začaly přicházet mraky. Kresba proto nezachycuje mnoho podrobností a detailů. Na kotoučku Jupitera jsou v čase pozorování zachyceny pouze dvě skvrny. Skvrna C již prošla meridiánem a nijak nezměnila svoji velikost a kontrast. Na západním okraji přechází na odvrácenou stranu komplex E-F (A?). Obě skvrny komplexu se za těchto nepříznivých podmínek jeví spojené v jednu velkou elipsovitou skvrnu.



**22.7., 20:30 UT, zvětšení 192x**

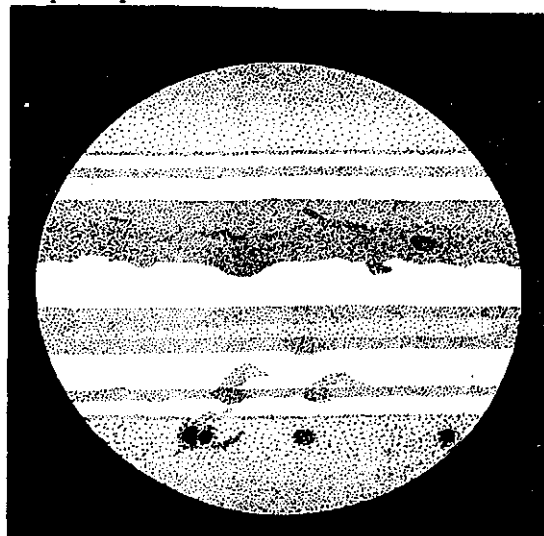
Stále se zhoršující pozorovací podmínky nás donutili použít menšího zvětšení. U východního okraje planety se pomalu začíná objevovat komplex skvrn G-D, kde skvrna G je vůbec největší atmosférická porucha, jakou jsme pozorovali. V tomto čase zatím vychází skvrna D. Na západ od ní, ve směru rotace planety, je obtížně pozorovatelná skvrna L,

kteřá vzhledem k předchozím dnům zeslábla. Skvrna K přešla meridián planety. Podle zpráv z některých světových observatoří dopadl fragment U (čas dopadu 21.7. ve 21:48.5 UT) na místo dopadu části K. Naším dalekohledem jsme pozorovali mírné zvětšení kontrastu a velikosti skvrny.



**22.7., 21:30 UT, zvětšení 192x**

Komplex skvrn G-D již postoupil od východního okraje směrem k meridiánu. Rozlišit tento komplex na dvě skvrny je prakticky nemožné kvůli velkému neklidu vzduchu. Můžeme ho tedy pozorovat jako velkou protáhlou skvrnu. Skvrna L nacházející se západně od skvrn G a D, je již zcela nepozorovatelná. Skvrna K se nachází v těsné blízkosti západního okraje planety a zůstává spolu s komplexem G-D jedinou doposud pozorovatelnou skvrnou.



Připravili: **Jakub Haloda, Radek Mašata, Marek Pelinka, Václav Lairf, Martin Reháč**