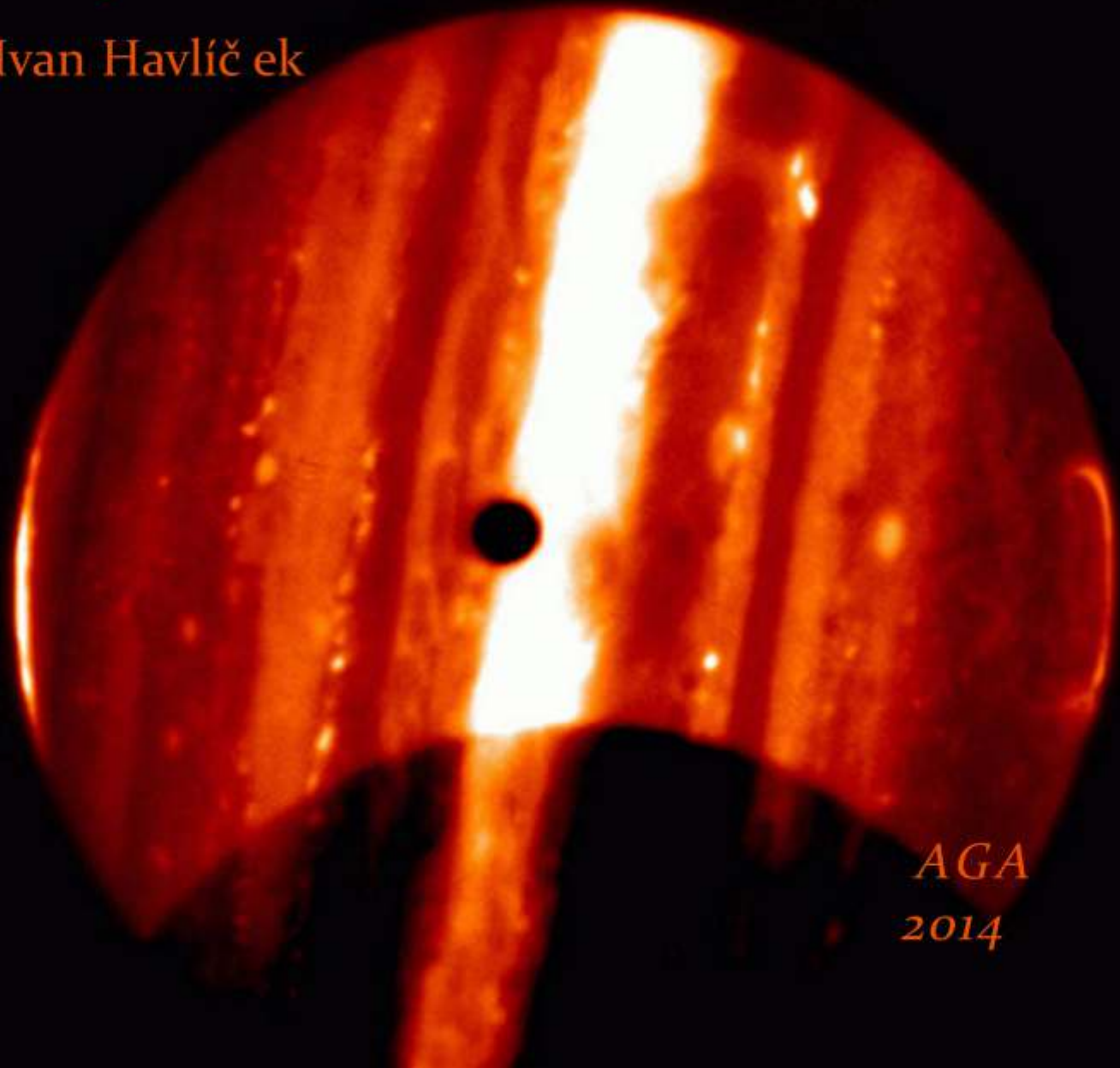




JUPITER

Ivan Havlíček

AGA
2014





JUPITER

Ivan Havlíček

OBSAH

Předmluva	5
První krůčky s dalekohledem	9
Objevuje se obraz	11
Trouvelot a velké refraktory	25
Naděje největších zrcadlových dalekohledů	38
Moderní doba a prohlížení Jupiteru z domácího dvorku	42
Planeta Jupiter – základní fakta	44
Slovníček pojmů	47
Pioneer 10 a Pioneer 11	49
Voyager 1 a Voyager 2	53
Ulysses	65
Galileo	67
New Horizons	159
Jupiterovy měsíce – přehled	170
Dráhy Jupiterových měsíců	173
Io – mapy	174
Europa – mapy	178
Ganymed – mapy	182
Callisto – mapy	186

PŘEDMLUVA

Když jsem zhruba před dvěma roky uviděl přednášku Ivana Havlíčka na téma Jupiter, hned mě napadlo, že by šlo o skvělé téma na knihu plnou nádherných snímků ze sond, které zkoumaly a zkoumají tento pro nás nezvyklý svět. Sám si rád prohlížím překrásné astronomické fotografie a přitom sním o kráse vzdálených světů – proč by tedy obdobné pocity nemohl prožívat zvědavý čtenář? Doufal jsem, že by Ivan mohl sestavit soubor fotografií, které by čtenáře pohladily po duši a podnítily jeho fantazii. Když jsem svůj návrh vyslovil, netušil jsem ještě, jaké to bude mít důsledky. Naivně jsem si představoval atlas komentovaných snímků, jehož příprava by mohla trvat týden, možná dva. Ivan se pustil do práce s vervou sobě vlastní. Z týdnů byly nejprve měsíce a poté téměř dva roky usilovné práce. A vůbec nevznikl soubor fotografií, po jakém jsem původně toužil.

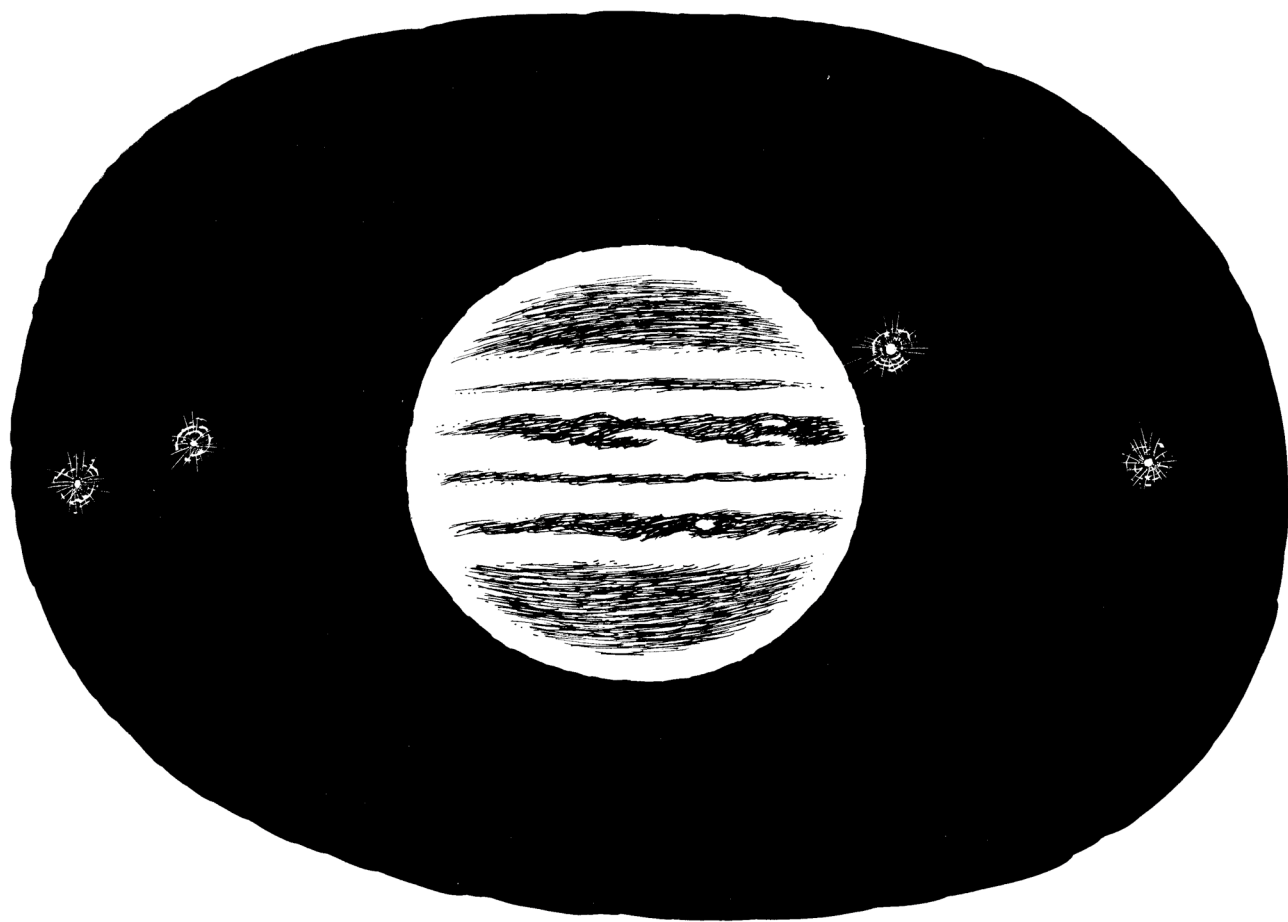
Kniha, kterou máte před sebou, je unikátní výpověď o lidské touze po poznání. Povede Vás od dávných pohledů na Jupiter prvními dalekohledy až po současný výzkum špičkovými sondami a dokonalými technologiemi. Ivan dohledal nákrasy Jupiteru pořízené prvními pozorovateli a je neuvěřitelné, jaké detaily spatřili tito průkopníci astronomie svými primitivními přístroji na největší planetě Sluneční soustavy. V knize naleznete nejen dech beroucí fotografie, ale i podrobné mapy povrchových útvarů na největších čtyřech Jupiterových měsících. A to zdaleka není vše. Knihu autor doplnil vlastními kresbami, které celou publikaci sjednocují a vkusně doprovázejí.

Ivan Havlíček je totiž architekt, astronom i zdatný kreslíř v jedné osobě. Někdy mě napadá, že k nám jakoby zavítal z doby před mnoha stoletími, kdy byli nositelé vzdělanosti nezřídka současně vědci i umělci. Jeho ilustrace odborných i populárních textů jsou jedinečné a neznám nikoho, kdo by ztvárnil jemné nuance fyzikálních zákonů a novodobých technologií lépe.

Milí čtenáři, dostává se Ti do rukou kniha, která je odrazem lidského umu, touhy a fantazie. Ano, člověk by mohl pasivně žít na své Zemi a nikdy nepohlédnout k obloze. Naštěstí tomu tak není. Prostá zvědavost donutila člověka zkonstruovat důmyslné kosmické koráby, které navštívily vzdálená zákoutí Sluneční soustavy, o nichž generace před námi jen snily. A stejná zvědavost umožnila i vznik této knihy, která je svědectvím naší nezkrotné touhy po poznání.

Zbývá už jen jediné: nalézt nějaké tiché zákoutí, třeba vinný sklípek nebo kozí chlívěk, ponořit se do Jupiterova světa a nechat na plné obrátky pracovat svou představivost...

Petr Kulhánek, Praha, 24. září 2014



*Za drahami četných Hvězdic jest Jupiter (Kralomoc),
největší oběžnice naší soustavy, kterou snad každý
z nás již někdy spatřil. Stojí-li nad obzorem, lze jej
ihned poznati po neobyčejné jasnosti, kterou nad
něj předčí pouze Venuše; od Venuše pak rozeznává
se obyčejně svým postavením na obloze, neboť
Venuše je vždy poblíž Slunce.*

*Joseph Norman Lockyer,
ASTRONOMIE, 1898*

PRVNÍ KRŮČKY S DALEKOHLEDEM

Observationes Iovitarum
1610

2. J.bris. marc H. 12	○ **
30. marc	** ○ *
2. Apr.	○ ** *
3. marc	○ * *
3. Ho. s.	* ○ *
4. marc	* ○ **
6. marc	** ○ *
8. marc H. 13.	* * * ○
10. marc	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. uesp.	* ○ *
13. marc	* ** ○ *
14. Apr.	* * * ○ *

Galileův nákras poloh Jupiterových měsíců. Galileo Jupiterovy satelity poprvé pozoroval v noci ze 7. na 8. ledna 1610 a svá pozorování každou noc pečlivě zaznamenával.

Jupiter je na nočním nebi nepřehlédnutelným jasným světlem od nepaměti. Jeho svit předčí jen Měsíc, Venuše a méně často Mars v opozici. Prokazatelně prvním, kdo se na Jupiter podíval skrze dalekohled a svá pozorování popsal, byl Galileo Galilei (1564–1642). Galileo si postupně sám vyrobil několik dalekohledů, které k pozorování používal. Galileovy dalekohledy měly objektivy z jednoduchých brýlových skel a okuláry stejně tak. Byly zacloněné na průměr pouhých několika centimetrů, objektiv jeho největšího dalekohledu měřil jen 38 milimetrů a jeho ohnisková vzdálenost byla 1 689 mm. Tento dalekohled spolu s 50 mm okulárem zvětšoval 33,8krát. Jelikož je Jupiter velmi jasný, mohl být i v takové dlouhé temné trubici s velmi malým zorným polem docela dobře pozorovatelný. Není známo, zda Galileo na Jupiteru viděl nějaké podrobnosti. Alespoň o ničem takovém nenapsal. Podařilo se mu ale uvidět Jupiterovy měsíce, které se pohybují spolu s planetou a střídavě se objevují na jedné nebo na druhé straně od ní. Svá pozorování nejen popsal, ale také nakreslil. Z pozdějších záznamů v Galileově pozorovacím deníku je zřetelně vidět kotouček Jupiteru oproti drobným satelitům podobajícím se hvězdám, které proto v deníku zakreslil jako hvězdy.

Galileo předvádí svůj přístroj Uranii a současně ukazuje na nebe, kde je názorně vykreslen celý tehdy známý planetární systém. Jupiter je obkružovaný čtyřmi nově objevenými měsíci a Saturn je obohacen dvojicí drobnějších těles. Galileo Saturnův prstenec neviděl, v jeho dalekohledu byl z prstence jen náznak protažení na obě strany, který se s časem neměnil. Galileo si to vysvětlil tak, že vidí „trojitou“ planetu. Z toho je zřejmé, jakou kvalitu jím používané dalekohledy měly a co jimi mohlo být skutečně vidět.



OBJEVUJE SE OBRAZ

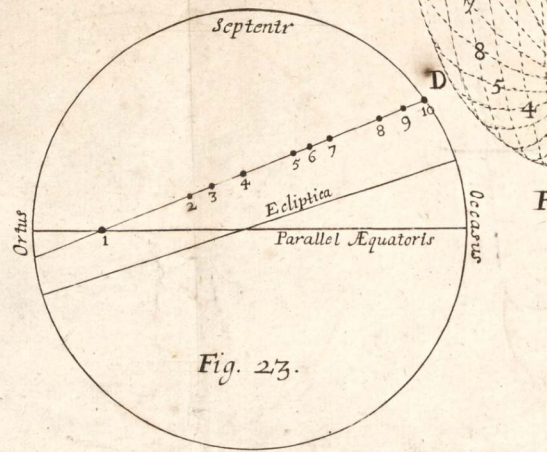
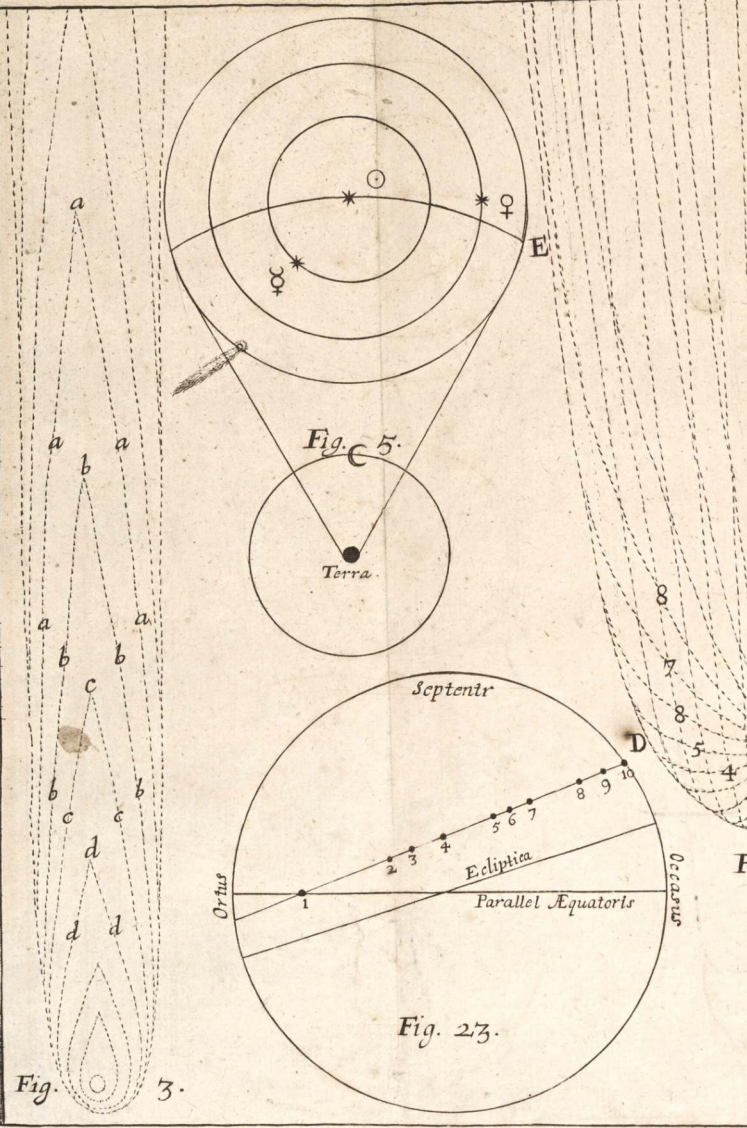
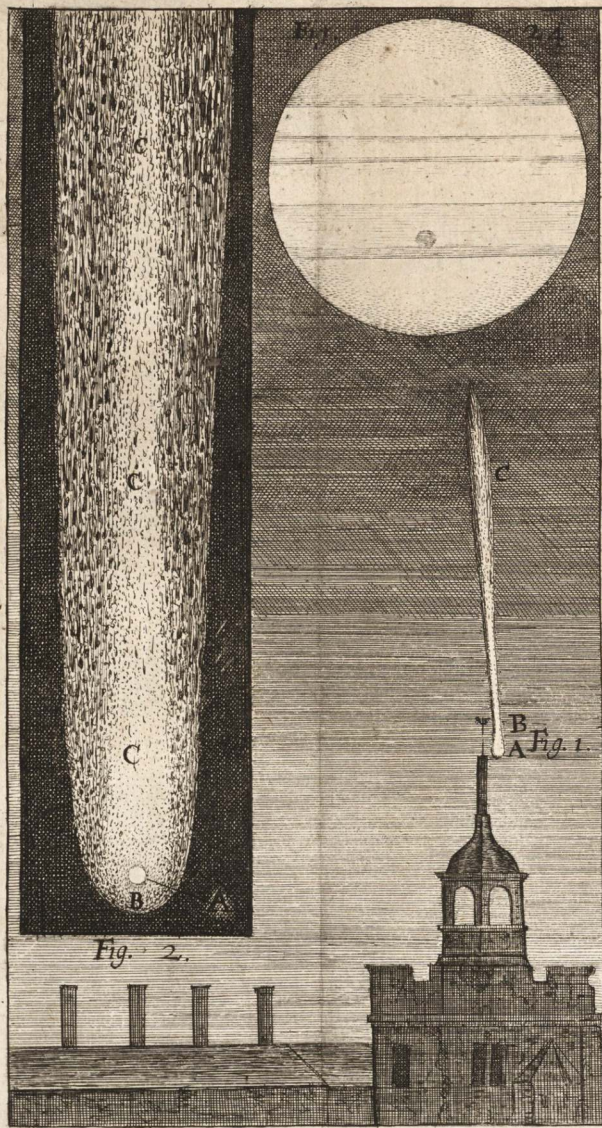
V druhé polovině sedmnáctého století se nově objevený přístroj – dalekohled stává nezbytným vybavením vznikajících vědeckých ústavů a hvězdáren. Dalekohledy byly sice, ve snaze podat maximální zvětšení, stále vesměs dlouhé a úzké roury, ale rychle se zdokonalovaly. Robert Hooke (1635–1703), tajemník Královské společnosti po němž je pojmenován zákon popisující vztah mezi napětím a deformací materiálu, byl učený muž velmi širokého rozpětí a rozličných dovedností. Vymyslel mikroskop a také zrcadlový dalekohled, vodováhu, irisovou clonu, anemometr a mnoho jiných věcí. Současně byl úspěšným architektem a spolu s Christopherem Wrenem po velkém požáru Londýna v roce 1666 pomáhal s jeho znovupostavením. Architekt Wren se tehdy také zabýval astronomií a řešil například geometrii kometárních pohybů sluneční soustavou. Hooke popisuje, jak v průběhu roku 1664, poprvé 9. května, pozoroval na Jupiteru stálou skvrnu a později z jejího pohybu určil rychlost Jupiterovy rotace na 9 hodin a 56 minut. Dne 26. září 1664 pozoroval „velmi dobrým dalekohledem“ měřícím 12 stop přechod stínu jednoho z měsíců přes Jupiterův kotouč.



Robert Hooke s hvězdnou oblohou za oknem a vědeckými záznamy před sebou.

Dalekohled Gregoryho typu, který Hooke jako první postavil v roce 1673 podle Gregoryho popisu z roku 1663. Ve druhé polovině sedmnáctého století šlo o velmi slušný přístroj, který nebyl zatížen barevnou vadou jako jiné tehdy běžné dalekohledy a umožňoval současně velké zvětšení.





LECTURES AND COLLECTIONS

Made by
ROBERT HOOKE, Secretary of the Royal Society.

COMET A.

CONTAINING

- [Observations of the Comet in *April, 1677.*
- [Fragments of several Lectures about those of 1664. and 1665.
- [Sir *Chr. Wren's* Hypothesis and Geometrical Problem about those Comets,
- [A Discourse concerning the Comet of 1677.
- [Mr. *Boyle's* Observation made on two new Phosphori of Mr. *Baldwin*, and Mr. *Craft*.
- [Mr. *Gallet's* Letter to Mr. *Cassini*, together with his Observation of ♄ *sub* ☉.
- [Mr. *Cassini's* Reflections upon those of *Gassendus*, and *Hevelius*, and upon this.
- [Mr. *Hally's* Letter and Observation of the same made at *St. Hellena*.
- [Mr. *Cassini's* Observation of the Diurnal motion of ♄, and other changes happening in it.

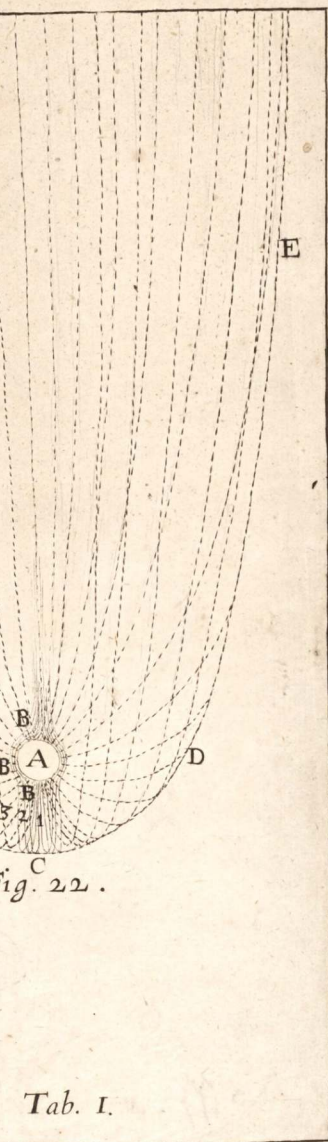
MICROSCOPIUM.

CONTAINING

- [Mr. *Leeuwenhoeck's* two Letters concerning some late Microscopical Discoveries.
- [The Author's Discourse and Description of Microscopes, improved for discerning the nature and texture of Bodies.
- [*P. Cherubine's* Accusations answered.
- [Mr. *Young's* Letter containing several Anatomical Observations.

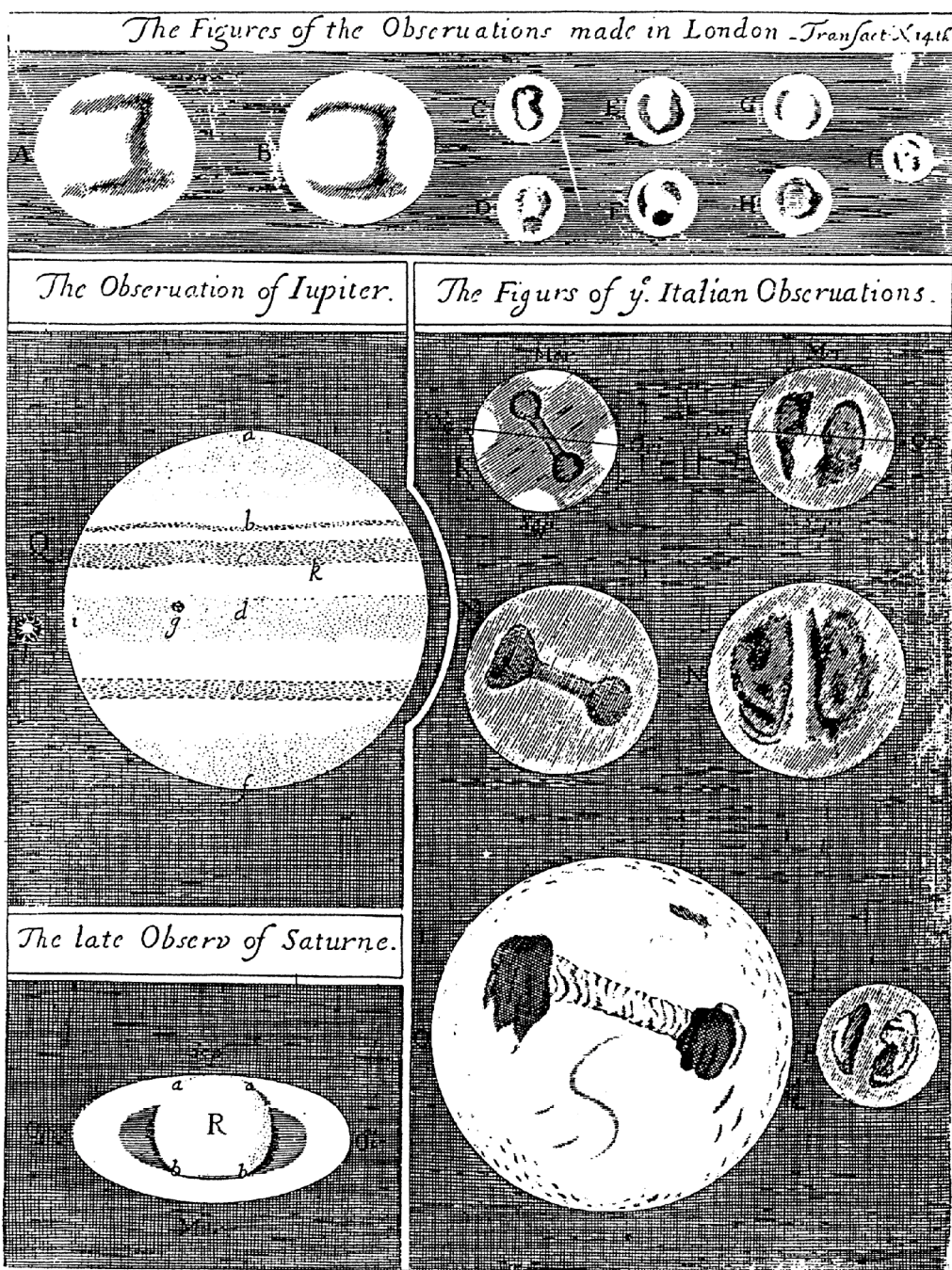
L O N D O N :

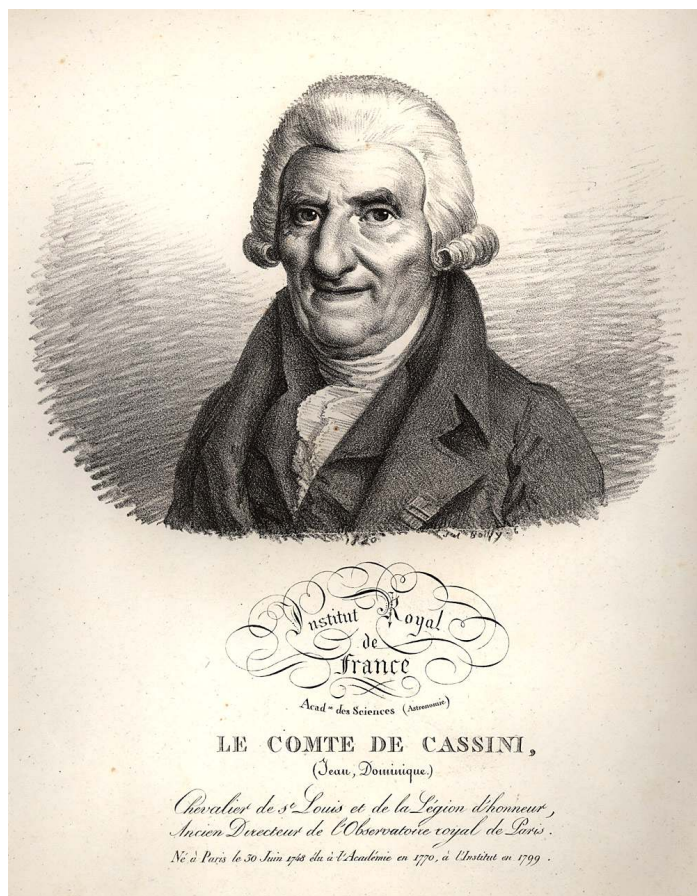
Printed for *J. Martyn*, Printer to the Royal Society,
at the Bell in *St. Paul's Church-yard*. 1678.



Záznam pozorování Jupiteru Robertem Hookeem ze dne 26. června 1666. Hooke pozoroval dalekohledem dlouhým 60 stop (18 m) při zvětšení 180×. Jupiter byl prý velký jako čtyřnásobek velikosti Měsíce pozorovaného bez dalekohledu. Hooke popisuje velmi podrobně tmavé a světlé pásy na Jupiterově disku. Kresby nahoře a vpravo zobrazují planetu Mars a nalevo dole je vyobrazena planeta Saturn.

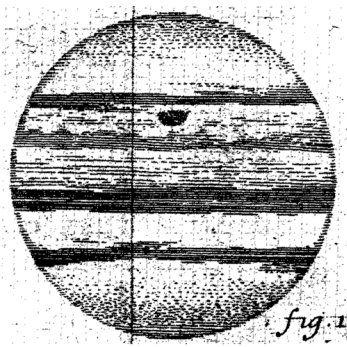
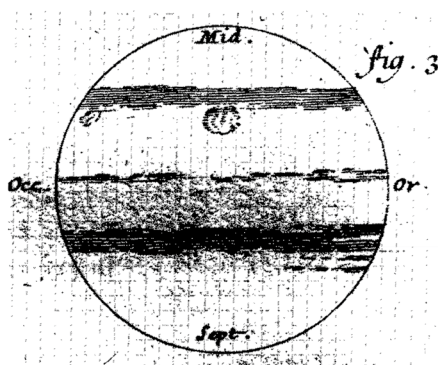
Na předchozí dvojstraně je soubor vědeckých textů o kometě pozorované v dubnu 1677 vydaný spolu s Hookovým pojednáním o mikroskopu. Giovanni Domenico Cassini zde popisuje pozorování velké skvrny na Jupiteru. Na frontispisu je mimo několika kreseb pozorování komety také vykreslen Jupiter, jak se jevil v tehdejších dalekohledech.

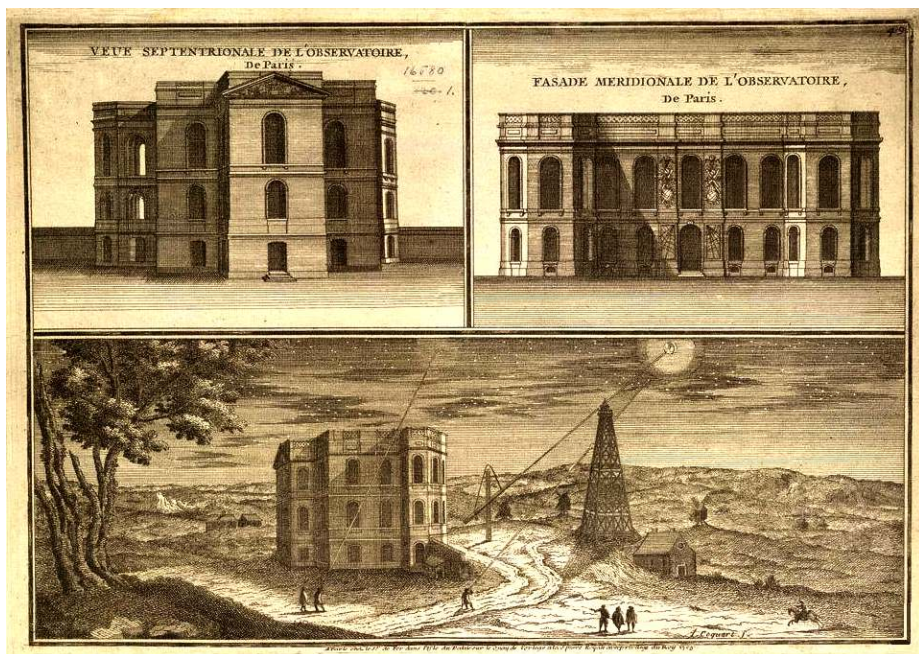




Giovanni Domenico Cassini (1625–1712) byl Hookeovým současníkem a také prvním ředitelem pařížské hvězdárny. Skvrnu na Jupiteru pozoroval současně s Hookem a ve spisech Královské společnosti, editovaných Hookem, je o jeho pozorováních mnoho zpráv. Cassini pozoroval také velmi velkými a dlouhými dalekohledy, stejně jako Hooke. Kolem roku 1690 se mu podařilo objevit soustavným pozorováním Jupiterova povrchu jeho diferenciální rotaci. Zjistil, že rovníkové oblasti se pohybují rychleji než oblasti blízké pólům planety.

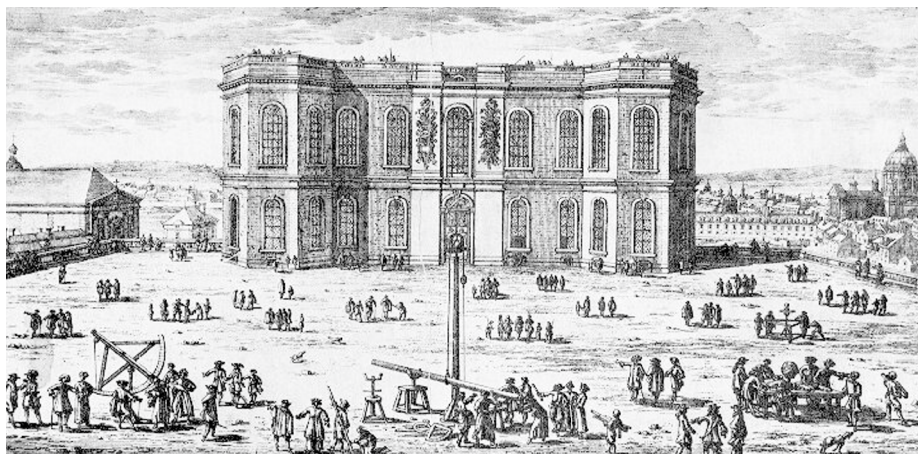
Trojice Cassiniho nákrešů velké skvrny z 19. ledna 1672, 8. července 1677 a z ledna 1691. Jih je nahoře.

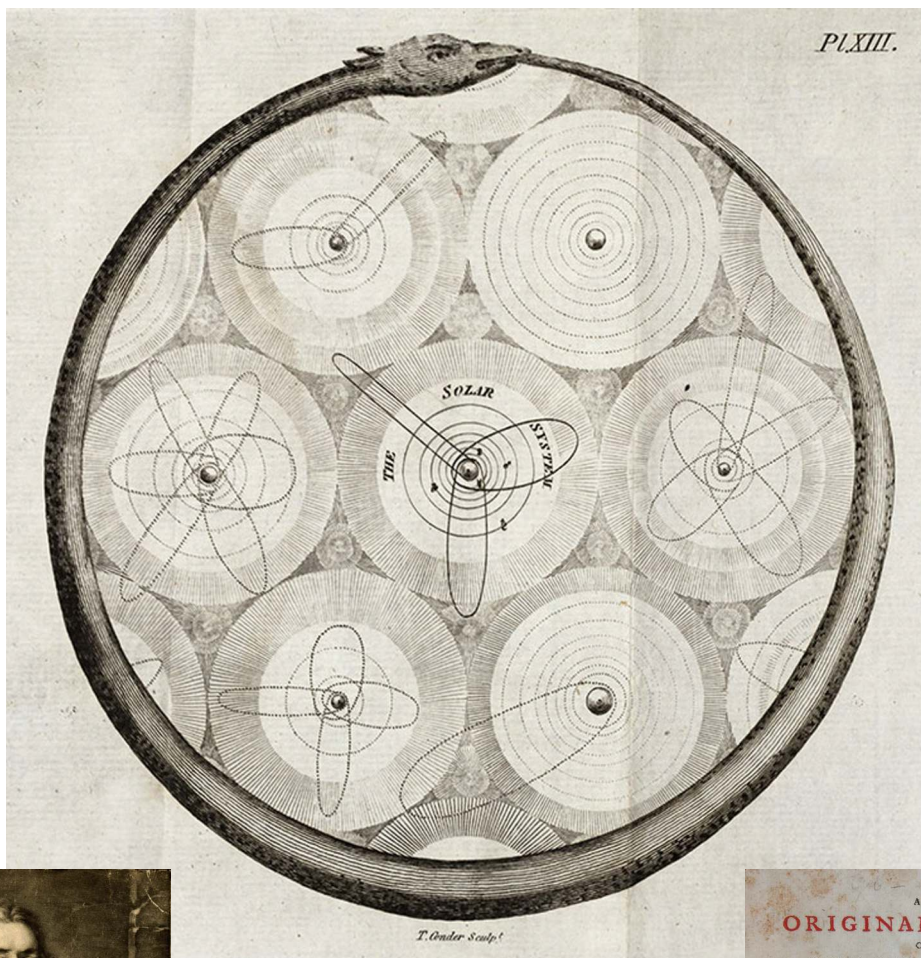




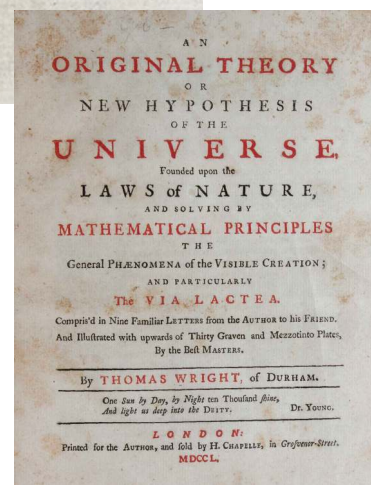
Tři vyobrazení pařížské hvězdárny za časů Domenica Cassiniho, která vyryl Antoine Coquart v roce 1705. Celá střecha stavby je obrovskou pozorovací terasou. Na spodním panoramatickém pohledu jsou zachyceni hvězdáři při nočním pozorování věžovým dalekohledem. Tento přístroj využíval objektivu umístěné na dřevěné příhradové věži a pro velkou délku ohniska nemusely mít jednotlivé dalekohledy tubus. Pozorovatel měl jen na lanku okulár, aby udržel správnou vzdálenost potřebnou pro zaostření a natočil si objektiv na věži souose k okuláru. Pak se jen snažil obcházením kolem věže udržovat pozorovaný objekt v zorném poli.

Stožárový dalekohled u pařížské hvězdárny na konci 17. století. Velké refraktory nebyly pro svoji přílišnou délku zrovna nejlépe ovladatelné. O to obdivuhodnější jsou výsledky, kterých se jimi tehdejšími astronomům podařilo dosáhnout.





Thomas Wright (1711–1786), další z astronomů, kteří byli také architektky, vydal v roce 1750 *Původní teorii či novou hypotézu Vesmíru* (*An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*). Popisuje zde mléčnou dráhu jako možný optický klam mnoha vrstev hvězd promítaných do sebe a planetární světy u cizích sluncí. Práce je zaměřena spíše na velká měřítka a celý vesmír najednou.



Ilustrace Thomase Wrighta z *Původní teorie Vesmíru* zobrazující vztahy mezi planetami a planety samotné spolu s jejich tehdy známými měsíci. Jupiter je zobrazen s oblačnými pásy, které odpovídají tehdejšímu pozorování. Pod oblaky Jupiteru ale prosvítá povrch s pevninami a moři, jak to známe ze Země. Saturn je zobrazen stejně tak a tato představa o planetách, které jsou velmi podobné Zemi, vydržela ještě dlouho až do dvacátého století. Ve Wrightově době bylo nemyslitelné, že by tomu mohlo být jinak a že by cizí světy nemusely být Zemi až tak úplně podobné.

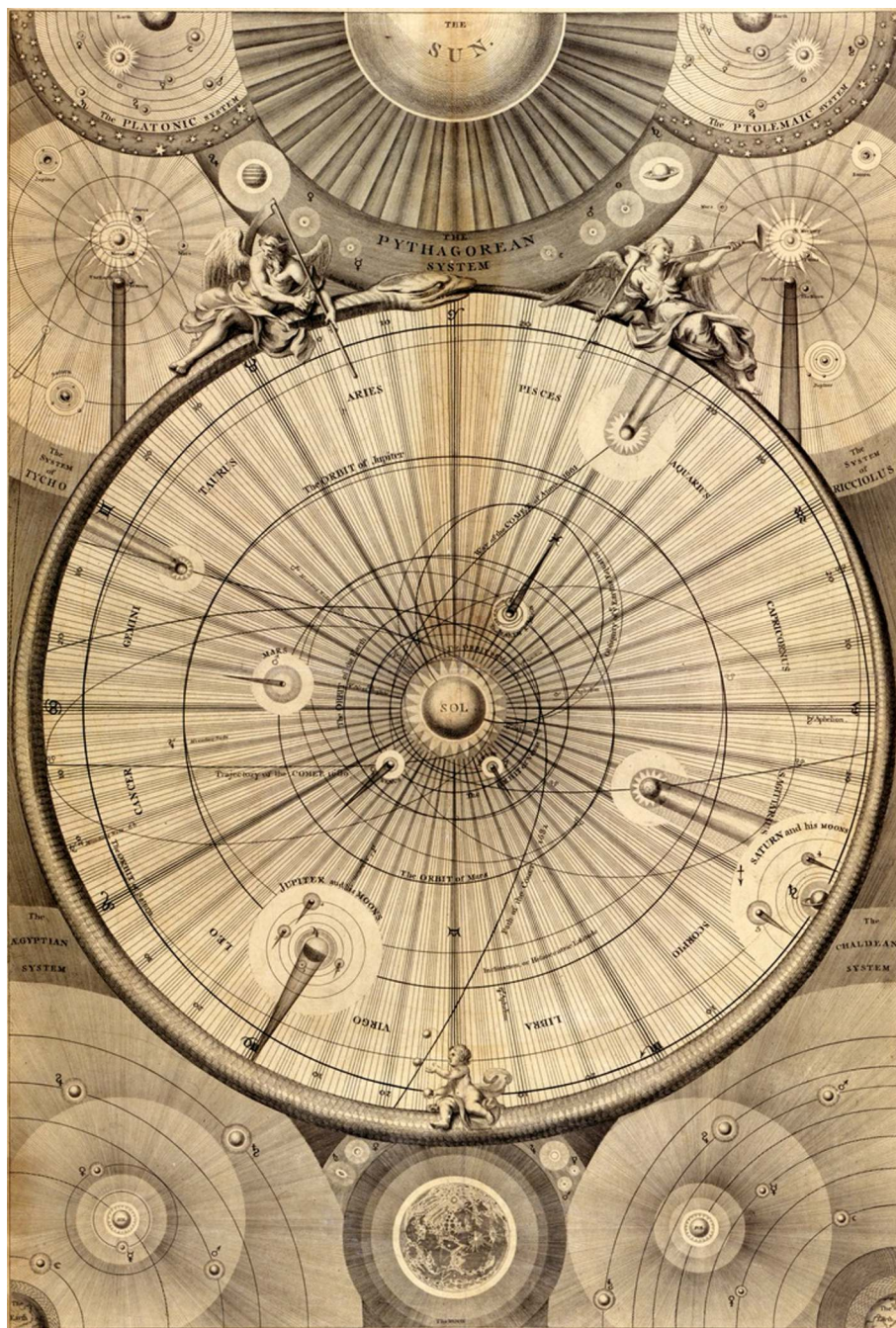
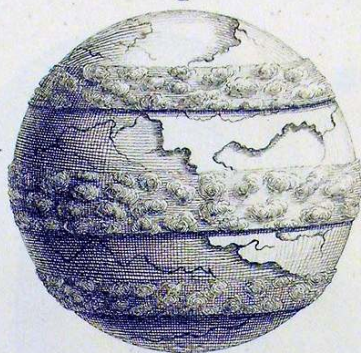


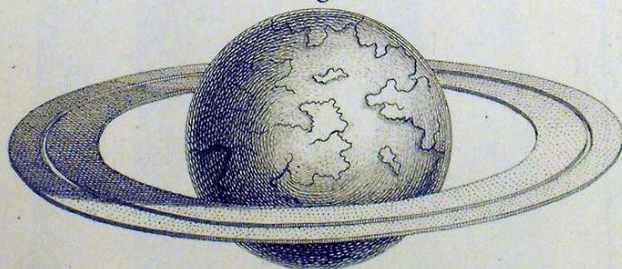
PLATE VIII.

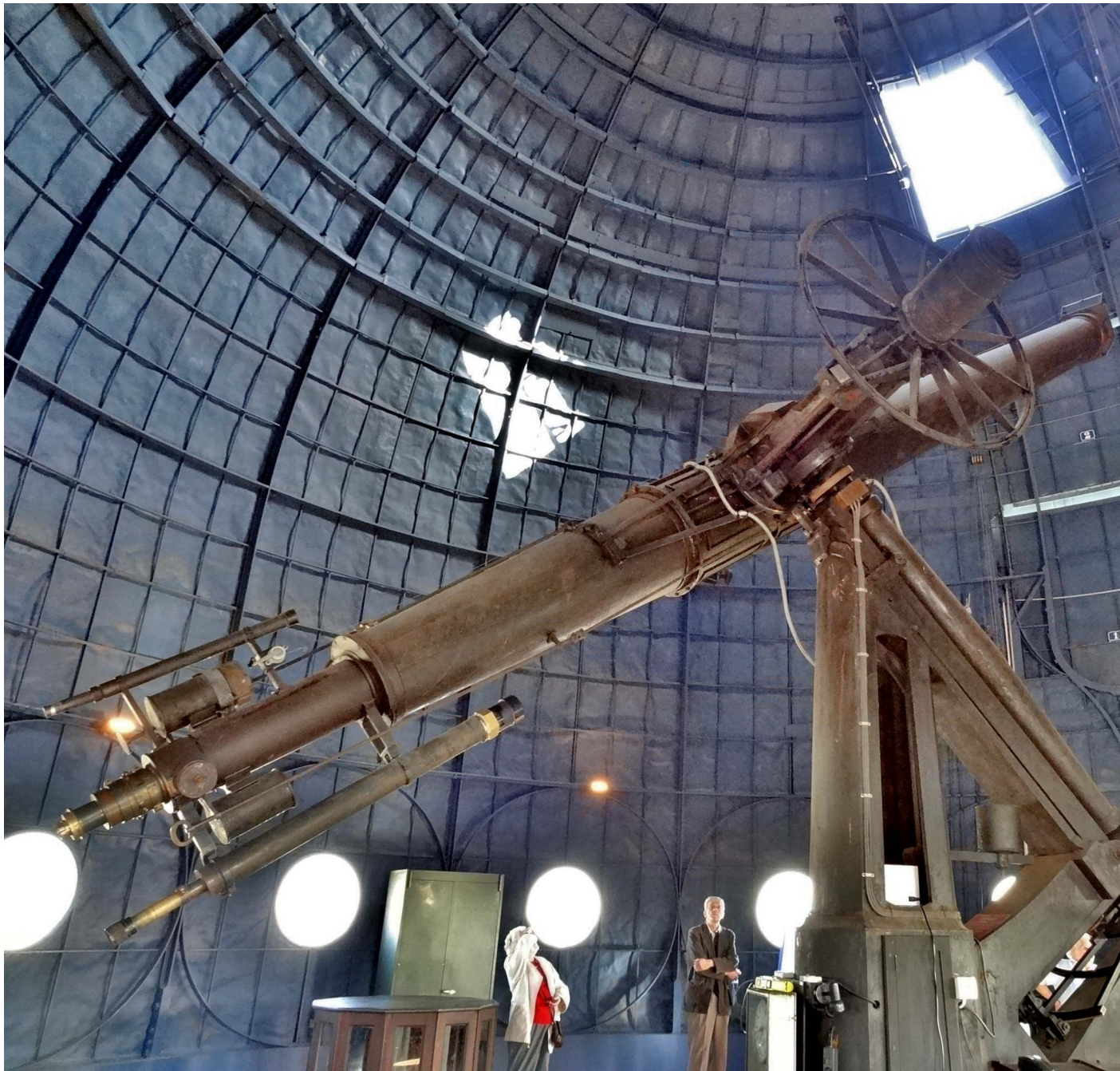


♄



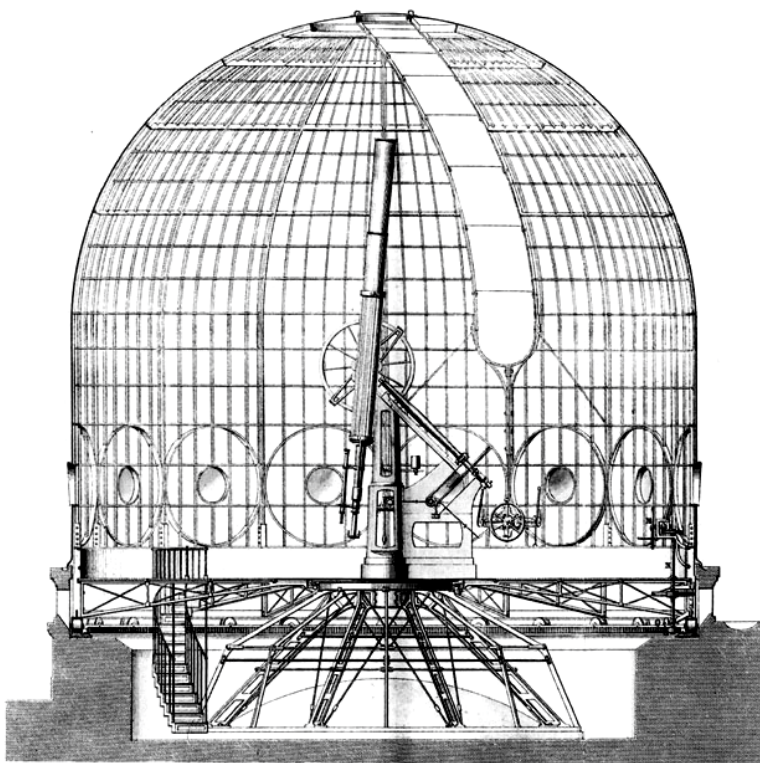
♄



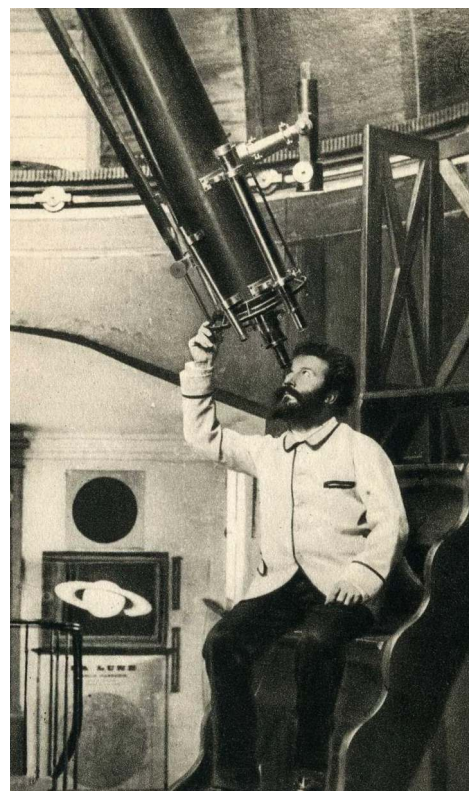




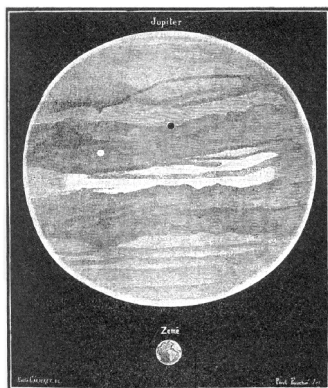
Velký ekvatoriál pařížské hvězdárny v kopuli, kterou na střechu hvězdárny postavil François Jean Dominique Arago (1786–1853) v roce 1846. Devatenácté století bylo stoletím velkých refraktorů a tento refraktor s objektivem 38 cm v průměru a ohniskové vzdálenosti 9 m byl velmi výkonným přístrojem své doby. Do kopule se dostal až po Aragově smrti v roce 1854 a byl určen pro vizuální pozorování.



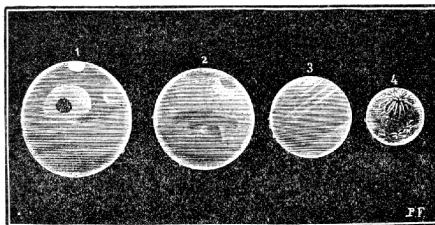
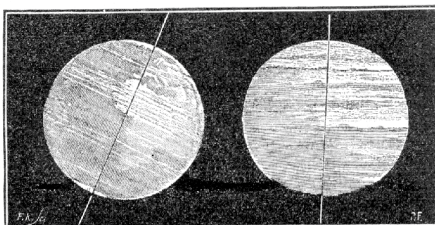
Nicolas Camille Flammarion (1842–1925) byl popularizátorem přírodních věd a zvláště astronomie ve druhé polovině devatenáctého století. Byl žákem Pařížské hvězdárny a od roku 1882 ředitelem své vlastní hvězdárny v Juvisy-sur-Orge u Paříže vybavené 24centimetrovým refraktorem. Napsal více než 50 knih bez rozdílu zaměření. Šlo o vědecké spisy, ale také o populární literaturu a fantastické či spiritistické romány. O Jupiteru se zmiňuje ve své knize *Populární astronomie* z roku 1879, která byla přeložena do češtiny téměř ihned po svém francouzském vydání. Dalekohledy již jsou mnohem dokonalejší a podrobnosti na planetárním disku přibývá. V *Populární astronomii* je shrnuto veškeré dosavadní zkoumání a Jupiter je popsán do podrobností, které berou dech. Z ilustrací spisu rozděleného do tří objemných svazků je ale zřejmé, kde měla tehdejší pozorování své hranice.



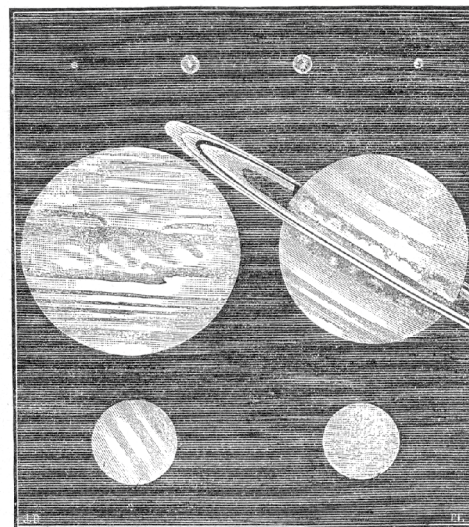
Srovnání sklonu osy Země a Jupitera.



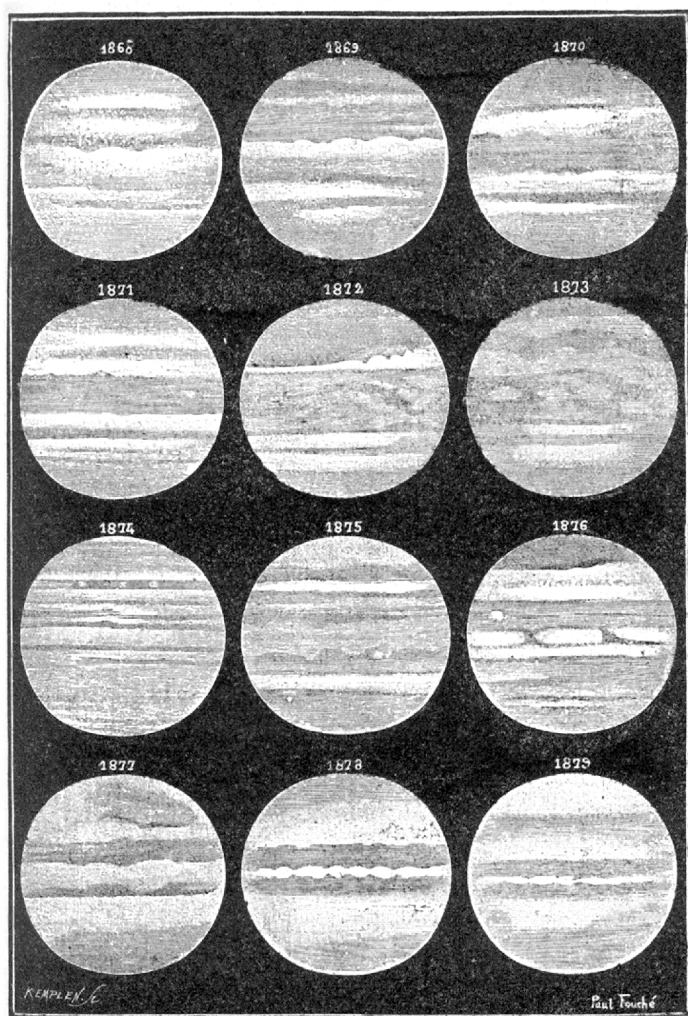
Srovnání velikosti Jupitera a Země. Na kresbě je zřetelné zploštění obří planety.



Srovnání velikostí Marta, Ganymeda, Merkura a Měsíce

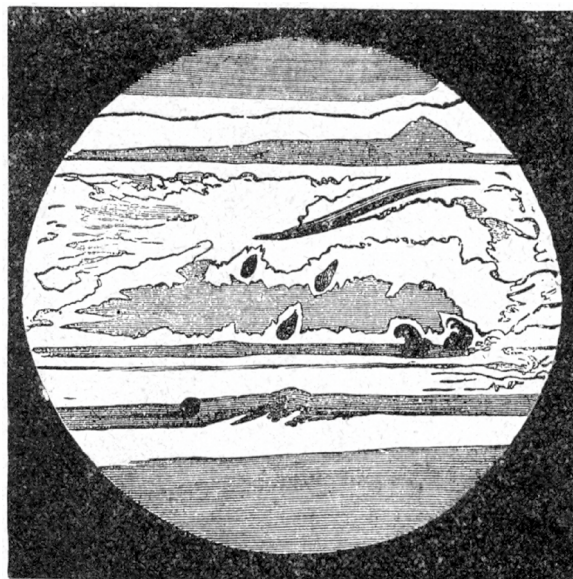


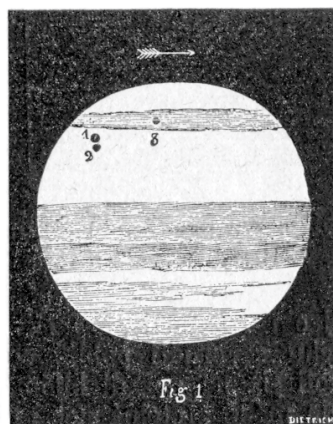
Hlavní světy soustavy sluneční. Po řadě od levé strany a s hůry: Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun.



Změny pozorované na Jupiteru. Variace roční.

Jako ukázkou bohatých tvarů a barev na povrchu pozorovaných zařadil Flammarion kresbu Pietra Tacchiniho (dole). Tacchini učinil v Palermu výkres Jupitera dle pozorování 28. ledna 1873. Velká obdélná skvrna ve tvaru f promítala se na růžovém pozadí. Flammarion nedokázal rozhodnout, zda jsou na Jupiteru sopky a prameny par, či zda jsou variace jeho povrchu způsobeny vlivem slunečním. Spekuloval i o vlivu elektřiny, která by mohla rozzářiti planetu jasnými zářemi severními. Nabízí ale racionálnější závěr: planeta je ve stavu před tím, než počal se na Zemi jevit život. V dávné geologické minulosti Země, uprostřed bouří a křečí rodícího se světa hledal odpověď na rychlé změny, které byly na Jupiteru pozorovány.



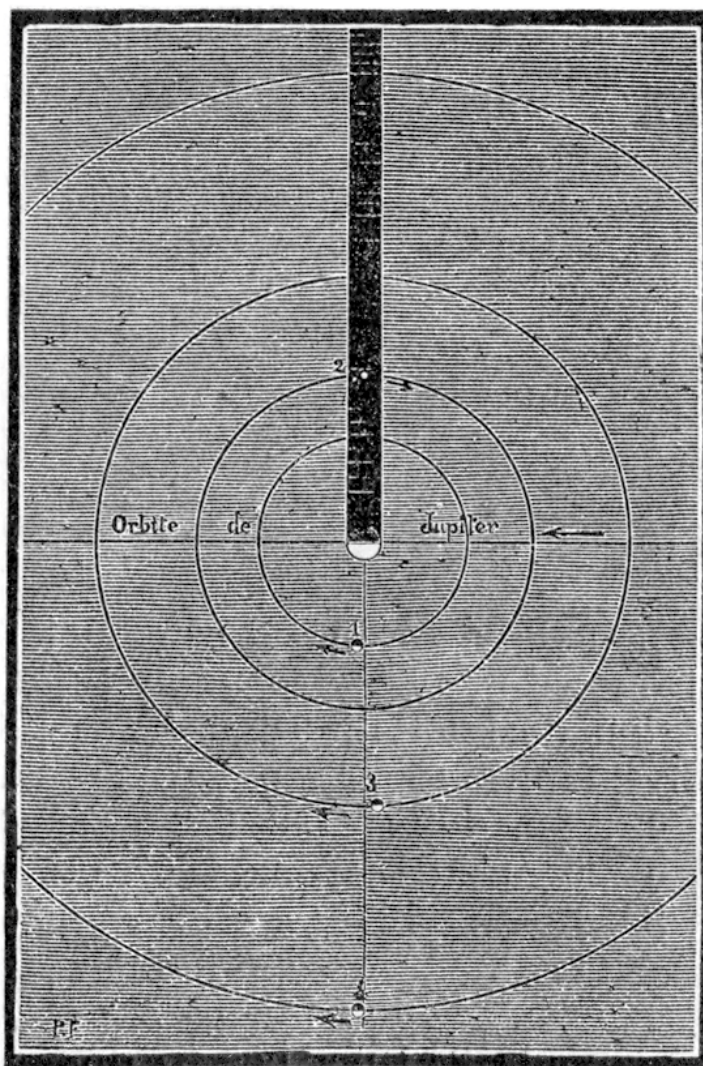


Deska Jupiterova při Flammarionově pozorování 25. března 1874 v 8 hodin 50 minut. Skvrny 1 a 2 jsou stíny dvojice měsíců přecházejících před Jupiterem. Skvrna 3 je samotný měsíc, který se promítá na pozadí disku, vytváří stín 1 a je možné jej odlišit od Jupiterova povrchu.



Deska Jupiterova při též pozorování v 10 hodin 32 minut. Zřetelné jsou obě družice vystoupivší již mimo Jupiter a stále ještě dva stíny, které na planetu vrhají.

Zatmění družic Jupiterových. Flammarion z pozorování zatmění Jupiterových měsíců dovozoval, že jde o zajímavé světy, které by mohly mít i atmosféru.



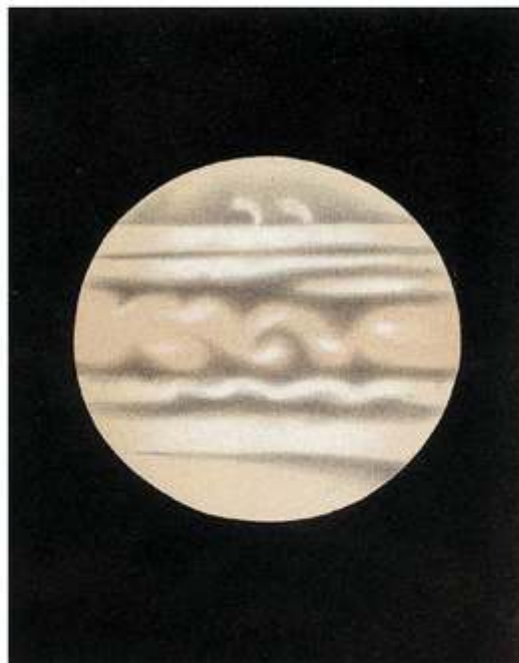
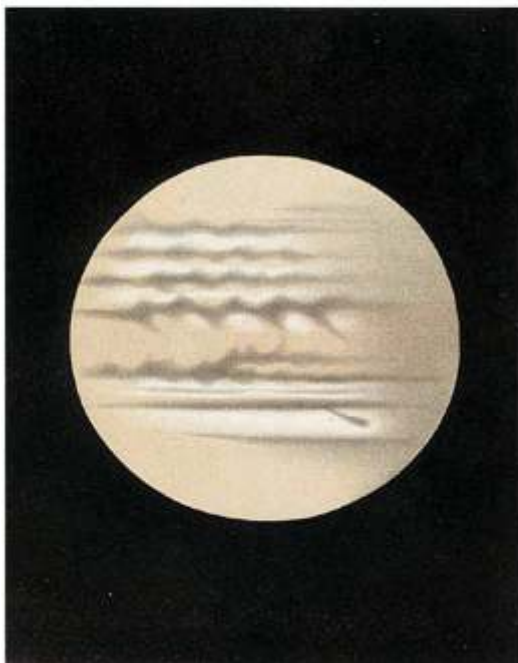
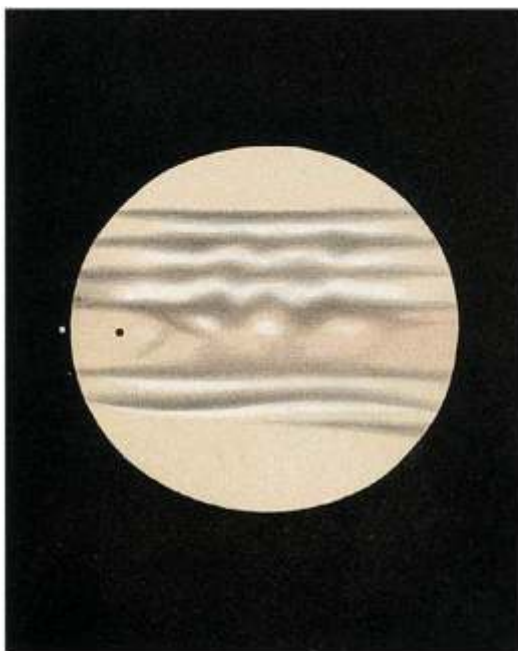
TROUVELOT A VELKÉ REFRAKTORY



Étienne Léopold Trouvelot na snímku z archivu Lickovy observatoře.

Étienne Léopold Trouvelot (1827–1895) se narodil ve Francii, ale po státním převratu v roce 1852 ji opustil a přesídlil do Ameriky. Usadil se v Massachusetts a živil se zde jako ilustrátor přírodnin. Stal se členem Bostonské společnosti přírodní historie a pozorování mohutných polárních září v roce 1870 jej přimělo studovat astronomii. Zájem o astronomii jej přivedl až k legendárnímu patnáctipalcovému refraktoru v Harvardu, s nímž prohlížel nebe od roku 1872. V roce 1875 byl pozván do Washingtonu, kde mohl pracovat s 26palcovým refraktorem Námořní observatoře, což byl tehdy největší dalekohled na světě.

Postupně vytvořil na základě svých pozorování stovky kreseb nebeských objektů a podle nich připravil v roce 1876 do tisku sérii 35 grafických listů, mnohé v barvě. Jelikož byl Trouvelot zkušený ilustrátor a výborný pozorovatel, nešlo v jeho případech o jen tak ledajaké záznamy z nočních prohlídek oblohy. Jeho obrazy jsou vynikající ukázkou dokonalé vědecké interpretace pozorovaných nebeských objektů. V jednom každém obraze jsou vždy nashromážděny zkušenosti z mnoha pozorování, aby divákovi nabídl co nejucelenější obraz a ukázal mu krásu pohledu do největších dalekohledů své doby. Trouvelotovy obrazy jsou výjimečné tím, že jde poprvé o obrazovou interpretaci nad úroveň strohého vědeckého záznamu. Jeho obrazy jsou mnohem skutečnější než do té doby běžné deníkové zákresy hvězdářů pořizované při nedostatečném světle, které pak byly do vědecké literatury překreslovány rutinními rytci. Trouvelot byl nejen pozorovatel, ale současně i velmi dobře školený vědecký ilustrátor ovládající potřebné litografické techniky. Barvy jeho obrazů odpovídají pozorovaným vesmírným světům, tvar a rozložení jasů a tmy věrně kopírují dojem z pohledu do zorného pole dalekohledu. V jeho době to byla jediná možnost, jak vesmír pozorovatelný velkými teleskopy nabídnout široké veřejnosti. V roce 1882 doplnil rozsáhlé grafické dílo velmi podrobným popisem svých pozorování, který vyšel pod názvem *Astronomické kreslení – Manuál*. V *Manuálu* se rozepisuje o podmínkách pozorování a proměnlivosti nebeských objektů. U Jupiteru uvádí přesné barevné tóny jednotlivých oblačných útvarů a jejich časté změny i v průběhu jediné noci.



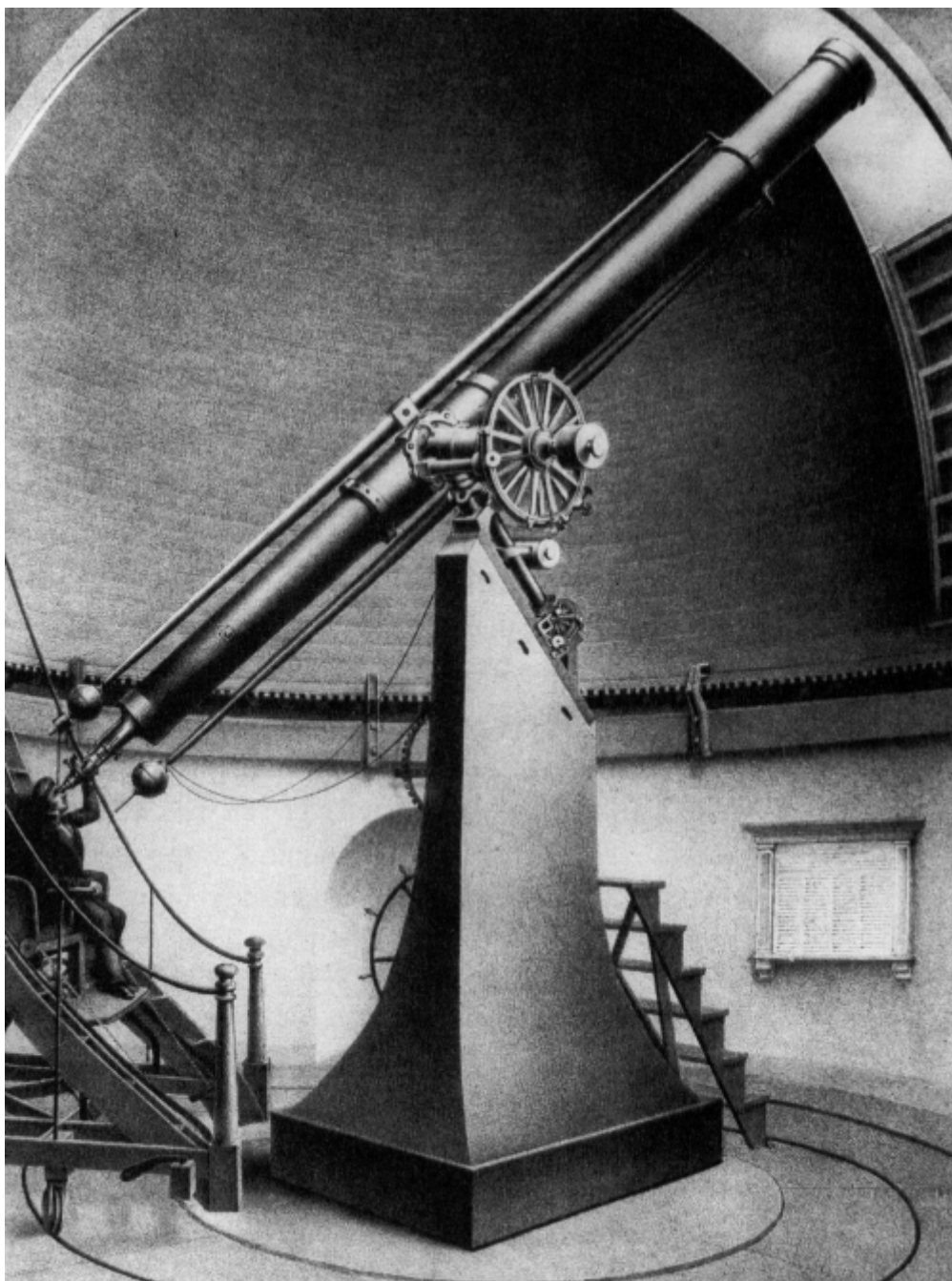
Série kreseb Jupiterovy oblačnosti zakreslená dle pozorování provedených harvardským refraktorem v únoru 1872.

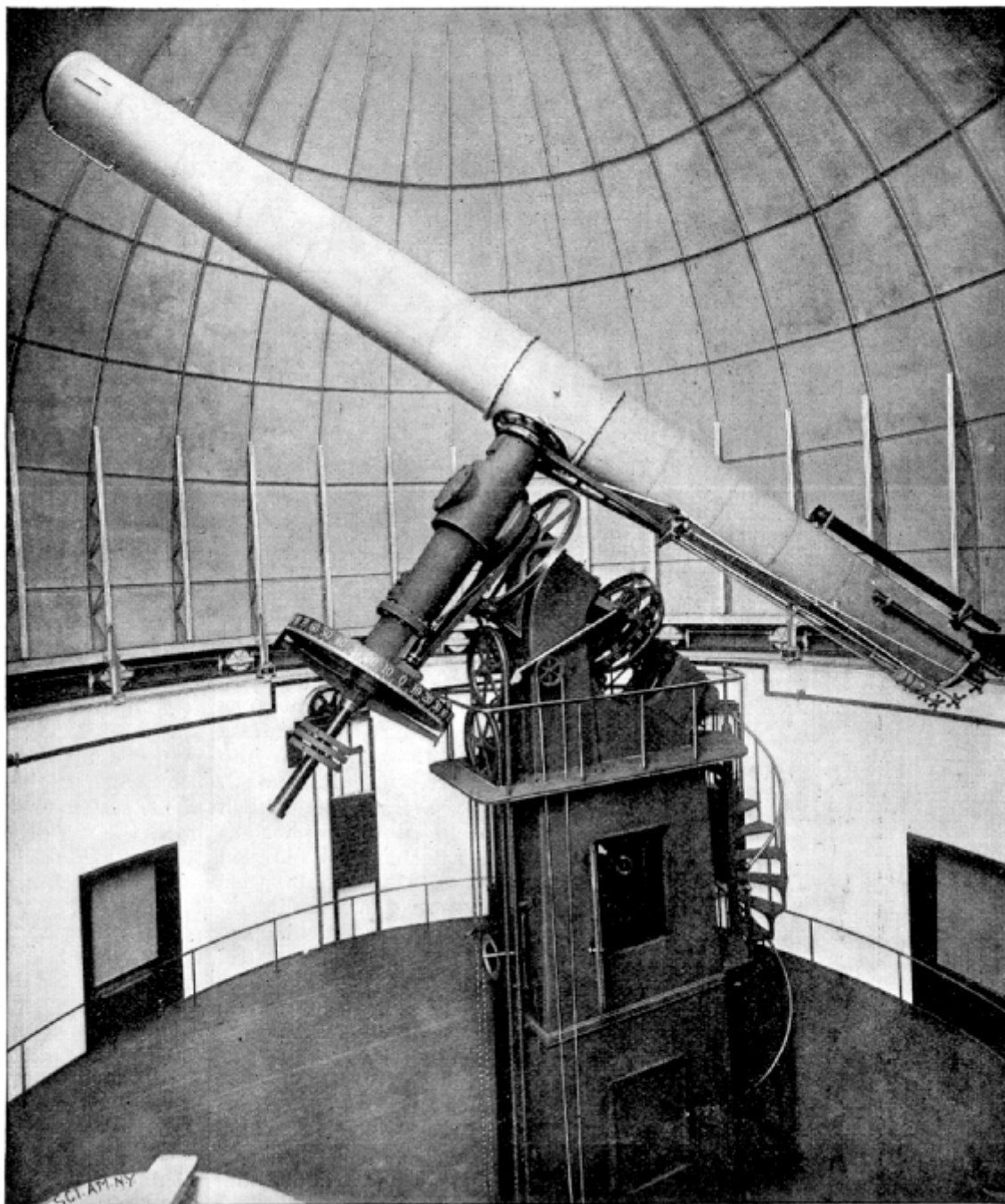


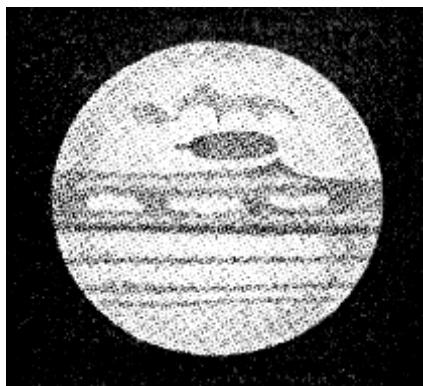
Jupiter pozorovaný Trouvelotem dne 1. listopadu 1880 v polovině desáté hodiny večerní.

Velký patnáctipalcový (38 cm) refraktor Harvardské koleje hvězdárny v Cambridge, Massachusetts. Dalekohled byl vyroben v Mnichově a v Harvardu byl osazen v roce 1847. Délka mahagonového tubusu činí 610 centimetrů a stroj je umístěn v kopuli měřící ještě o tři metry více. Po dobu 20 roků byl největším dalekohledem v Americe.

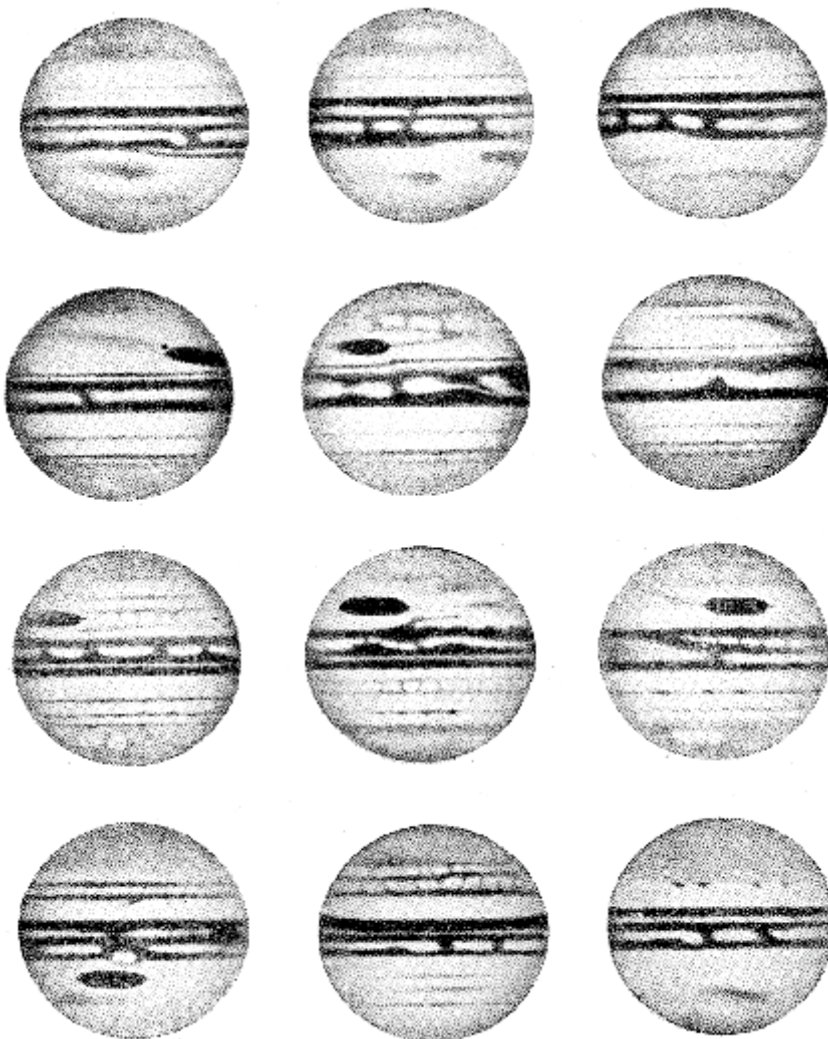
Největší dalekohled, kterým Trouvelot pozoroval nebeské světy (na protější straně) – velký ekvatoriál Námořní observatoře ve Washingtonu, vyrobený společností Alvan Clark a synové v roce 1873. Průměr objektivu je 26 palců (66 cm), ohnisková vzdálenost 990 cm a celý tubus měří 1 220 centimetrů.



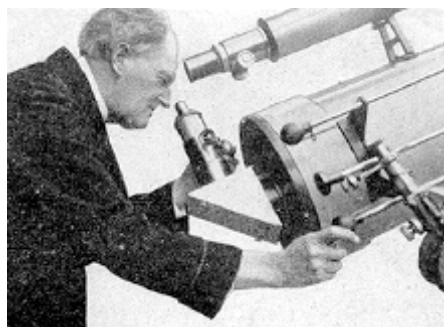
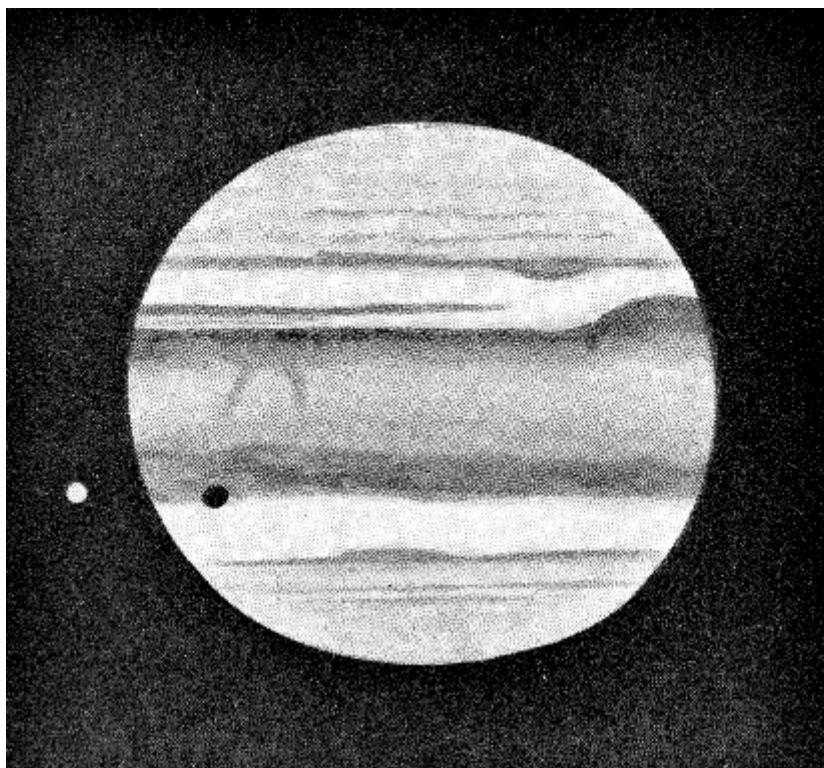




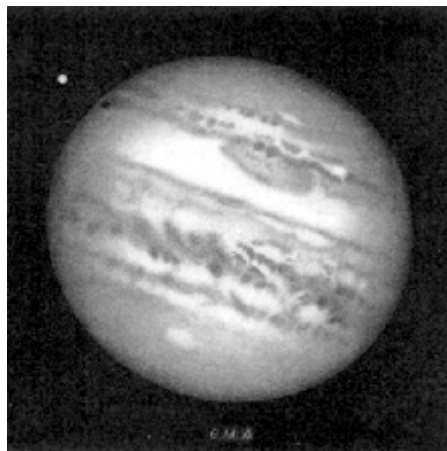
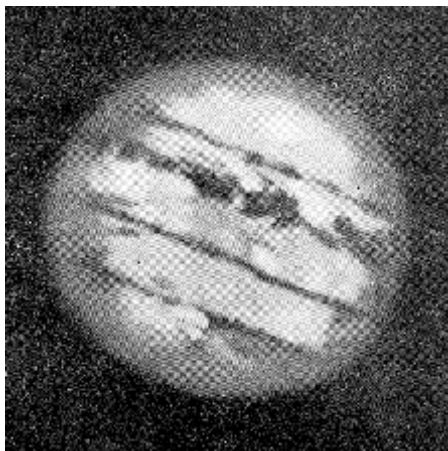
Jupiter s dobře viditelnou Velkou červenou skvrnou byl nakreslený Oswaldem Lohsem v Postupimi roku 1880.



Kresby Jupiterových oblačných pásů, které zaznamenal pionýr astrofotografie a astronomické spektroskopie chemik Wilhelm Oswald Lohse (1845–1915) refraktorem na hvězdárně v Postupimi v rozmezí let 1878 až 1881.

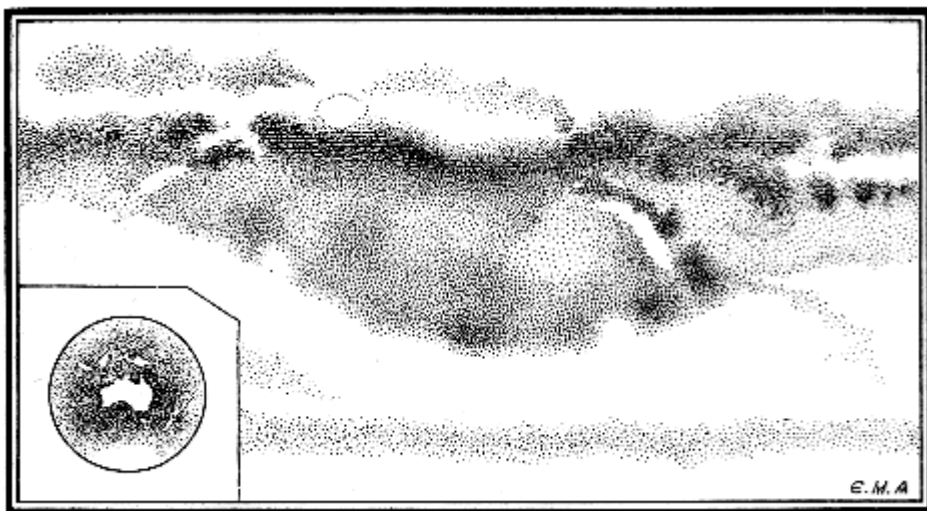


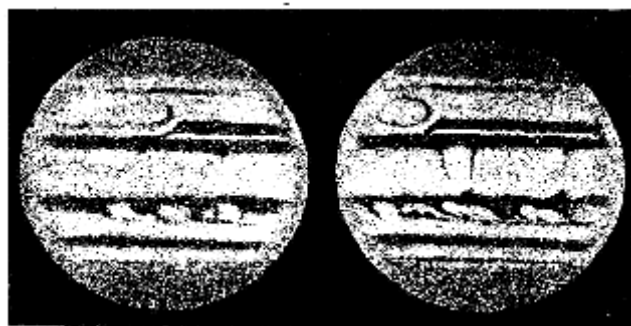
Kresba Jupiteru od Bruno Hanse Būrgela (1875–1948), jak se mu jevil ve velkém refraktoru a v malém dalekohledu na počátku dvacátého století. Kresba je z Būrgelovy knihy *Z dalekých světů*.



Dvě kresby planety Jupiter, které vytvořil řecký astronom Eugène Michael Antoniadi (1870–1944). Druhá kresba je z 28. září 1927. Antoniadi je více znám jako výtečný kreslíř a pozorovatel Marsu. Podařilo se mu odhalit v pověstných mart'anských kanálech optický klam vzniklý nedokonalou pozorovací technikou a vytvořil několik velmi podrobných map rudé planety. V prvních letech spolupráce s Flammarionem se ale věnoval intenzivně Jupiteru, dochovalo se mnoho jeho kreseb a Antoniadi měřil přesně rotaci jednotlivých povrchových útvarů a jejich vývoj v čase. S Flammarionem, který ho z Řecka ve 23 letech pozval do Francie, spolupracoval až do roku 1902 v Juvisy-sur-Orge u Paříže. Později, od roku 1909, pozoroval na hvězdárně v Meudonu refraktorem Grande Lunette a začal se zde soustavně věnovat hlavně Marsu.

Detail velké červené skvrny na Jupiteru podle Antoniadiho nakreslený dne 6. října 1927. Kresleno za vynikajících pozorovacích podmínek při zvětšení 540×. Nadlouho půjde o jednu z nejpodrobnějších kreseb tohoto útvaru.





1. $\lambda = 1^\circ$, 19 octobre 1893, $8^h 0^m$. 2. $\lambda = 27^\circ$, 20 octobre, $14^h 30^m$.



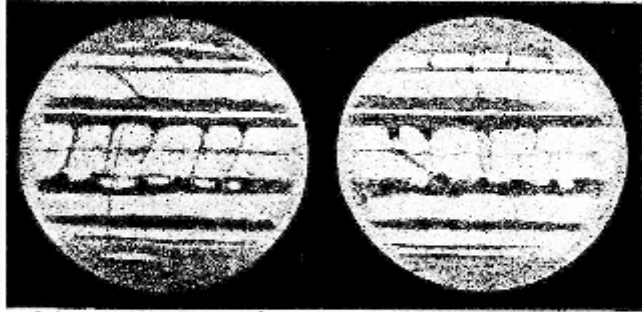
3. $\lambda = 74^\circ$, 19 octobre, $10^h 0^m$. 4. $\lambda = 116^\circ$, 19 octobre, $11^h 0^m$.



5. $\lambda = 146^\circ$, 19 octobre, $12^h 0^m$. 6. $\lambda = 170^\circ$, 20 octobre, $8^h 30^m$.



7. $\lambda = 206^\circ$, 20 octobre, $9^h 30^m$. 8. $\lambda = 243^\circ$, 20 octobre, $10^h 30^m$.



9. $\lambda = 279^\circ$, 20 octobre, $11^h 30^m$. 10. $\lambda = 291^\circ$, 19 octobre, $16^h 0^m$.

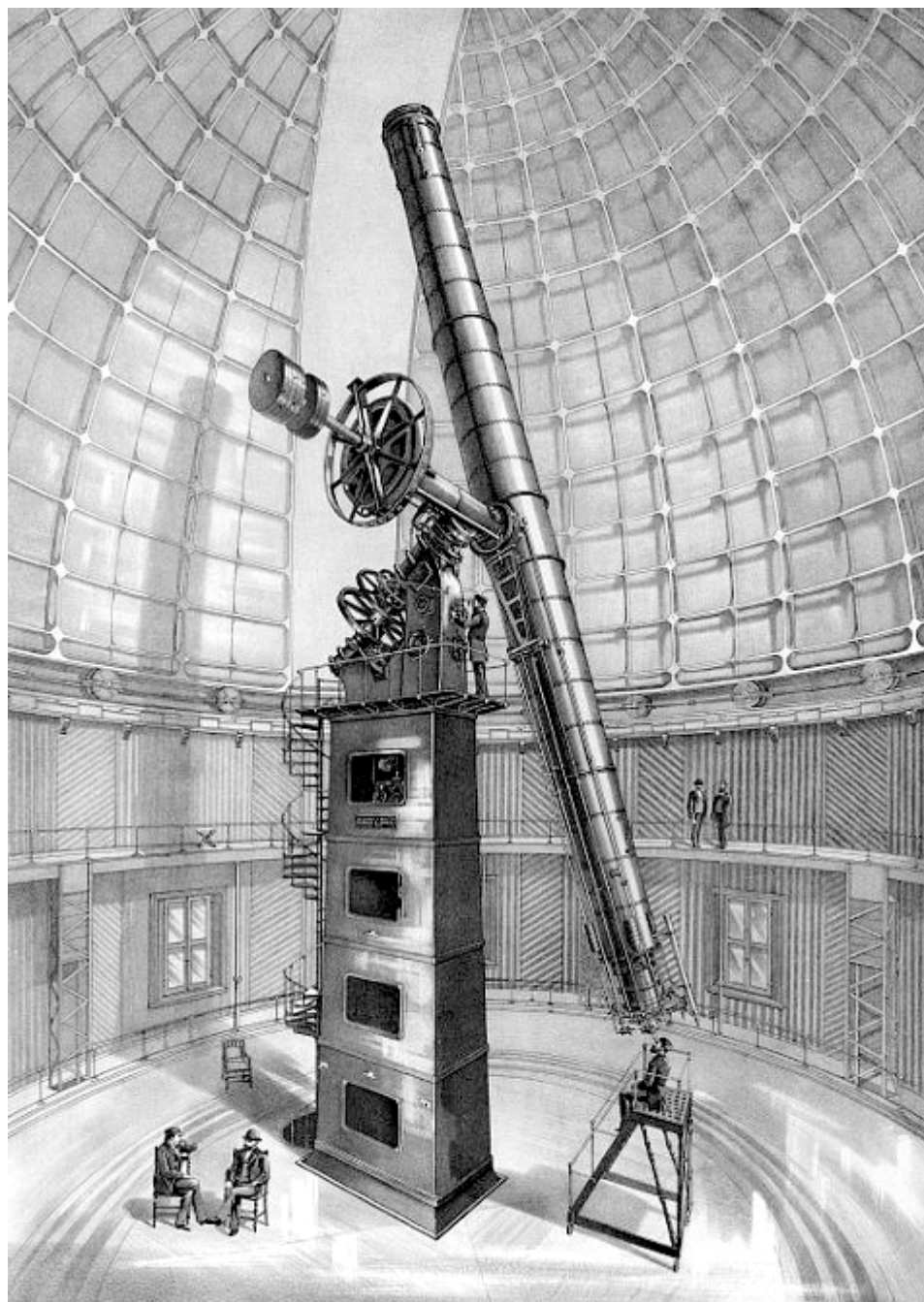


11. $\lambda = 315^\circ$, 20 octobre, $12^h 30^m$. 12. $\lambda = 351^\circ$, 20 octobre, $13^h 30^m$.

Záznamy Antoniádových pozorování Jupiteru z roku 1893 z hvězdárny v Juvisy. Kresby jsou pečlivě vyhotoveny, a na to, že zde mohl pozorovat nanejvýše „jen“ 24cm dalekohledem, jsou velmi podrobné.

Grande Lunette – velký ekvatoriál v Meudonu s objektivem pro vizuální pozorování o průměru 83 cm a ohniskovou vzdáleností 16,34 m. Pro fotografování byl určen druhý objektiv o průměru 62 cm s ohniskem 1590 cm s korigovanou barevnou vadou pro velké obrazové pole. První světlo jím prošlo v roce 1896. Grande Lunette je do dnešních dnů stále největším refraktorem klasické konstrukce v Evropě. Kupole, v níž je dalekohled umístěn, měří v průměru 18,30 m. Rytina zachycuje dalekohled v době jeho uvedení do provozu.

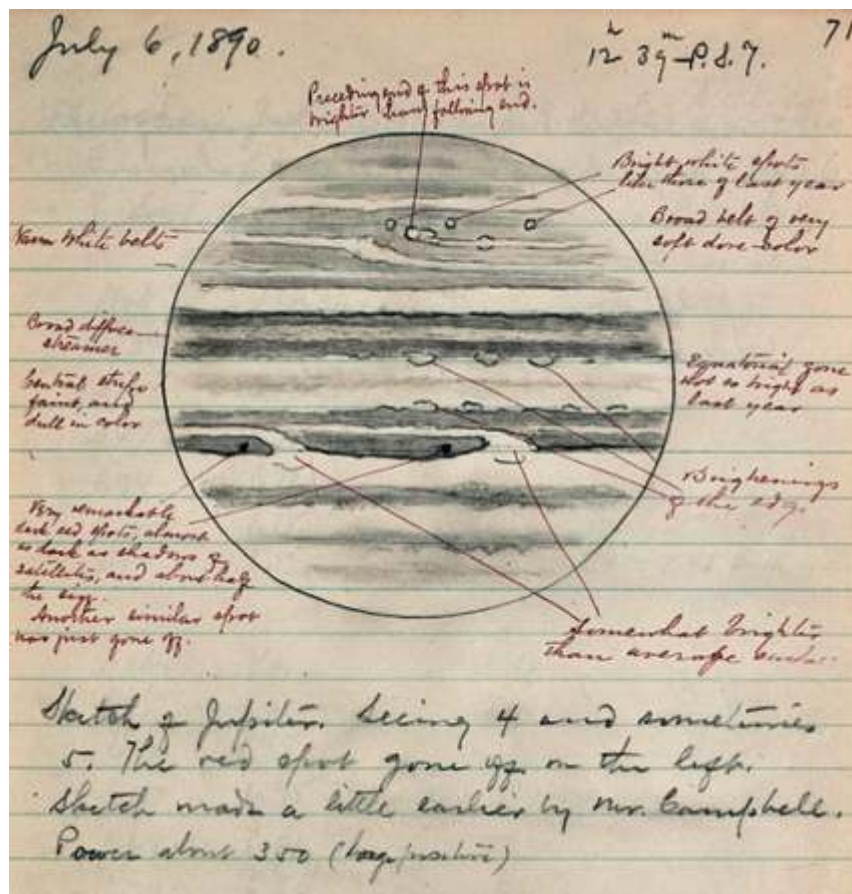




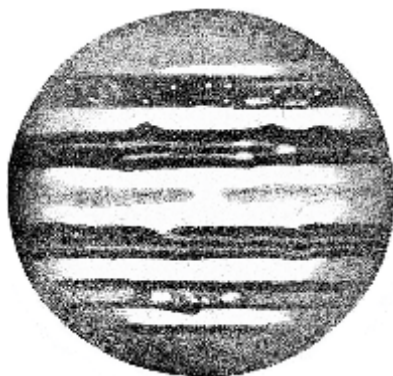
Největším refraktorem na světě od konce osmdesátých let devatenáctého století byl Lickův dalekohled v Kalifornii na hoře Hamilton. Tento obří přístroj byl postaven opět společností Alvan Clark a synové a své prvenství si podržel celých devět roků, než ho Clarkovi trumfli na Yerkesově hvězdárně ve Wisconsinu s refraktorem o průměru plných 40 palců, tedy jeden metr. Objektiv Lickova dalekohledu je složený ze dvou skel a měří napříč 36 palců, v přepočtu 91 cm. Ohnisková vzdálenost činí 1 763 cm, což dává přístroji relativní otvor $1/19,3$. První světlo jím prošlo v lednu 1888 a samozřejmě byl použit také pro prohlížení planet.



Yours very truly,
James E. Keeler



Jupiter nakreslený 6. července 1890 Jamesem Edwardem Keelerem (1857–1900). Keeler byl nadaný kreslíř a jeho kresbám nebylo prý co do pečlivosti a přesnosti rovno. Jednotlivé pozorované útvary doplňoval upřesňujícími popisy pro pozdější zpracování kresby. Byl prvním ředitelem Lickovy hvězdárny a tento post si udržel až do roku 1891.



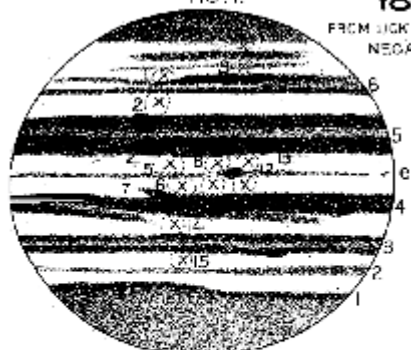
Kresba Jupiteru podle pozorování Lickovým dalekohledem v roce 1889.

JUPITER.

FIG. 1.

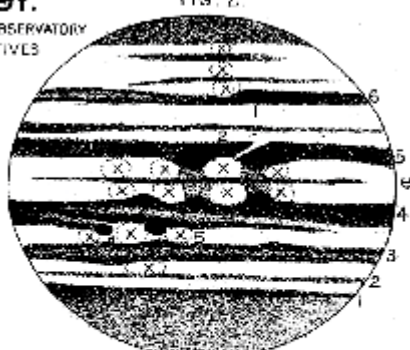
1891.

FROM LICK OBSERVATORY
NEGATIVES



$\lambda I. = 255^\circ; II. = 153^\circ.$

FIG. 2.



$\lambda I. = 28^\circ; II. = 278^\circ.$

FIG. 3.



$\lambda I. = 354^\circ; II. = 253^\circ.$

FIG. 4.



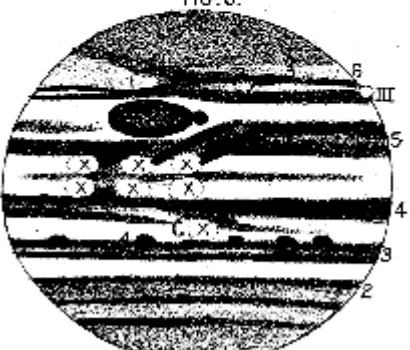
$\lambda I. = 150^\circ; II. = 42^\circ.$

FIG. 5.



$\lambda I. = 68^\circ; II. = 221^\circ.$

FIG. 6.



$\lambda I. = 78^\circ; II. = 20^\circ.$

A. S. WILLIAMS DEL.

Jupiter byl nejen kreslen, ale i fotografován. Kreslíř sice dokáže zaznamenat delším prohlížením větší podrobnosti a při chvějícím se vzduchu si vybírat chvilky, kdy se mu objeví na okamžik očekávané podrobnosti. Vždy však dochází ke zkreslení a výsledek bývá ovlivněn jeho kreslířskou zručností. Navíc za čas, než se mu podaří Jupiter nakreslit, se rychle rotující planeta promění. Výhodný by tedy mohl být záznam, který lze provést ve zlomku rotační doby tak, aby vše bylo zachyceno naráz. Tento požadavek mohla splnit fotografie. Jen kdyby dokázala překonat citlivost pozorovatele cvičeného oka. Čím bude dalekohled větší, tím je schopen zobrazit více podrobností, a proto byl hned zpočátku velký refraktor využit jako obrovský fotoaparát a negativy planet jím získané byly velmi pečlivě proměřovány a vyhodnocovány. Snímky jsou z roku 1891. Jde o překreslené a komentované negativy. Obraz Jupiteru má v ohnisku dalekohledu velikost zhruba 25 mm.

Velké refraktory se k fotografování planet od počátku přímo nabízely a možnost filtrovat světlo barevnými skly zase umožňovala přesnější barevnou analýzu obrazu, který lze následně proměřovat ze záznamu. Oba snímky byly pořízeny na Lickově hvězdárně 18. října 1927 s odstupem 76 minut profesorem W. H. Wrightem. Horní snímek s rovnými oblačnými pásy byl pořízen ve světle ultrafialovém, spodní s vlnitou strukturou temného středního pásu ve světle infračerveném. Zřetelná je i větší velikost ultrafialového obrazu planety oproti obrazu infračervenému. Značí to rozvrstvení atmosféry, takto by se mohla projevovat ionosféra, jejíž přítomnost byla později skutečně na Jupiteru prokázána. Z tohoto příkladu je vidět, že ne pro všechny úlohy je nutně zapotřebí mít zachycen obraz do co nejmenších podrobností. Kresbu a fotografii bylo možno za určitých podmínek kombinovat.



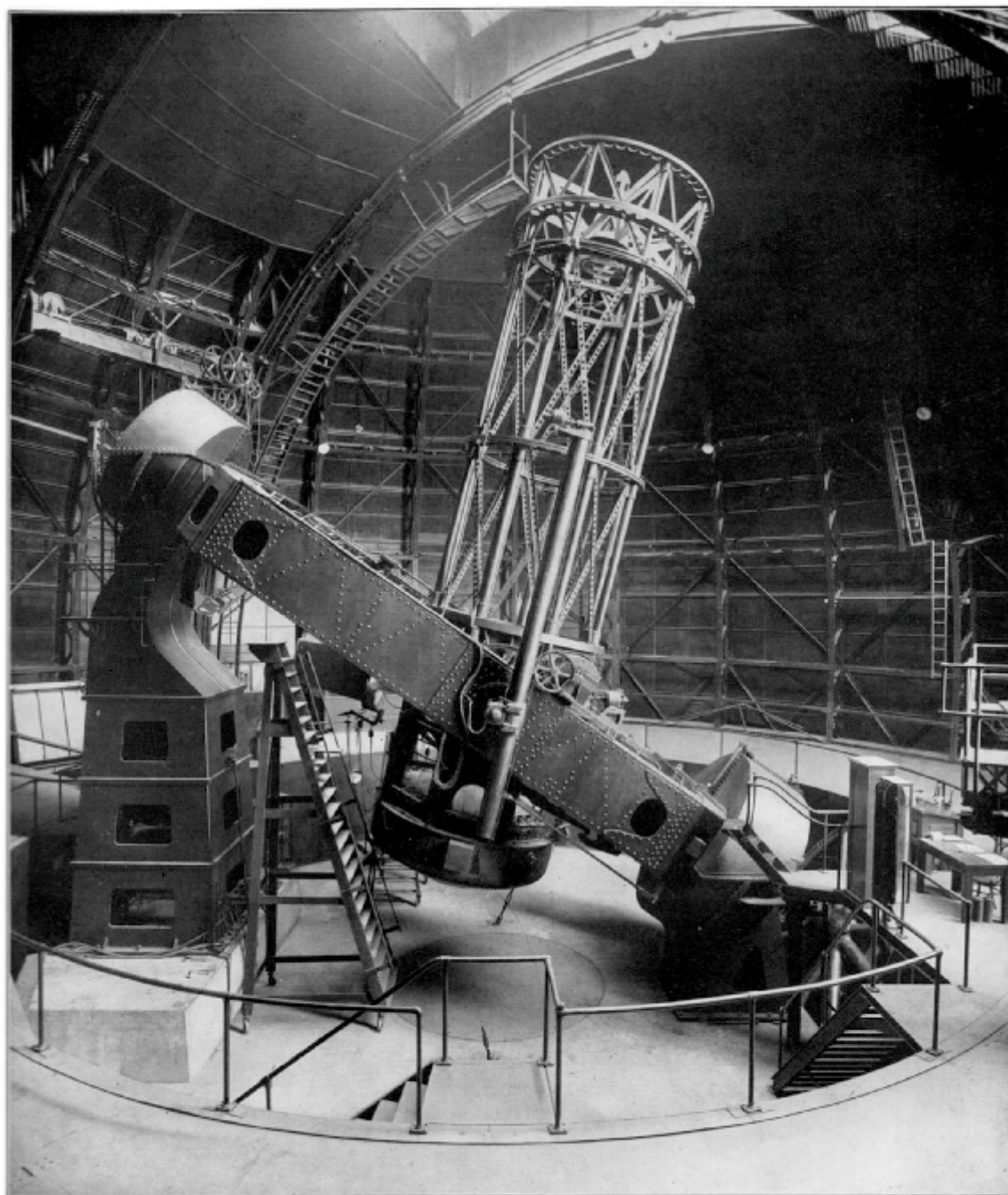
NADĚJE NEJVĚTŠÍCH ZRCADLOVÝCH DALEKOHLEDŮ

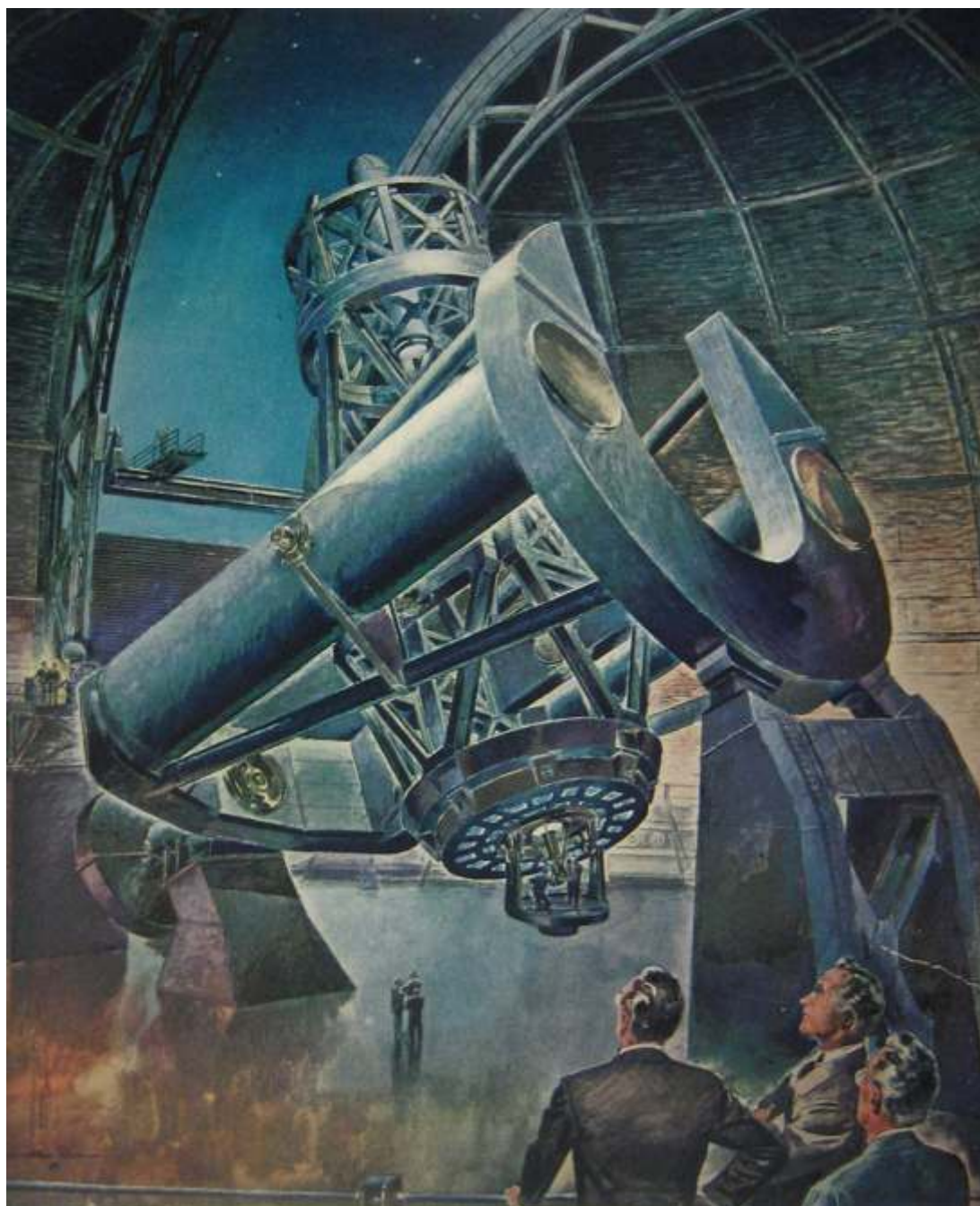
Čím větší dalekohled, tím více vesmíru a Jupiteru zvláště. Postavením stopalcového zrcadlového dalekohledu na Wilsonově hoře v Kalifornii v roce 1917 došlo k velké astronomické revoluci. Edwin Hubble s jeho pomocí zvětšil vesmír o mnoho řádů. Ze spirálových mlhovin se staly galaxie plné hvězd, které jakoby z oka vypadly Mléčné dráze, jen jsou mnohem dál, než jsme si dokázali představit. Vesmír proto musí být mnohem rozlehlejší, než jak jsme jej vnímali dosud. Zrcadlové dalekohledy ale nejsou totéž co refraktory se skleněnou čočkou vpředu na konci prázdné duté roury. Pro rozlišování bodových hvězd a téměř neviditelných mlžných oblaků mezihvězdné látky platí: čím větší zrcadlo, tím krásnější obraz. Slabé zdroje je nutno zachytit co největší možnou plochou zrcadla. Zrcadlové dalekohledy byly stavěny s co největším poměrem průměru objektivu k ohnisku, aby zaznamenaly co možná nejslabší světlo, které se v temnotách nalézá. Tedy velké zrcadlo a krátké ohnisko. Naproti tomu refraktory jsou koncipovány přesně opačně. Dlouhé roury, v nichž se optické vady velkých skleněných talířů kompenzují dlouhým ohniskem a úzkým zorným polem, neb poblíž optické osy není obraz ničím rušen a je vysoce kvalitní. Planety sluneční soustavy svítí velmi jasným svitem. Ideální objekty pro temné roury refraktorů, kde na množství světla až tolik nezáleží. U zrcadel je tomu ale jinak. Ohybem světla na konstrukci vnitřních nosníků optiky v zrcadlových strojích je jejich obraz rozmazán natolik, že se v nich nikdy nepodařilo, až do nástupu adaptivní optiky, překonat kvalitu obrazu velkých refraktorů, v nichž k centrálnímu stínění sekundárním zrcadlem nedochází. Velké refraktory konce devatenáctého století tak zůstanou až do doby digitálního záznamu obrazu a jeho následného matematického zpracování tím nejdokonalějším přístrojem pro pozemskou planetární astronomii.



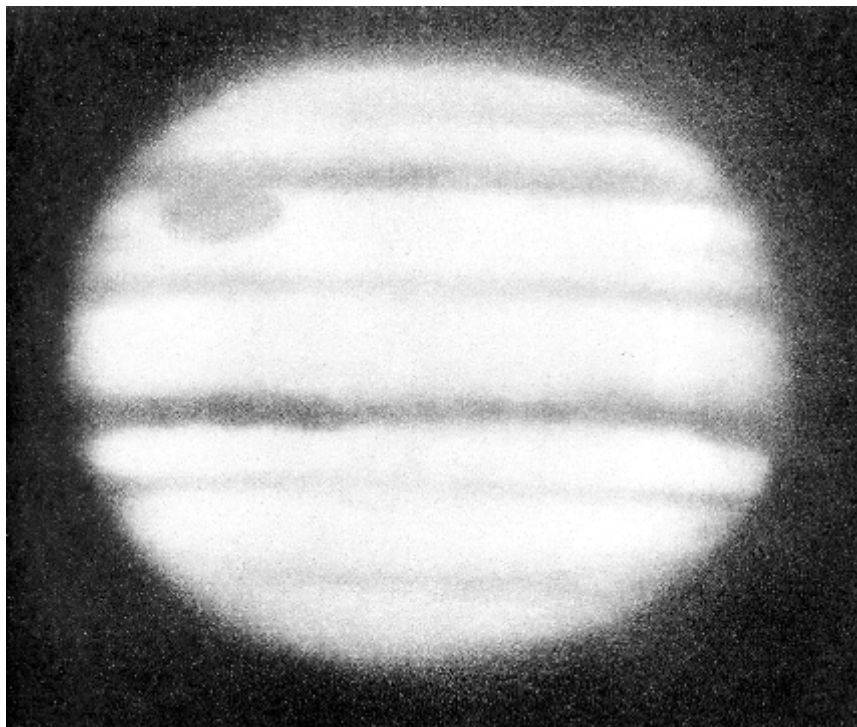
Tři snímky Jupiteru pořízené stopalcovým Hookerovým dalekohledem. V porovnání s výsledky získanými refraktorem na Lickově hvězdárně nejde o žádný revoluční posun. Snímky pocházejí z dvacátých let dvacátého století.

Velký zrcadlový dalekohled na hoře Wilsonově, který vznikl přispěním oceláře Johna Daggetta Hookera a je po něm i pojmenován (na protější straně). Průměr zrcadlového objektivu měří sto palců, tedy 2,5 metru ohnisko je ve vzdálenosti 19 metrů.





Na protější straně je pětimetrový zrcadlový dalekohled na Palomaru. V roce 1928 byla založena Rockefellerova nadace pro zbudování vědeckého ústavu včetně konstrukce 200 palcového dalekohledu a začaly přípravné práce v Kalifornském technologickém institutu (*CalTech*). Vedením projektu byl pověřen první ředitel Yerkesovy hvězdárny George Ellery Hale. V rozmezí let 1930 až 1934 probíhal výběr místa. Hale srovnával podmínky pro postavení a provozování hvězdárny v Arizoně, Texasu, na Havaji, ale také v Jižní Americe. Nakonec zvítězilo pohoří Palomar na západním pobřeží zhruba 150 kilometrů jihovýchodně od Pasadeny v Kalifornii. V roce 1934 byl po dvou letech pokusů odlit kotouč pro pětimetrové zrcadlo z borosilikátového pyrexového skla a odlitek více než rok po odlití chladl. Broušení, leštění a hliníkování zrcadla trvalo až do konce roku 1940. Současně již probíhaly práce na nosné konstrukci dalekohledu, jehož tubus byl dohotoven v srpnu 1937. Pro tak velký dalekohled bylo nutno postavit odpovídající budovu. Kopule měří v průměru 42 metrů a je zhruba stejně vysoká. Práce na dalekohledu byly ale v roce 1941 přerušeny, Amerika vstoupila do války. Znovu bylo možno pokračovat až v září 1945. Na obnovení projektu ale již začal pracovat jiný tým techniků a astronomů, kteří se vše potřebné k dokončení grandiózního teleskopu museli znovu naučit. V listopadu 1947 bylo vyčištěné a obnovené zrcadlo převezeno z Pasadeny na palomarskou hvězdárnu a umístěno do tubusu. Dne 3. července 1948 byl konečně pětimetrový dalekohled slavnostně uveden do provozu a současně pojmenován po Georgu Haleovi. V oboru hvězdné astronomie a při poznávání vzdáleného vesmíru byl po celých následujících 45 roků nepřekonatelným přístrojem. Co se týče planet sluneční soustavy, stejně jako Hookerův teleskop, nedokázal pětimetrový dalekohled nabídnout podrobnější obraz než velké refraktory konce devatenáctého století, i když například pro studium jejich atmosfér nebo pro vyhledávání drobných jejich souputníků byl nezastupitelný. Jeho kvality byly překonány až rozvojem moderní astronomické techniky využívající aktivní a adaptivní optiku a digitální zpracování obrazu. Jeho opticky srovnatelným nástupcem se stal až v roce 1993 první z dvojice Keckových desetimetrových dalekohledů stojících dnes na hoře Mauna Kea na Havajských ostrovech.



Fotografie Jupiteru pořízená na konci čtyřicátých let tehdy největším zrcadlovým dalekohledem uvedeným do provozu v roce 1948 opět v Kalifornii, tentokrát na Palomarské hvězdárně. Obrazové podrobnosti jsou velmi srovnatelné se snímky pořízenými na Wilsonově hoře. Jupiter je pro klasické nepohyblivé zrcadlo a chemickou fotografickou emulzi příliš jasným světelným zdrojem a vyšší kvality obrazu bude možné dosáhnout touto technikou jen velmi obtížně.

MODERNÍ DOBA A PROHLÍŽENÍ JUPITERU Z DOMÁČÍHO DVORKU

V době současné je každým rokem dostupné nové a stále lepší technické vybavení, které je určeno hlavně amatérským astronomům a s nímž je možno se pustit do prohlížení planet. Jupiter je velký, jasný a navíc poměrně obrazově a barevně bohatý a proměnlivý nebeský svět. Tot' výzva pro noční prohlížitele monitorů, digitální techniku a následné počítačové zpracování nasnímaných dat. Jako příklad současných možností mohou posloužit snímky Damiana Peacha ze Selsey v Západním Sussexu. Snímky byly pořízeny digitálními kamerami v ohnisku běžně komerčně dostupných dalekohledů typu Schmidt-Cassegrain. Největší stroj, který Peach na svých webových stránkách uvádí, má průměr 35 cm.



Damian Peach s přáteli a svými dalekohledy při přípravě pozorování na ostrově Barbados v dubnu 2006.



Proměny Jupiterovy oblačnosti 4. března 2014.



Měsíc Ganymed 18. září 2010.



Jupíter s měsíčky Io a Ganymedem 12. září 2010.

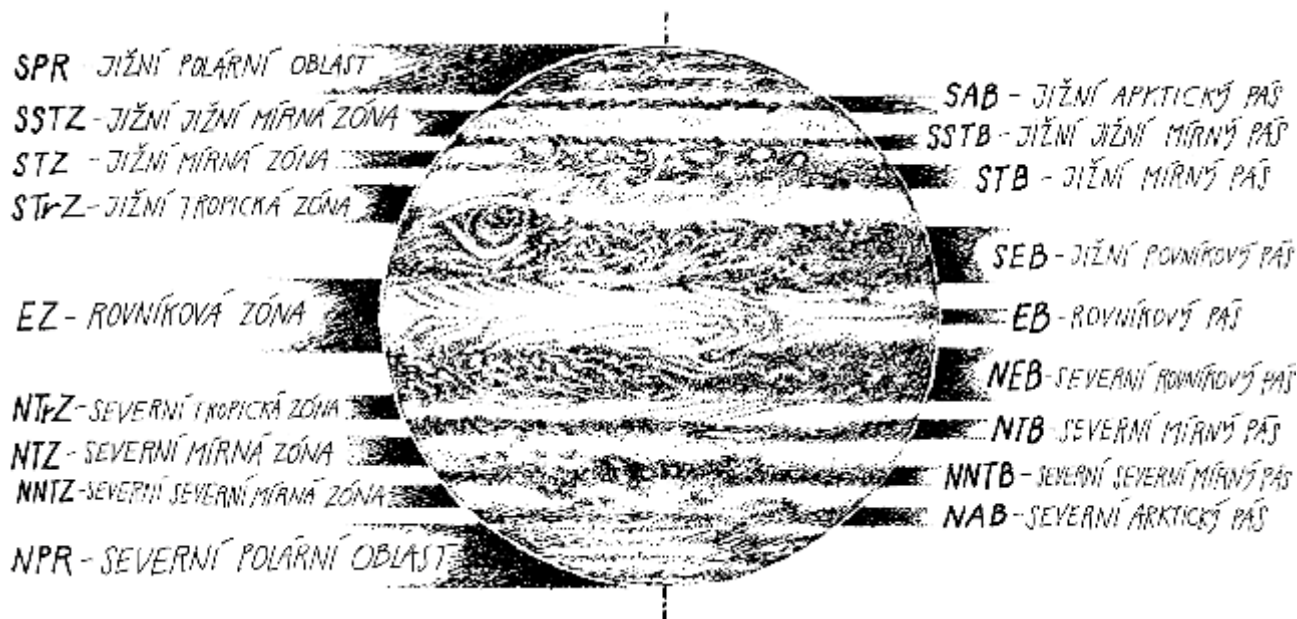
PLANETA JUPITER – ZÁKLADNÍ FAKTA

Jupiter je první planetou, počítáme-li toto pořadí od Slunce, která je úplně jiná než čtyři blíže se nalézající. Merkur, Venuše, Země a Mars mají pevný povrch. Je možné na nich přistát a vyjma Merkuru si to už lidé na zbývajících třech, alespoň prostřednictvím svých přístrojů, vyzkoušeli. Jupiter je první z obřích velkých planet, které takový pevný povrch nemají. Na Jupiteru není možné přistát a projít se pak krajinou s hvězdnou oblohou nad hlavou. Jupiter je z velkých plyných obřů, k nimž počítáme ještě Saturn, Uran a Neptun, planetou největší. Rovníkový průměr Jupiteru měří, v úrovni srovnatelného atmosférického tlaku jako na povrchu Země, celých 142 984 km. To je v porovnání se Zemí 11,209krát více. Naproti tomu ale průměr změřený mezi póly planety činí jen 133 708 kilometrů. Tato disproporce je dána velmi rychlou rotací planety, jejíž perioda odpovídá zhruba deseti pozemským hodinám. Již na konci 17. století Cassini zjistil, že Jupiter se otáčí nerovnoměrně a že polární oblasti rotují pomaleji ve srovnání s oblastmi rovníkovými. Průměrná rotační doba je dnes určena na 9 hodin, 55 minut a 30 sekund. Oblasti poblíž rovníku ale rotují o celých pět minut rychleji. Takto se může chovat jediné těleso, které je plyné nebo tekuté až plastické do velkých hloubek pod pozorovaným povrchem. Pevné planety rotují na všech místech se stejnou úhlovou rychlostí a jejich rotace se v závislosti na planetografické šířce nemění. Jupiter je tak veliký, že by se do něj Země vešla napříč téměř jedenáctkrát a dovnitř svým objemem 1321krát. Oproti tomu ve srovnání se Sluncem je Jupiter svým průměrem jen desetkrát menší. Hmotnost Jupiteru činí $1,898 \times 10^{27}$ kg. Ve srovnání se Zemí je to téměř 318 hmotností naší planety. Jupiter je ze tří čtvrtin tvořen vodíkem, nepatrně méně než čtvrtinu doplňuje v celkové hmotnosti helium a jen zhruba 11 až 45 hmotností Země je v Jupiteru všech ostatních prvků. Hustota Jupiteru je jen $1,326 \text{ kg/m}^3$, tedy o něco málo více než hustota vody. Již z těchto několika číselných hodnot a fyzikálních charakteristik je jasné, že jde o svět, který je nesrovnatelně odlišný od světa pozemského.

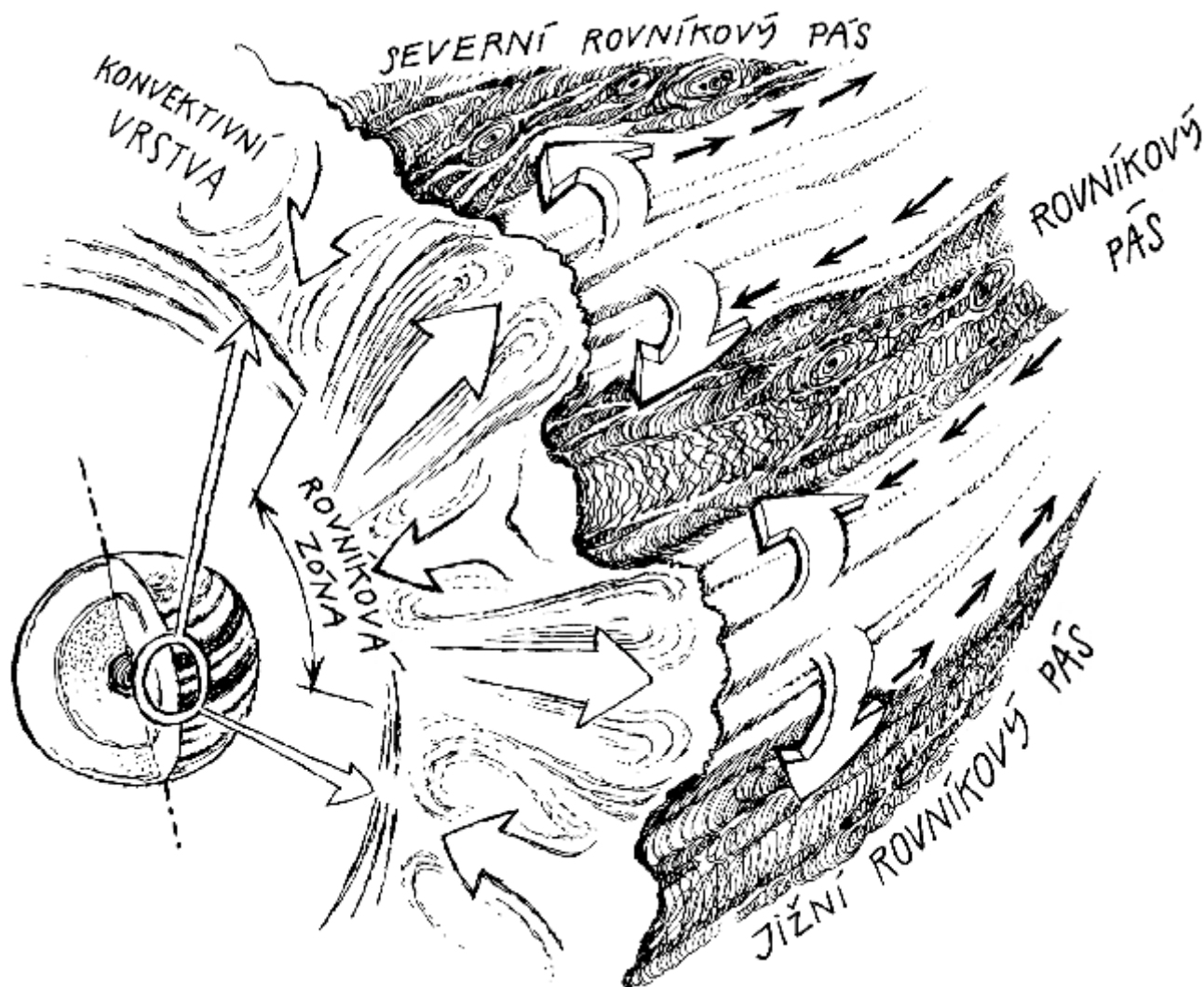
Jupiter obléhá Slunce oproti Zemi ve vzdálenosti pětinasobné. Velká poloosa Jupiterovy dráhy měří 778 570 000 kilometrů, což ve srovnání se Zemí je 5,204krát větší vzdálenost. Dráha Jupiterova je téměř kruhová s excentricitou jen 0,0489 a rok na Jupiteru trvá 11,86 roků pozemských. Ta doba už je tak dlouhá, že pozorovatel na Zemi může zhruba polovinu roku Jupiter pozorovat na obloze po celou noc. Jupiter je v tomto období v prostoru na opačné straně, než se od Země nachází Slunce. Zbylou dobu se pak na večerní obloze Jupiter ke Slunci přibližuje, nebo na ranním nebi od Slunce vzdaluje. Jen po velmi krátké období, každoročně zhruba na dva měsíce, je obtížně pozorovatelný ve sluneční záři nebo úplně schován za Sluncem. Srovnáním oběžných pohybů Jupiteru a Země se Jupiter dostává do opozice, tedy přímo přesně na opačnou stranu než je na pozemské obloze Slunce, každoročně se zpožděním 1 měsíce a 6 dní. Vlivem rozdílné vzdálenosti mezi Zemí a Jupiterem se mění i velikost jeho úhlového průměru na obloze od 30,5" do 49,8". Jeho jasnost proto může na obloze v příznivé opozici v blízkosti perihelu (počátkem října) dosáhnout hodnoty až $-2,94 \text{ mag}$. Z planet může být na obloze jasnější už jen Venuše ($-4,9 \text{ mag}$).

Jupiter se jeví už i v malém dalekohledu jako kotouček a k pozorování výrazných detailů na jeho povrchu postačí už dalekohled kolem pěti centimetrů v průměru. Nejvýraznější jsou dva tmavé pruhy, které se nacházejí severně a jižně od rovníku, a které jsou od sebe odděleny světlým rovníkovým pásmem. Podrobnější obraz ve větším dalekohledu nabídne více pruhů, které směrem k polárním oblastem slábnou. Přímou na polární oblasti se ze Země, díky sklonu rotační osy planety, podívat nelze. Jupiterova rotační osa je odkloněna od kolmice k rovině oběhu jen o $3,13^\circ$, a proto je nemyslitelné zde očekávat něco jako roční období, která známe ze Země. Tmavé pásy jsou pojmenovány podle polohy – například Jižní rovníkový pás (*South Equatorial Belt* – SEB), Severní rovníkový pás (NEB) apod. Stejně tak jsou zaužívány názvy světlých zón mezi nimi a polárních oblastí: Severní tropická zóna (*North Tropical Zone* – NTrZ), Severní mírná zóna (*North Temperate Zone* – NTZ), Jižní polární oblast (*South Polar Region* – SPR) apod. Jupiterovy pásy jsou útvary velmi složité, velmi rychle i během jednoho otočení planety mění strukturu v detailech a často i barvu. Zbarvení tmavých pásů je nejčastěji načervenalé, žlutohnědé, skořicové až čokoládové. Polární oblasti bývají světlejší, žlutavé, někdy i bělavé. V tomto kontrastu se objevují světlé zóny někdy i v modravých odstínech. Flammarion popisuje dva rovníkové pásy v barvě tmavě červené a polární oblasti bílé až modravé. Také se zmiňuje o proměnlivé šíři pásů, jejichž okraje jsou často rozervané

do dlouhých vláken zasahujících do světlých zón. Mezi světlými zónami a tmavými pásy dochází k turbulentnímu proudění a na jejich rozhraní se objevují velké víry a oválné bouře. Velkorozměrové bouře rozeznáváme na Jupiteru dvojího druhu, podle směru otáčení a tlakových poměrů uvnitř takového útvaru. Cyklóna (tlaková níže) rotuje ve směru hodinových ručiček a anticyklóna (tlakové výše) se otáčí ve směru opačném. Nejznámější povrchový útvar, *Velká červená skvrna*, je podle tohoto rozlišení obří anticyklónou usazenou na rozhraní Jižního rovníkového pásu (SEB) a Jižní tropické zóny (STrZ). Vznik cyklón byl pozorován častěji než vznik anticyklón. Nová velká anticyklóna, která se objevila v roce 2005, byla podrobně zmapována kosmickou lodí New Horizons v roce 2007 a byla pojmenována *Malá červená skvrna*.



Světlými zónami vystupují atmosférické plyny vzhůru a vynášejí teplo z nitra planety na viditelný povrch. Tmavými pásy plynná směs, která teplo vyzářila do prostoru a zchladla, opět sestupuje do hlubin pod svrchní oblačnou vrstvu. Vrstva, v níž toto konvektivní proudění probíhá, může být silná až několik tisíc kilometrů. Před průzkumem kosmickými sondami nebylo o vnitřní struktuře plynného obra známo příliš mnoho. Všechny spekulace byly založeny jen na pozemských pozorováních a pro detailnější popis mohla být použita nanejvýš spektrální měření atmosférických plynů. O Jupiteru se objevovaly v odborné literatuře ještě v polovině minulého století teorie připouštějící pevný povrch a pozorované atmosférické změny byly vysvětlovány mechanismy podobajícími se vulkanizmu. Dnes je, na základě měření sond Pioneer, Voyager a zejména mise Galileo, možno nabídnout následující obraz nitra největší planety slunečního systému. Úplně uprostřed by mohla být poměrně malá kamenná koule – jádro planety o velikosti nejvýše 25 000 kilometrů v průměru. Teplota zde může dosahovat 30 000 °C. Nad kamenným jádrem je heliový oceán o mocnosti několik tisíc kilometrů. Následuje vrstva kovového vodíku v plastickotekutém stavu, která dosahuje tloušťky 30 000 kilometrů a končí ve vzdálenosti někde mezi 40 000 až 50 000 kilometry od středu planety přechodovou vrstvou o teplotě 11 000 °C. V této přechodové vrstvě je tlak 3 miliony atmosfér. Odtud nahoru přestává mít vodík vlastnosti kovu. Tato vrstva tvoří plášť planety a vodík je v plášti již jen pouhou kapalinou. Teplota a tlak směrem k povrchu klesají. Plášť dosahuje těsně pod viditelný povrch Jupiterův. Dělí nás od něj jen několik tisíc kilometrů. Zde při teplotě kolem 2 000 °C počínají přechodové vrstvy, v nichž je ukotvena konvektivní vrstva, která končí nám dostupným viditelným povrchem planety.



Atmosféru Jupiteru tvoří hlavně molekulární vodík ($89,8 \pm 2,0 \%$) a hélium ($10,2 \pm 2,0 \%$). V menší míře jsou zastoupeny i jiné látky: metan ($0,3 \pm 0,1 \%$), amoniak ($0,03 \pm 0,004 \%$), hydrogendeuterid ($0,003 \%$), etan ($0,0008 \%$) a voda, jejíž poměrné množství je odvislé od tlaku v atmosféře. Ve formě aerosolů zde lze nalézt ještě amoniakový led, vodní led a hydrogensulfid amonný. Větry vanou na Jupiteru v rovníkových oblastech do zhruba 30° joviánské šířky rychlostí kolem 540 km/h . Ve vyšších šířkách jejich rychlost klesá až na čtvrtinu této hodnoty.

Jupiter je svět velkých měřítek. Ve velkém počtu je obkružován mnoha menšími satelity. Jejich počet narůstal s rozvojem astronomické techniky a v posledních desetiletích jsou objevy nových satelitů častěji dílem kosmických lodí, které se dostaly do Jupiterovy blízkosti. První čtyři měsíce, které byly objeveny při prvním prohlížení oblohy dalekohledem, jsou velké

samostatné světy srovnatelné s malými planetami zemského typu. Vyjma Europy jsou zbývající tři větší než pozemský Měsíc a Ganymed je dokonce větší než planeta Merkur. Celkový přehled všech 67 dnes známých satelitů je zařazen na závěr v příloze. Na všech satelitech se projevuje velká vzdálenost od Slunce. Jsou to mrazivé světy, povrch těch velkých je pokryt ledem a zmrzlými horninami a poznamenán meteorickým bombardováním. Současně se ale vlivem mocných slapových sil, zapříčiněných blízkostí Jupiterovou, na Io probouzí vulkanická, a na Europě a Ganymedu kryovulkanická činnost.

Jupiter má nejrozsáhlejší magnetosféru ve sluneční soustavě. Je to zapříčiněno vnitřní strukturou a extrémně rychlou rotací. Chvost magnetosféry Jupiteru dosahuje až ke dráze Saturnově, tedy do vzdálenosti ještě dalších pěti astronomických jednotek. Je to obrovitý útvar, vše poblíž Jupiteru je jeho magnetosférou ovlivněno a velké blízké měsíce Io, Europa a Ganymed jsou s Jupiterovými polárními oblastmi propojeny mohutnými proudovými kanály tvarem sledujícími magnetické siločáry. Toto propojení je přímo viditelné v ukotvení proudových trubíc, jimiž protéká plazma, při pozorování polárních září na Jupiteru. Jupiter je nejsilnějším rádiovým zdrojem ve sluneční soustavě. V rádiovém oboru se nejvíce projevují radiální pásy, obdoba pozemských Van Allenových pásů. Současně je ale možné na Jupiteru rádiem zachytit praskot bouřkových výbojů ve vysokých vrstvách atmosféry, záření prachového plazmatu zachyceného v jemné struktuře Jupiterova prstence, nebo „uslyšet“ plazmový torus, který pochází z vulkanické činnosti měsíce Io.

K Jupiteru bylo dosud cíleně vysláno jen pět kosmických sond: Pioneer 10 (1973) a Pioneer 11 (1974), Voyager 1 a Voyager 2 (1979) a mise Galileo (1995 až 2003). Další tři sondy, vypravené do jiných končin sluneční soustavy kolem Jupiteru prolétly, ale i jejich průzkum je pro poznání Jupiterova světa velmi cenný. Jednalo se o Ulysses (1992), Cassini (2000) a New Horizons (2007). Následující část knihy je věnována objevům, které byly učiněny prostřednictvím těchto kosmických strojů.

SLOVNÍČEK POJMŮ

Sluneční vítr – proud nabitých částic ze Slunce, které zaplavují celou sluneční soustavu. Zejména jde o protony, elektrony a alfa částice (jádra hélia).

Polární záře – světelný úkaz v atmosféře způsobený převážně elektrony slunečního větru, které atmosféru excitují. Děj se odehrává v magnetických polárních oblastech planet, které mají atmosféru a magnetosféru. Polární záře jsou pozorovány na Zemi, na Jupiteru a na Saturnu.

Popelavý svit – nasvícení nebeského tělesa odraženým slunečním světlem od tělesa jiného. Známy je popelavý svit pozorovaný u pozemského Měsíce v období kolem novu. Noční strana Měsíce je nasvícena Zemí.

Tektonická aktivita – geologické jevy, jejichž výsledkem je změna povrchu planety nebo měsíce a jejichž původ je zapříčiněn podpovrchovou aktivitou tělesa. Na Zemi jsou tektonické děje spojovány s pohybem litosférických desek. Na jiných tělesech s pevným povrchem mohou být způsobovány tektonické děje slapovými silami blízkého tělesa, vulkanickou činností nebo dopady velkých meteoritů.

Vulkanická aktivita – veškeré jevy, které souvisejí s výstupem magmatu v podobě tekuté lávy na povrch planety nebo měsíce.

Kryovulkanismus – druh sopečné činnosti, při které dochází k výronům chladné hmoty. Narozdíl od vulkanizmu při kryovulkanizmu sopky chrlí hmotu při velice nízkých teplotách.

Kaldera – rozsáhlá propadlá oblast, pod níž pevné souvislé povrchové desce ustoupila plastická nebo tekutá hornina v podloží. Vlastní tíhou se nad vulkanickými pláněmi mohou části terénu propadnout až o několik kilometrů a přitom si zachovat na povrchu známky původního reliéfu.

Patera – rozsáhlé vulkanické oblasti na měsíci Io.

Catena – svažité půdní sesuvy hornin. Pojem je používán v nomenklatuře na měsíci Io.

Linea – dlouhé systémy souběžných brázd a rýh na povrchu měsíce Europa.

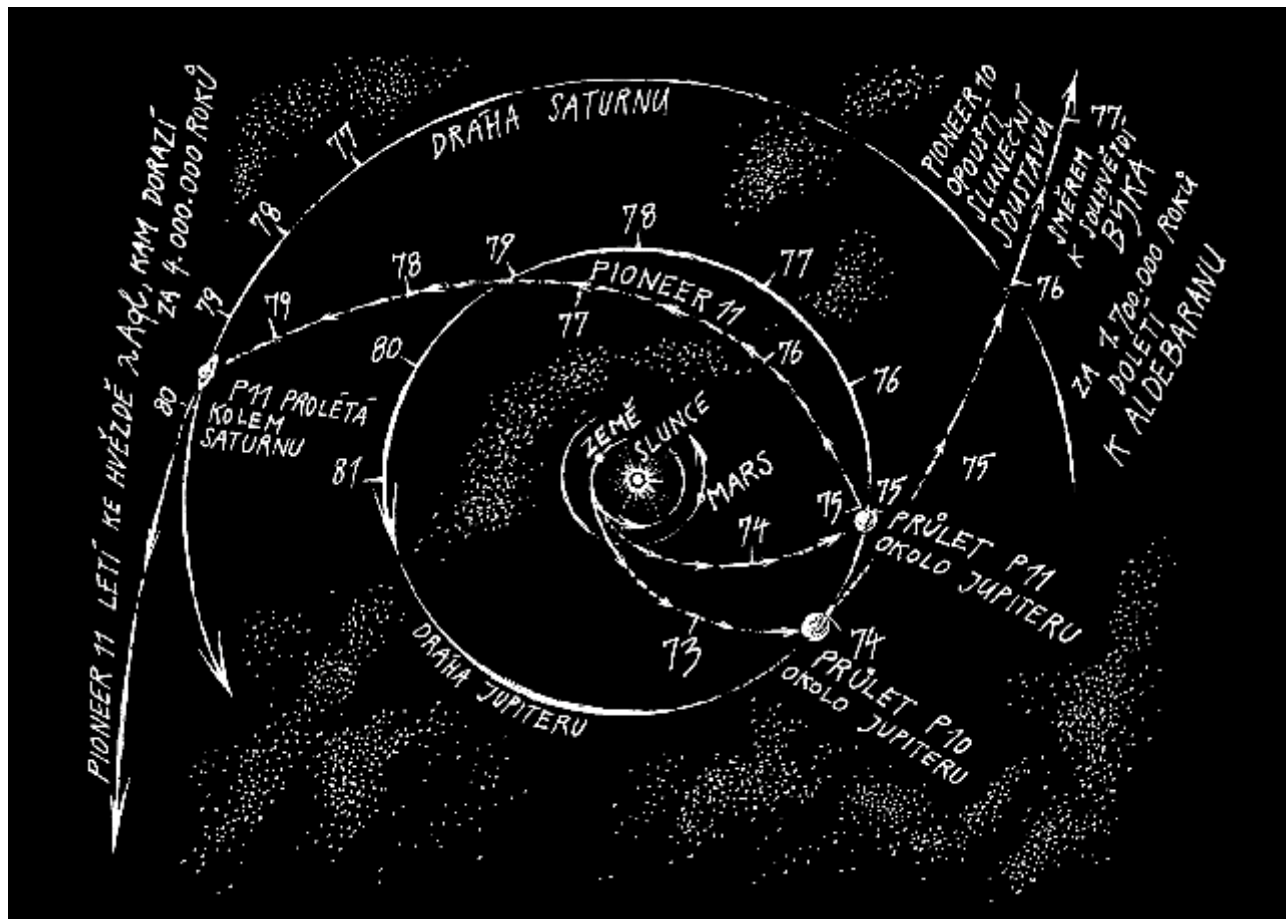
Macula – rozsáhlé tmavé skvrny na površích měsíců či planet. Často jde o výrazně vyčleněnou oblast oproti okolnímu terénu.

Facula – obdoba pojmu macula, tentokrát ale jde o výrazně světlejší místo na povrchu.

Sulcus – dlouhé brázdy a rýhy na měsíci Ganymedu.



PIONEER 10 A PIONEER 11



Sondy Pioneer 10 a Pioneer 11 byly prvními přístroji, které byly vyslány za dráhu Marsu, překonaly pás planetek a prolétly velmi blízko kolem Jupiteru. Pioneer 11 byl poté nasměrován ještě k průletu kolem Saturnu. Obě sondy jsou dnes na cestě do mezihvězdného prostoru. Pioneer 10 startoval v březnu 1972 a k Jupiteru se dostal v prosinci roku 1973. Druhý z dvojice, Pioneer 11, startoval o více než rok později, v dubnu 1973 a k Jupiteru se nejvíce přiblížil začátkem prosince 1974. Obě sondy startovaly pomocí třístupňové nosné rakety Atlas-Centaur, která jim udělila dosud největší rychlost, s jakou se podařilo do té doby vyslat nějaký přístroj do vesmíru: 51 800 km/h. Základem sond bylo přístrojové pouzdro na jedné straně připevněné kruhovým prstencem k poslednímu stupni nosné rakety a na druhé straně tvořící základnu pro třímetrovou mísu parabolické antény. Výška sondy byla srovnatelná s průměrem velké antény: 290 cm. Jelikož se sondy vydávaly do míst, kde by již panely slunečních baterií nedokázaly zajistit potřebné množství energie pro jejich činnost, byly jako první přístroje vyslané do vesmíru vybaveny radioizotopovými termoelektrickými generátory. Generátory byly vystrčeny na dlouhých nosnících z přístrojového pouzdra a spolu s magnetometrem, také na dlouhém rameni, dodávaly sondám vzezření třínohého pavouka. Tvarově podobná koncepce byla později použita i u sond Voyager a Galileo.

Projekt měl na cestě k Jupiteru za úkol mapovat magnetické pole v meziplanetárním prostoru, určit nakolik se se vzrůstající vzdáleností od Země mění charakteristika slunečního větru, měřit kosmické záření, sledovat vlastnosti meziplanetární látky a také zjistit možná rizika při průletu pásem asteroidů. U Jupiteru pak sondy měřily jeho magnetické pole a vlastnosti jeho nejbližšího okolí, pátraly po polárních zářích v polárních oblastech a měřily rádiové záření vyzařované Jupiterem. Současně probíhalo mapování interakce slunečního větru s Jupiterovou magnetosférou, měření teploty Jupiterovy atmosféry a měsíců, měření infračerveného vyzařování, z něhož se astronomové pokusili určit vnitřní stavbu Jupiteru. Sondy zpřesnily údaje o hmotnosti a dynamice Jupiterovy soustavy a vyslaly k Zemi stovky snímků povrchu nejen Jupiteru, ale i některých jeho měsíců.

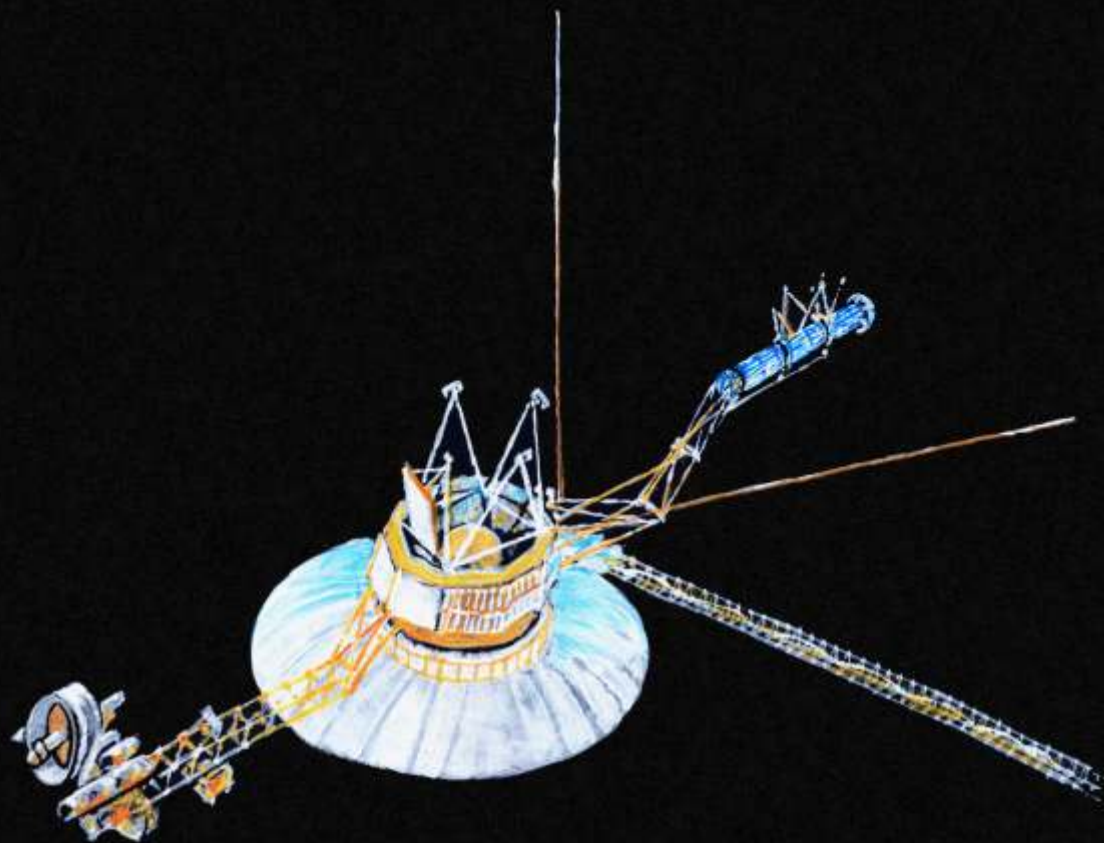
Pioneer 10 proletěl okolo Jupiteru ve vzdálenosti 130 354 km rychlostí 132 000 km/h dne 4. prosince 1973. NASA misi Pioneer 10 oficiálně ukončila v březnu 1997. Důvodem byl slábnoucí a často na dlouhou dobu vypadávající signál. Příčinou byly pravděpodobně slábnoucí baterie. Naposledy byl signál ze sondy zachycen ještě v lednu 2003. Pioneer 11 prolétl okolo Jupiteru nejbližší dne 3. prosince 1974 ve vzdálenosti 42 760 km rychlostí 171 000 km/h a stal se tak nejrychlejším strojem, který se do té doby lidem podařilo vystřelit do meziplanetárního prostoru. Saturn minul Pioneer 11 ve vzdálenosti 20 900 km dne 1. září 1979 a lidé poprvé spatřili Saturnovy prstence zblízka. Stejně jako u podrobných snímků z Jupiteru, zde překvapení z propletené struktury tisíců drobných vláken v prstencích připomínající gramofonovou desku, neznalo mezí. Mise Pioneer 11 byla ukončena v září 1995 pro přerušované spojení způsobené pravděpodobně ztrátou orientace sondy vůči Zemi.



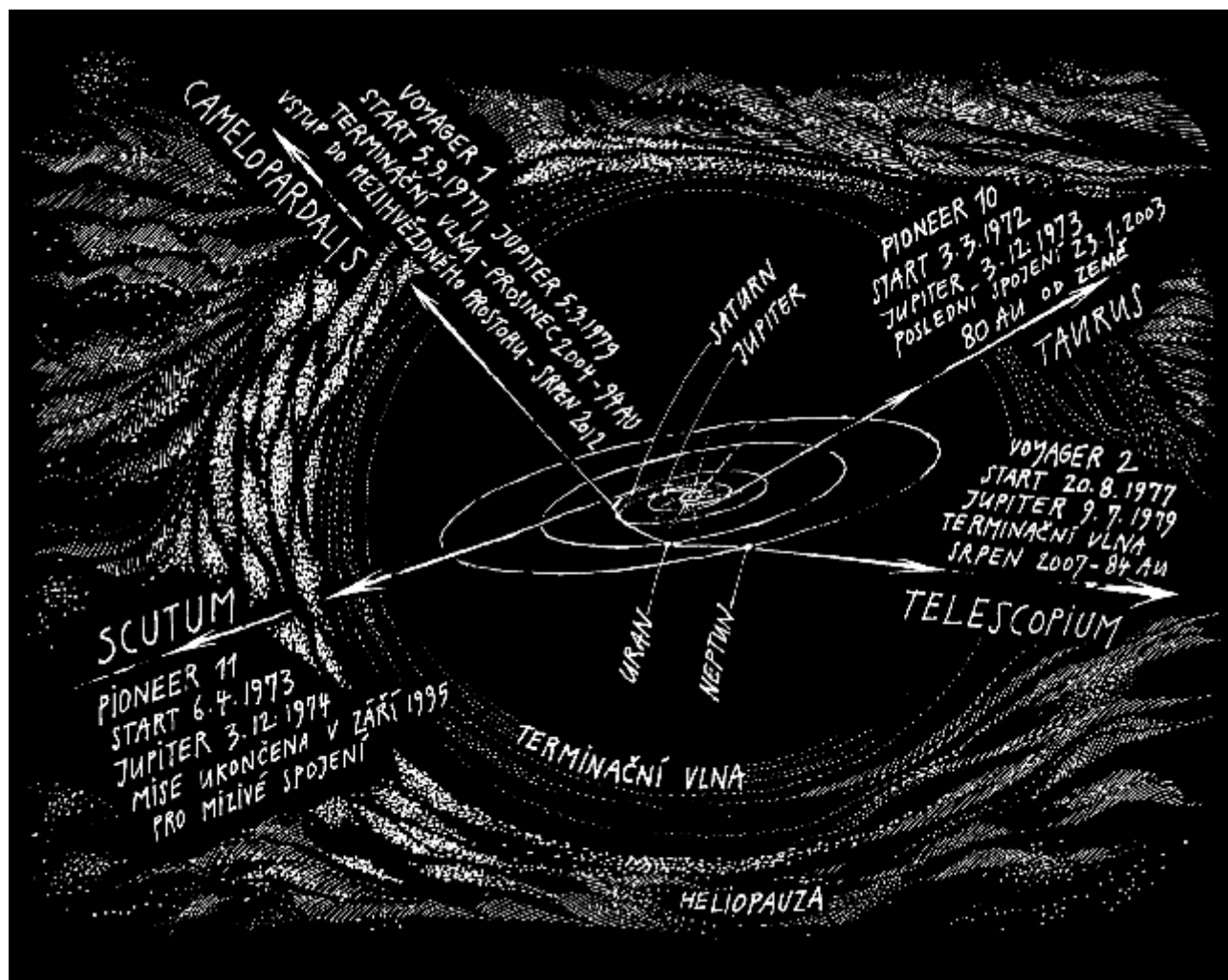
Nalevo je sekvence snímků pořízených při průletu sondy Pioneer 10 kolem Jupiteru 4. prosince 1974. Poprvé se podařilo zahlédnout Jupiter jako srpek a noční stranu planety, která je ze Země nepozorovatelná. Napravo jsou složitá a rozvlákněná oblaka na povrchu Jupiteru. Sonda Pioneer 11 pořídila snímky polární oblasti. V blízkosti pólu byly objeveny menší oválné skvrny, které připomínají pozemské hurikány vznikající v tropických a subtropických oblastech. Na snímcích byl také zachycen modrý svit horních vrstev atmosféry, který je způsoben, stejně jako na Zemi, rozptylem světla v řídkém ovzduší.



Oblačnost v polární oblasti Jupiteru není tvořena jednotlivými přísně oddělenými zónami a pruhy, jak je tomu od rovníku až po mírná pásma na většině povrchu planety. Polární oblasti jsou plné drobných bublin a připomínají pohled do hrnce s vroucí kapalinou. Snímek byl pořízen 3. prosince 1974 sondou Pioneer 11 ze vzdálenosti 1,3 milionů km při pohledu z 50° severní šířky nad rovníkem.



VOYAGER 1 A VOYAGER 2



Heliosféra je obrovskou bublinou vytvořenou slunečním větrem uvnitř mezihvězdného prostředí. Z mezihvězdného prostředí do heliosféry sice pronikají neutrální atomy a kosmické záření, vnitřní prostor je ale výhradně podřízen slunečnímu vlivu. Ve zhruba stonásobné vzdálenosti, než v jaké kolem Slunce obíhá Země, se heliosféra mísí s mezihvězdným prostředím a očekáváme zde několik rozhraní, na nichž se vlastnosti prostředí mění. Prvním rozhraním je terminační vlna, kde klesá rychlost slunečního větru na podzvukovou. Terminační vlna by měla mít přibližně kulový tvar a byla zaznamenána oběma sondami Voyager. Dalším rozhraním je heliopauza, na níž končí vliv hvězdného větru. Heliopauza je složitou vrstvou, dochází zde k přechodu do mezihvězdného prostředí, rychlost hvězdného větru zde postupně klesá na nulu a Voyager 1 při jejím průletu objevil bublinovou strukturu jejího magnetického pole. Tato vrstva byla nazvána magnetickou pěnou

a vzniká pravděpodobně interakcí slunečního magnetického pole s mezihvězdným prostředím. Magnetická pěna by mohla být důsledkem zhušťování Parkerovy plochy nulového pole, která je mezihvězdným prostředím stlačována. Ve směru pohybu Slunce Galaxií by měla být tloušťka přechodových vrstev mezi heliosférou a mezihvězdným prostředím nejmenší. Sondy Pioneer a Voyager, které byly vyslány k vnějším planetám a které všechny navštívily Jupiter, jsou na cestě ven z heliosféry do mezihvězdného prostoru. Průletem kolem Jupiteru zvýšily svoji rychlost a byly nasměrovány do vzájemně různých směrů. Obě sondy Voyager jsou stále ještě aktivní a podávají zprávy o prostředí, jímž prolétají.

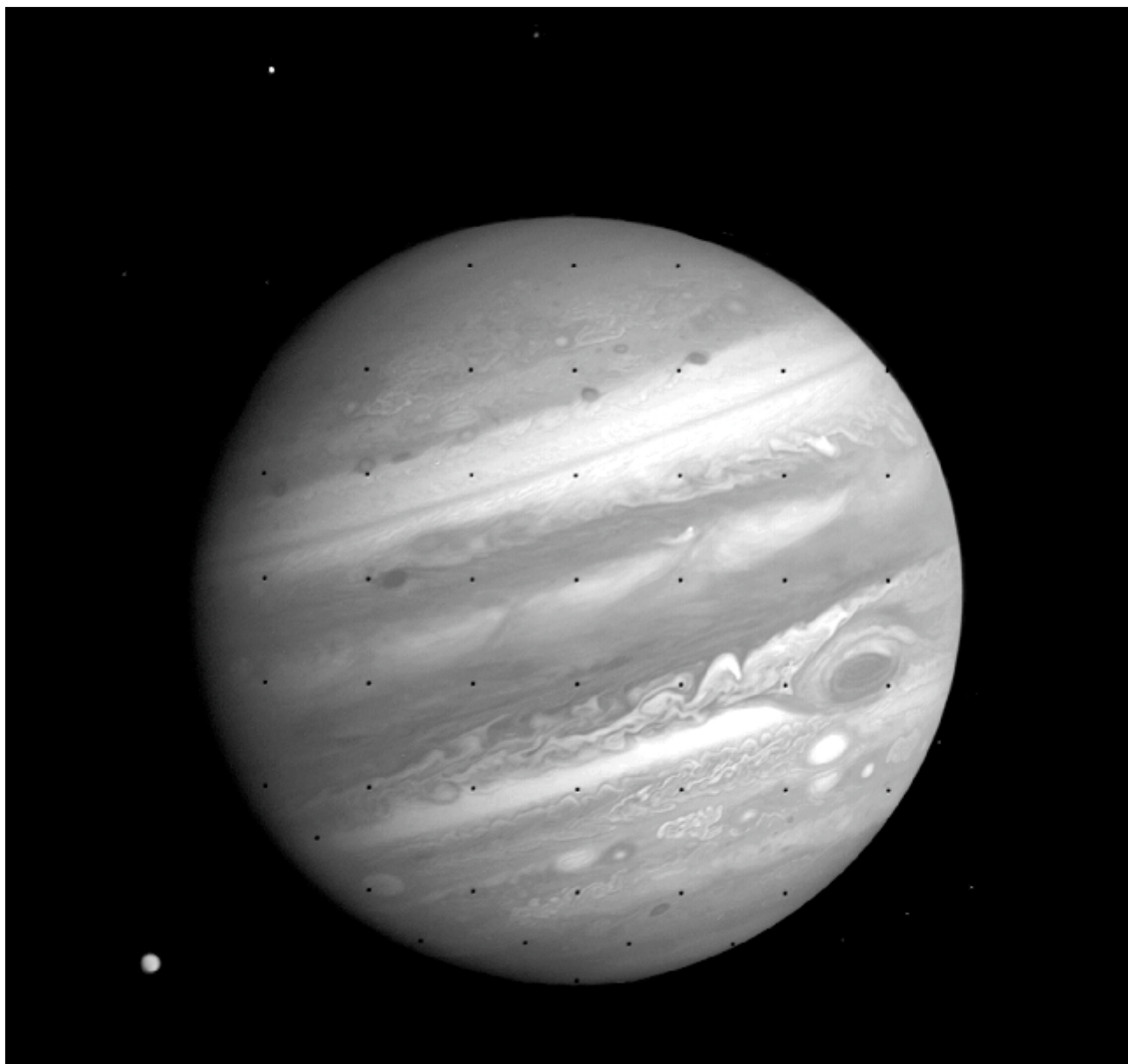
Sondy Voyager byly sestaveny pro průzkum velkých planet sluneční soustavy. Voyager 1 startoval v září 1977 a navštívil Jupiter a Saturn. Voyager 2 startoval již v srpnu 1977, k Jupiteru dolétl později, ale jeho dráha byla propočítaná tak, že po Saturnu proletěl ještě kolem Uranu a Neptunu. Šlo o nadlouho neopakovatelnou příležitost v postavení vnějších planet, kdy taková cesta byla geometricky možná a časově navazující. Obě sondy byly identické. Na palubě nesly zobrazovací a snímací systém, ultrafialový spektrometr, infračervený spektrometr, přístroje pro výzkum planetární radioastronomie, fotopolarimetr, magnetometry, přístroje pro měření plazmatu, detektor pro měření nízkoenergetických nabitých částic a teleskop pro kosmické záření. Většina přístrojových detektorů byla upevněna mimo tělo sondy na příhradovém rameni. Na opačné straně byly vyloženy tři radioizotopové termoelektrické generátory pro zajišťování energie. Hlavní vysokozisková anténa měla průměr 3,66 m. Do vzdálených končin sluneční soustavy byly sondy vynášeny nosnou raketou Titan IIIE-Centaur.



Snímek ze vzdálenosti přibližně 40 milionů km, pořízený sondou Voyager 1 dne 24. ledna 1979. Dole na snímku je měsíc Ganymed, na povrchu planety je zřetelně vidět Velká červená skvrna.



Snímek Jupiteru, Ganymeda a Callisto pořízený Voyagerem 1 dne 17. ledna 1979, tedy dříve než měsíc před těsným průletem. Ganymed je vpravo uprostřed a Europa je nahoře. Ganymed je větší než planeta Merkur a mohl by být spletinou hornin a vodního ledu. Europa je o něco málo menší než Měsíc a její povrch je velmi jasný, odráží z galileovských měsíců nejvíce světla. Snímek byl pořízen ze zhruba stejné vzdálenosti, 47 milionů km.



Vzdálenost se s postupujícím časem zmenšuje, Jupiter se zvětšuje a podrobností na povrchu přibývá. Dole vlevo na snímku je měsíček Io. Snímek byl pořízen 9. února 1979 ze vzdálenosti 25 047 104 km. Na Jupiteru začínají vystupovat dosud netušené podrobnosti vlnovitých oblačných pásů a malých světlých skvrn, nejspíše jader obrovských hurikánů toulajících se polárními oblastmi.



Jupiter se svými dvěma nejbližšími satelity Io a Europou. Io je žlutavá koule vznášející se vlevo na snímku nad Velkou červenou skvrnou, Europa je sněhobílá. Io měří v průměru 6 340 km a létá nad Jupiterem ve výšce 350 000 km. Europa měří v průměru 3 120 km a je od Jupiteru vzdálena 600 000 km. Snímek byl pořízen Voyagerem 1 ze vzdálenosti 20 milionů km dne 13. února 1979.

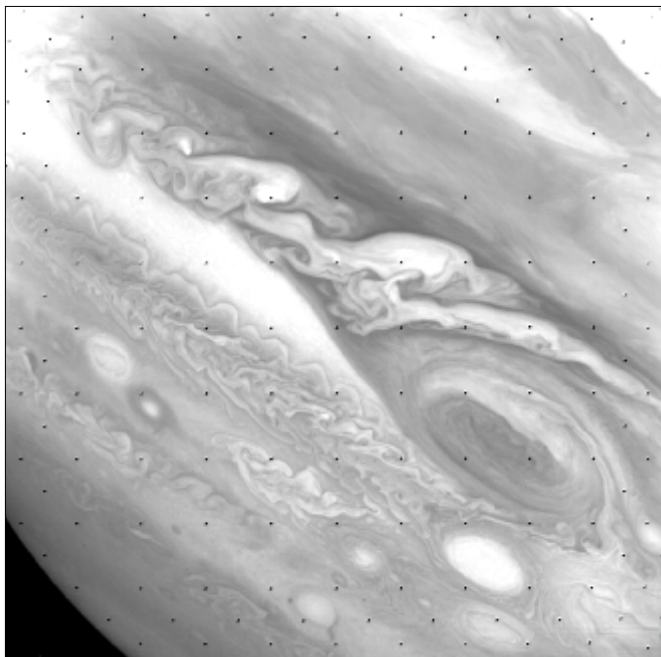
Jupiterova Velká červená skvrna spolu se svým okolím na snímku z Voyageru 1 ze dne 25. února 1979 ze vzdálenosti 5,7 milionů km, více než týden před těsným průletem. Nejmenší detaily zobrazené na snímku mohou být veliké zhruba 150 až 200 km. Velká červená skvrna je široká 12 000 km a dlouhá více než 30 000 km.



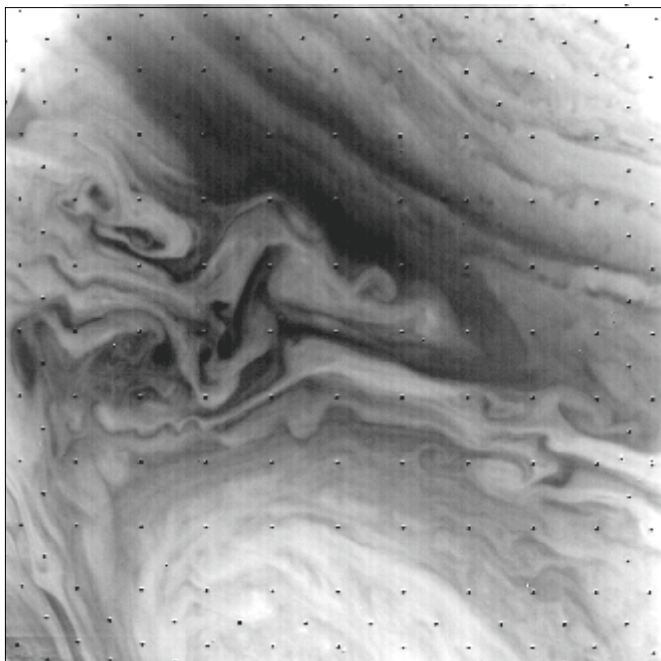
Jupiterovy oblačné kadeře poblíž velké červené skvrny zachycené ze vzdálenosti 5 milionů km Voyagerem 1 dne 1. března 1979. Snímek je složen ze tří černobílých obrázků pořízených přes rozdílné barevné filtry. Podrobnosti tohoto druhu v Jupiterově atmosféře až do průletu Voyageru 1 nikdo nečekal a kolotající atmosféra se stala jedním z nejpůsobivějších dějů, které byly na Jupiteru pozorovány. Jupiter se otáčí velmi rychle, to by mohlo vysvětlovat velkorozměrovou přímou oblačných světlých a tmavých zón a pásů. Mnohé menší útvary se ale dokáží v oblačných pásích udržet stabilní i mnoho dnů či týdnů. Velká červená skvrna je pozorována dokonce již několik staletí. Jak je tohle všechno možné a jaké mechanismy udržují v oblacích všechny tyto oválné skvrny a víry tak dlouho?



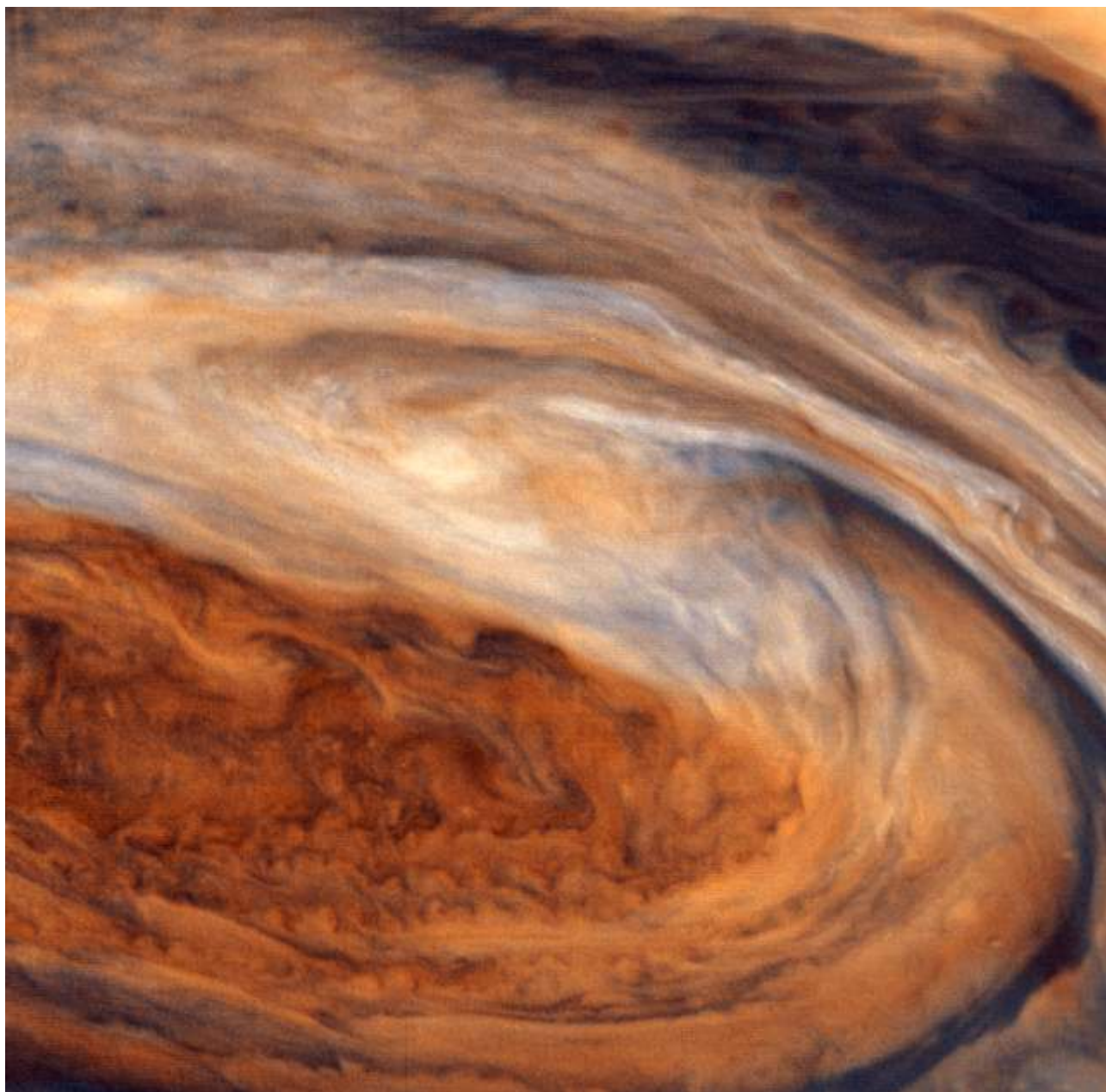
Tento velký dlouhý hnědý ovál dlouhý zhruba 10 000 km je znám jako „člun“ (*barge*) a byl objeven Voyagerem 1 tři dny před těsným průletem dne 2. března 1979 ze vzdálenosti 4 milionů km. Člun se nachází mezi 13° a 18° joviánské šířky. Je možné, že jde o průhled do nižších vrstev oblačné atmosféry. Tenounké oranžové proužky nad člunem jsou součástí severního mírného pásu, v němž větry vanou rychlostí 120 m/s. Na snímku dole pod člunem oranžová barva severního mírného pásu bledne. Nejmenší zobrazené podrobnosti jsou zde velké 75 km.



Oblast Jupiterovy Velké červené skvrny na jižní polokouli vyfotografována pouhých 18 hodin před největším přiblížením Voyagerem 1 dne 4. března 1979 ze vzdálenosti 1 890 134 km. Zřetelně se rýsuje vnitřní struktura této obří anticyklóny, která je měřítkově srovnatelná se dvěma až třemi Zeměkoulemi. Snímek byl pořízen přes fialový filtr širokoúhlou kamerou a zobrazená oblast měří napříč 60 000 km.



Severozápadní okraj oblasti Velké červené skvrny, kde se promíchávají vysoká oblaka s nižšími vrstvami. Rotující skvrna zde spolu s rychlou rotací planety vše udržuje v poměrně stálých velkorozměrných útvarech. V menším měřítku se ale vše neustále pohybuje a turbulentní meandry oblačných vláken se neustále proměňují jako vlny na vodní hladině. Snímek byl pořízen Voyagerem 1 skrze zelený filtr ze vzdálenosti 1 270 918 km a hrana zobrazeného výseku je velká 9 400 km.

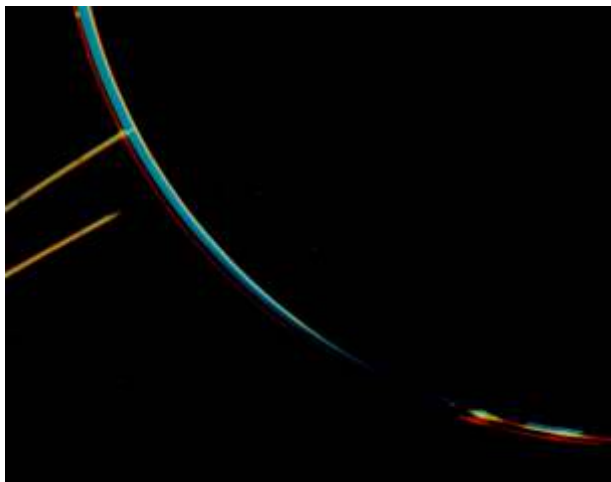
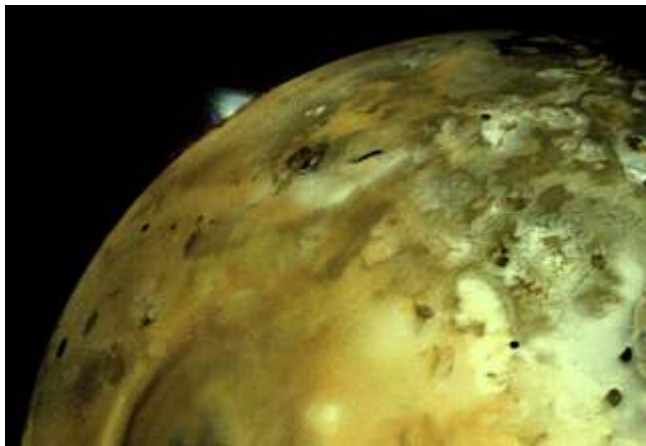


Detailní pohled do jícnu Velké červené skvrny. Barvy jsou pro zesílení kontrastu a zvýraznění struktury počítačově upraveny a neodpovídají skutečným barvám Jupiterovy atmosféry. Snímek byl pořízen Voyagerem 1.

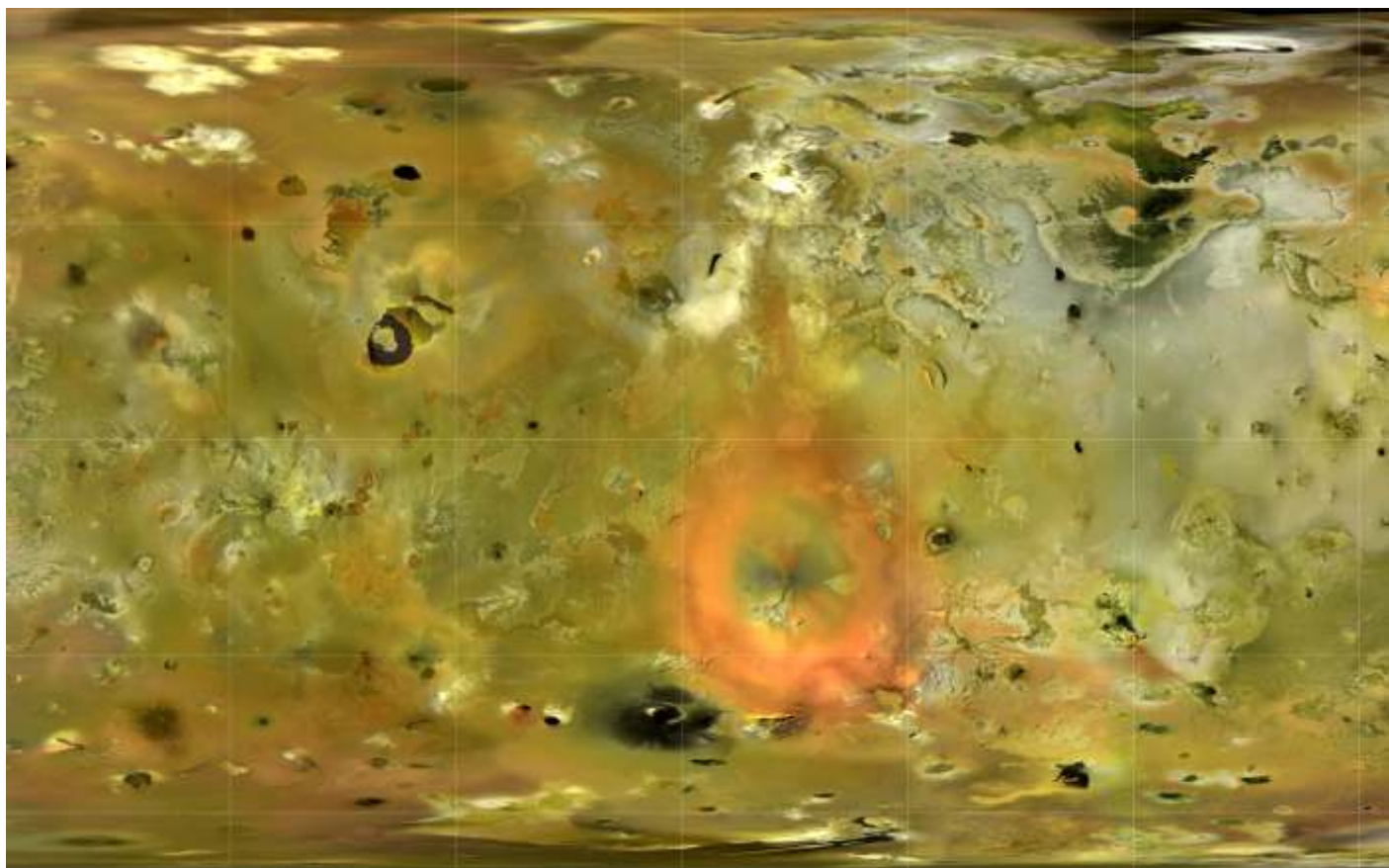


Snímek pořízený Voyagerem 1 jen 6 hodin po těsném průletu dne 5. března 1979. Kamera je namířena zpětně proti temné noční straně planety ze vzdálenosti 320 000 km. Jupiterův severní pól je nahoře uprostřed prosvítajícího okraje planety v protisvětle a světlo nad horizontem planety je polární záře. Světlé skvrny uprostřed noční strany snímku by mohly být také projevy polárních září, ale mnohem pravděpodobněji jde o záznam parazitního světla při diagonálním skenování snímáné oblasti při dlouhé expozici, která trvala 3 minuty a 12 sekund.

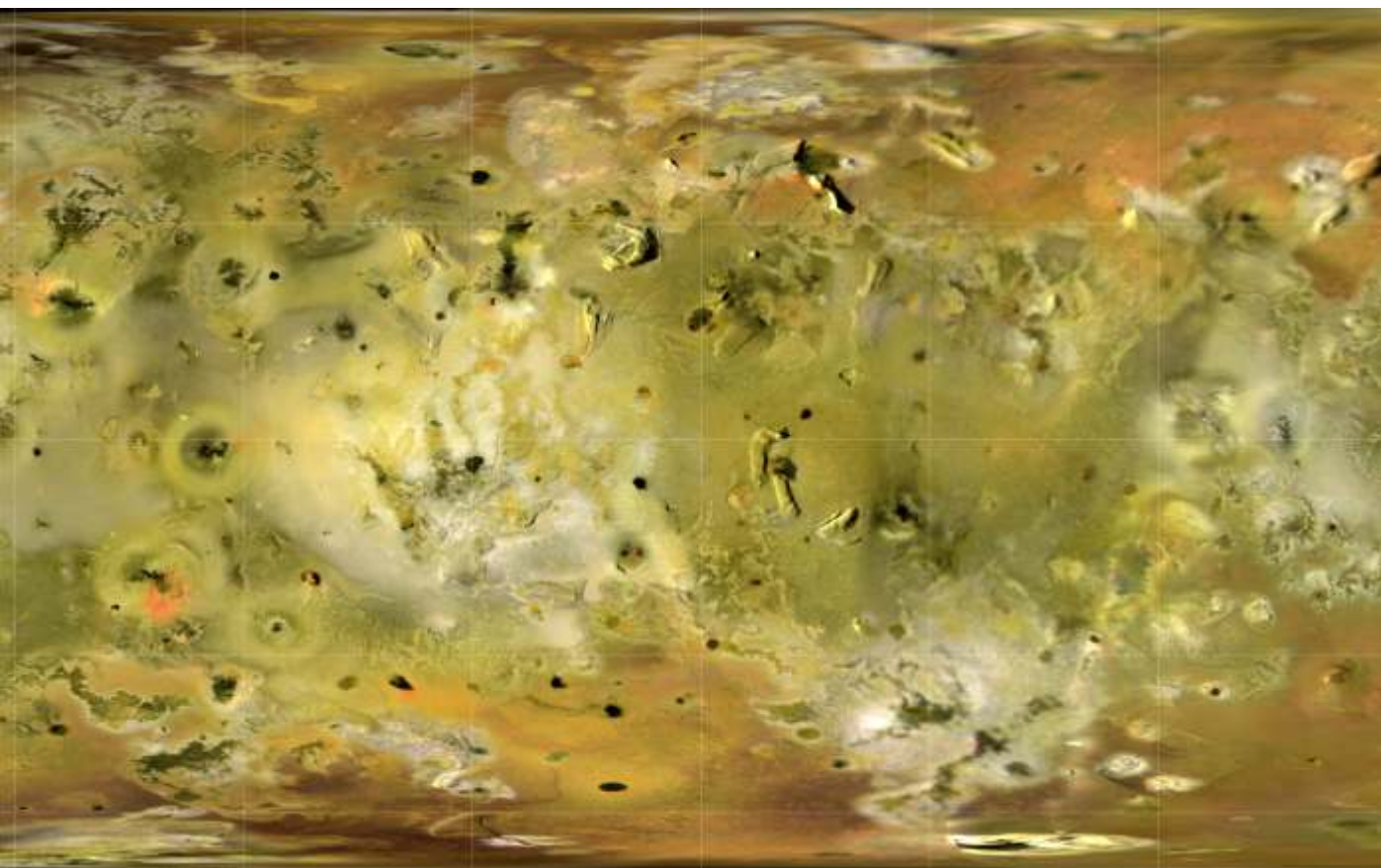
Jupiterův téměř nepozorovatelný prstenec zachycený dne 11. července 1979 ve slunečním protisvětle jako dvojice oranžových proužků protínajících horní prosluněnou vrstvu atmosféry. Při dlouhé expozici je zřetelné posunutí jednotlivých obrazů způsobené pohybem sondy. Voyager 2 byl v době pořízení snímku vzdálen od planety 1 450 000 km a zhruba 2° nad rovinou prstence. Do spodní linky prstence se promítá Jupiterův stín, a proto jeho obraz nedosahuje až k planetě.



Výbuch sopky na měsíci Io, který zachytil Voyager 1 dne 4. března 1979 jen 11 hodin před nejtěsnějším přiblížením k tomuto měsíci. Vzdálenost sondy k Io byla v tu chvíli 490 000 km. Materiál vyvržený výbuchem byl pozorovatelný do výše zhruba 160 km, přičemž rychlost výtrysku dosahovala 540 m/s. V tomto případě šlo o první záznam aktivní vulkanické činnosti ve sluneční soustavě na jiném kosmickém tělese než na Zemi.



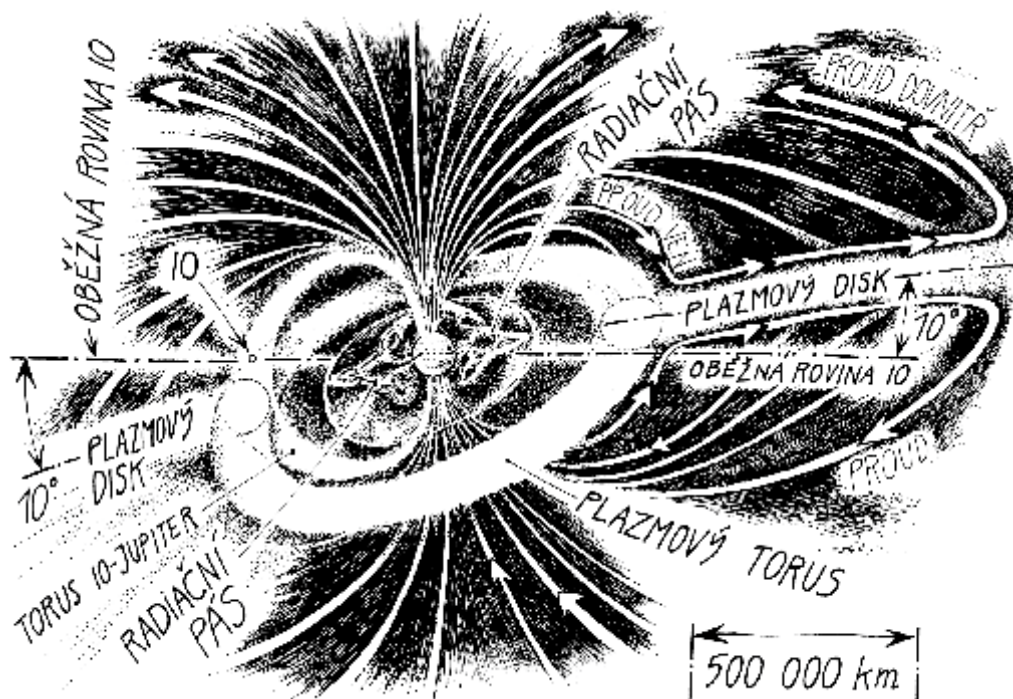
Měsíc Io je vulkanicky nejaktivnějším tělesem ve sluneční soustavě. Sopky zde vyvrhují obrovské objemy křemičité lávy, síry a oxidu siřičitého. Tyto výrony průběžně povrch měsíce Io mění. Za několik desítek roků již bude celý povrch Io vypadat jinak. Mapa vznikla kombinací nejpodrobnějších snímků sond Voyager 1 a Galileo. Při svém průletu Voyager 1 nasnímal oblasti od 240° západní délky do 40° západní délky a část jižní polokoule. Sonda Galileo se pohybovala ve větší vzdálenosti od Jupiteru a strana Io přivrácená k Jupiteru pro ni nebyla tak dobře dostupná jako pro sondu Voyager 1, které se podařilo přivrácenou stranu snímat v rozlišení až 1 km/pixel. Na výsledném obraze je místy znatelné rozdílné nasvícení, jelikož jednotlivé snímky, z nichž byl složen, byly pořizovány v různou denní dobu. Obtížně se tak dá rozlišit, zda jde o hory nebo prohlubně. Mapa zobrazuje celý povrch měsíce rozvinutý do válcové projekce.



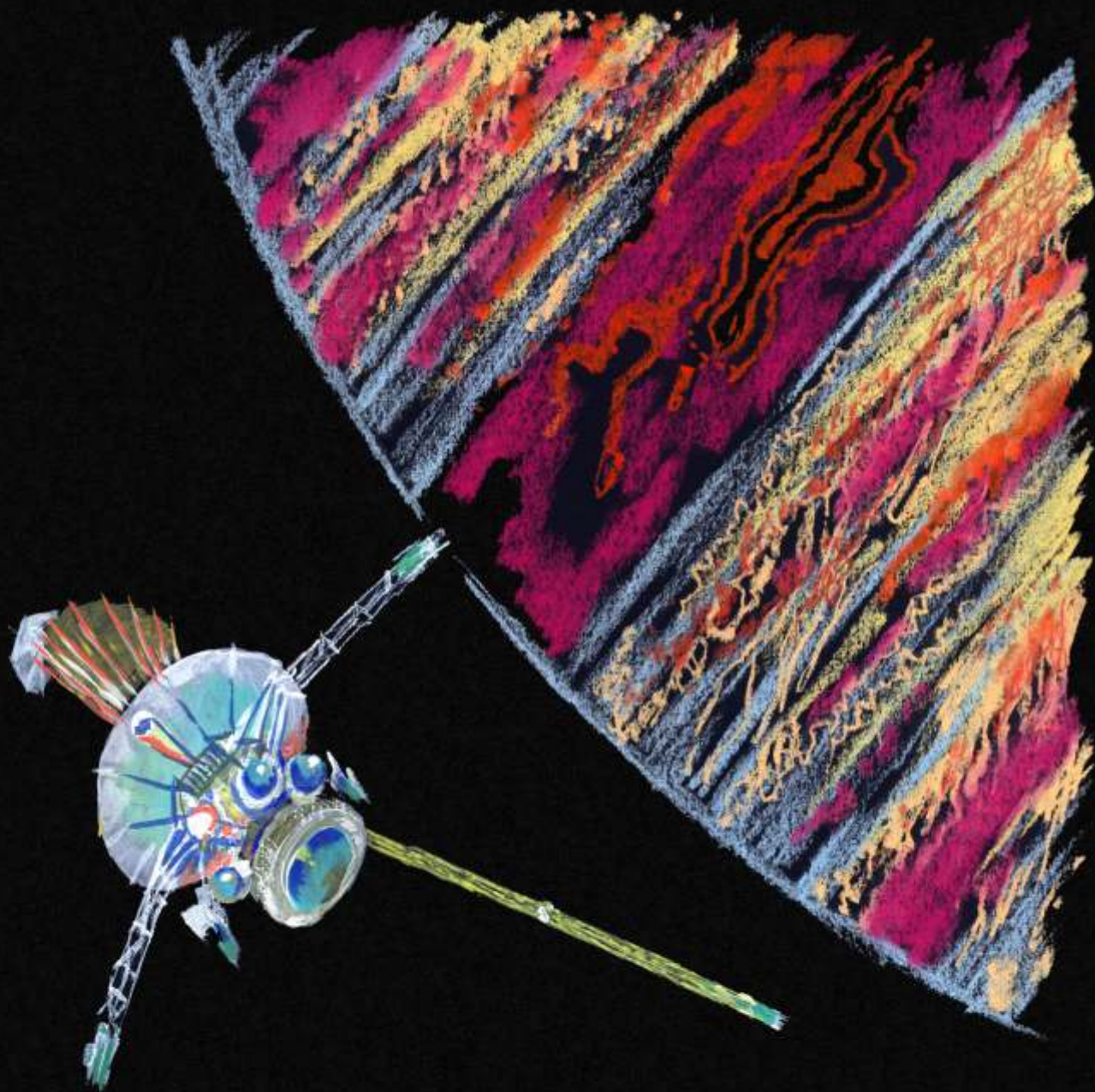


ULYSSES

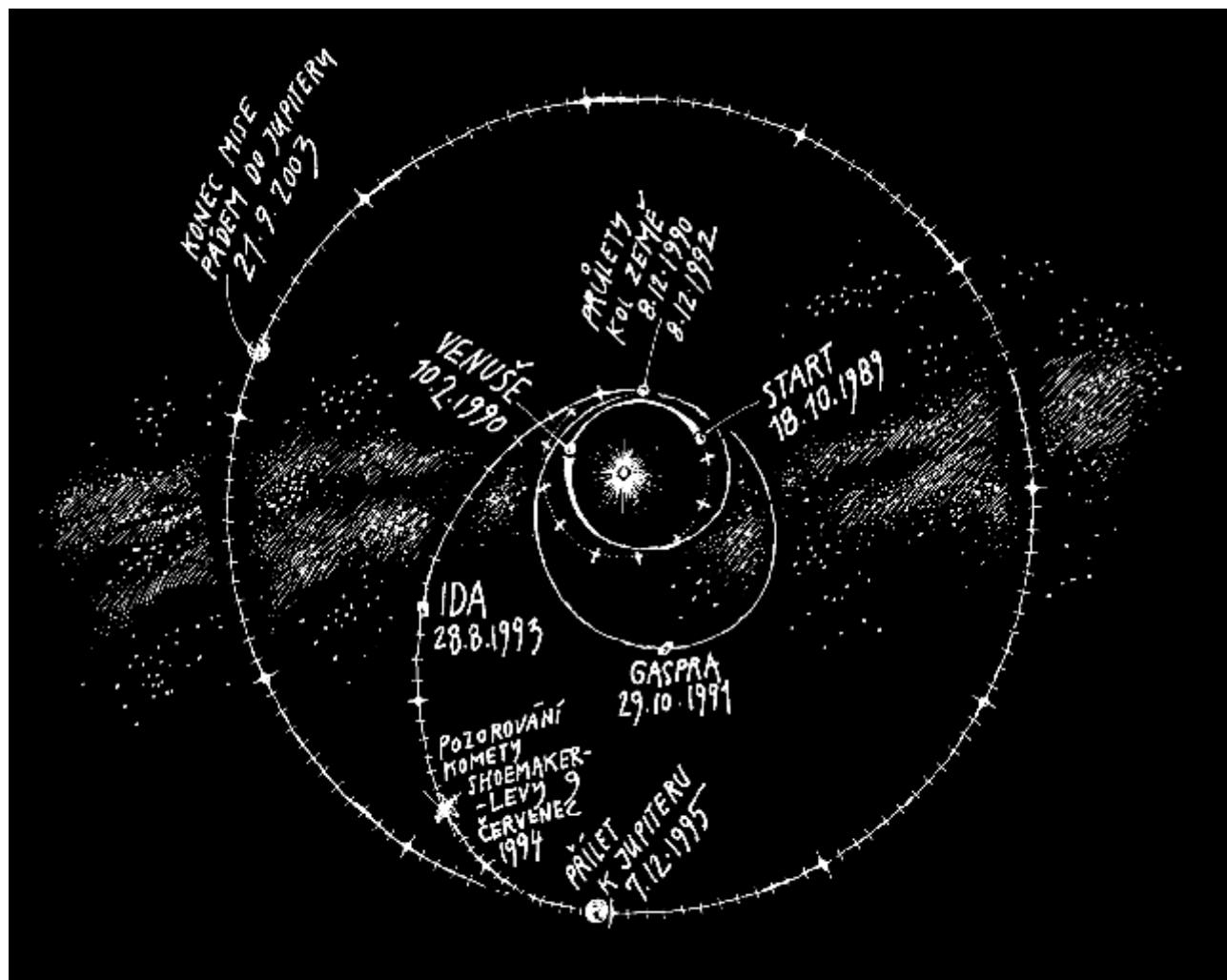
Ulysses byla sonda primárně určená k výzkumu heliosféry a Slunce. Ulysses je latinský přepis jména Odyseus. Sonda se měla původně jmenovat podle řeckého hrdiny, ale s vědomím, že se vydává do pekelné výhně sluneční, bylo nakonec zvoleno jméno vztahující se k Dantovu Peklu. Ulysses startoval 6. října 1990 z raketoplánu Discovery, o 16 měsíců později, 8. února 1992, jej průlet kolem Jupiteru vystřelil vysoko nad rovinu ekliptiky a nasměroval ke Slunci. Výsledná dráha byla zvolena téměř kolmo k ekliptice tak, aby sonda mohla sledovat sluneční polární oblasti a měřit vlastnosti heliosféry daleko od ekliptiky. Ulysses pracoval až do června roku 2009, zvládl za tu dobu třikrát obletět Slunce v průběhu více než jednoho celého slunečního cyklu.



Při těsném průletu kolem Jupiteru vstoupil Ulysses do jeho magnetosféry ve vzdálenosti 113 Jupiterových poloměrů (R_J), což bylo mnohem dříve, než jak učinily předchozí sondy Voyager na konci sedmdesátých let. Zvětšení jupiterovy magnetosféry způsobila pravděpodobně slabá sluneční aktivita. Ulysses objevil plazmový torus, jímž prolétá nejbližší velký měsíc Io a jehož je také původcem. Plazmový torus se nachází ve vzdálenosti 6,4 až 9 R_J je orientován Jupiterovou magnetosférou, je tedy nakloněn vůči oběžné dráze Io. Torus je tvořen z převážné většiny ionizovaným kyslíkem a sírou pocházejícími ze sopečné činnosti na povrchu měsíce Io. Plazmový torus byl současně rozpoznán jako zdroj silného dlouhovělného rádiového záření, které bylo zachyceno již sondami Voyager. Sonda zjistila vysokou koncentraci energetických částic ve vysokých joviálních šířkách. Proudů vysokoenergetických elektronů a iontů zde vtékají až do polárních oblastí. Díky své dráze, která sondu vynesla vysoko nad polární oblasti Jupiteru, bylo možné zjistit, že Jupiterovy radiační pásy zasahují do vzdálenosti zhruba 9 R_J , ale prostorově dosahují jen do 48° joviánské magnetické šířky.



GALILEO



Mise Galileo sestávala ze dvou kosmických lodí: orbiteru a atmosférické sondy *Probe* a z urychlovací rakety IUS (*Inertial Upper Stage*). Komplex byl vypuštěn k Jupiteru z paluby raketoplánu Atlantis při letu STS 34 dne 18. října 1989. Galileo byl nasměrován nejprve k Venuši, jejíž gravitace jej urychlila a nasměrovala zpět k Zemi. Odtud vylétl do pásu asteroidů a těsně proletěl kolem planetky Gaspra. Pak znovu se zvyšující se rychlostí kolem Země a tato trojitá gravitační asistence již stačila, aby Galileo doletěl až k Jupiteru. Jeho dráhu se podařilo upravit tak, že těsně minul a mohl prozkoumat planetku Ida, u níž přitom objevil satelit Daktyl. K Jupiteru přilétal právě v době, kdy do něj dopadaly úlomky komety Shoemaker–Levy 9 a bylo tedy možné prostřednictvím přístrojů orbiteru sledovat tuto výjimečnou událost zblízka. Atmosférická sonda *Probe* se od orbiteru oddělila 147 dnů před svým vstupem do Jupiterovy atmosféry, k němuž došlo 7. prosince 1995. K Jupiteru již



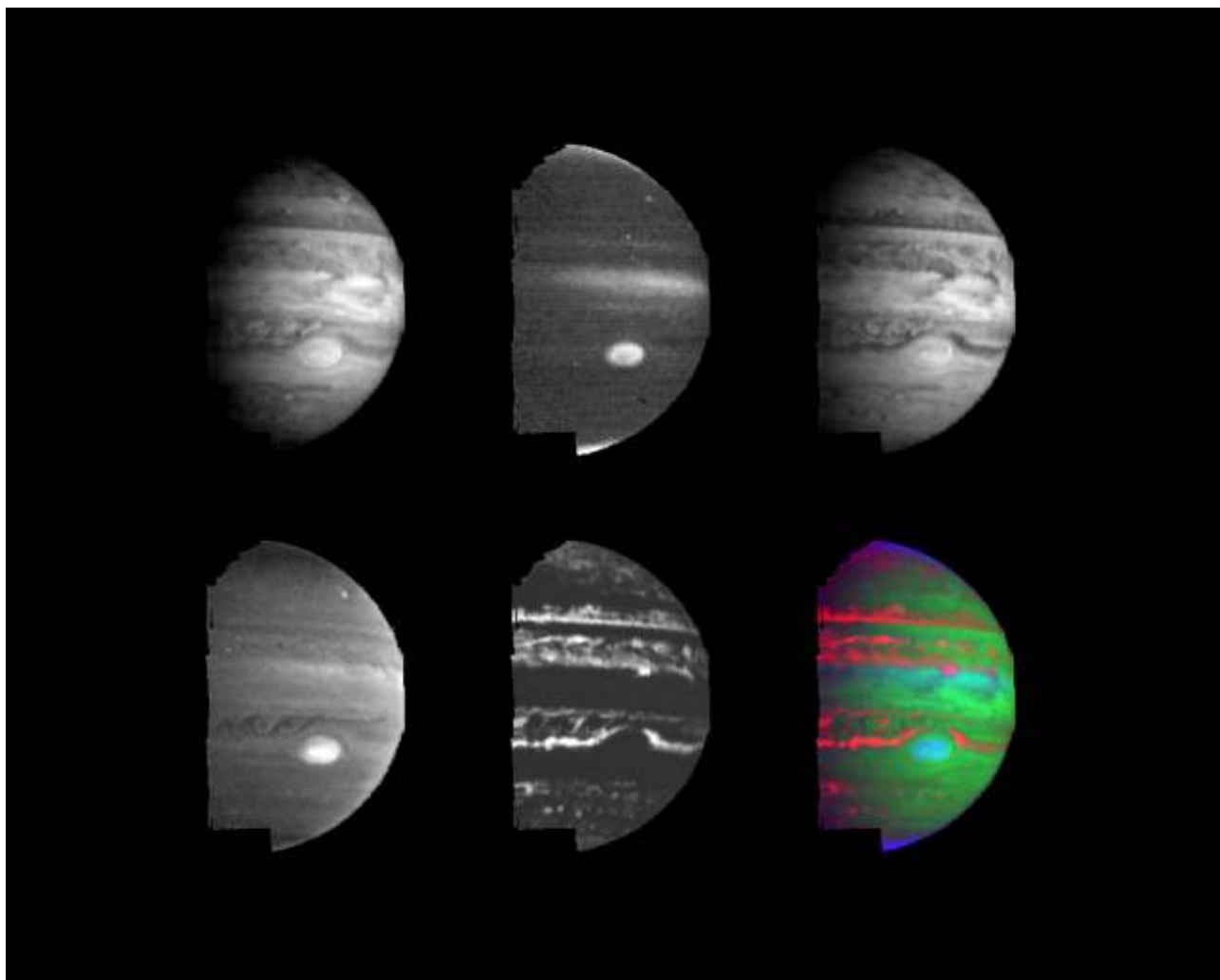


tedy obě kosmické lodi přilétaly každá samostatně. V průběhu dlouhé šestileté cesty k Jupiteru Galileo sporadicky studoval meziplanetární prostředí pomocí detektoru mikrometeoroidů, magnetometru a několika plazmových a částicových detektorů.

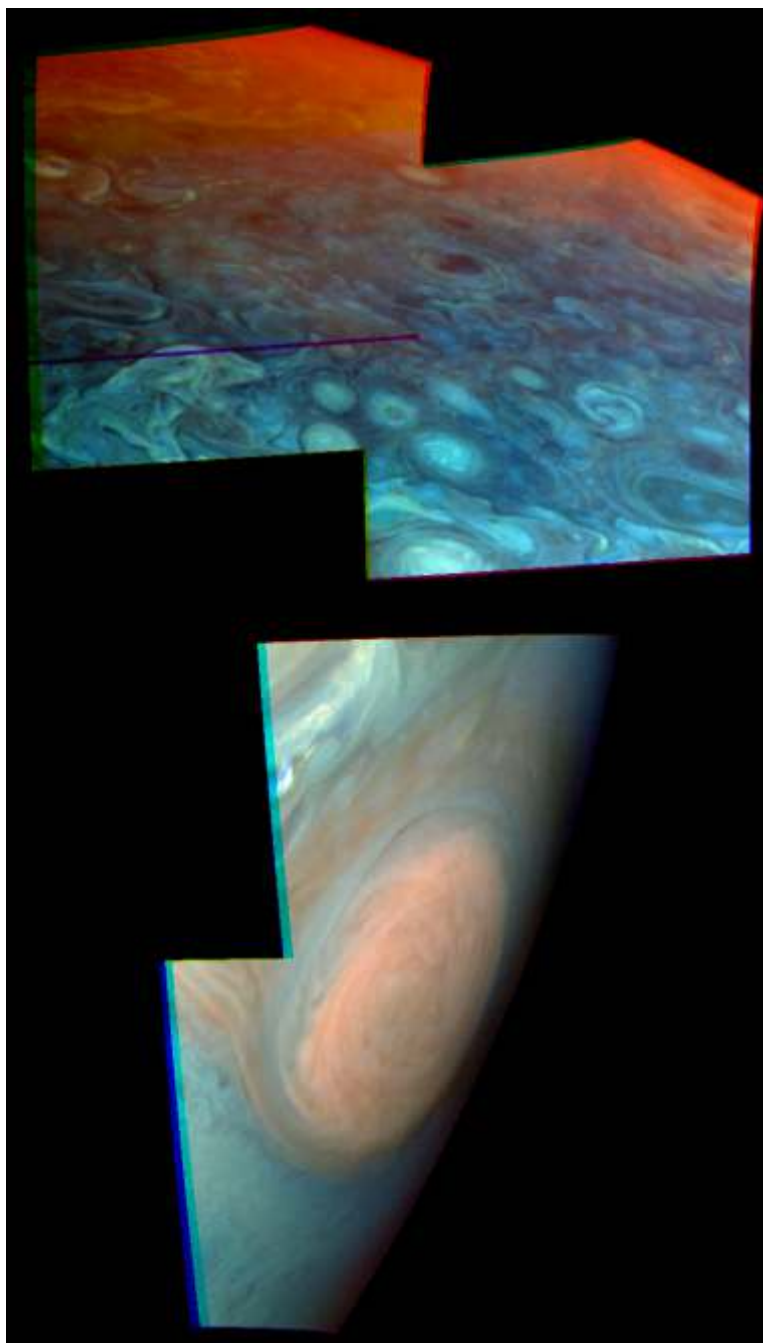
Sonda Probe vstoupila do atmosféry rychlostí 47 km/s v rovníkové oblasti. Během prvních dvou minut musela přecukat zbrzdění 230 G a snížit svoji rychlost na 0,5 km/s. Naměřená data vysílala po dobu 57,6 minuty, než byla v hloubce cca 600 kilometrů pohlcena okolním prostředím, při zhruba dvaadvacetinásobném tlaku, než jaký panuje na povrchu Země. Podle očekávání přitom nenarazila na žádný pevný povrch. Probe objevila ve výšce 50 000 kilometrů nad nejvyšším oblačným patrem nový radiační pás. Vstupní oblast byla mnohem sušší, než jak vědci očekávali, a současně se nepodařilo potvrdit očekávanou třívrstvou strukturu oblaků. Nejvýše měl být amoniakový led, pod ním oblaka z hydrogensulfidu amonného a nejnižší vrstva oblaků plná vodní páry a vodního ledu. Probe naměřila pouze výšková řídká ledová amoniaková oblaka, ale nenalezla žádnou vodní kondenzační vrstvu. Hustá atmosféra je zmítaná turbulencemi a větry zde vanou rychlostí až 730 km/h. Energie pohánějící tyto děje pochází nejspíše z hlubin planety, do nichž se Probe zvolna snášela na padáku. Překvapením bylo, že převážnou většinu atmosféry skutečně tvoří jen samotný vodík, hélium je poskrovnu a kyslíku, uhlíku a dalších očekávaných prvků bylo zjištěno jen stopové množství.

Orbitální sonda Galileo byla prvním a dosud také jediným přístrojem, který byl naveden na oběžnou dráhu kolem Jupiteru. Oblétávala Jupiter po velmi protáhlých drahách. Každý oblet trval zhruba dva měsíce, celkem jich bylo 34. Díky rozdílným vzdálenostem od planety bylo možné opakovaně měřit parametry magnetického pole a postupně tak mapovat jeho prostorovou strukturu. Oblety byly plánovány tak, aby sonda prolétávala kolem velkých Jupiterových měsíců a mohla je studovat zblízka. Data byla nahrávána do palubního záznamníku a postupně vysílána na Zemi prostřednictvím nízkoziskové antény. Hlavní anténu na orbiteru se nepodařilo díky poruše nikdy rozevřít. K významným objevům patří nedostatek vody v Jupiterově atmosféře oproti očekávání, která vzbudila pozorování dopadu komety Shoemaker–Levy 9. Na Jupiteru byla pozorována zhruba jen desetinná četnost bouří provázených blesky ve srovnání se Zemí. Jednotlivé bleskové výboje jsou ale nejmohutnější události tohoto druhu, které kdy byly ve sluneční soustavě pozorovány. Množství hélia v Jupiteru (24 %) je téměř totožné ve srovnání se Sluncem (25 %). Galileo sledoval neustávající vulkanickou činnost na měsíci Io, kterou poprvé zjistily sondy Voyager. Provedená měření potvrdila vlastní magnetické pole u měsíců Io a Ganymedu a na měsíci Europa byl potvrzen oceán tekuté vody skrytý pod ledovým povrchem planety. V roce 2002 byly již zásoby paliva používaného k manévrování téměř vyčerpány. Postupně také narůstaly poruchy zapříčiněné nejspíše vlivem Jupiterovy magnetosféry a pronikavé radiace na elektroniku sondy a bylo rozhodnuto o ukončení mise. Sonda Galileo byla navedena do Jupiterovy atmosféry 21. září 2003 a díky vletové rychlosti 48,26 km/s se v ní odpařila.

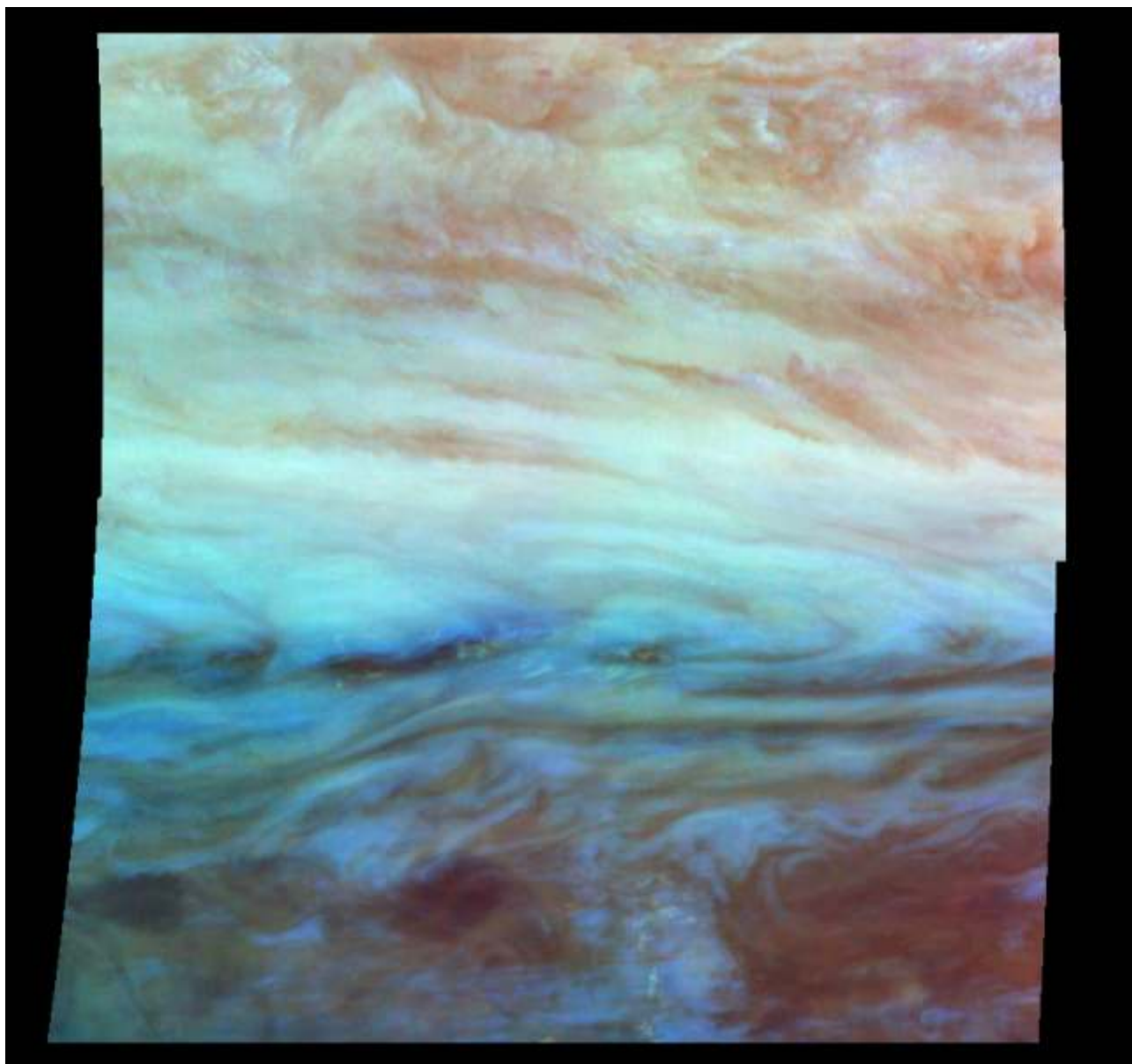




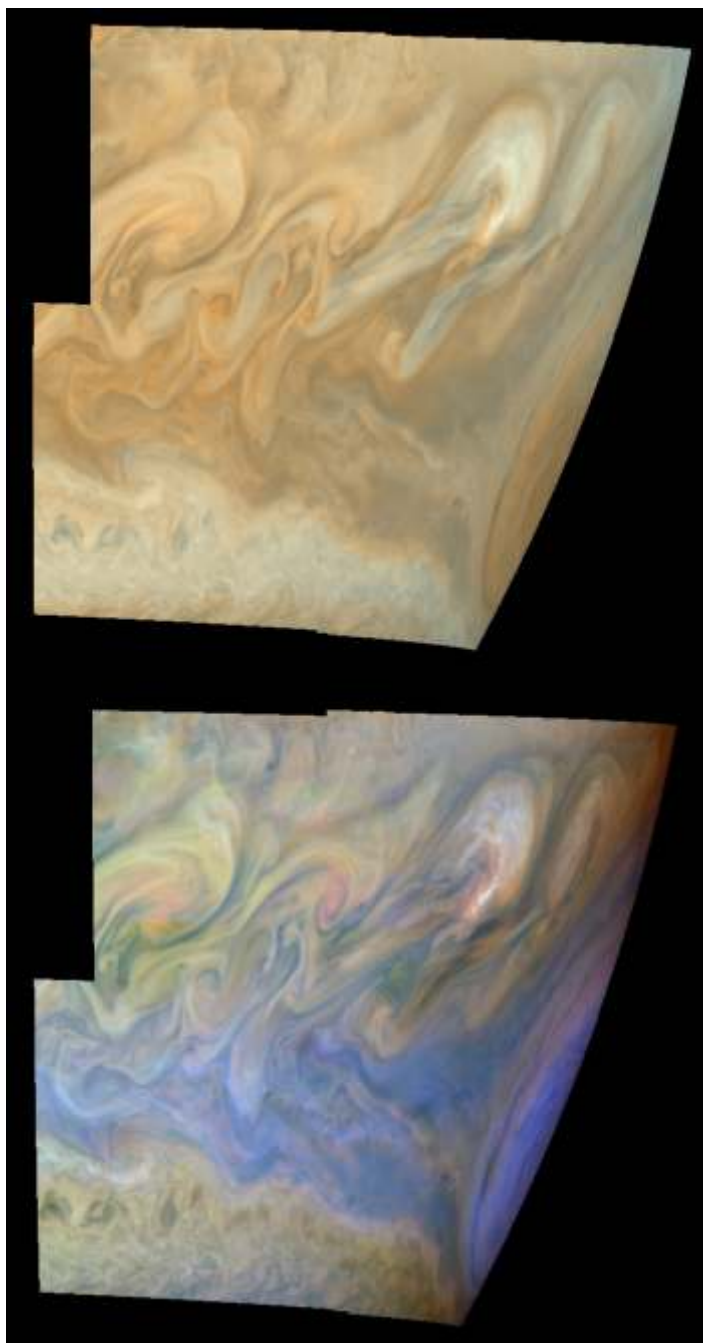
Oblačnost v rozdílných výškách Jupiterovy dynamicky se měnící atmosféry. Snímky byly pořízeny aparaturou NIMS (*Near-Infrared Mapping Spectrometer*) při druhém obletu Jupiteru 5. září 1996 ze vzdálenosti 2,1 milionu kilometrů. Jupiterova atmosféra je pro různé vlnové délky prostupná rozdílně. Horní levý a pravý snímek byly pořízeny na vlnových délkách 1,61 a 2,73 mikrometrů. Zobrazují oblačnost až do hladiny, kde tlak dosahuje zhruba trojnásobku atmosférického tlaku při povrchu Země. Oproti tomu prostřední snímek horní řady, pořízený na vlně 2,17 mikrometrů, zobrazuje jen povrch nejhořejší vrstvy oblaků. Hluběji elektromagnetické záření této vlnové délky nepronikne, protože je pohlcováno vodíkem, který tvoří většinu atmosféry. Spodní levý snímek na vlně 3,01 mikrometrů je poznamenán absorpcí amoniaku a metanu. Prostřední spodní snímek na vlně 4,99 mikrometrů prozrazuje zářící horkou oblačnost uloženou nejhluběji. Barevná kompozice na posledním snímku je vytvořena přiřazením rozdílných barev každé vlnové délce a následným složením monochromatických záznamů: červená je nejteplejší, fialová zobrazuje nejchladnější oblasti.



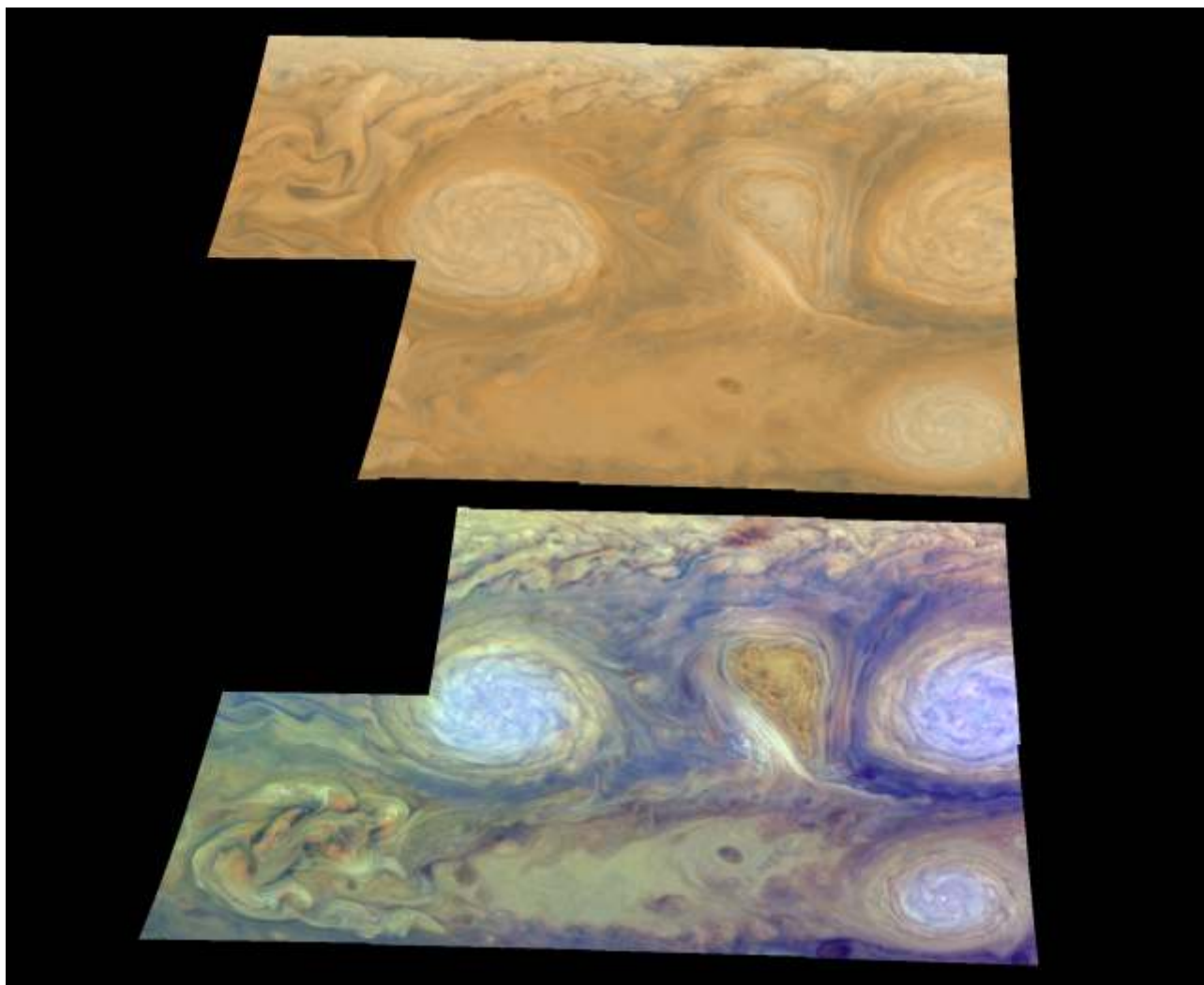
Rozdílná struktura oblačnosti polárních oblastí a středních šířek. Velká červená skvrna byla zachycena dne 26. června 1996 ze vzdálenosti 1,46 milionu kilometrů. Střed snímku je zhruba ve 20° jižní joviánské šířky. Horní snímek je centrován na 50° severní šířky a byl pořízen 4. listopadu 1996 ze vzdálenosti 1,6 milionu kilometrů. Monochromatický obraz vlnové délky 886 nanometrů, která je silně pohlcována metanem, ukazuje jen nejvyšší hladinu oblaků a je převeden do červené barvy. Světlo na vlnové délce 732 nanometrů, převedené do zeleného kanálu, je metanem absorbováno slaběji, a proto zobrazí i hlubší struktury. Obraz nejhlouběji položené hladiny je získán na vlně 757 nanometrů a je převeden do modré barvy. Nejnižší oblačné patro je tedy zbarveno modrobíle, nejvyšší oblačnost je oproti tomu růžová. Okraj planety je zbarven do červena, protože zde elektromagnetické záření proniká, podobně jako na Zemi při obzoru, nejmnocnější vrstvou atmosféry a je tedy nejvíce pohlcováno. Zčervenání okraje planety v polární oblasti je navíc zesíleno stratosférickými oblaky. Podrobný rozbor ukázal, že zde tato oblaka sahají až o 50 km výše než u rovníku a ve středních šířkách. Je možné, že stratosférická polární oblaka jsou důsledkem pohybu nabitých částic magnetosférou, ve které putují podél magnetických siločar k pólům. V nižších šířkách jsou výšková oblaka udržována převážně fotochemickými reakcemi.



Sonda Galileo byla prvním přístrojem, který byl schopen zobrazit Jupiterovu oblačnost v různých výškových hladinách současně. Snímek rozhraní mezi rovníkovými pásy je kompozicí získanou v blízkém infračerveném oboru. Mozaika pokrývá pruh od -13° do $+3^\circ$ a výřez je centrován na 282° západní délky. Snímek byl pořízen 5. listopadu 1996 ze vzdálenosti 1,2 milionu kilometrů.

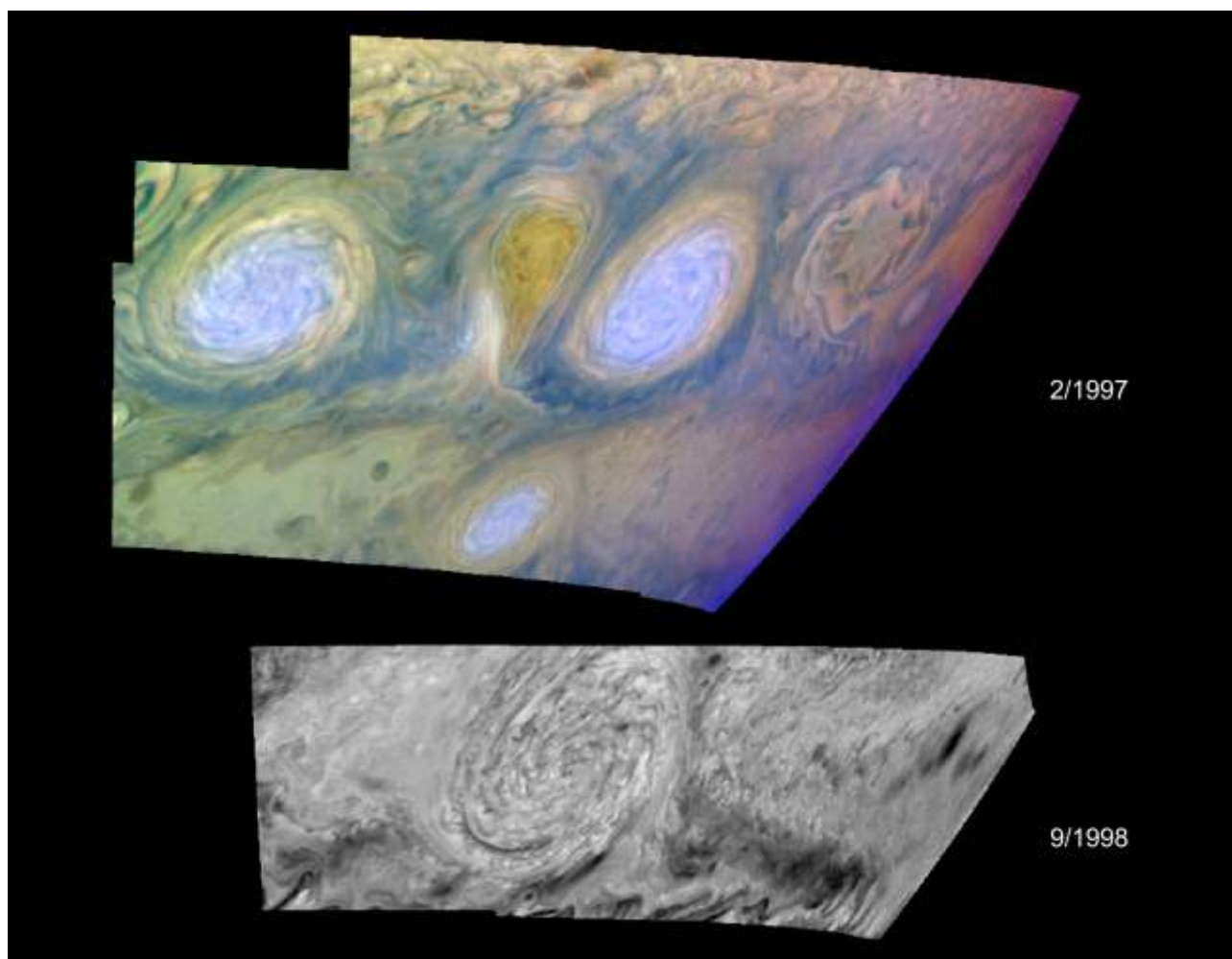


Turbulentní oblast západně (západ je na snímcích vlevo) od Velké červené skvrny. Turbulence vznikají odkláněním západního proudění skvrnou, která je vihditelná na horizontu planety, do severnějších oblastí, v nichž převládá proudění východní. V blízkosti skvrny vznikají obrovité víry, z nichž je patrné mohutné konvektivní proudění oblačnosti. Horní snímek kombinuje fialový (410 nm) a blízký infračervený (756 nm) kanál. Výsledek je barevně srovnatelný s vnímáním barev Jupiteru lidským okem. Dolní kompozice kombinuje tři infračervené – neviditelné – kanály: 756 nm, 727 nm a 889 nm, jimž byla přiřazena červená, zelená a modrá barva. Purpurová barva nejspíše zobrazuje souvislý neprostupný opar kryjící nižší atmosférické vrstvy. Snímky jsou centrovány na 16,5° jižní joviánské šířky a 85° západní délky a nejmenší podrobnosti jsou velké deset kilometrů. Snímky byly získány 26. června 1997 ze vzdálenosti 1,2 milionu kilometrů.



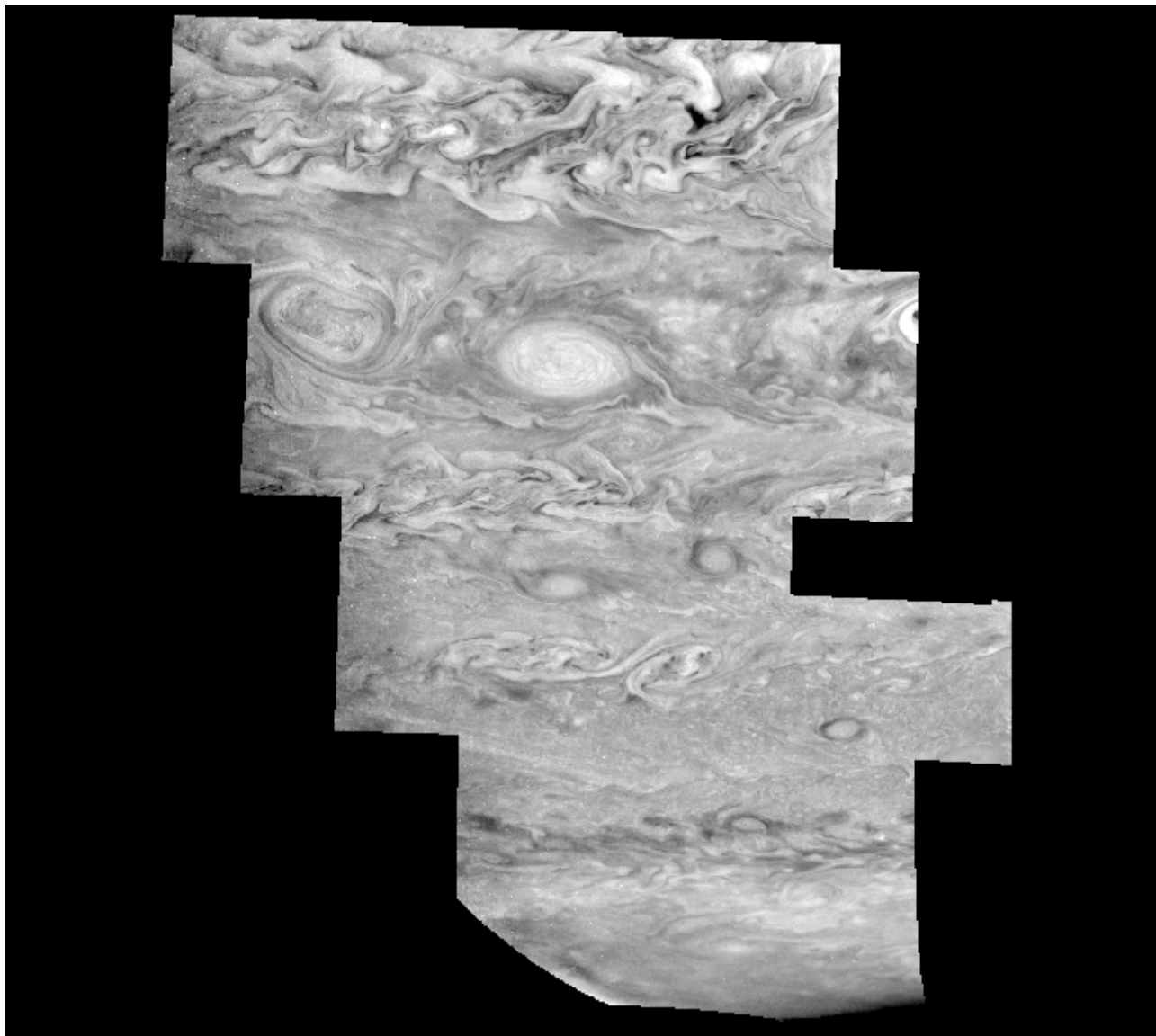
Velké oblačné oválné systémy často doprovázejí cyklóny nepravidelných tvarů. Zde je zachycena cyklóna připomínající obrys horkovzdušného balónu mezi pravidelnými ovály. Cyklóna (tlaková níže) rotuje ve směru hodinových ručiček a oba ovály (anticyklóny, tlakové výše) se otáčejí ve směru opačném, tedy přesně stejně jako Velká červená skvrna. Ovály jsou dvěma ze tří, které se na Jupiteru objevily již ve třicátých letech minulého století. Ovál na snímku vlevo měří napříč 9 000 kilometrů. Jižněji usazený menší ovál se vůči dvěma severnějším oválům posunuje o $0,4^\circ$ denně. Prolínající se okraje cyklón provázejících ovály vytvářejí vysoká a hustá oblaka podobná kumulům.

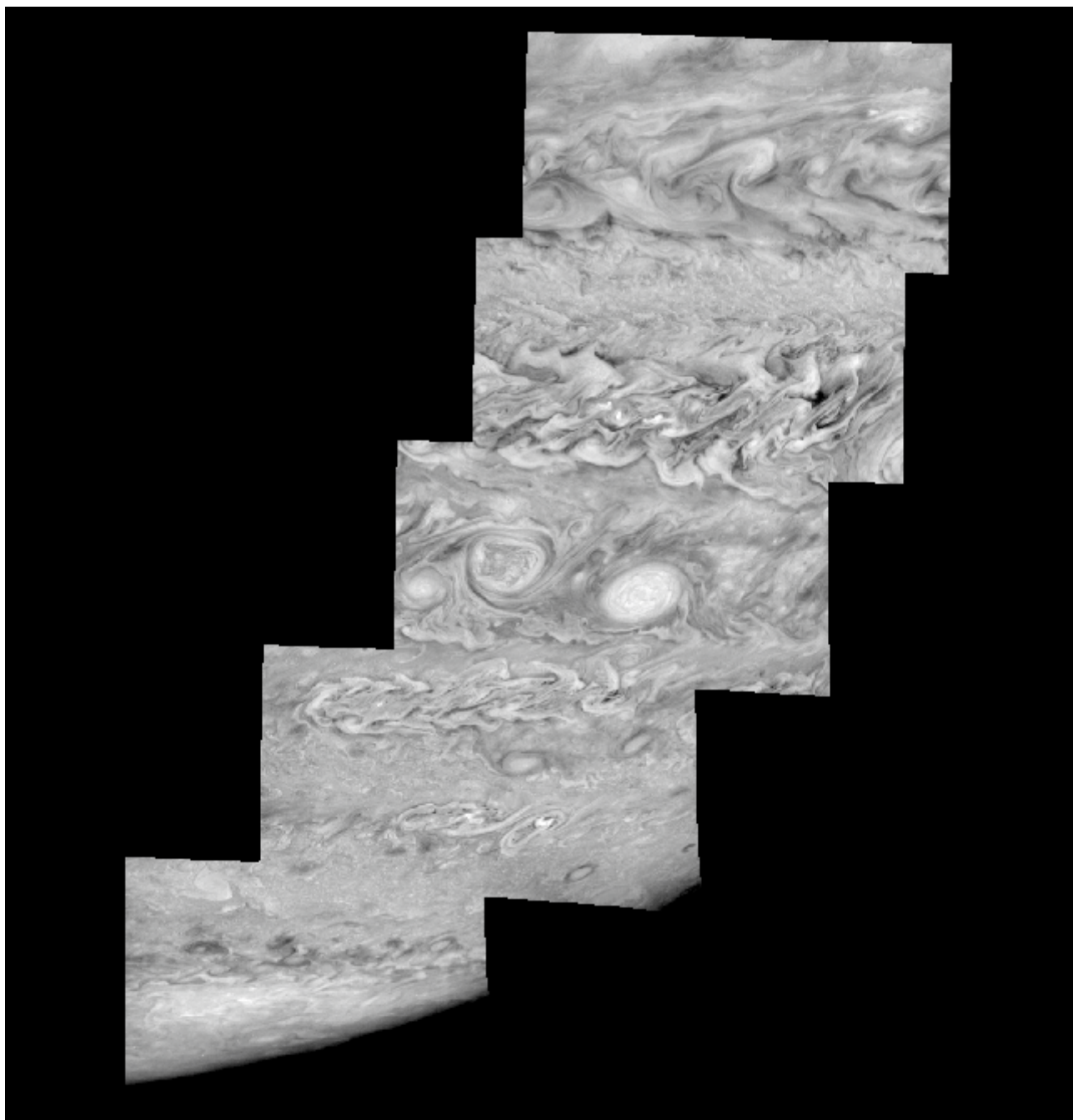
Skladba snímků a způsob jejich vytvoření jsou totožné jako u snímků na předchozí straně. Snímek je centrován na 30° jižní šířky a 100° západní délky. Rozlišení je v desítkách kilometrů. Snímek byl pořízen dne 19. února 1997 ze vzdálenosti 1,1 milionu kilometrů.



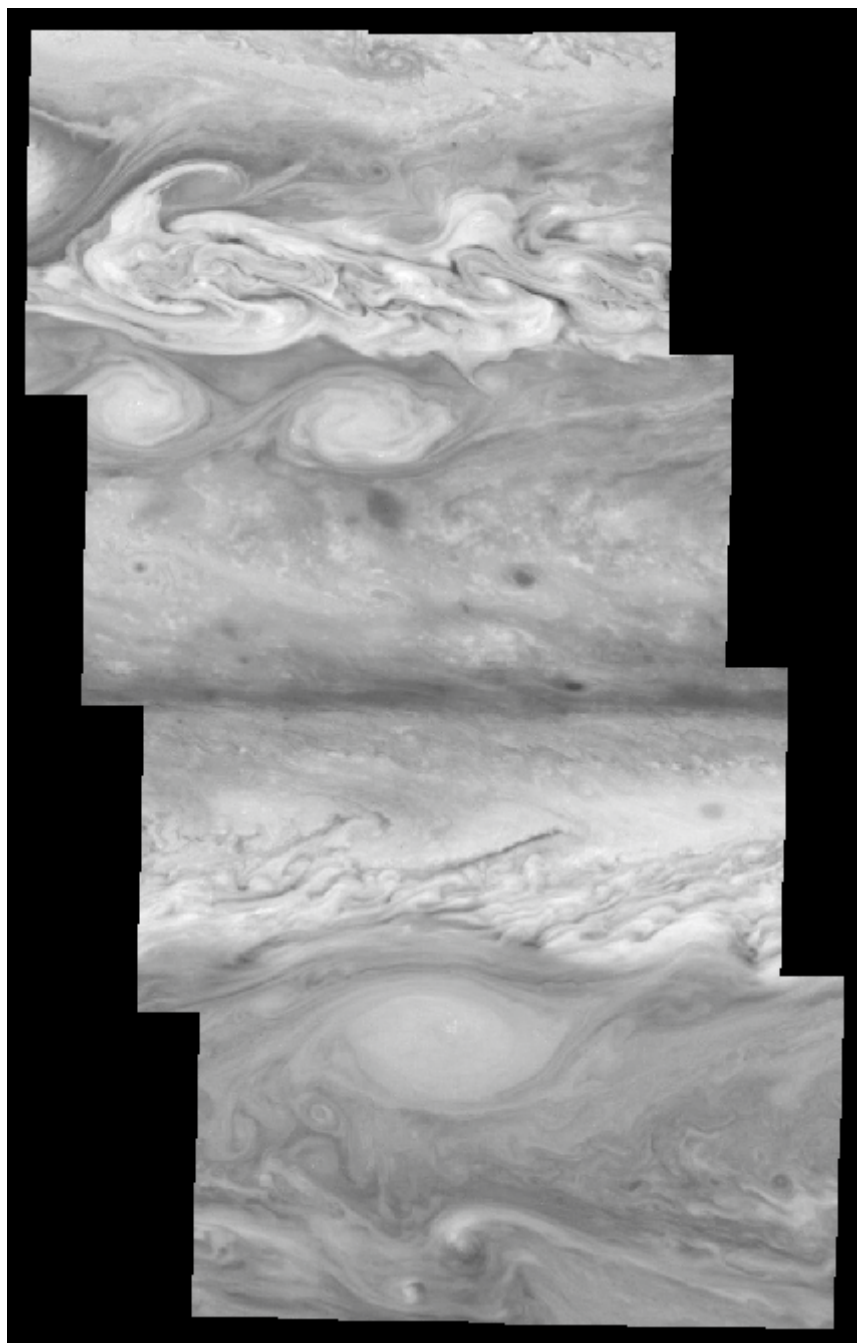
Jupiterovy bílé oválné bouře před (nahore) a po (dole) jejich historickém splynutí v únoru 1998. Od doby svého vzniku ve třicátých letech se tři bílé ovály pohybovaly v pásu mezi 31° a 35° jižní šířky. Horní snímek zobrazuje dva anticyklónové ovály spolu s hruškovitou cyklónou mezi nimi. Vzdušné proudění v protisměru hodinových ručiček vytváří uvnitř oblast vysokého tlaku. Naproti tomu balónově hruškovitá cyklóna mezi nimi, kterážto se otáčí opačně, udržuje uvnitř oblast nízkého tlaku. Ovály byly velmi krátce po svém objevení pojmenovány BC (pravý) a DE (levý). Dolní obraz zachycuje anticyklónu BE, která vznikla jejich splynutím. Ke splynutí došlo v době, kdy byl Jupiter skryt za Sluncem a proto průběh děje není zaznamenán. Mezilehlá cyklóna při splynutí zmizela. Pořízení spodního snímku bylo načasováno tak, aby natočení planety bylo stejné jako při pořízení horního obrazu. Horní obraz je kompozicí tří infračervených kanálů (756, 727 a 889 nanometrů převedených na červenou, zelenou a modrou barvu) ze dne 19. února 1997. Spodní snímek zachycuje pouze monochromatické světlo vlnové délky 756 nanometrů ze dne 25. září 1998. Oba snímky byly získány ze vzdálenosti 1 milionu kilometrů.

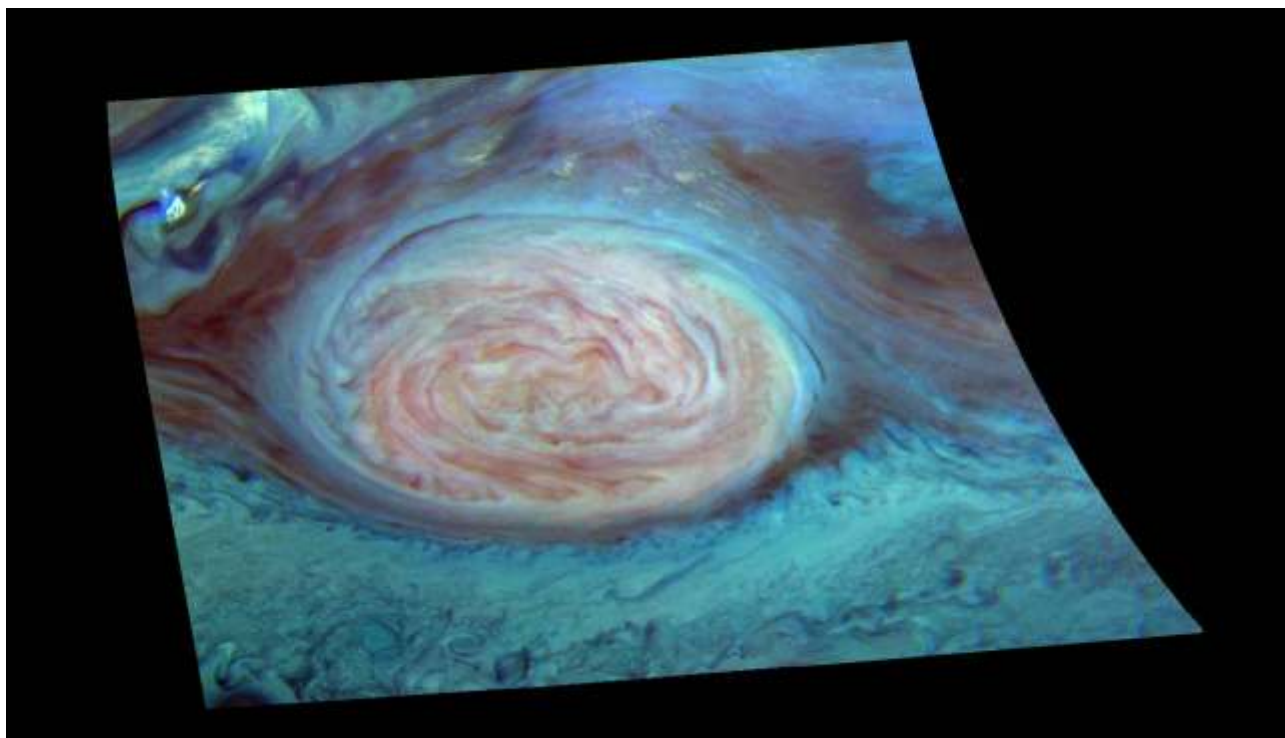
Mozaika Jupiterovy jižní polokoule mezi 25° a 80° jižní joviánské šířky. Severojižní rozměr dvou velkých oválných vírů uprostřed mozaiky je zhruba 3 500 kilometrů. Pravý ovál je anticyklónou, rotuje proti směru hodinových ručiček, levý je cyklónou s opačnou rotací. Z jejich rozdílné struktury je zřetelné, jakými procesy je utvářena Jupiterova atmosféra. Snímek byl pořízen ve světle 756 nanometrů dne 7. května 1997 ze vzdálenosti 1,5 milionu kilometrů a zachycuje hladinu, v níž je tlak zhruba 1 bar. Na protější straně je stejným způsobem zachycena Jupiterova jižní polokoule mezi 10° a 80° jižní joviánské šířky.



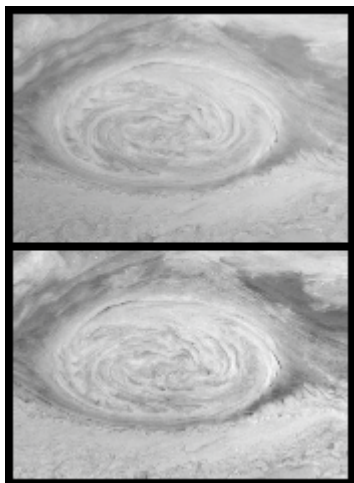


Mozaika severní polokoule mezi 10° a 50° severní joviánské šířky. Snímek byl pořízen ve světle 756 nanometrů dne 3. dubna 1997 ze vzdálenosti 1,4 milionu kilometrů.

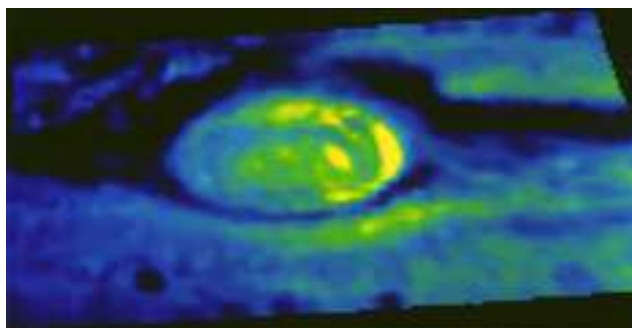




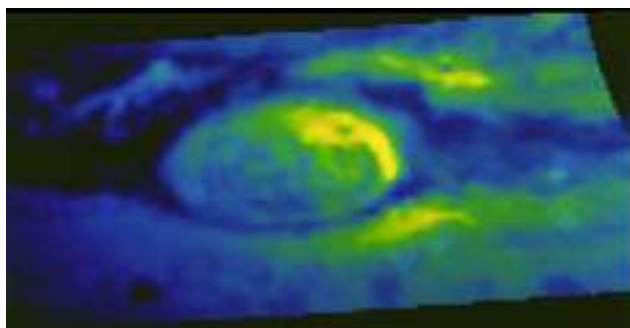
Velká červená skvrna v nepravých barvách. Barvy na snímku odpovídají výškovým hladinám oblačných vrstev. Modré a temné oblasti jsou nejnižší. Růžově jsou zobrazeny vysoké řídké mlhy a bílá barva prozrazuje také vysoká, avšak velmi hustá oblaka. Červená barva odpovídá kanálu 886 nanometrů, který je silně pohlcován metanem. Zelená barva je přiřazena kanálu 732 nanometrů, který metan tak silně nepohlcuje. Lze tak zobrazit oblačnost středního patra. Do modré barvy je převeden kanál vlnové délky 757 nanometrů, kterou Jupiterova atmosféra v podstatě nepohlcuje. Modře je tedy zobrazitelné nejnižší oblačné patro, od něhož se ještě světlo může odrazit a proniknout zpět. Velká červená skvrna je vůči svému okolí poměrně vysoce usazený útvar vystupující z bezprostředně hlubokých okrajů. Prvotní rozbor zde odhalil výškový rozdíl kolem 30 kilometrů. Snímek byl pořízen 26. června 1996.



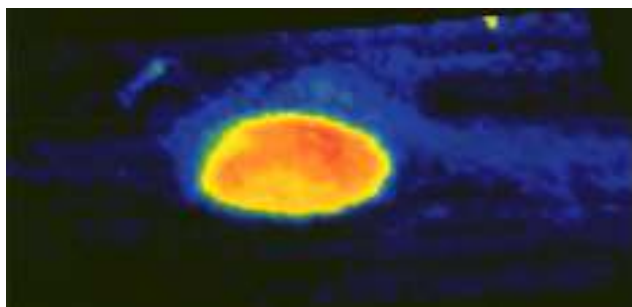
Vývoj Velké červené skvrny v rozmezí devítihodinového intervalu na vlnové délce 757 nanometrů. Při okraji útvaru vanou větry rychlostí 150 metrů za sekundu. Oproti tomu střed oblasti se jeví v tomto krátkém časovém odstupu poměrně klidný. Východozápadní rozměr činí 40 000 kilometrů. Směr a rychlosti Jupiterových vzdušných proudů jsou určovány měřítkem a přesuny stabilních oblačných systémů, jako je tento. Prvotní podobnost s pozemskými hurikány ale selhává díky jejich nesouměřitelné velikosti a chybějícímu pevnému povrchu planety. Tyto snímky byly pořízeny dne 26. června 1996.



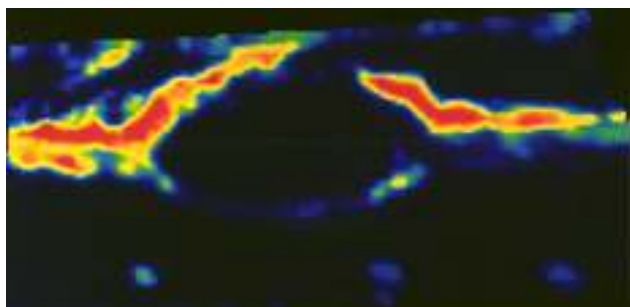
Mapování Velké červené skvrny v infračerveném oboru aparaturou NIMS (*Near-Infrared Mapping Spectrometer*) jako ukázka pronikání pod povrch horních vrstev atmosféry. Snímkování bylo provedeno 26. června 1996. Obraz je převedením červeného okraje spektra, v němž je lidské oko ještě citlivé, do nepravých barev. Tyto útvary bychom ještě dokázali uvidět.



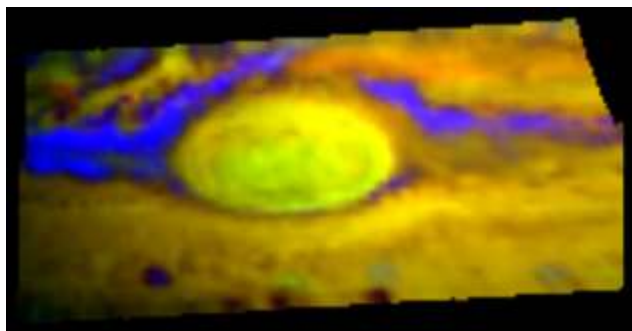
Druhá mapa znázorňuje koncentraci amoniakového ledu. Červená odpovídá vysoké koncentraci, v modrých plochách se amoniak nevyskytuje vůbec. Rozdíly mezi tímto a levým zobrazením odpovídají množství a velikosti amoniakových krystalků.



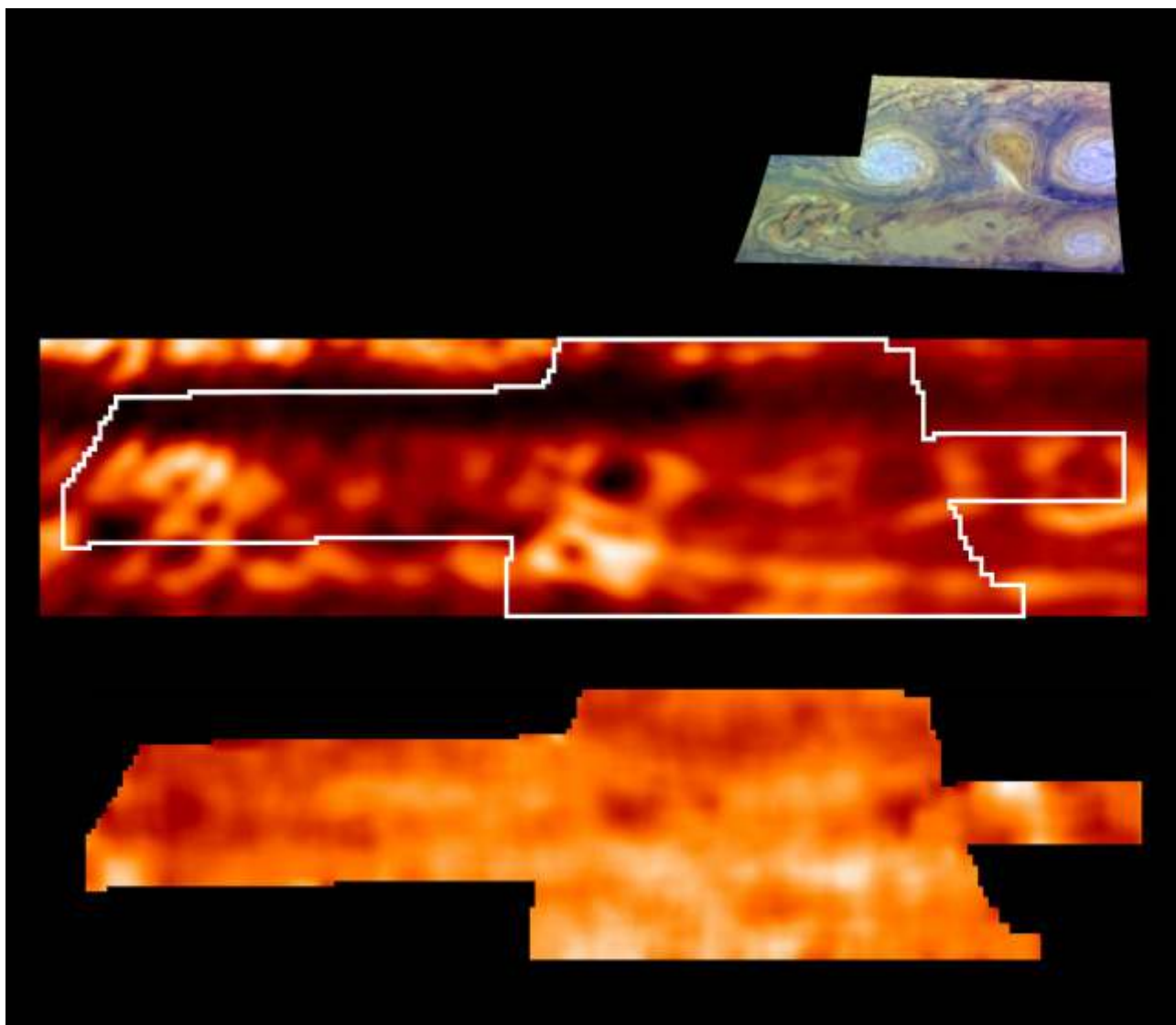
Třetí mapa je složeninou ukazující výškové rozvrstvení oblačnosti. Nejvyšší oblaka jsou červená, nejnižší jsou zbarvena modře.



Čtvrtý obraz ukazuje tepelné vyzařování vnitřních struktur skrze neprůhlednou oblačnost. Červená barva značí nejteplejší oblačné vrstvy, které propouštějí nejvíce tepla, modrá a tmavá barva naopak značí nepropustná souvrství. Srovnání dvou posledních obrazů naznačuje složitou prostorovou strukturu Jupiterovy atmosféry.

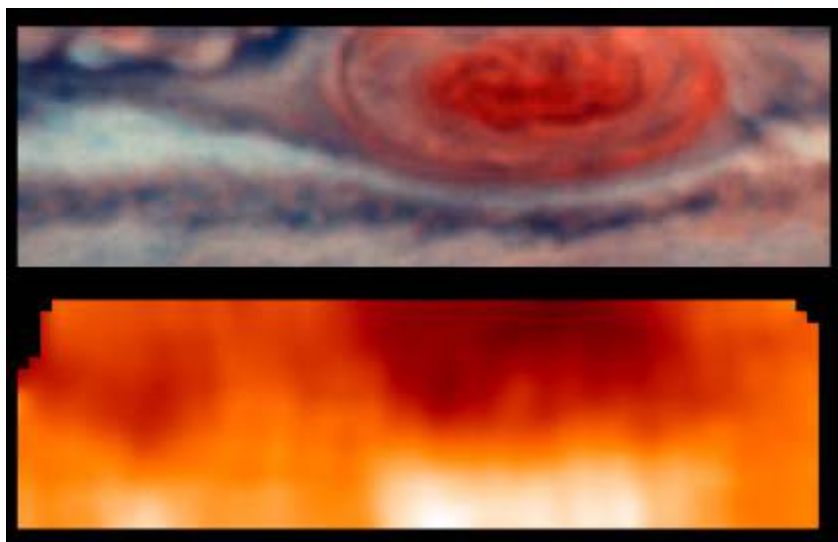
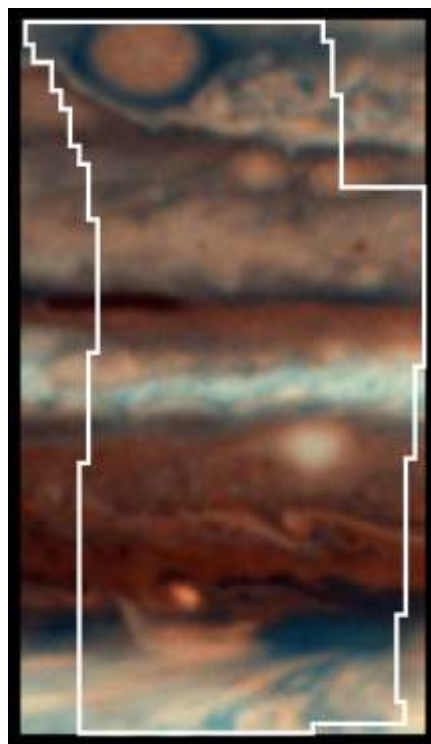
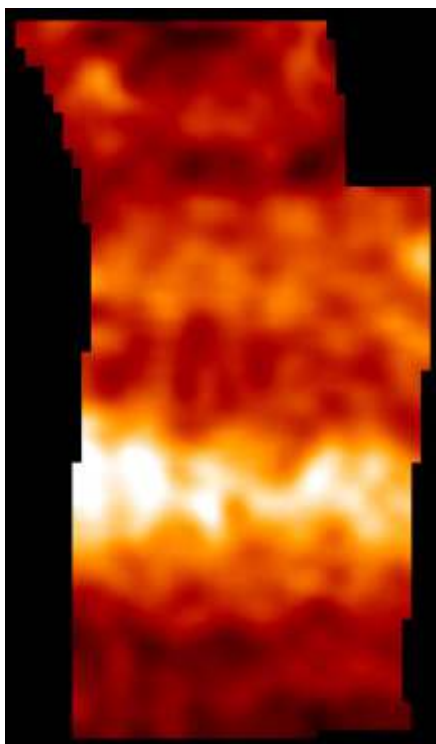


Poslední obraz výškového rozložení oblačnosti byl pořízen aparaturou NIMS v červnu 1996. Žlutozelený nádech Velké červené skvrny odpovídá vysoké hladině horní vrstvy oblaků, modrá barva značí řídké mlhy nižšího patra.

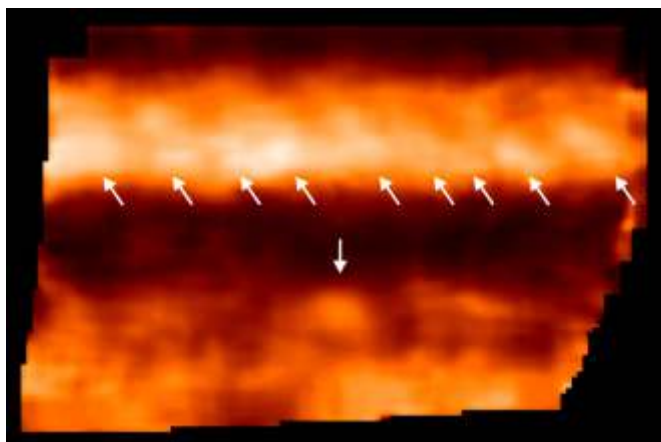


Teplo prostupuje z hlubin planety na povrch velmi komplikovaně a důsledkem je složitá tvář svrchní oblačné vrstvy. Spodní mapa zobrazuje teplotní pole získané aparaturou PPR (*Photopolarimeter–Radiometer*) v kanálu 27 mikrometrů. Jsou zde zobrazeny sestupné a vzestupné konvektivní proudy, které pohánějí větrné proudění Jupiterovy horní oblačné vrstvy. Prostřední mapa, do níž je vkreslen obrys spodního záznamu, byla pořízena třímetrovým dalekohledem NASA IRTF (*NASA Infrared Telescope Facility*) na Mauna Kea na Hawaji na vlnové délce 4,85 mikrometrů. Je na ní zřetelné tepelné vyzařování prostupující dírami v oblačnosti. Na horním snímku je odpovídající záznam povrchových útvarů pořízený aparaturou SSI (*Solid State Imager*).

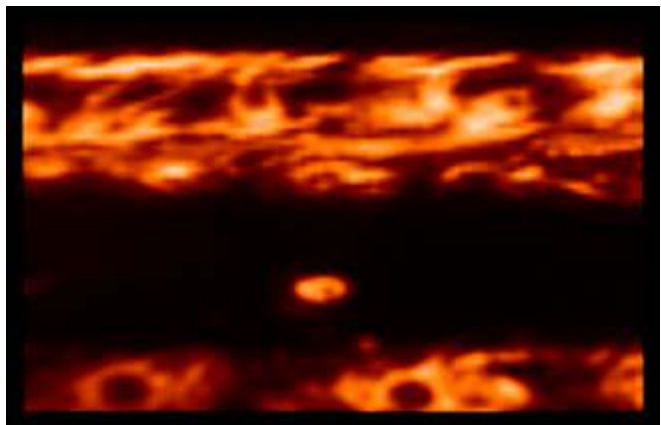
Jupiterovo teplotní pole zobrazené aparaturou PPR (*Photopolarimeter–Radiometer*). V pravé polovině obrazu je snímek získaný Hubblovým dalekohledem s vyznačením obrysu teplotní mapy PPR. Srovnání s mapou viditelného povrchu prokazuje, že tmavé oblačné pásy jsou evidentně teplejší než světlé zóny. Tmavé pásy zhruba odpovídají vzestupným oblačným proudům, jimiž je teplejší látka vynášena na povrch a po ochladnutí pak světlými zónami zase sestupuje do hlubiny, aby se zde znovu ohřála. Malá červená skvrna nahoře na záznamu z planetární kamery Hubblova dalekohledu je izolovanou vzestupnou oblastí vyplněnou chladným plynem. Podobně jsou na tom i ostatní malé skvrny. Ne všechny útvary zřetelné na povrchu ale mají takové přesně odpovídající tvarové ukotvení v teplotním poli.

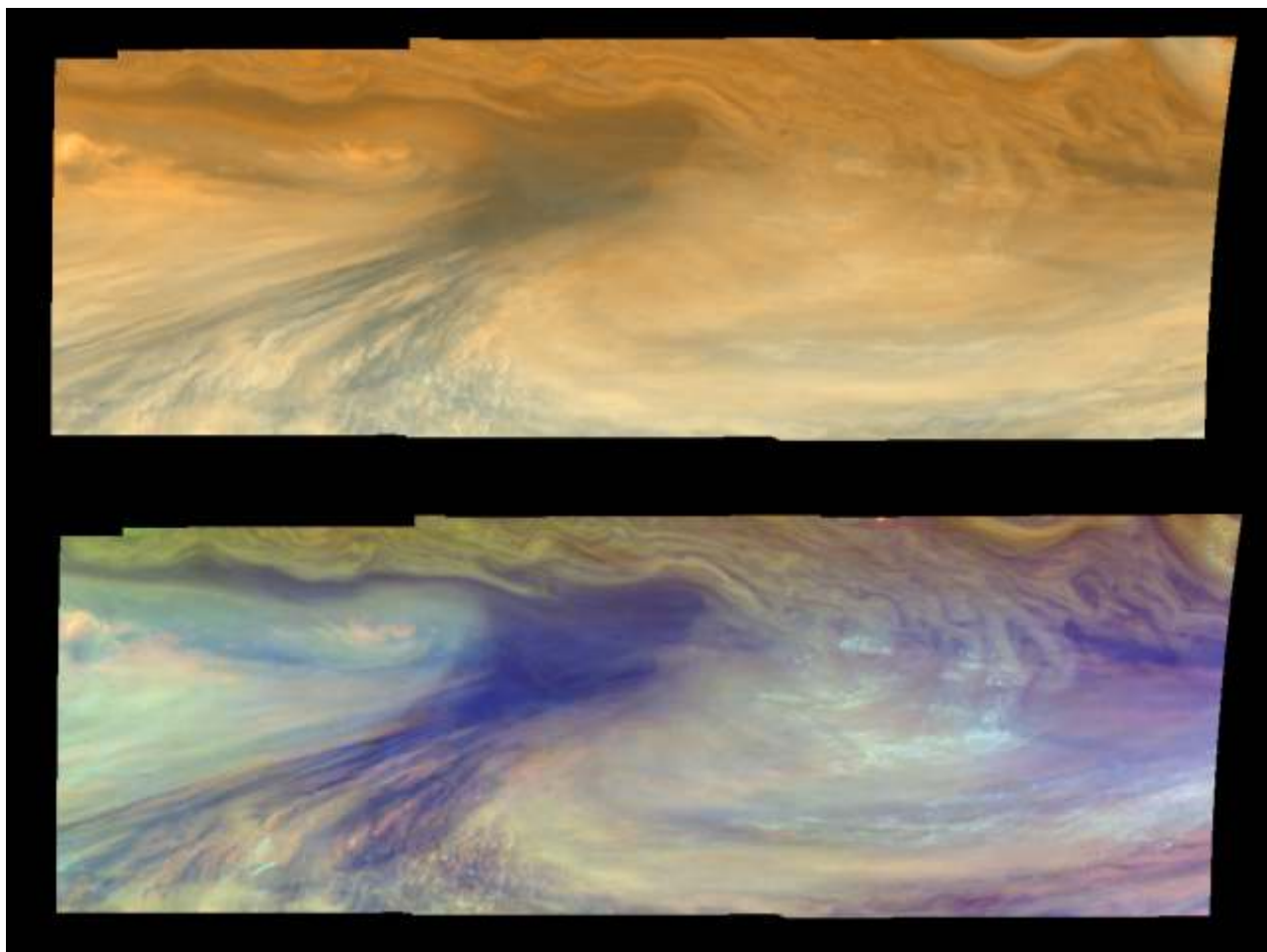


Teplotní pole Velké červené skvrny zobrazené aparaturou PPR ve srovnání se snímkem z planetární kamery Hubblova dalekohledu. Vnitřní oblast skvrny je o více než deset stupňů chladnější než zhruba 5 000 kilometrů vzdálené jižní bezprostřední okolí okraje skvrny. Tento gradient způsobuje silné východní proudění projevující se mohutnými přesuny oblačnosti. Jižní vnitřní část skvrny ale není tak chladná jako většina její plochy. Je to v souladu s pozorovanými velmi komplikovanými přesuny oblačných systémů uvnitř skvrny, které nelze jednoduše vysvětlit jen rotací celé oblasti.

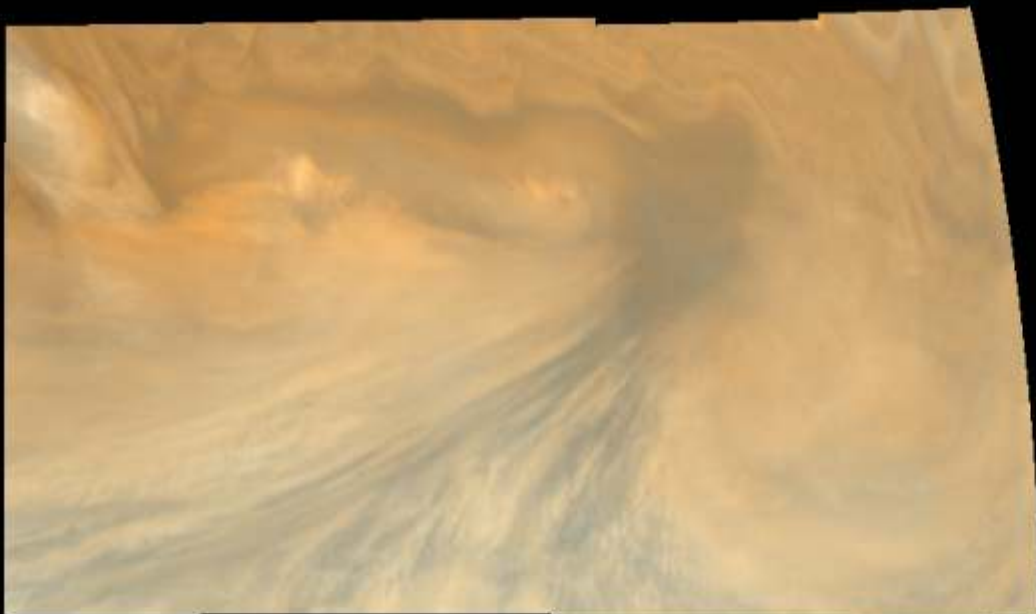


Tmavá skvrna je pravděpodobně průhledem skrze oblaka do hlubších vrstev atmosféry. Horní teplotní mapa je pořízena aparaturou PPR (*Photopolarimeter-Radiometer*) a zobrazuje tlakovou hladinu 250 milibarů. Horní řada šipek označuje teplotní vlny, které jsou spojeny s rozhraním světlých a tmavých pásů oblačnosti. Prostřední šipka otočená svisle dolů označuje polohu temné skvrny. Prostřední obraz byl pořízen ve viditelném světle a spodní mapa zobrazuje tepelné vyzařování nejnižších atmosférických vrstev. Skvrna je temná ve viditelném světle, ale z níra planety skrze ni proudí intenzivní tepelné záření. Útvary podobné temné skvrně byly dosud na Jupiteru pozorovány velmi vzácně. Snímky pokrývají oblast od rovníku až po 40° jižní šířky a výšeč zhruba 60° joviánské délky.

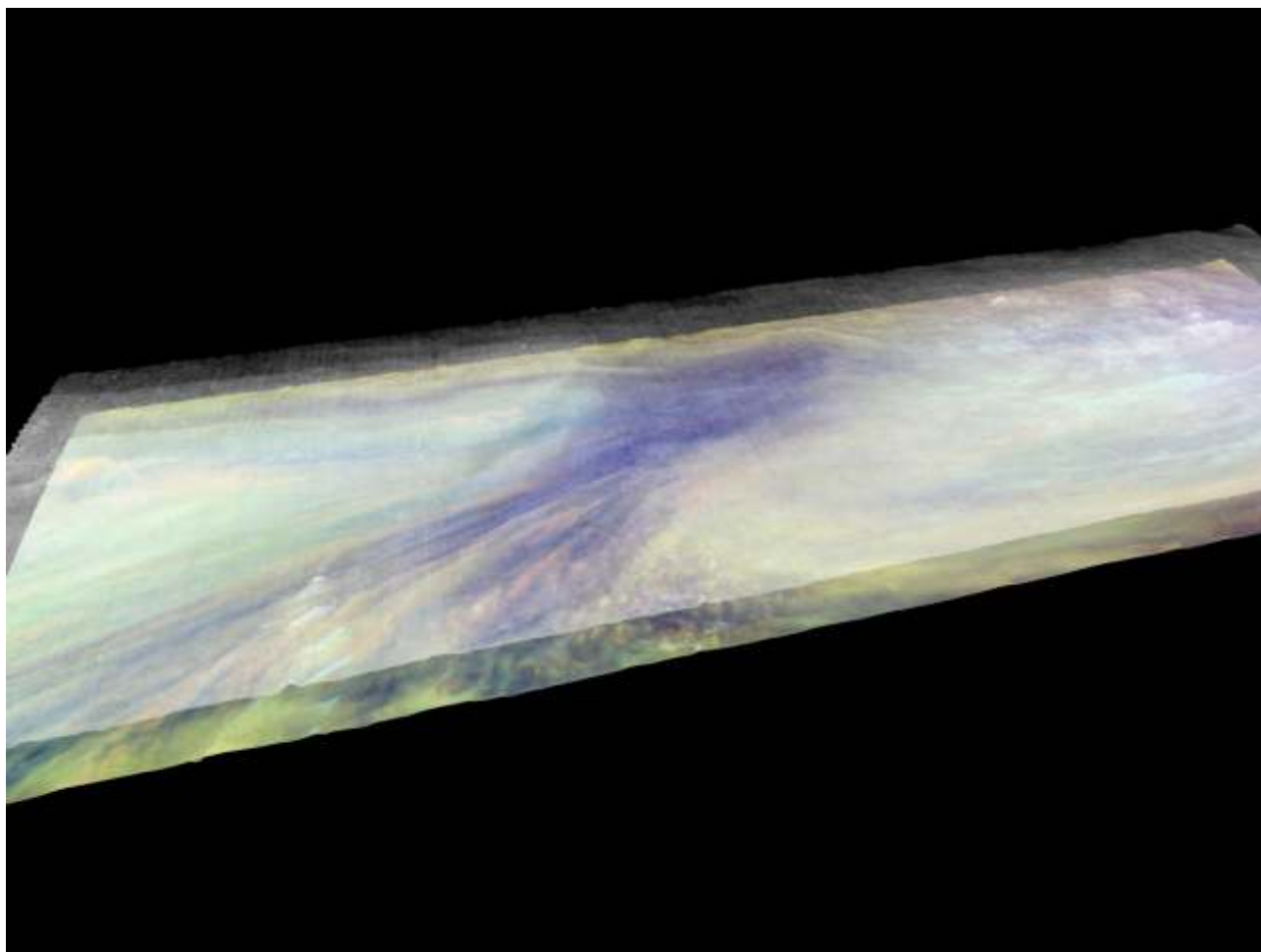




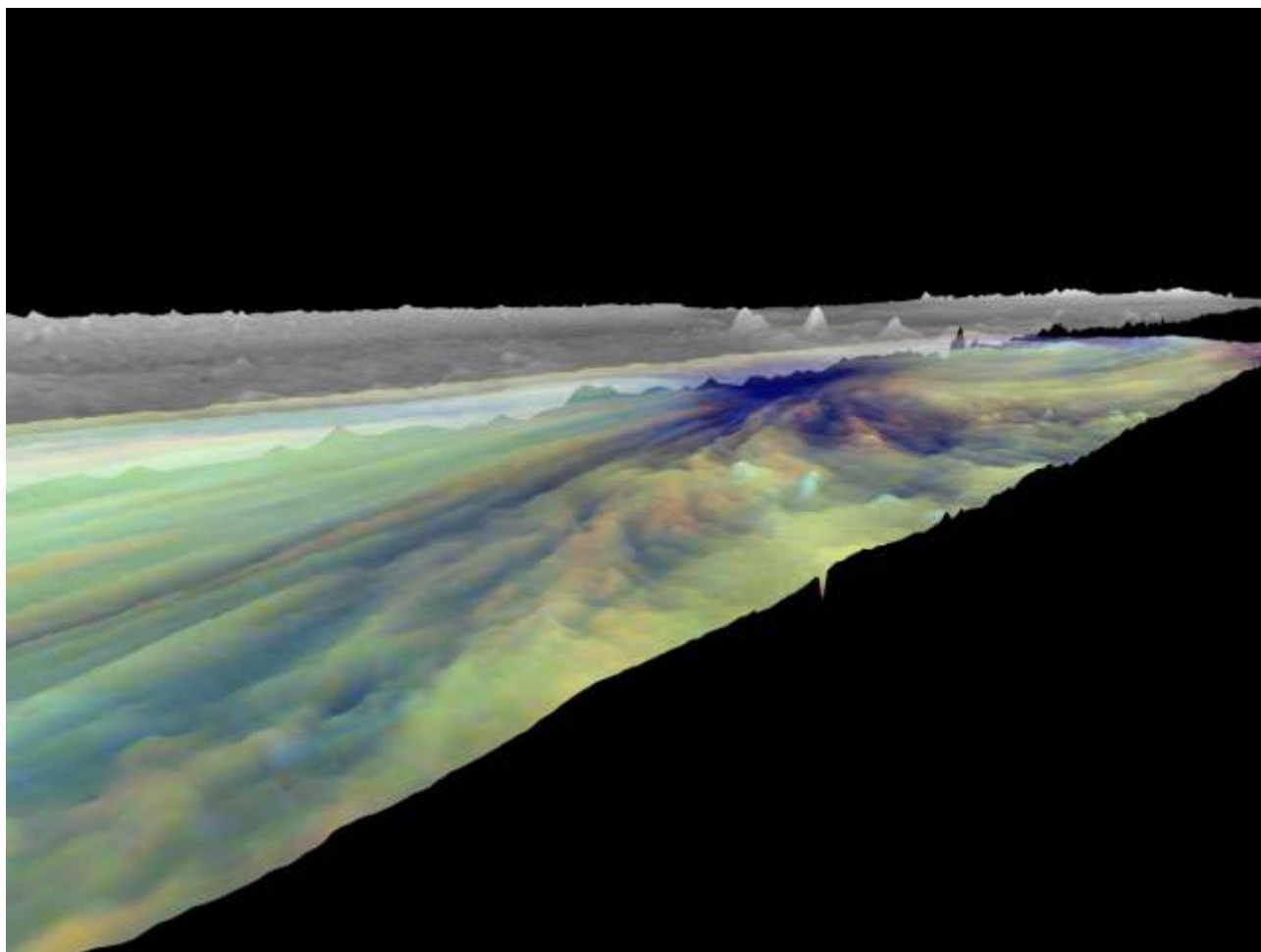
Horká skvrna v rovníkové oblasti Jupiteru. Zobrazený výřez měří 34 na 11 tisíc kilometrů a je centrován na 336° joviánské délky. Výška pruhu pokrývá 10° joviánské šířky. Horní snímek kombinuje fialový a blízký infračervený kanál. Výsledek je barevně srovnatelný s vnímáním barev Jupiteru lidským okem. Dolní kompozice kombinuje tři infračervené kanály, jimž byla přiřazena červená, zelená a modrá barva. Snímky byly pořízeny dne 17. prosince 1996 ze vzdálenosti 1,5 milionu kilometrů.



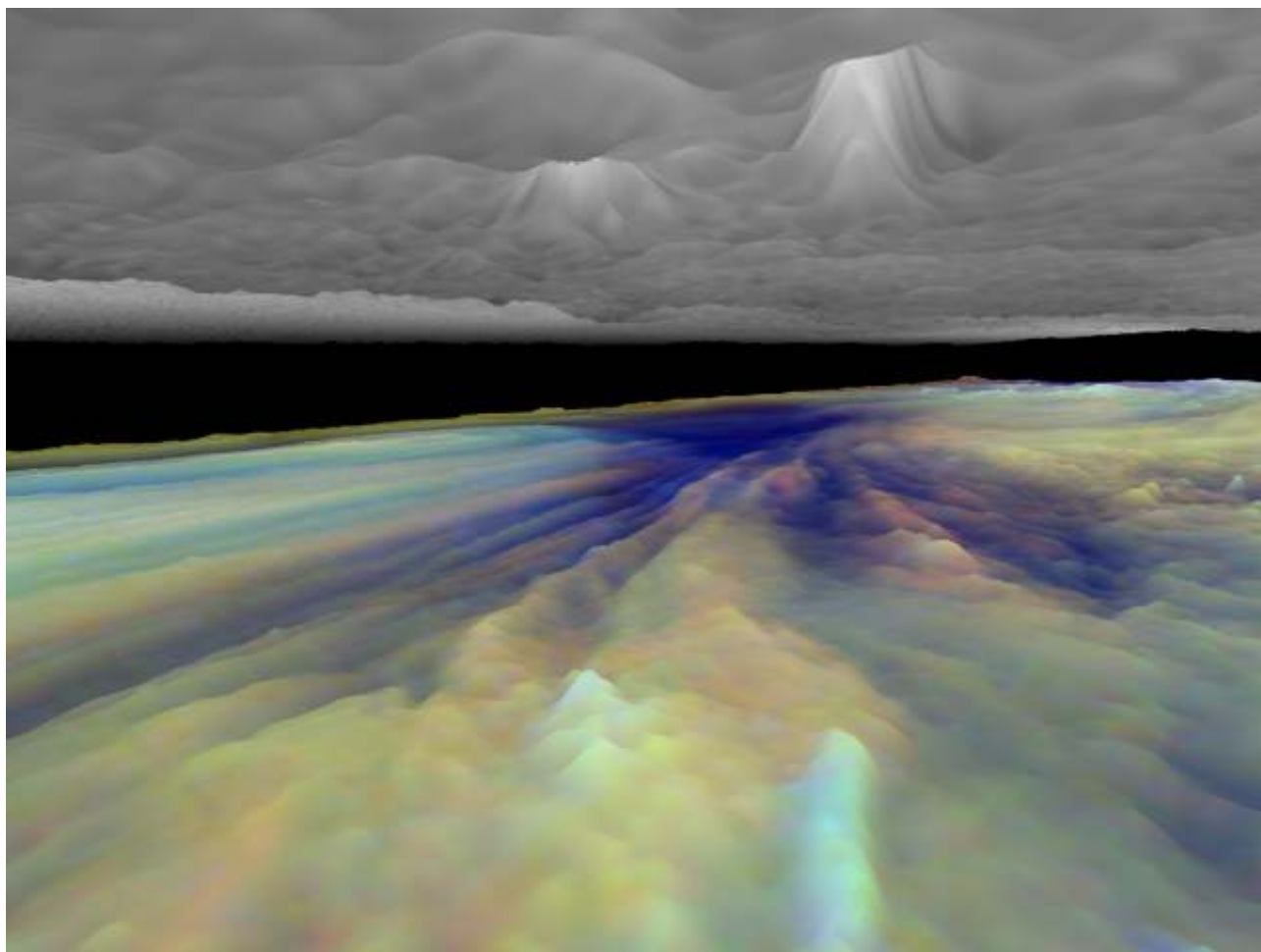
Stejná oblast jako na předchozích snímcích zachycená v okamžiku, kdy se brzy zanoří za východní obzor. Tmavá skvrna je průhledem do hlubin planety.



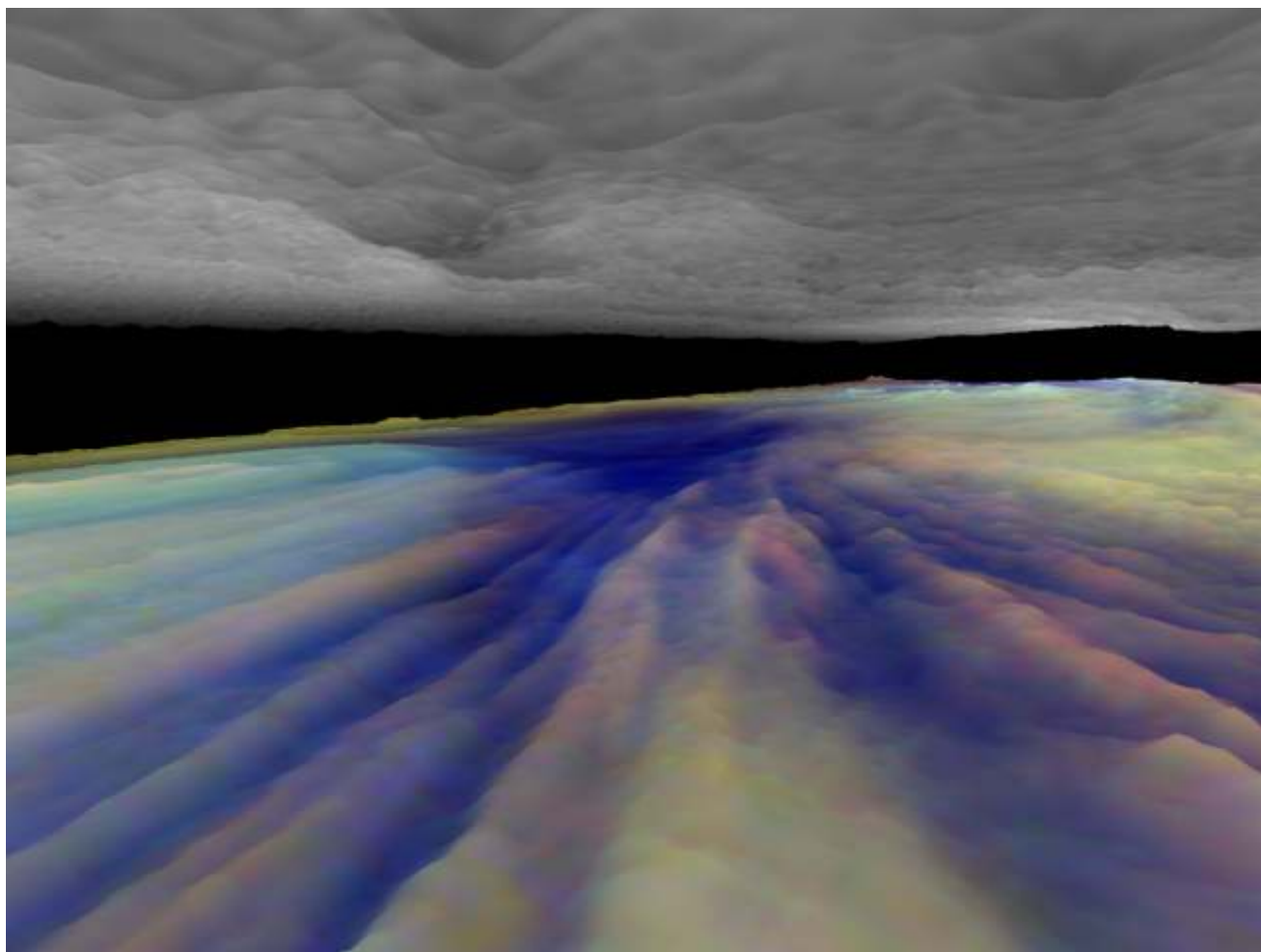
Třírozměrná počítačová vizualizace Jupiterovy rovníkové oblasti s temnou horkou skvrnou. Jde o podobný útvar, do něhož vplula sonda Galileo Probe 7. prosince 1995. Základem pro třírozměrný model byla data získaná snímkováním ze dne 17. prosince 1996. Výškové rozměry jsou převýšeny pětadvacetkrát. Jasně světlé útvary jsou nejspíše oblasti, v nichž atmosférické plyny kondenzují.



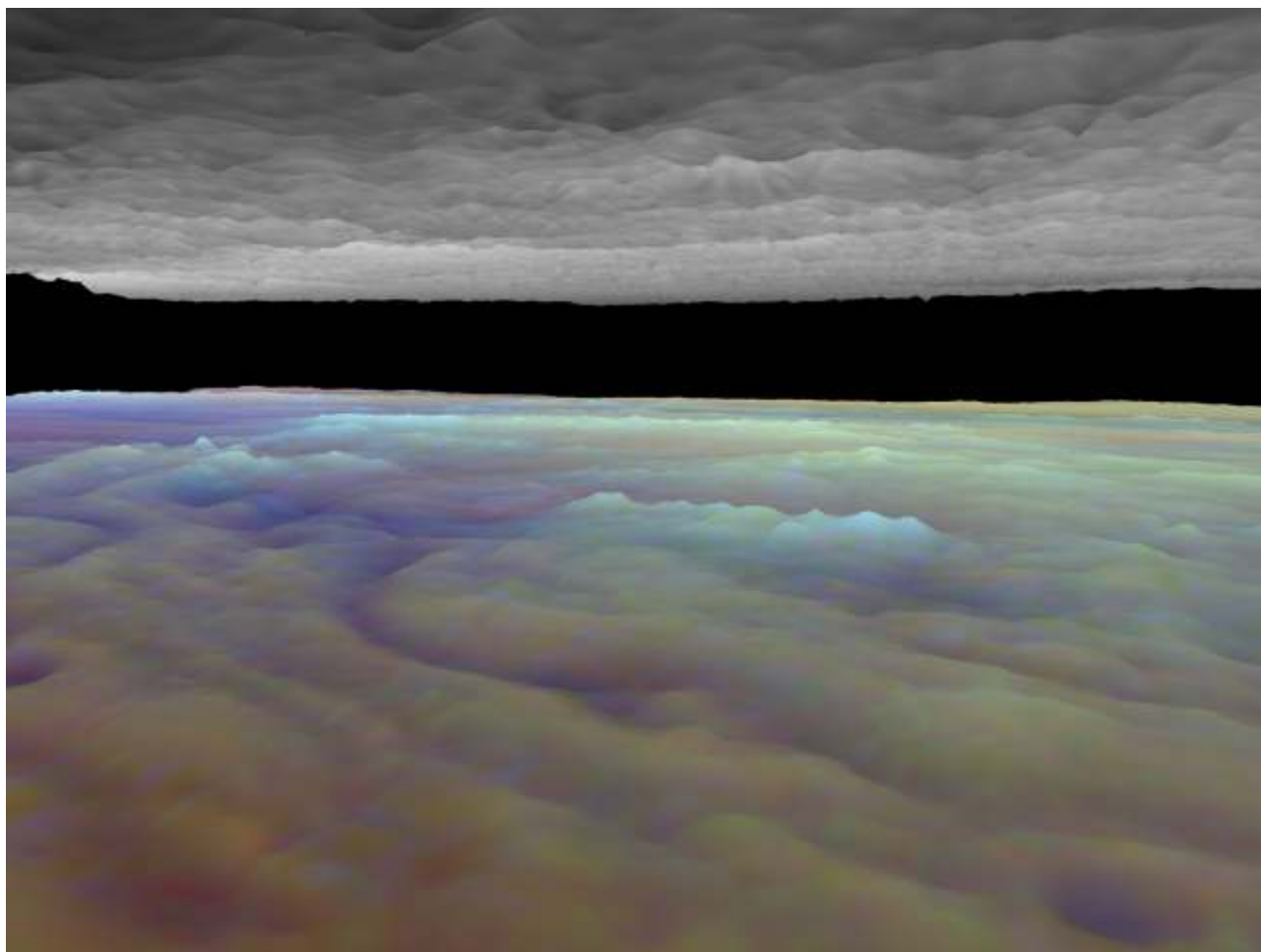
Třírozměrná počítačová vizualizace horké skvrny ležící v mezivrstvách pod hladinou nejvyššího oblačného patra. Horní oblačná sloha je téměř plochá oproti bohatě strukturované nižší hladině. Ve skutečnosti, v podrobnějším měřítku, je povrch spodního patra určitě tvořen bohatě tvarovanými svislými oblačnými sloupy.



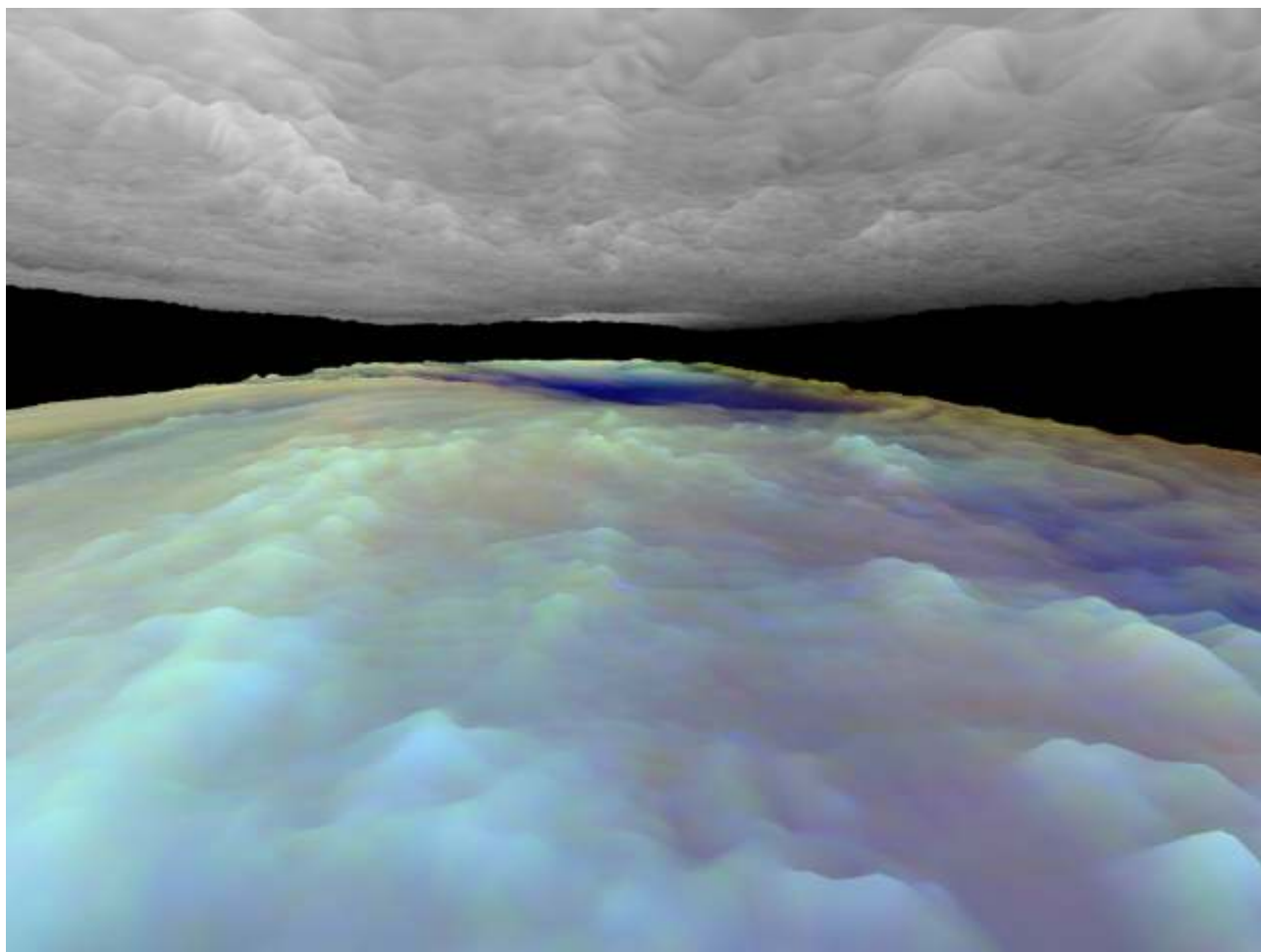
Pohled na horkou skvrnu od jihozápadu k severovýchodu. V tomto směru se táhnou dlouhé hřebeny oblácnosti a v dálce mizí propadem do horké skvrny. V oblácnosti horního patra lze pozorovat několik útvarů, které kopírují výraznější struktury spodního patra. Pravděpodobně jde o několik desítek kilometrů silnou oblácnou vrstvu.



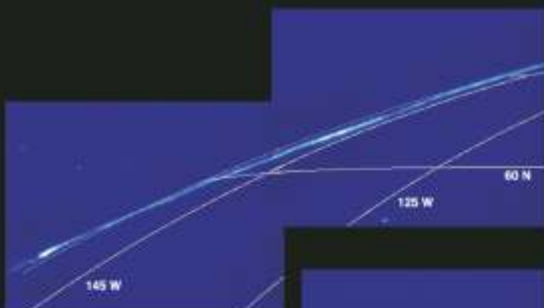
Další „filmové políčko“ zahleděné k severovýchodu. Pohled se přiblížil k horké skvrně, která se odtud jeví jako souvislá temně modrá prohlubeň. Vzednutí nad temně modrou tůň je nejpravděpodobněji projevem vzestupného proudění. Nad horkou skvrnou tak odpařující se oblačnost stoupá vzhůru, poté co k ní doplňuje dlouhými paprscitými hřebeny viditelnými na modelu.



Ohlédnutí na jihovýchod do oblačného mezipatra ze severního okraje nad středem pozorované oblasti. Bílá kupovitá oblačnost spodního patra je nejspíše velmi podobná pozemským bouřkovým oblakům. Atmosférické aerosoly a kapaliny jsou vynášeny mohutným konvektivním prouděním velmi vysoko, aby zde zkondenzovaly a opět se propadaly v hustých lijácích pod oblačný příkrov.



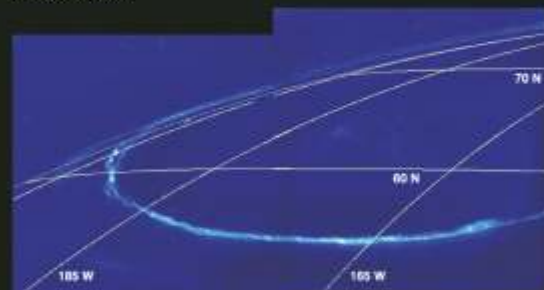
Pohled na západ zpoza hřbetů bouřkových oblaků na východní okraj horké temné skvrny. Zde dochází k nejvýraznějšímu výškovému proudění až o mnoho desítek kilometrů. Velmi vzdáleně by se tyto děje daly přirovnat hurikánům v rovníkových oblastech pozemských oceánů. Oblačnost spodního patra je hustá a velice rychle se mění.



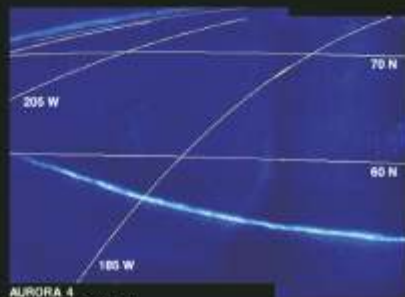
AURORA 1
SCET 97.309 18:38:46



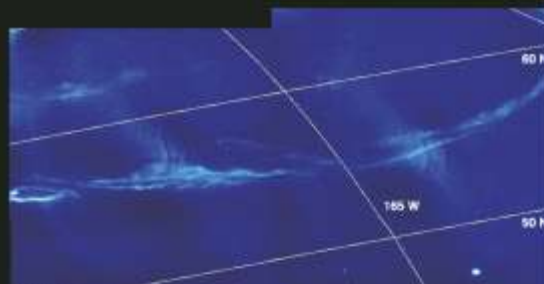
AURORA 2
SCET 97.309 19:23:17



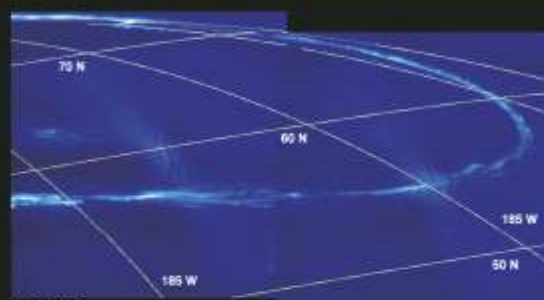
AURORA 3
SCET 97.309 20:10:48



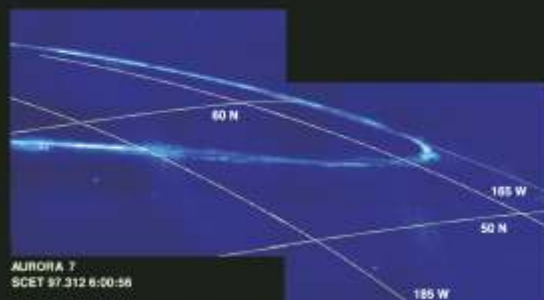
AURORA 4
SCET 97.309 20:57:19



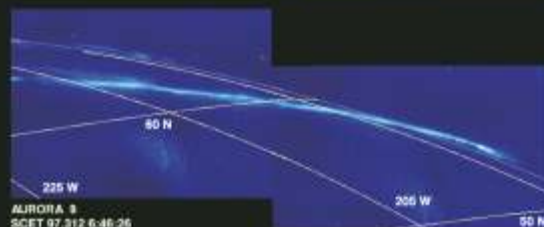
AURORA 5
SCET 97.312 4:29:56



AURORA 6
SCET 97.312 5:15:36

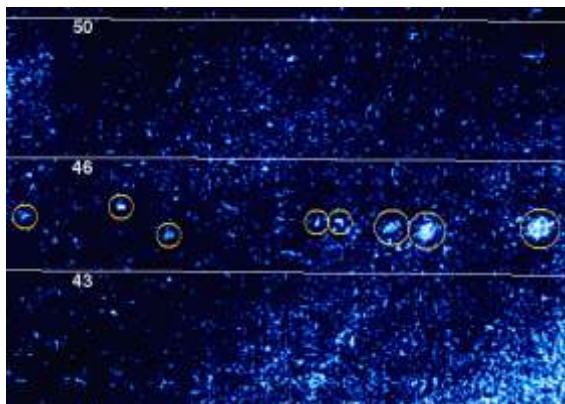


AURORA 7
SCET 97.312 6:00:56

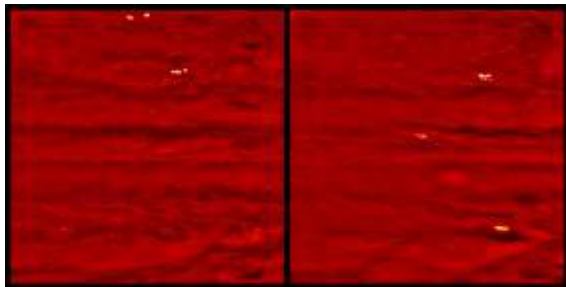


AURORA 8
SCET 97.312 6:46:26

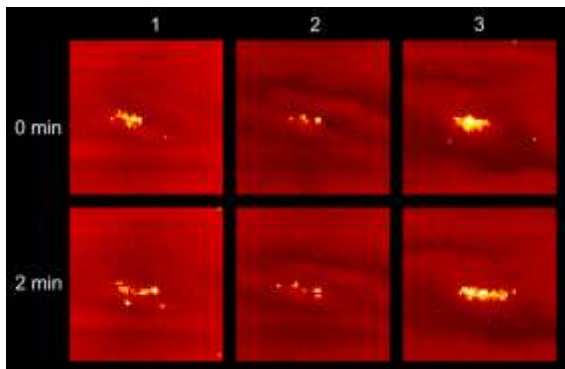
Mozaiky noční strany Jupiterova severního pólu pořizované ve zhruba 45minutových intervalech, v nichž se polární záře otáčela spolu s planetou vůči kosmické sondě během jejího jedenáctého obletu ze vzdálenosti 1,3 milionu kilometrů. Prstenec polární záře je několik stovek kilometrů široký, nejnižší byl pozorován poblíž 165° západní délky a při přechodu za okraj Jupiteru byl zhruba 250 kilometrů vysoko nad povrchem nejvyššího oblačného patra. Mozaiky zachycují vždy nejvýše odvrácenou a následně nejnižší přivrácenou polohu aurorálního oválu. První čtveřice snímků byla pořízena 5. listopadu 1997 ještě před průletem perijovem, poslední čtveřice byla pořízena o tři dny později, tedy 8. listopadu. Na páté mozaice je zřetelné ukotvení magnetické proudové trubice měsíce Io, jejímž prostřednictvím se dostávají ionizované částice pocházející z jovských sopek až do polárních oblastí Jupiterových.



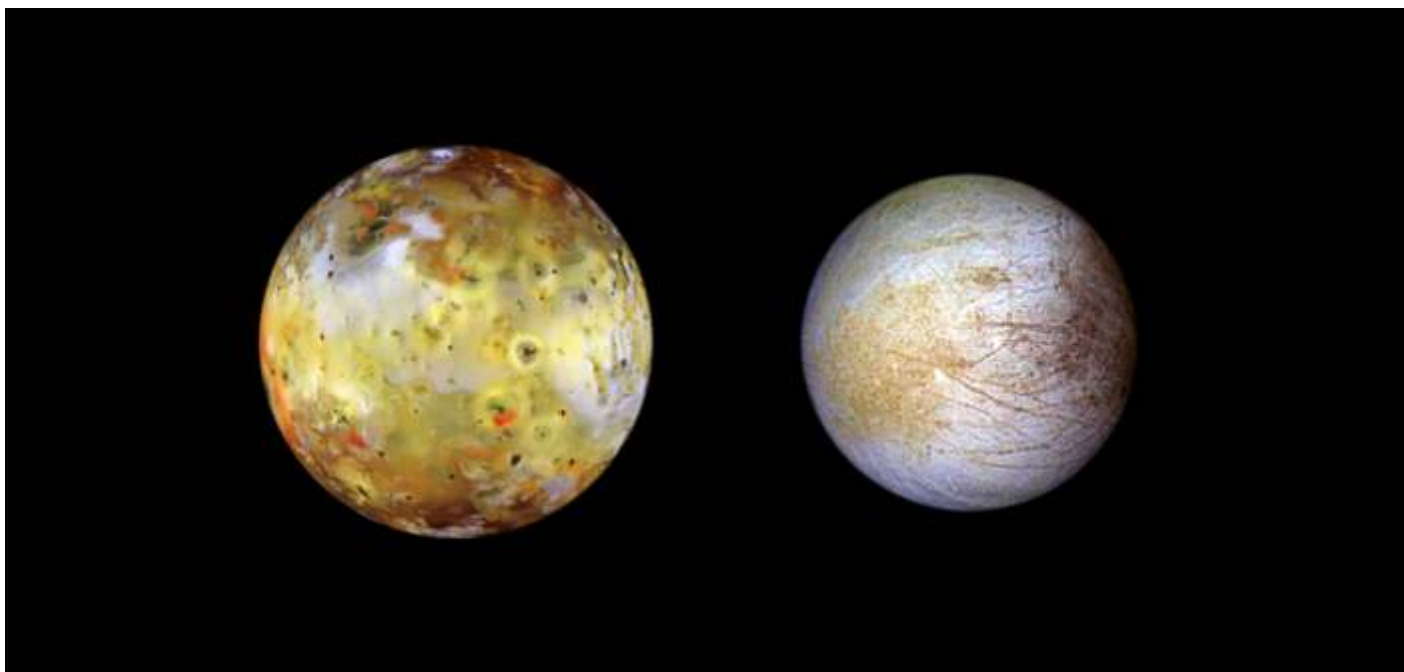
Jovianské blýskání a popelavý svit. Bouřkové oblasti provázené blýskáním na noční straně byly zachycené dne 9. listopadu 1996 ze vzdálenosti 2,3 milionu kilometrů. Velké kruhy měří v průměru 500 kilometrů. Bouřkové oblasti se nacházejí kolem 46° severní šířky, tedy pod západně se pohybujícím pásem hraničícím v této šířce. Téměř všechny bouře dříve zachycené Voyagerem byly zaznamenány poblíž této hranice. Bouře jsou nejčastější v šířkách mezi 36° a 46° jovianské šířky. Spodní pravá strana snímku je světlejší, pravděpodobně díky rozptylu slunečního záření atmosférou u okraje Jupiteru, menší část může souviset s oblačky nasvícenými shora slunečním svitem odraženým od některého z měsíců.



Noční strana Jupiteru je zde osvětlena odrazem slunečního světla od nejbližšího měsíce Io, a proto se jeví při minutové expozici červená. Jasně skvrny jsou bouře o velikosti alespoň 100 na 200 kilometrů provázené bleskovými výboji v oblačích. Bleskové kanály mohou být až stovky kilometrů dlouhé. Spodní strana snímané oblasti je totožná s rovníkem, zabíraná oblast pokrývá 50° na 50°. Časový odstup mezi oběma snímky pořízenými ze vzdálenosti 6,6 milionu kilometrů 5. a 6. října 1997 je 75 minut.



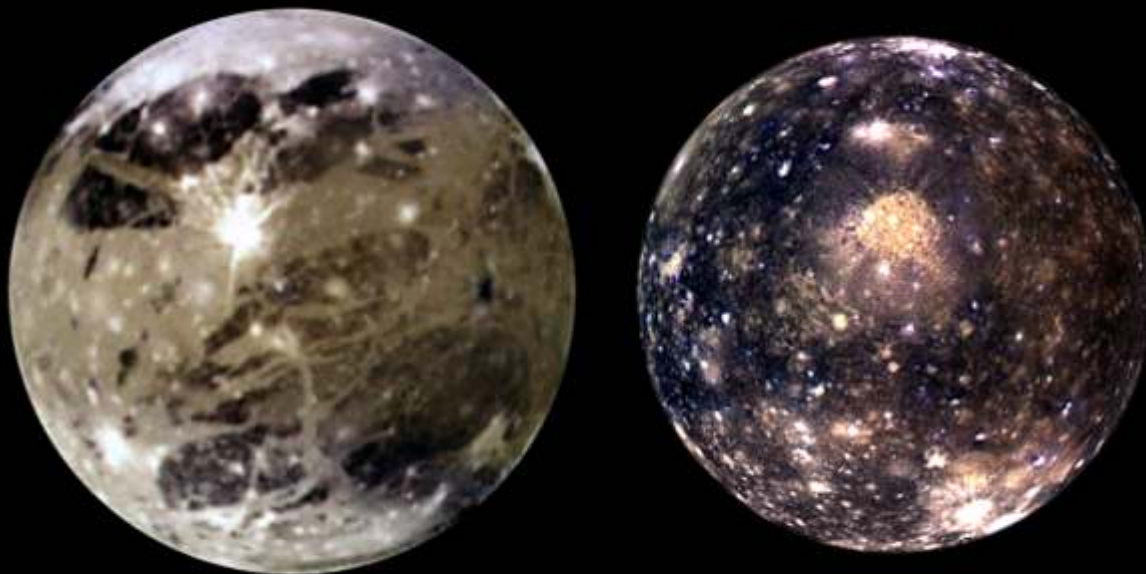
Bleskové výboje zde byly zachyceny ve třech rozdílných oblastech. Blesky vycházejí z vodních oblaků ve výšce 50 až 75 kilometrů nad nižší amoniakovou oblačností. Skrze vodní oblaka ale jejich světlo prosvítá a rozptyluje se do široce ozářeného okolí. Jednotlivé blesky přímo rozlišitelné nejsou, rozlišení je zhruba 133 kilometrů. Snímky byly pořízeny 6. října 1997 ze vzdálenosti 6,62 milionu kilometrů.



Na tomto rodinném portrétu jsou galileovské satelity zachyceny v poměrných velikostech a současně jsou seřazeny v pořadí zleva doprava podle vzdálenosti, ve které obíhají Jupiter: Io, Europa, Ganymed a Callisto. Celkové snímky ukazují vulkanickou tvář Io, ledem pokryté pláň Europy, k Jupiteru přivrácenou stranu Ganymeda a krátery rozstřílený měsíc Callisto. Každý z těchto světů je výrazně odlišný od ostatních.

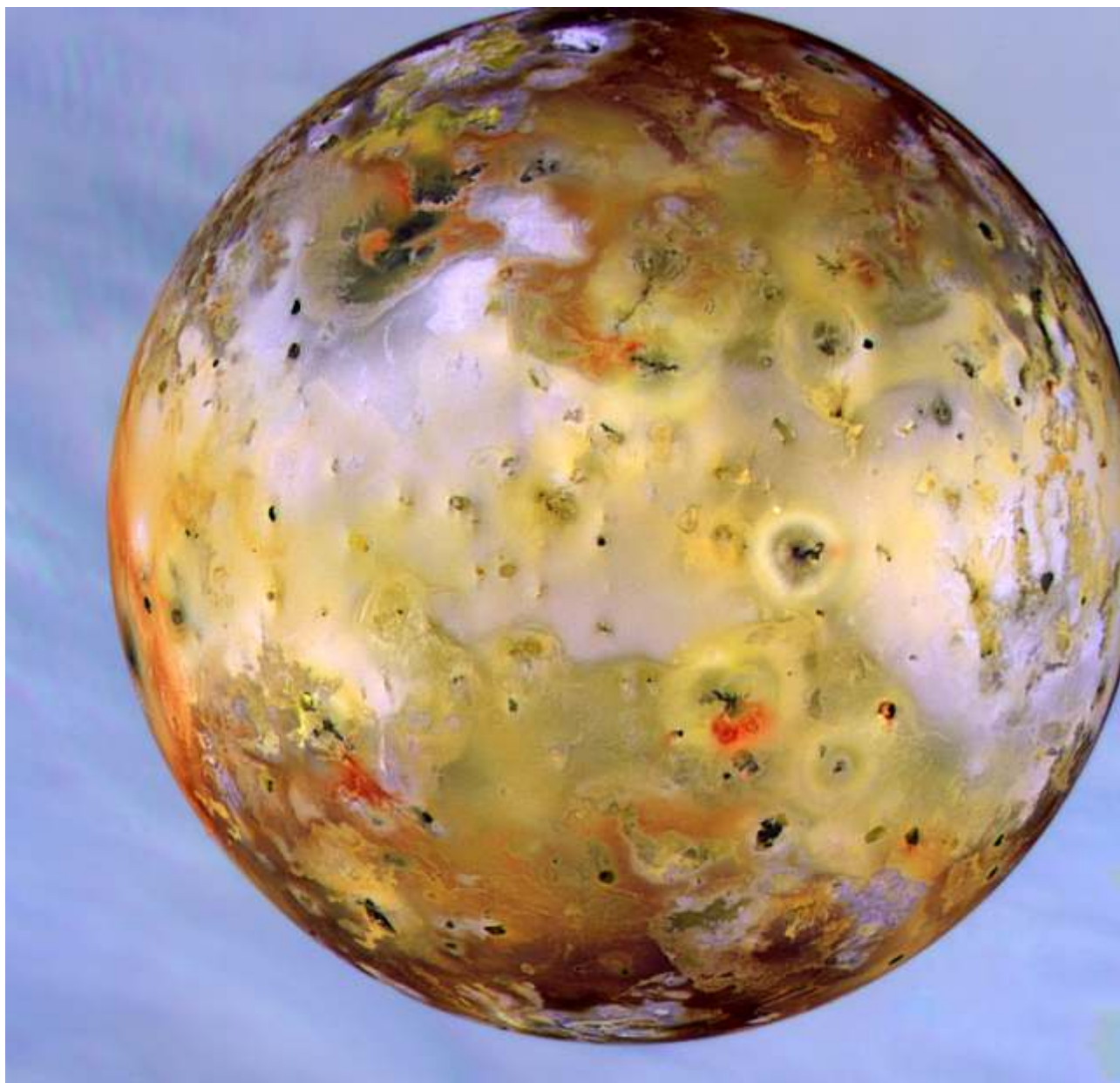
Io, který Jupiter obíhá jednou za 1,77 pozemského dne ve vzdálenosti 422 tisíc kilometrů, tedy necelých šest Jupiterových poloměrů, je jím výrazně ovlivňován a důsledkem je stále probíhající vulkanická činnost na jeho povrchu. Io je nepatrně větší než pozemský Měsíc a je nejbarevnějším měsícem ve sluneční soustavě. Na jeho povrchu jsou činné sopky, z nichž vytéká láva a prýští látka do okolního prostoru. Snímek byl pořízen v září 1996, kdy byla sonda Galileo 485 000 kilometrů od Io. Nejmenší detaily jsou velké kolem deseti kilometrů. Bílé a žluté pláň jsou pokryty sírou a oxidem siřičitým. Polární oblasti jsou tmavší a pokryté červenavějším materiálem.

Europa je měsícem ledovým. Obíhá Jupiter ve vzdálenosti 671 tisíc kilometrů jednou za 3,55 pozemského dne. Snímky ze sondy Galileo odhalily, že by se pod zamrzlým ledovým krytem mohl nacházet oceán tekuté vody. Zářivě bílý povrch, který odráží většinu slunečního svitu, je tvořen téměř výhradně zmrzlým vodním ledem. Tmavší oblasti, nebo také výplň mnoha povrchových rýh a brázd, jsou pokryty solemi, nejčastěji jde o hydrát síranu hořečnatého, a jinými neznámými červenavými látkami. Snímek byl seskládán ze záběrů pořízených v červnu 1997 ze vzdálenosti 1,25 milionu kilometrů. Nejmenší detaily jsou velké 25 kilometrů.

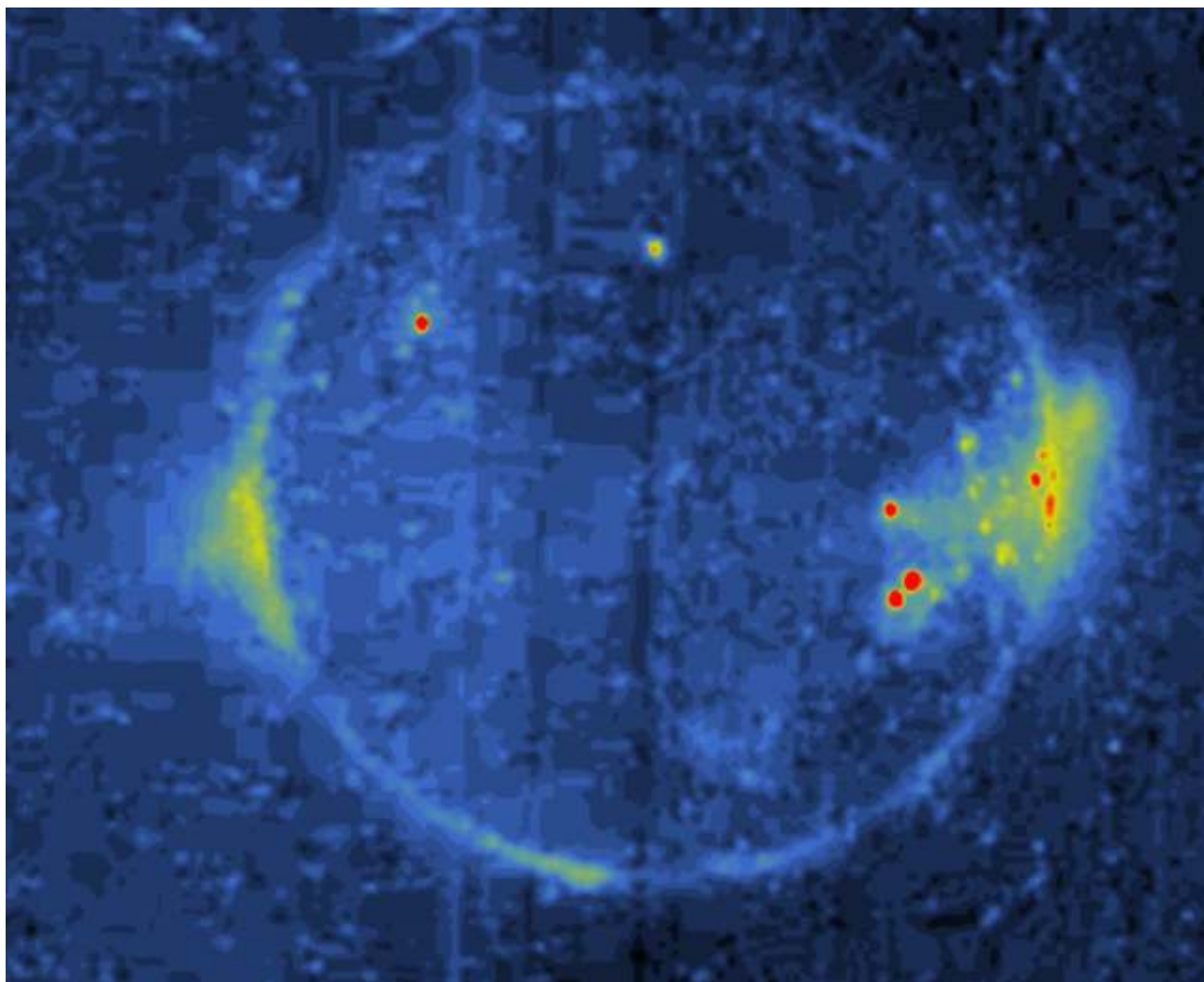


Ganymed je se svým průměrem 5 262 km větší než planeta Merkur. Je to největší Jupiterův měsíc, obíhá Jupiter ve vzdálenosti 1,07 milionu kilometrů jedenkrát za téměř 15 dnů. V polárních oblastech je pokryt velmi světlou půdou, na mnoha místech se prolínají světlé a výrazně tmavší oblasti s velmi přesnými rozhraním. Pravděpodobně jde o mnohačetné rozpojování a znovuslepování povrchových horstev. Světlé oblasti jsou tvořeny vodním ledem. To vše je navíc rozstříleno impakto-vými krátery, z nichž byl na okolní povrch vyvržen světlejší materiál. Tento celkový obraz byl vytvořen ze snímků poříze-ných v září 1997, kdy byla sonda Galileo vzdálena od Ganymeda 1,68 milionu kilometrů. Nejmenší podrobnosti mohou být veliké 67 kilometrů.

Tmavý povrch měsíce Callisto je pokryt obrovským počtem impaktů. Obří koncentrická impaktová prohlubeň poblíž středu obrazu byla pojmenována Valhalla a v průměru celá tato oblast měří přes 4 000 kilometrů. Jde o jeden z největších známých impaktových systémů ve sluneční soustavě. Většina kráterů je snadno rozpoznatelná díky světlému vyvrženému materiálu podpovrchových hornin. Světlý impaktový rozkryv kontrastuje s tmavým povrchem tvořeným nejspíše hydratovanými minerály a organickými látkami známými i z jiných těles pod souhrnným označením *tholiny*. Jde o poměrně jednoduché uhlovodíky, jako etan nebo metan, či heteropolymerní organické molekuly vznikající působením slunečního ultrafialového záření obvykle ve formě aerosolů v atmosférách či při povrchu těles sluneční soustavy. Tholiny byly zaznamenány i uvnitř mnoha kráterů. Na Callisto naopak nebyla pozorována jakákoli tektonická či vulkanická aktivita. Portrét Callisto byl sestaven ze snímků pořízených v listopadu 1997, kdy byla sonda vzdálena 684 500 kilometrů a nejmenší detaily jsou velké 27 kilometrů.

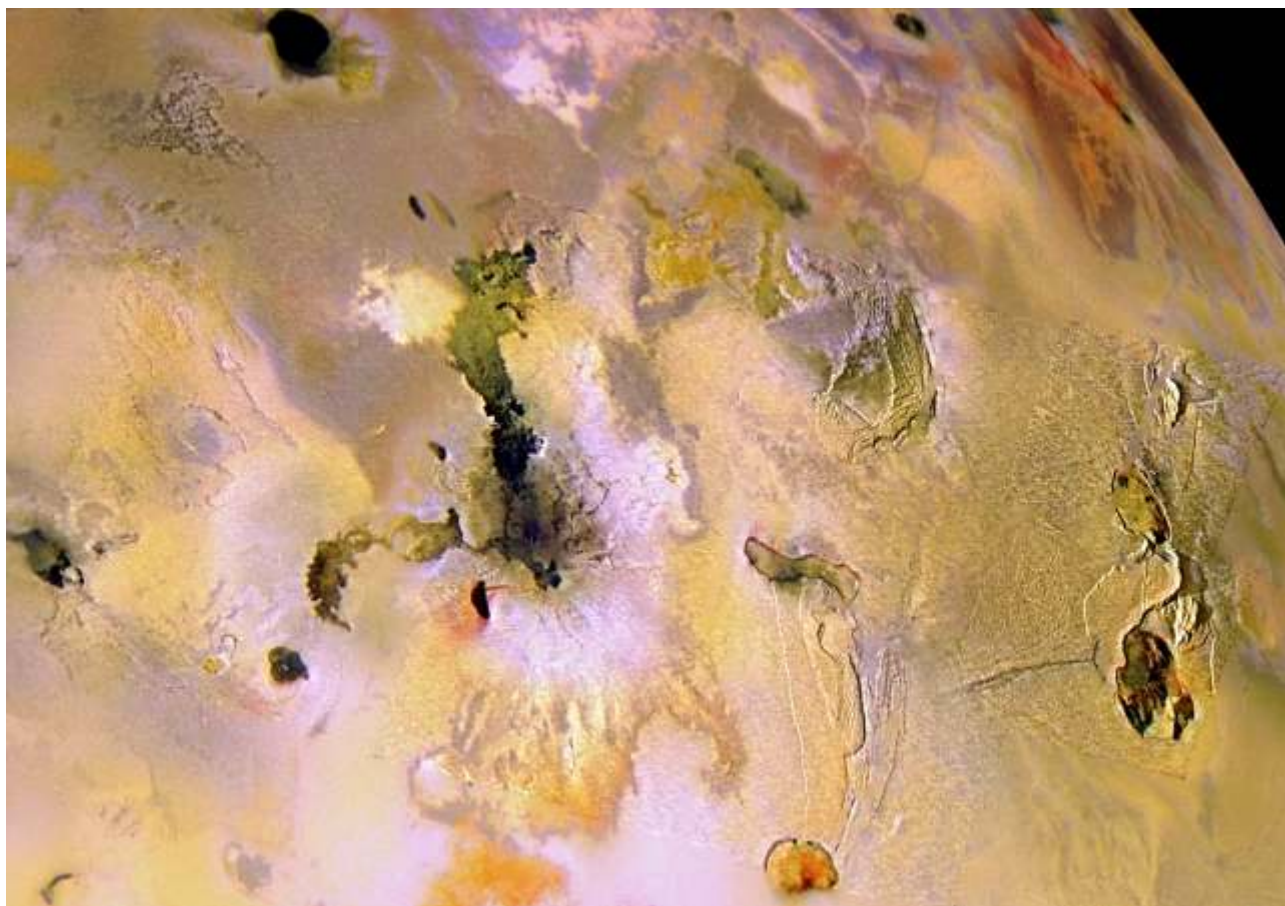


Vulkanický měsíc Io na pozadí Jupiterovy oblačné atmosféry 7. září 1996. Io je od sondy Galileo vzdálen 487 000 kilometrů a Jupiter 908 000 kilometrů. Barevně jde o kompozici blízkého infračerveného oboru, zeleného a fialového filtru. Jupiterova atmosféra v pozadí tím získala modravý nádech. Aktivní vulkán Prometheus je vpravo poblíž středu měsíce. Četné vulka-

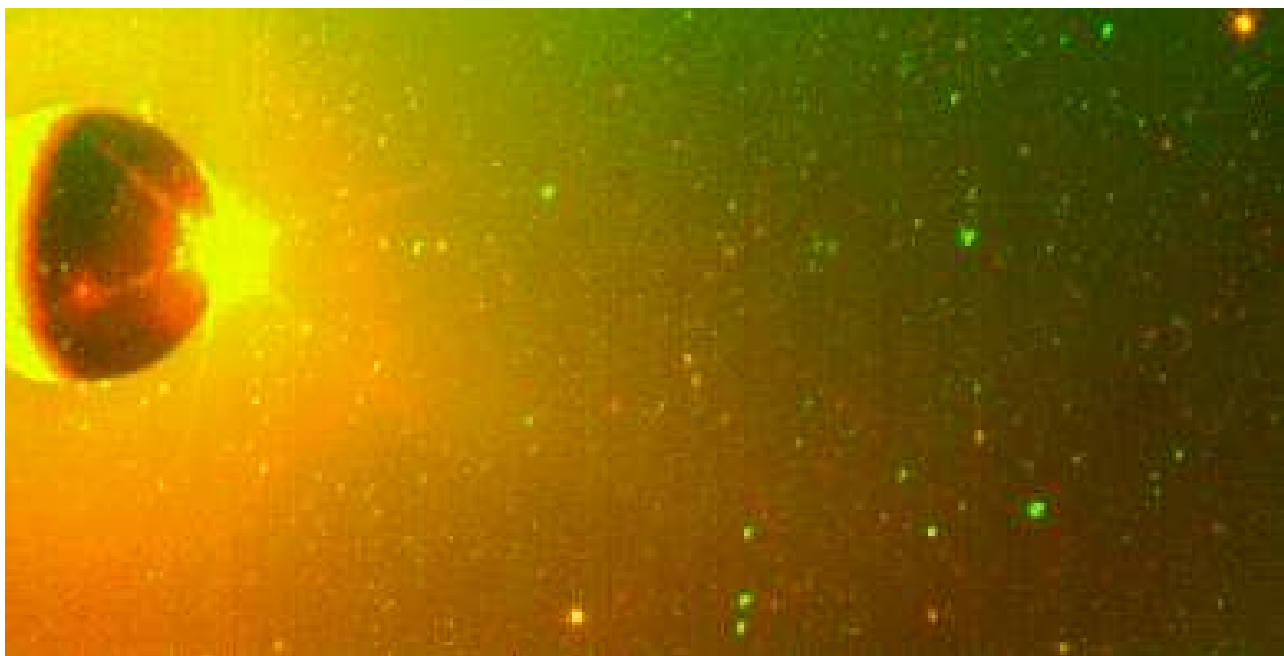


nické útvary mohou být staré jen několik roků. Srovnáním se snímky pořízenými Voyagerem 17 roků před Galileem bylo objeveno mnoho nových povrchových útvarů a změn.

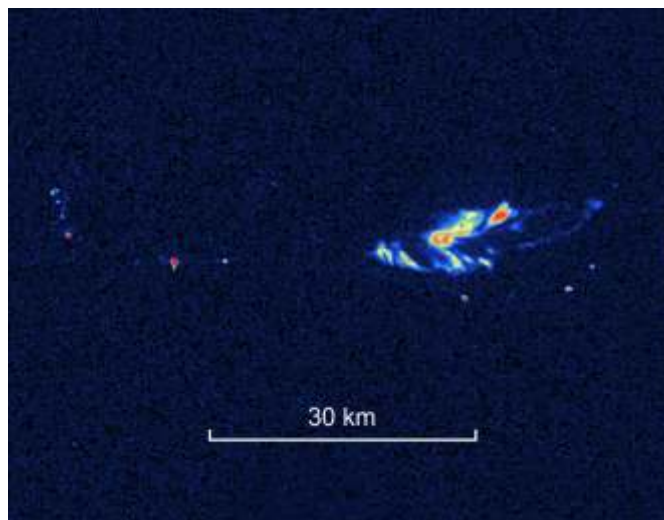
Snímek pořízený při průletu měsíce Io Jupiterovým stínem při osmém oběhu sondy Galileo. Nejintenzivnější vulkanické projevy jsou zbarveny červeně, nejslabší zachytitelné děje jsou modré. Drobné červené a žluté skvrny značí horká magmatická jezera. Výtrysky látky z vulkánů jsou patrné na okraji měsíčního kotouče. Vlevo je žlutě vybarvena fontána tryskající z druhé strany z vulkánu Prometheus. V denním odraženém světle je její chochol zaznamenanatelný do výše 75 km. V tomto rozptýleném slabém svitu dosahuje tryskající látka až 800 kilometrů nad povrch. Rozptylový oblak z vulkánů nad pravým okrajem měsíčního disku dosahuje až do výše 400 kilometrů. V Jupiterově stínu lze takto pozorovat spojitosti mezi vulkanizmem, atmosférou a exosférou. Snímek byl pořízen 6. května 1997 ze vzdálenosti 1,8 milionu kilometrů.



Snímek je kombinací černobílého zobrazení ve vysokém rozlišení ze dne 10. října 1999 a barevného záznamu pořízeného 3. července 1999. Červená půda, která často provází výlevné oblasti spolu se sírou, zde obklopuje protáhlou kalderu Monan Patera, která je zřetelná uprostřed obrazu. Světlá látka usazená v okruhu kolem kaldery je nejspíše tvořena z větší části oxidem siřičitým usazeným zde z gejzíru Amirani. Horstvo v jižní části zobrazené oblasti dosahuje výše 8 kilometrů, na severu jsou hory vysoké 4 kilometry. Podrobný černobílý snímek byl získán ze vzdálenosti 25 000 kilometrů a barevný obraz ze vzdálenosti 130 000 kilometrů. Rozlišení je asi půl kilometru.

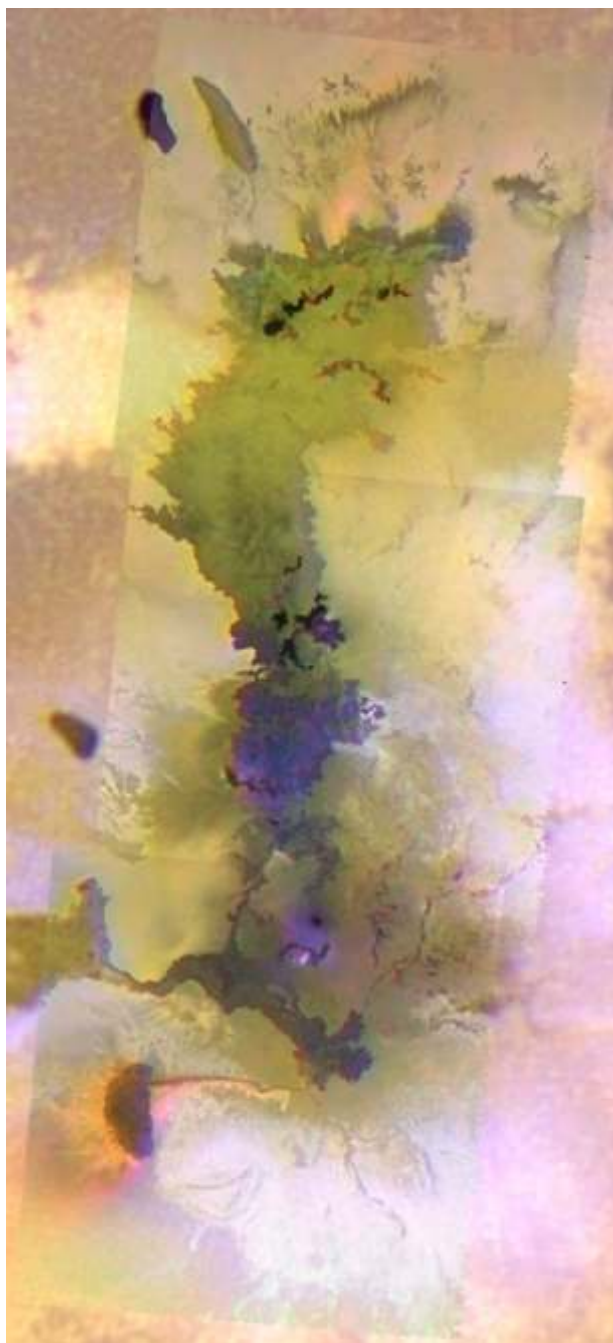


Vulkanická aktivita měsíce Io na straně odvrácené od Jupiteru snímána přes žlutý a zelený filtr. Uprostřed odvrácené strany soptí vulkán Prometheus a nad povrchem měsíce se rozplývá obří sodíkový oblak. Červená skvrna spolu se žlutými skvrnami poblíž rozhraní dne a noci vlevo dole prozrazuje vulkán Pele. Jasné body na pozadí jsou hvězdy prosvítající oblakem látky vyvržené z jovských vulkánů.



Lávová krusta nad výlevnou oblastí Pele v noci. Snímek z října 2001 ukazuje detaily velké až 60 metrů. Červená barva značí nejteplejší místa. Pele je lávové jezero uvnitř vulkanického kráteru nebo kaldery. Láva zde dosahuje teploty 1 400 kelvinů. Snímek byl pořízen ze vzdálenosti 6 000 kilometrů.

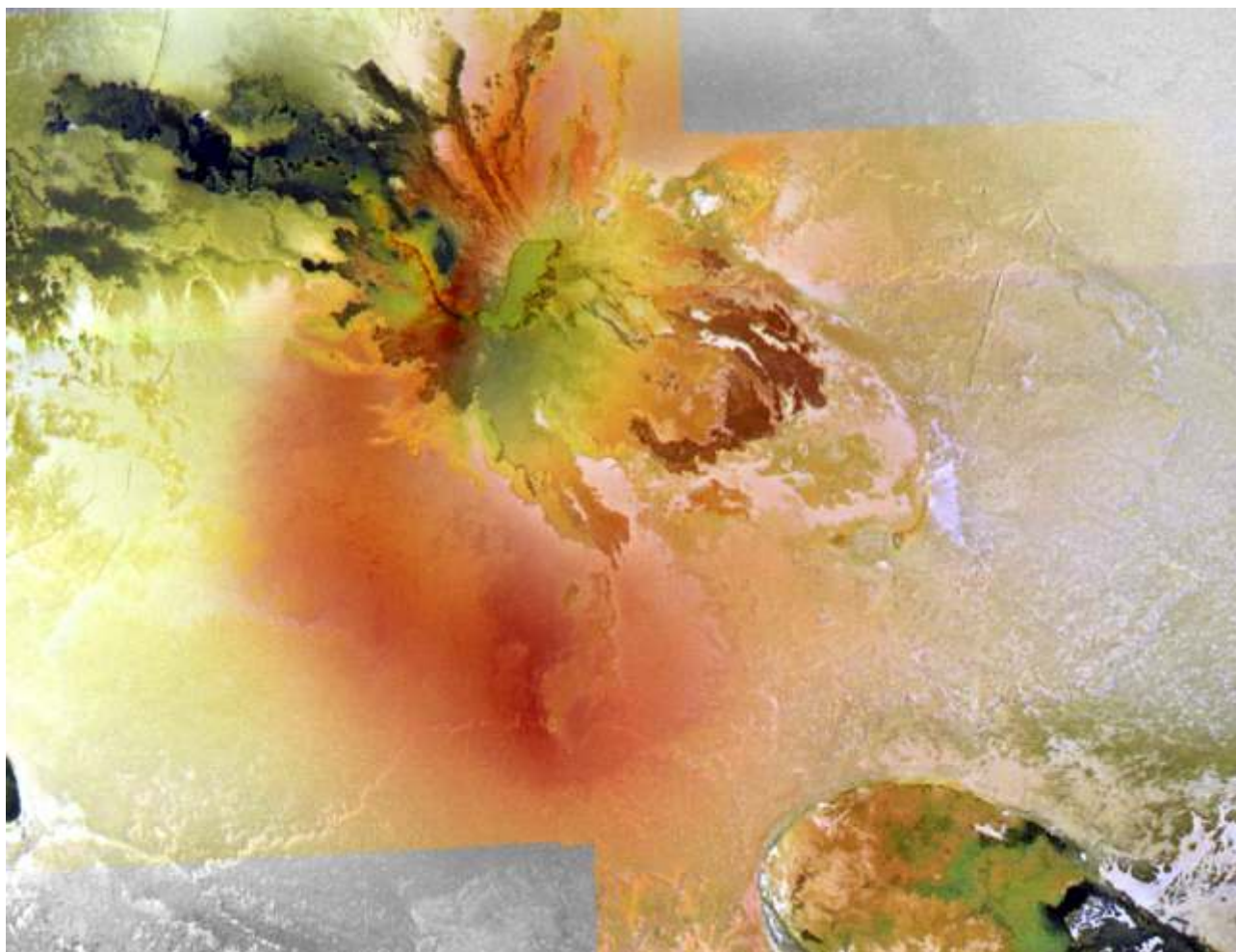
Mozaika je složeninou snímků z února 2000 a léta 1999. Oblast Amirani byla objevena již při průletu Voyagerů v roce 1979. Jsou zde patrné čerstvé výlevné kanály a jezera, která jsou příliš horká na to, aby mohla být skryta pod nánosem oxidu siřičitého. Čerstvá horká láva mnohdy podtéká pod starou zamrzlou krustou i stovky kilometrů. Kolem povrchových výlevů se okolní půda vypařuje a utvářejí se oblaka bohatá na síru. Nejmhutnější gejzír oblasti Amirani je obklopen purpurovým nánosem, stejně jako mnohá jiná místa, jimiž se láva prodírá na povrch. Zobrazená oblast je velká 500 na 180 kilometrů. Rozlišení podrobného černobílého snímku je 210 metrů.





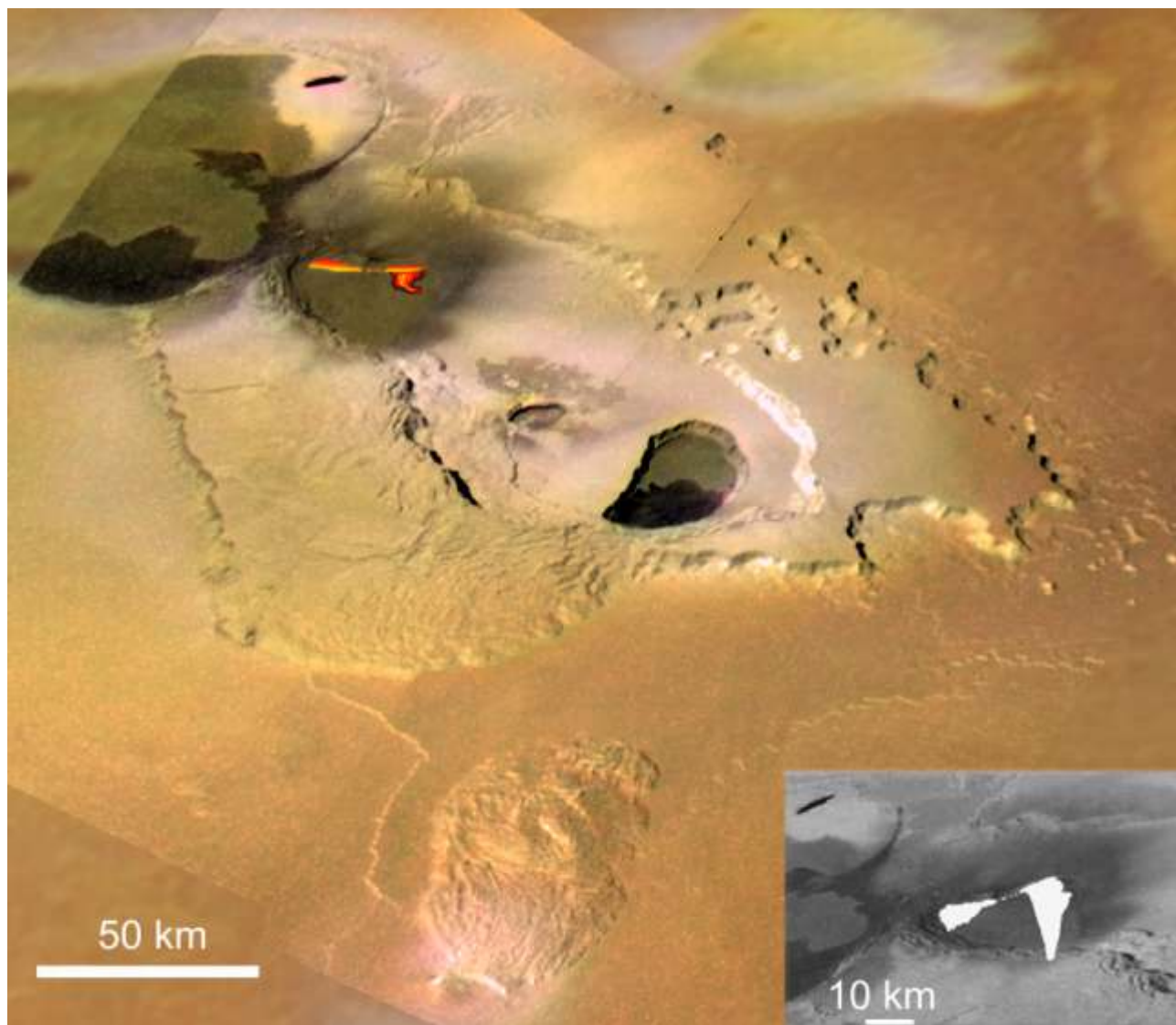
Vulkán Prometheus je na povrchu Jupiterova měsíce Io stálící, podobně jako mnoho jiných sopek objevených Voyagerem. Přitom je stále záhadou, kde se nachází jícen, odkud prýští to obrovské množství plynu a látky vyvrhované do prostoru. Na snímku z 22. února 2000 je při rozlišení 170 metrů zřetelné tmavé lávové pole. Světlé plochy pokrývají oxid siřičitý a nánosy prachu z jícnu vulkánu.



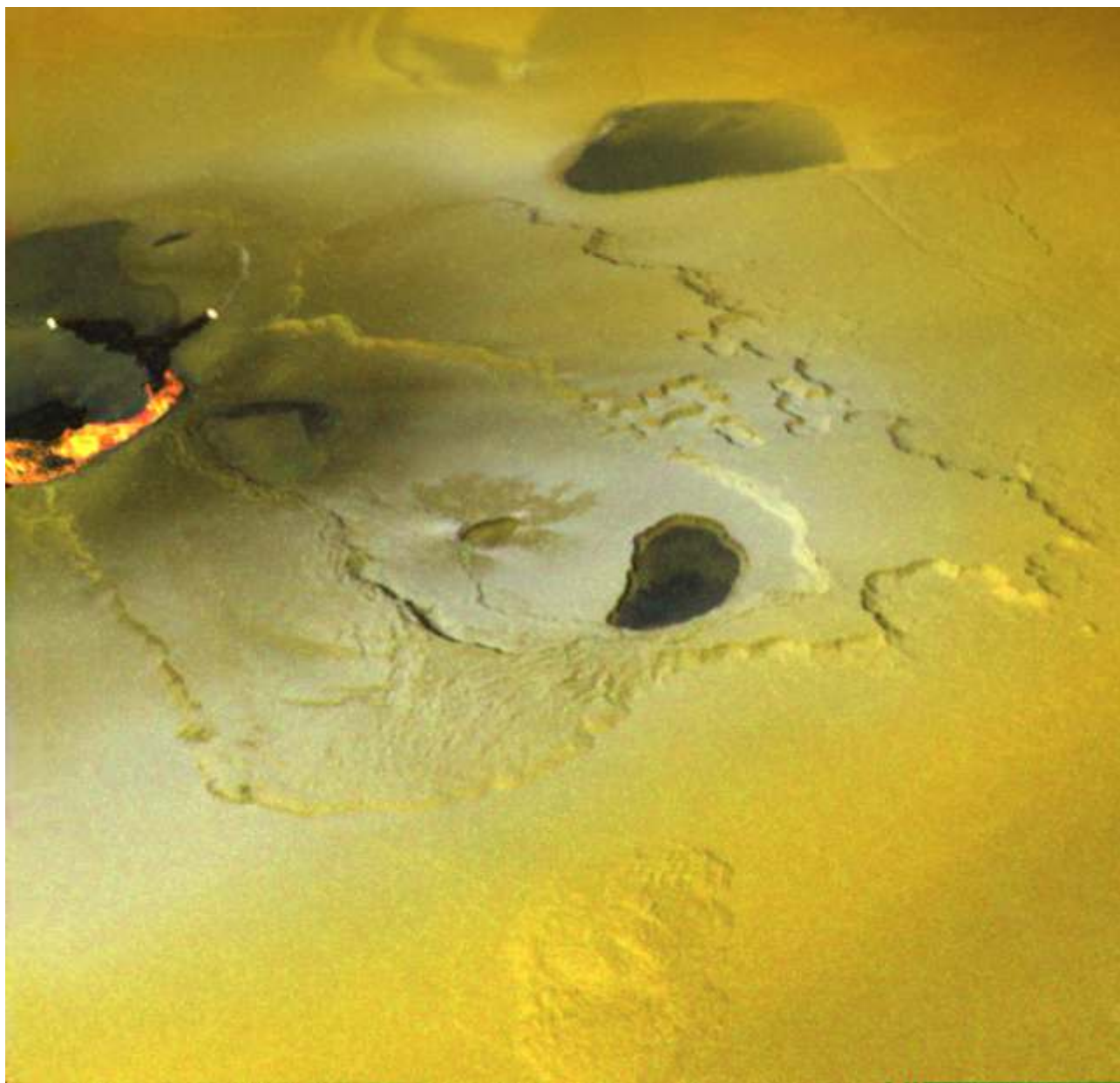


Culann Patera, jedno z nejbarevnějších vulkanických míst na Io, je zde zobrazeno dne 25. listopadu 1999 ze vzdálenosti 20 000 kilometrů. Rozlišení je 200 metrů. Kaldera, která je zdrojem vytékající lávy, hýří mnoha barvami. Patrné jsou i zelené a červené sedimenty, které se po úbočích vulkánu rozlévají do všech stran. Nezvyklé temně červené proudy lávy mohou být tekutou sírou nebo křemičitany, které takto neustále přetvářejí povrch měsíce. Rozptýlený červený materiál kolem kaldery je nejspíše usazená síra kondenzovaná zde z plynných gejzírů. Zelené usazeniny, které vystupují ze spodního pravého okraje snímku, pokrývají oblast nazvanou Tohil Patera. Jde pravděpodobně opět o zatuhlou lávu bohatou na síru.

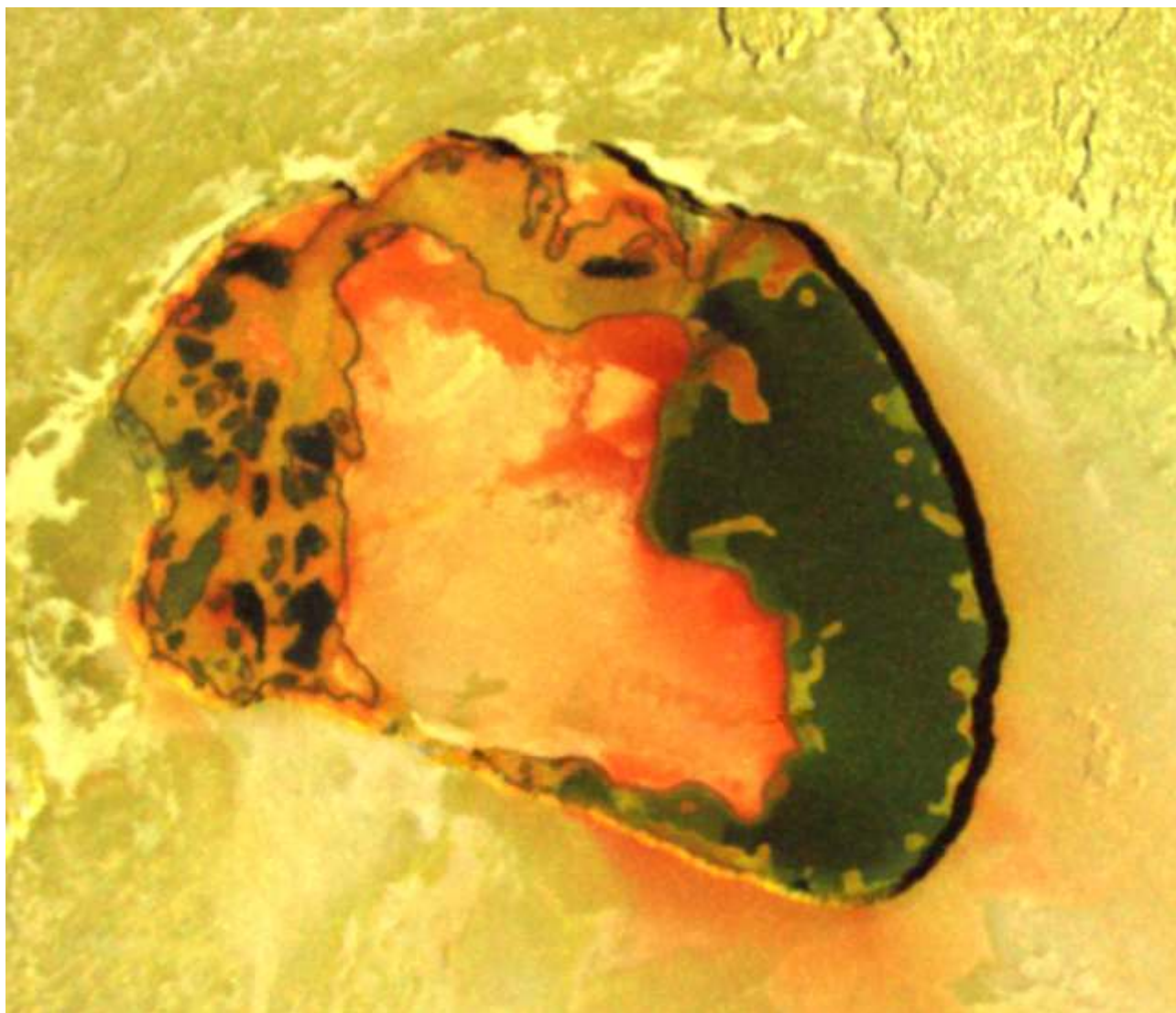
Na protější straně je okraj lávového pole kráteru Prometheus zobrazený 22. února 2000. Nejmenší podrobnosti jsou velké 12 metrů. Oblast vpravo nahoře je starší a je překryta výronem lávy rozlévající se z levé spodní části snímku.



Vulkanická erupce v oblasti Tvashtar Catena s lávovými jezery a množstvím kalder na záznamu z 25. listopadu 1999 ze vzdálenosti 17 000 kilometrů. Podrobný černobílý snímek je kombinován s barevným záznamem v menším rozlišení pořízeným 3. července 1999. Lávové fontány prýščí až 1,5 kilometru nad povrch, jeden z takových snímků je vložen v pravém dolním rohu. Na barevném snímku je zachycena červená lávová řeka uvnitř kaldery. Tmavé horniny jsou starší zatuhlé výlevy. Kaldera v centru snímku je obklopena horskými srázy dosahujícími až do výše 1 kilometru. Hornina se z nich odlupuje podobně jako při odtávání ledovců v pozemských podmínkách. Zde se odloupený materiál sesouvá k úpatí útesu a při roztavení na dně kaldery se vypařuje a mizí v kosmickém prostoru.



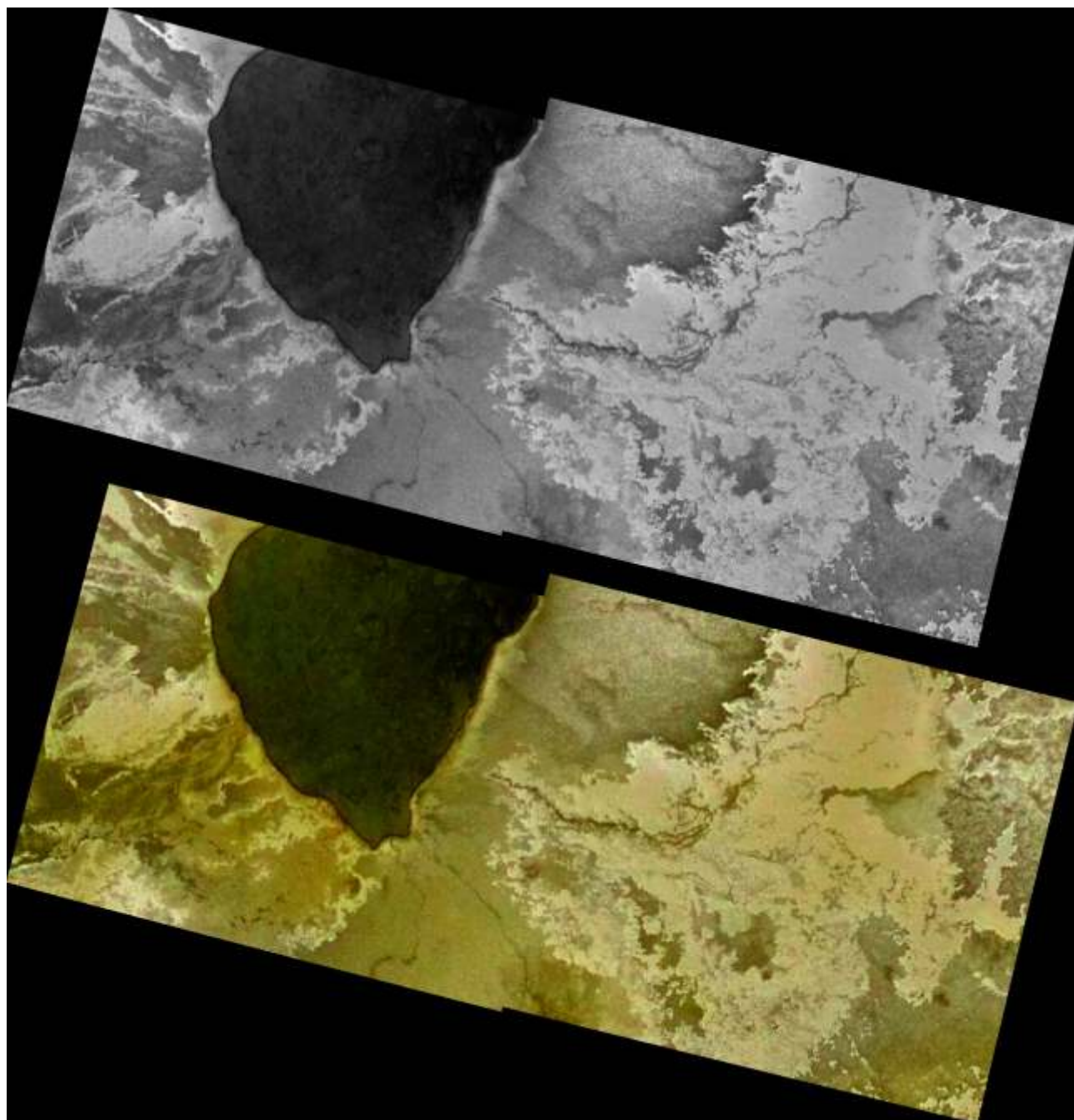
Tvashtar Catena, kalderové pole gigantických sopek na měsíci Io, na snímku ze dne 22. února 2000. Snímek je centrován na $62,5^\circ$ severní šířky a 121° západní délky. Žlutooranžový lávový proud vyvěrající z tmavého dna kaldery dosahuje délky 60 kilometrů. Fialový kanál spolu se snímkem bez filtru byly doplněny záznamem blízkého infračerveného oboru.

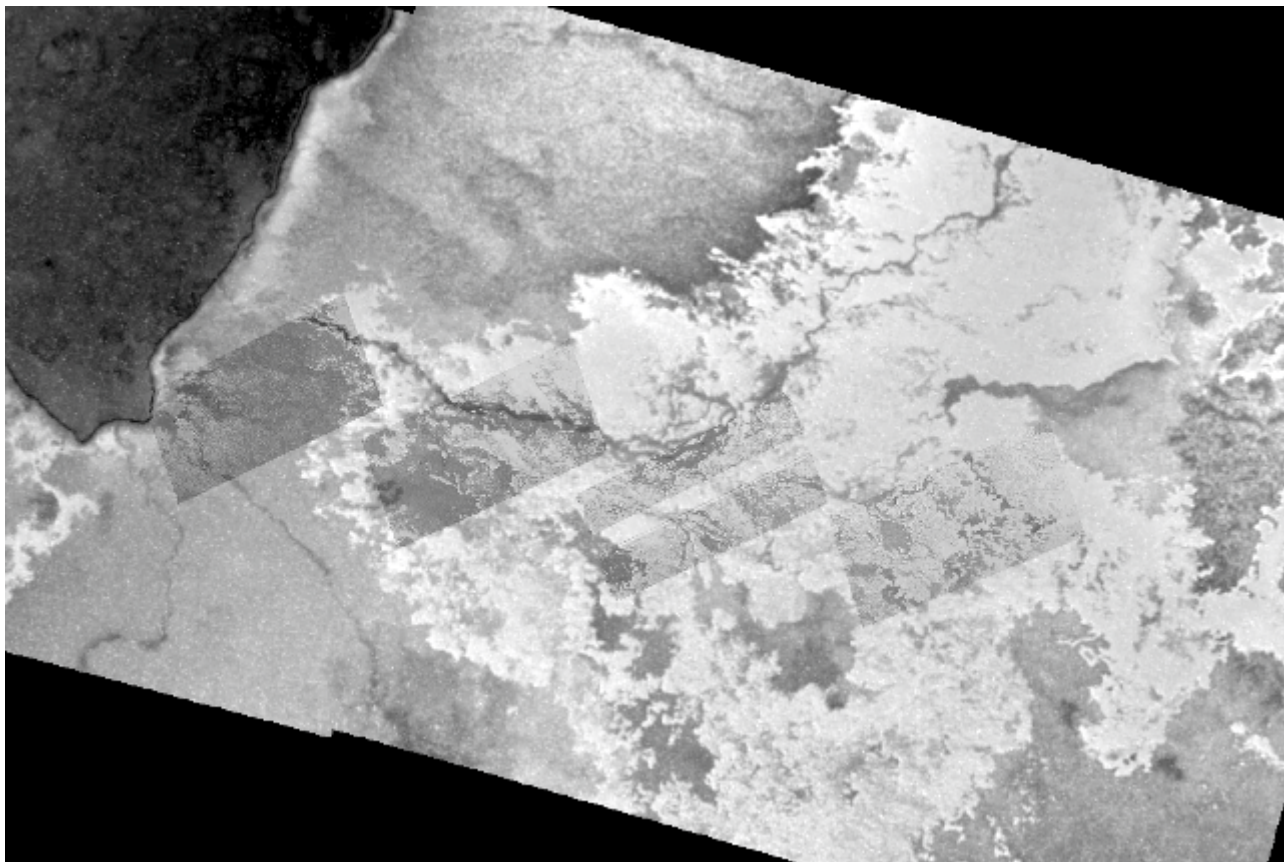


Jícen sopky Tupan Patera na Jupiterově měsíci Io zachycený v říjnu 2001 s rozlišením 135 metrů. Jde o typickou vulkanickou propadlinu, která měří napříč 75 kilometrů a je obehnaná útesy pnoucími se do výše 900 metrů. Planina uprostřed musí být vyšší než okrajové plochy, neb není zalita lávou. Vroucí láva bohatá na síru se odpařuje a červenavé sedimenty pokrývají okolní krajinu.

Na protější straně je snímek lávových polí na měsíci Io zachycený dne 25. listopadu 1999. Temná kaldera uprostřed snímku nese jméno Emakong. Snímek je centrován na $3,7^\circ$ jovské jižní šířky a $117,4^\circ$ jovské západní délky a byl pořízen ze vzdálenosti 15 000 kilometrů, což umožňuje rozlišení 150 metrů.

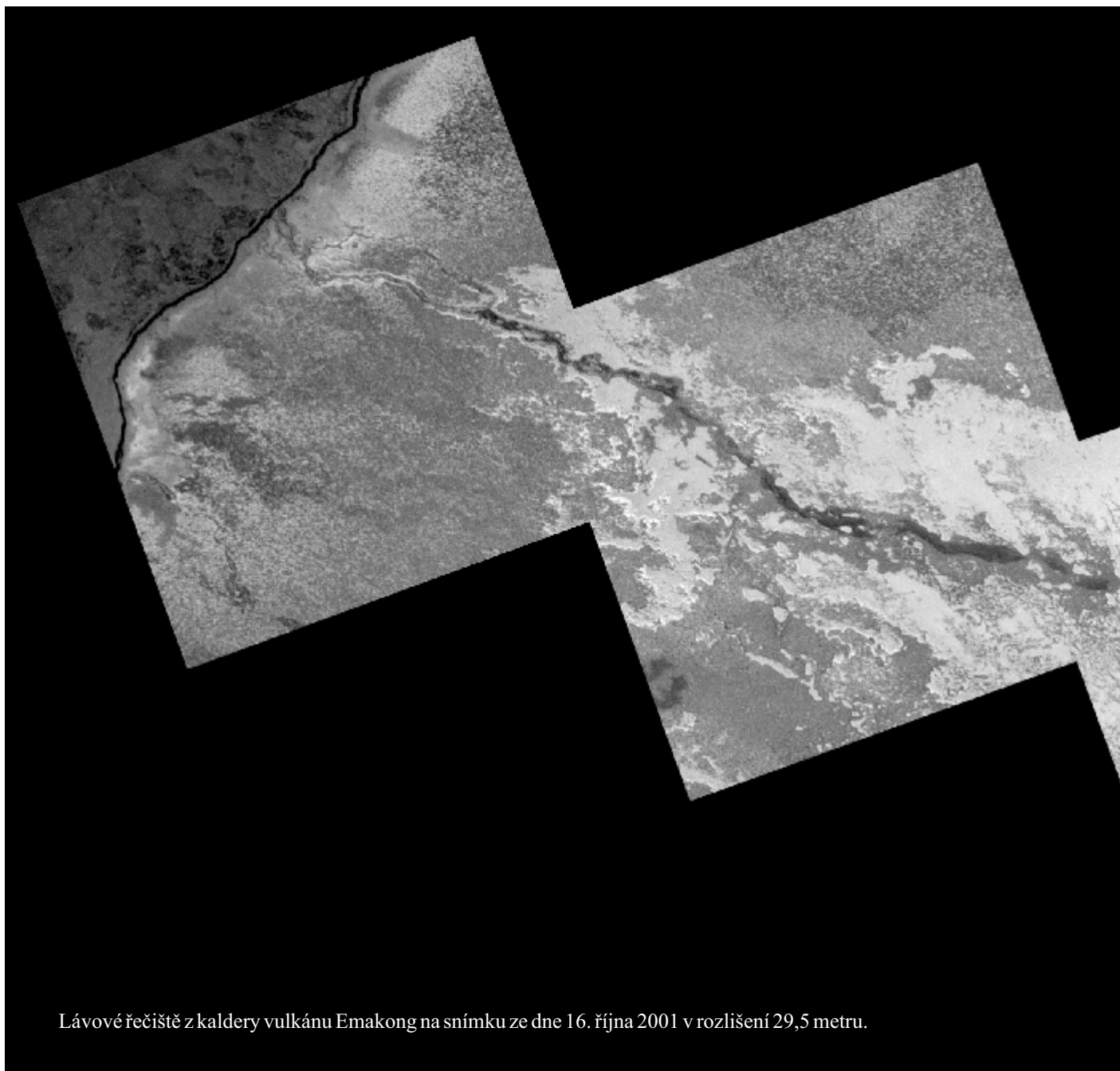




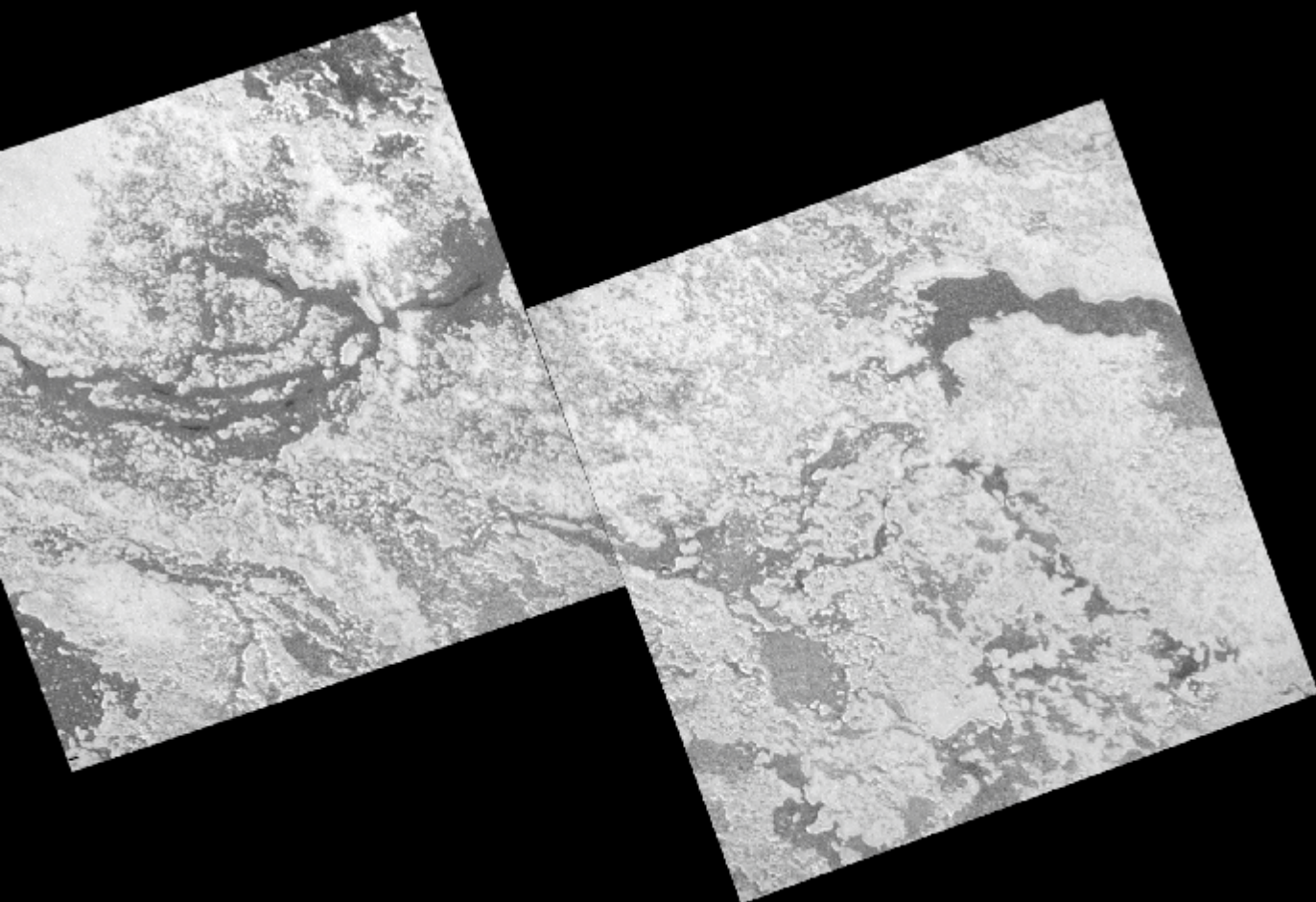


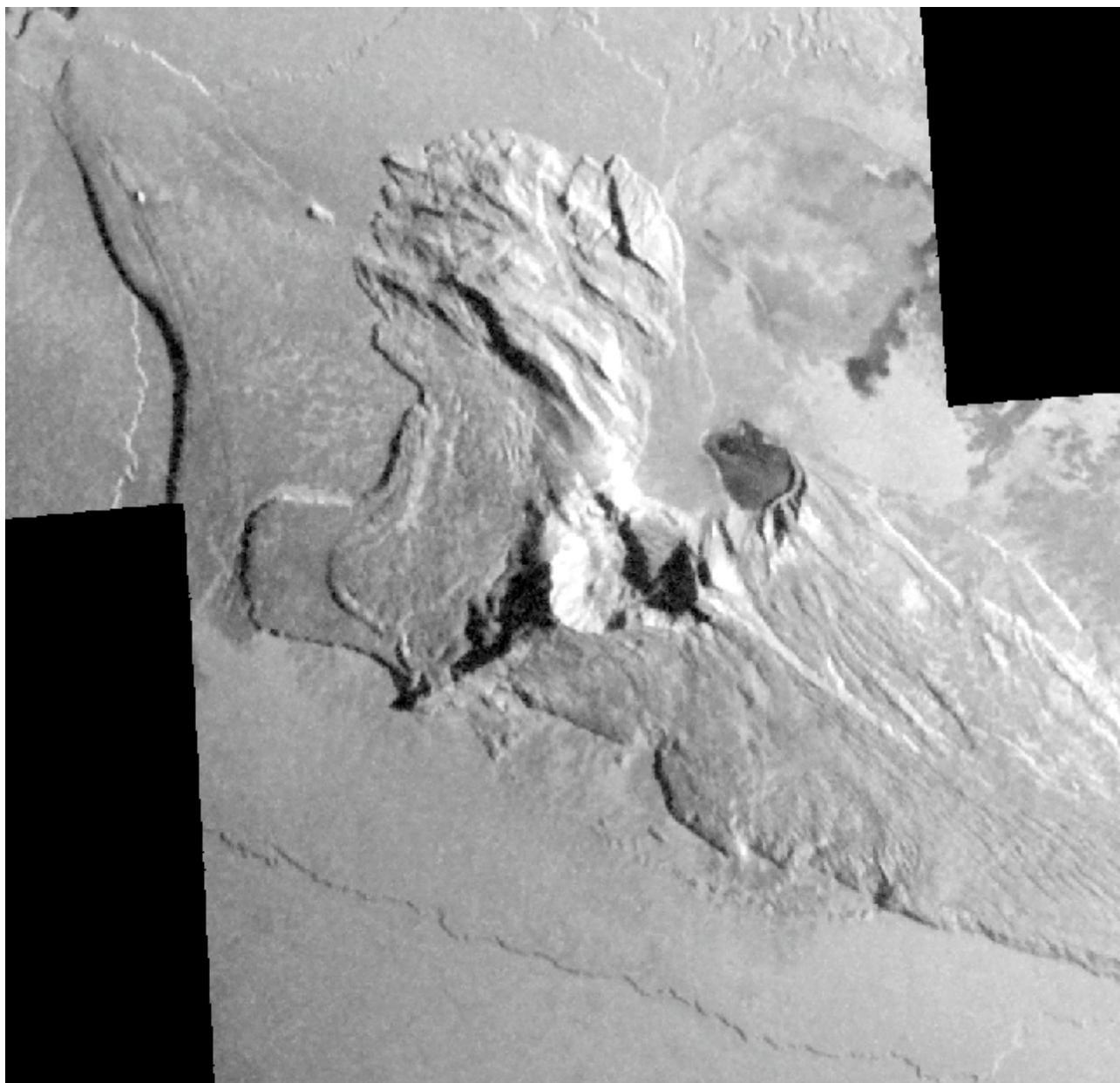
Temná lávová řečiště se prodírají světlým terénem po úbočích vulkánu Emakong. V celkovém snímku, jehož rozlišení je 150 metrů, jsou patrné obdélníkové výřezy, které byly snímány ještě s pětinasobnou podrobností. Snímkování proběhlo dne 15. října 2001. Snímek je centrován na $4,6^\circ$ jižní šířky a $117,5^\circ$ západní délky.

Na protější straně je podrobný snímek vulkánu Emakong na měsíci Io byl pořízen 26. listopadu 1999. Detaily, které je zde možno rozlišit, mají velikost okolo 200 metrů. Vulkán Emakong Patera se rozkládá na ploše 79 na 72 kilometrů. Světlé bílé a žlutavé lávové proudy plné síry a křemičitanů se odtud rozlévají až do vzdálenosti 370 kilometrů.

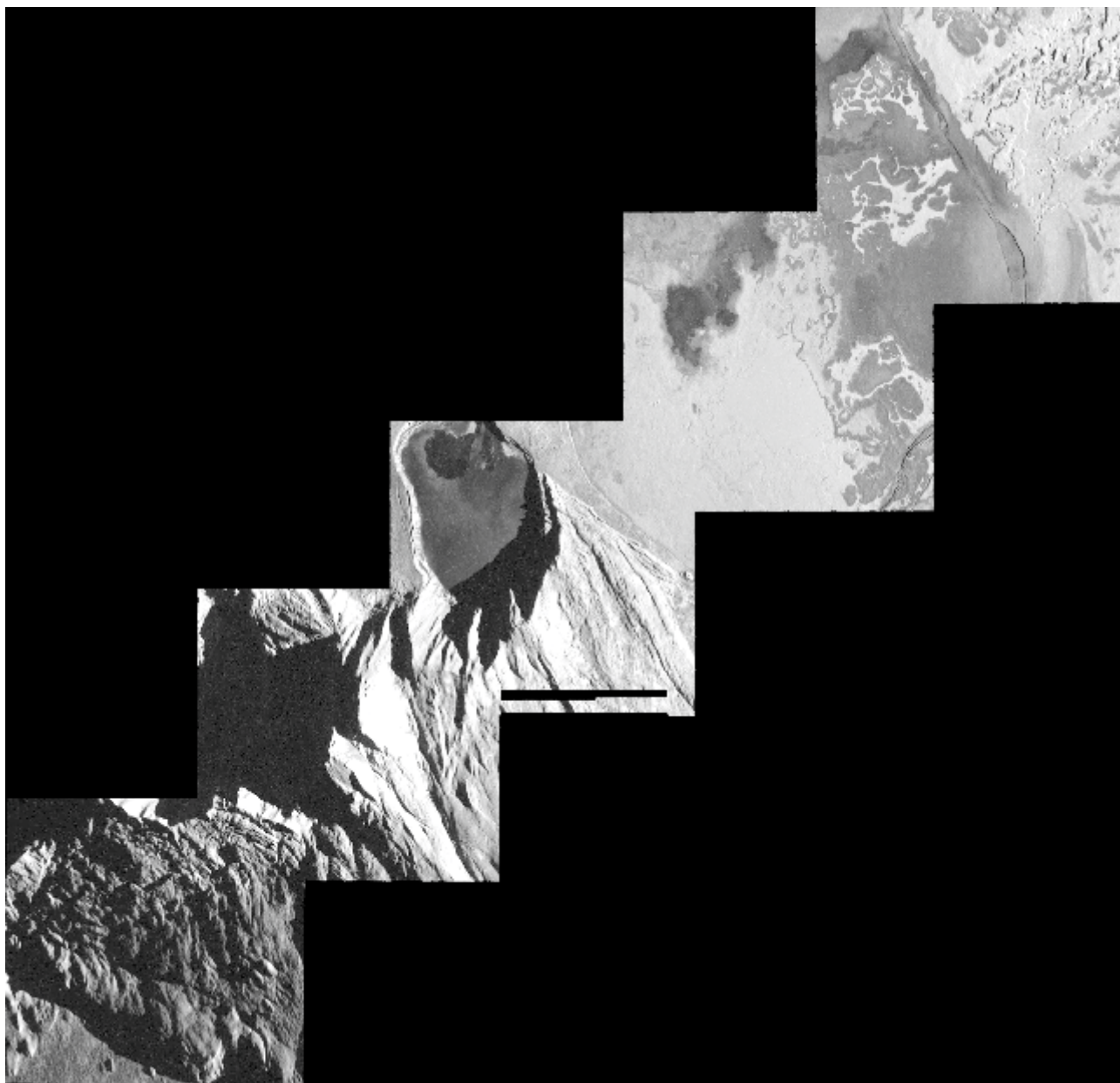


Lávové řečiště z kaldery vulkánu Emakong na snímku ze dne 16. října 2001 v rozlišení 29,5 metru.

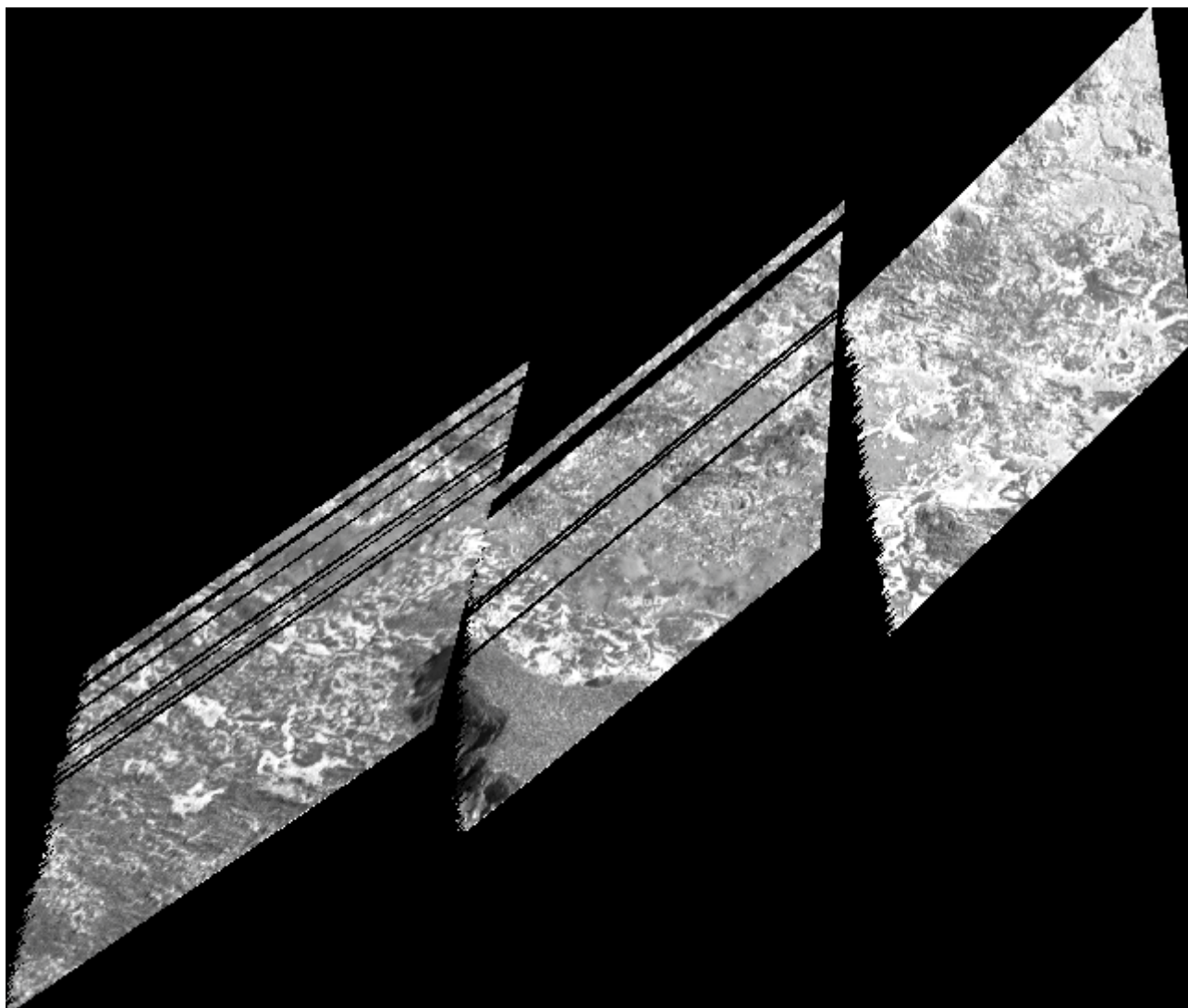




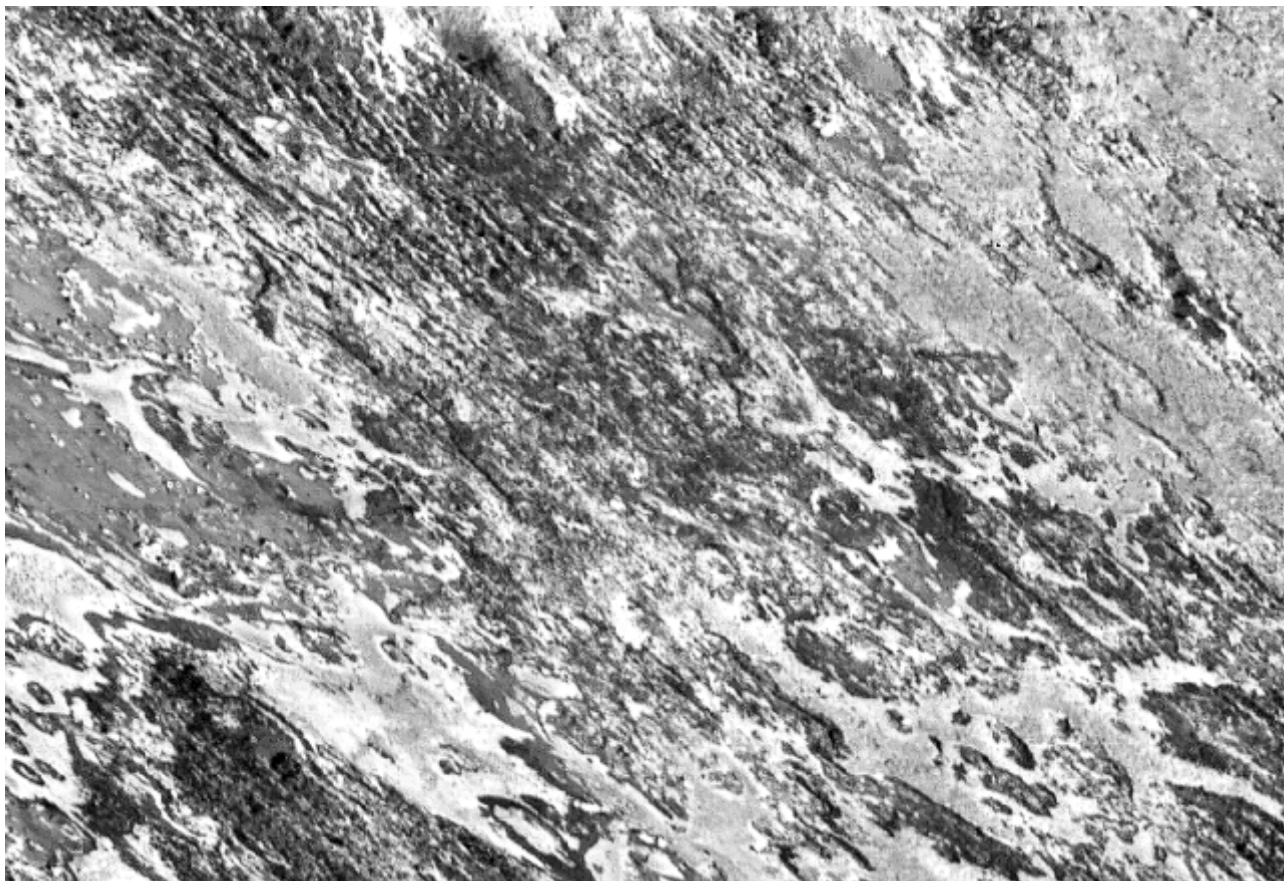
Celkový pohled na pohoří Tohil na měsíci Io. Snímky pocházejí z října 2001. Stíny vržené Sluncem nízko nad iovským obzorem umožnily proměřit velmi přesně topografii celé oblasti. Rozlišení je zde 327 metrů. Některá vrcholová skaliska se tyčí do výše 500 či 850 metrů nad jícn sopky. Snímek je centrován na 28° jižní šířky a 161° západní délky.



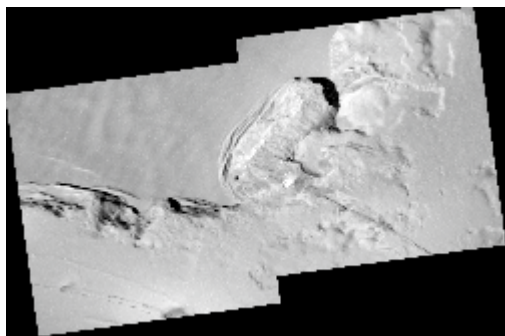
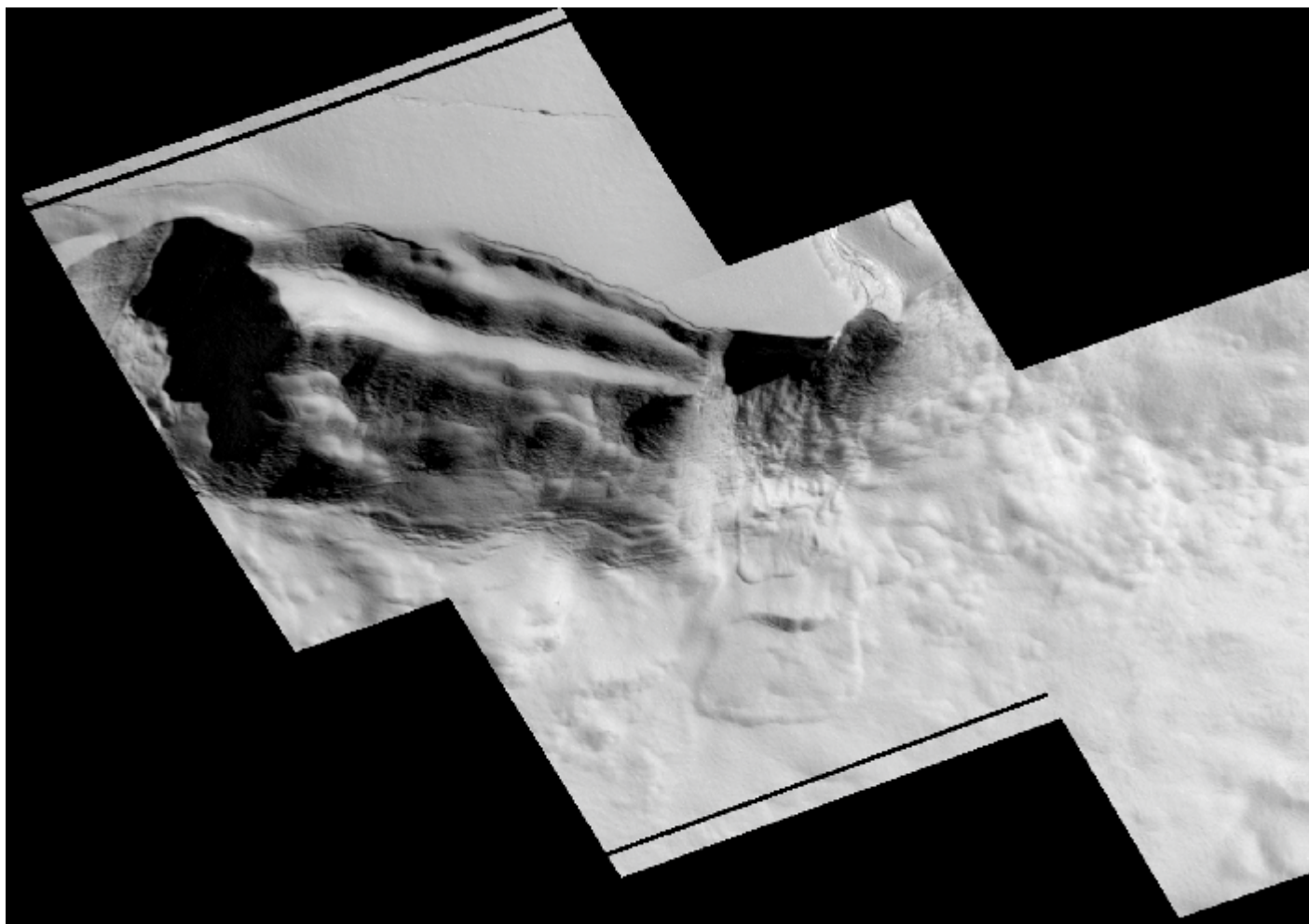
Mozaika pohoří Tohil, které se vypíná do výše až 6 kilometrů. Proměřením stínů je patrné, že dno vrcholového kráteru zalitého lávou leží jen 100 metrů pod okrajem hory. Snímky byly pořízeny 16. října 2001 a podrobnosti jsou veliké 50 metrů. Série je centrována na $27,44^{\circ}$ jižní šířky a $159,46^{\circ}$ západní délky a zachycuje území dlouhé 280 kilometrů.



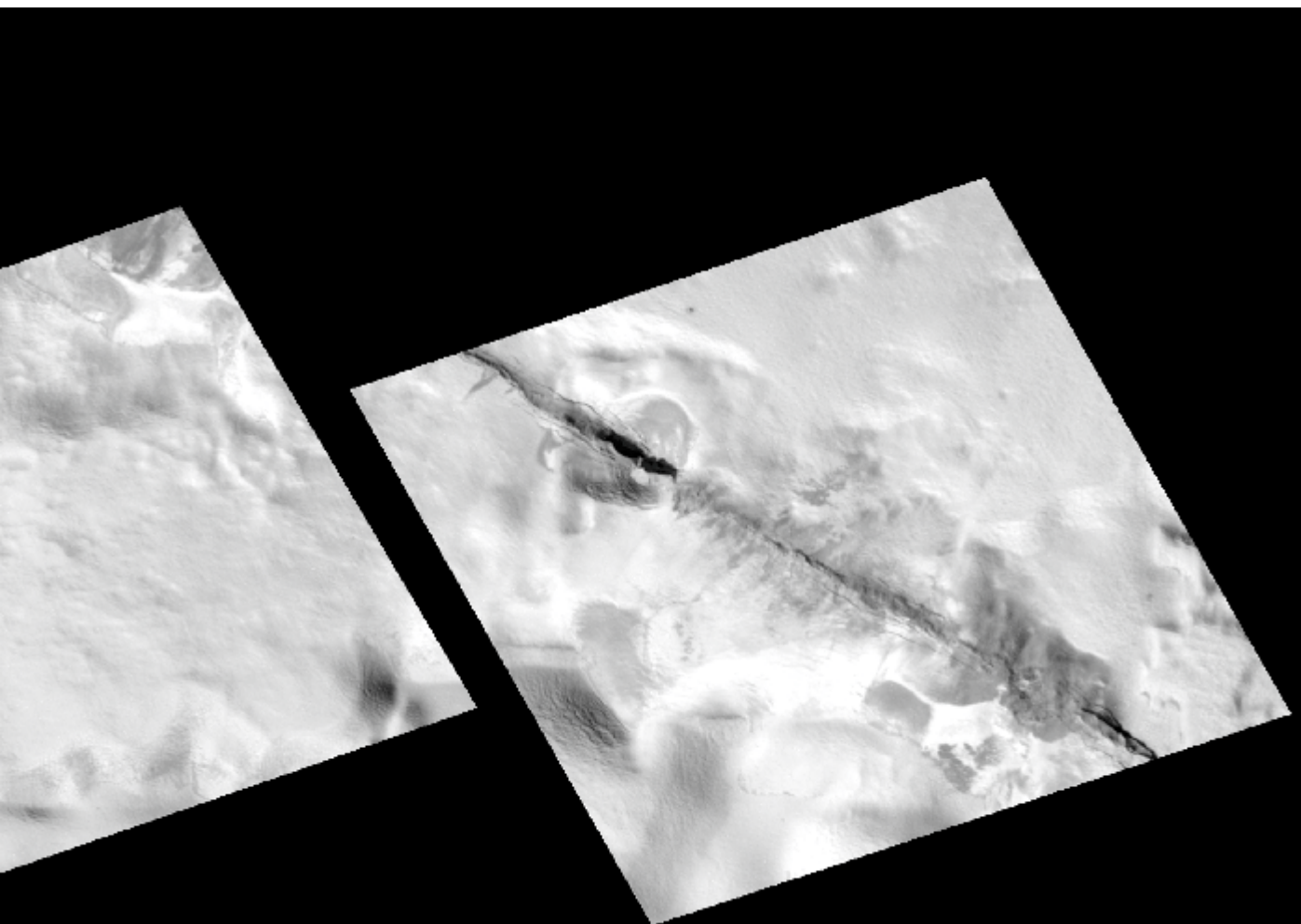
Iovské lávové pláně zalité slunečním svitem 22. února 2000. Slunce svítí zprava, ale stíny nejsou patrné, neb vysoký kontrast v barevnosti hornin je rozlišit nedovolí. Velkou roli v barevnosti povrchu hraje určitě sublimace látek bohatých na oxid siřičitý a jejich následná kondenzace na jiném místě. Šíře zabírané oblasti je 17 kilometrů a nejmenší detaily jsou velké kolem 5 metrů. V nejmenších detailech jsou patrné zlomy a praskliny široké až 10 metrů, jimiž mohou páry nebo i vodní siřné roztoky vyvěrat na povrch měsíce. Série je centrována na $31,62^\circ$ severní šířky a $192,85^\circ$ západní délky.

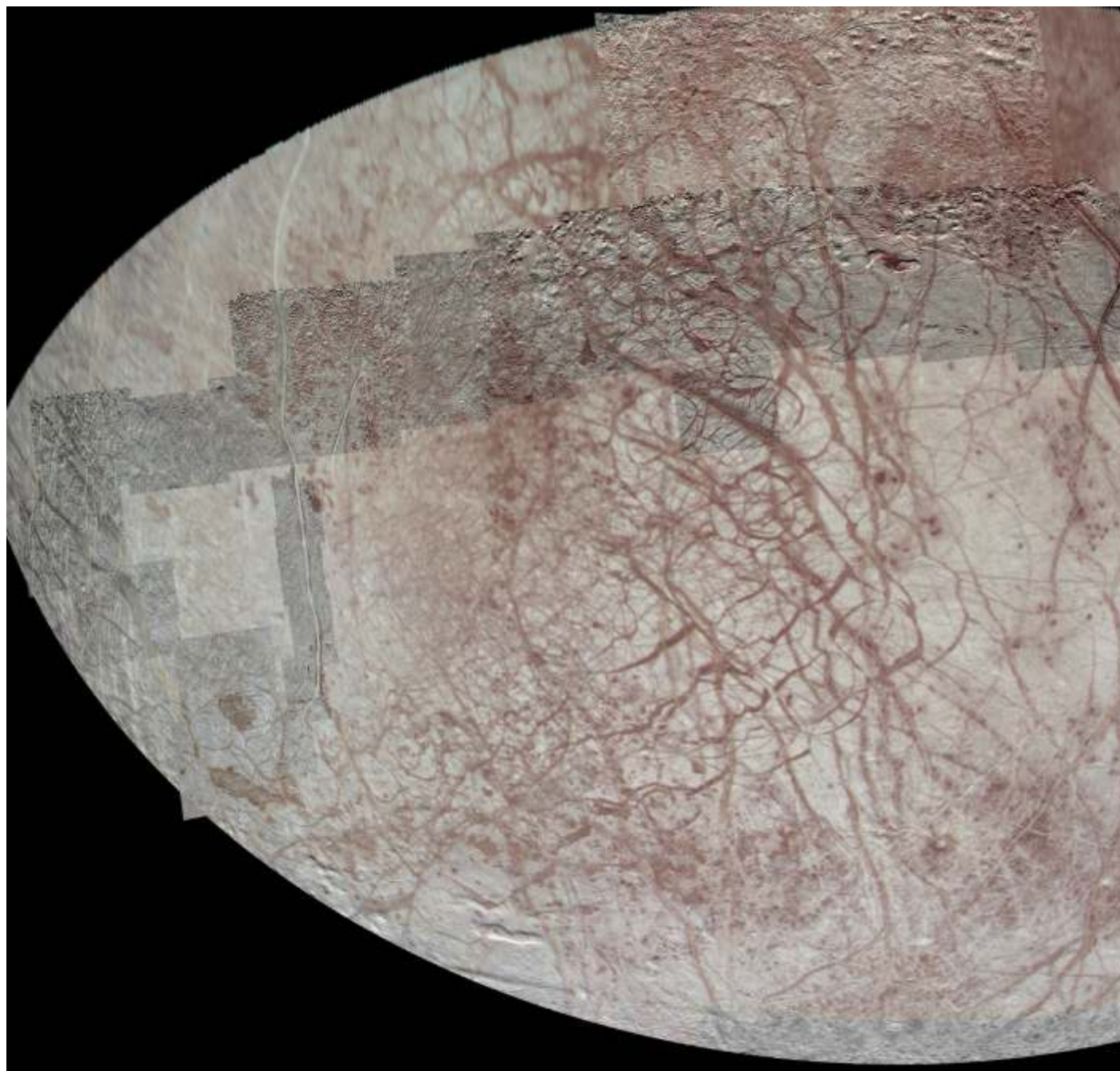


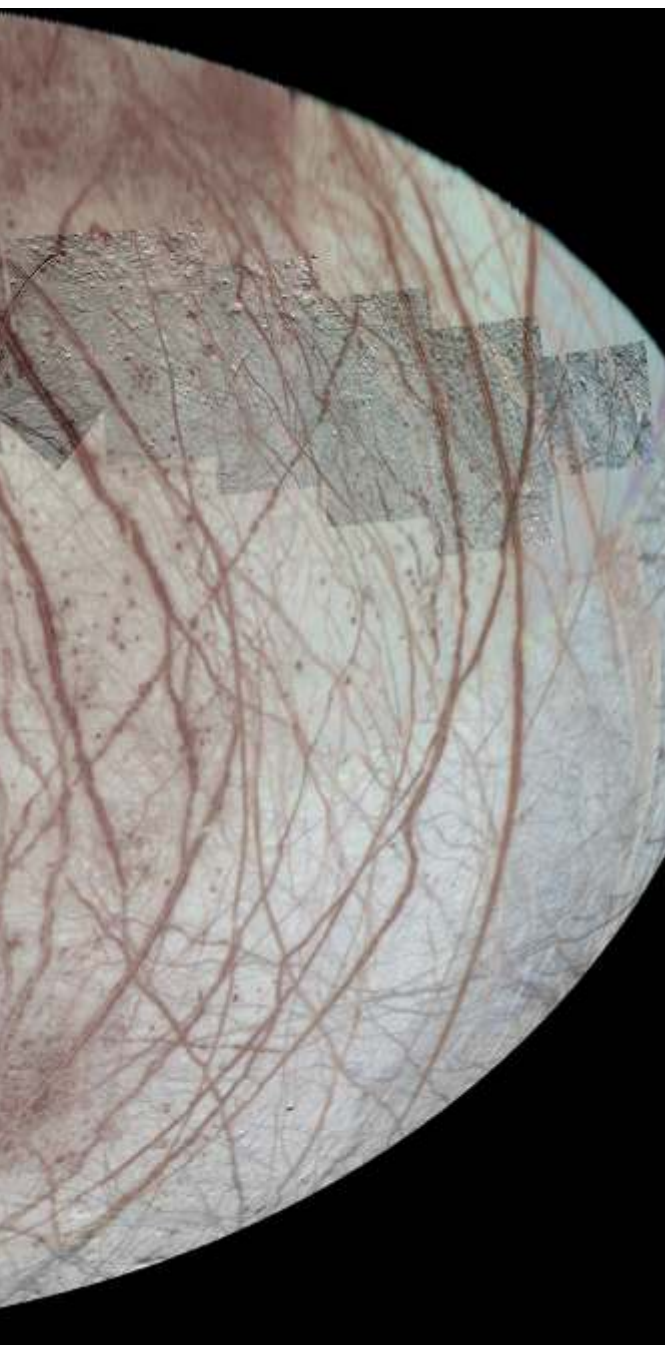
Pravý horní výřez mozaiky z předcházející strany. Snímek je topograficky vyrovnán, takže odpovídá pohledu na terén z ptačí perspektivy a je natočen tak, že tentokrát svítí Slunce z jeho spodní hrany nahoru doleva. Jasně světlé útvary jsou evidentně vyšší než tmavá hornina.



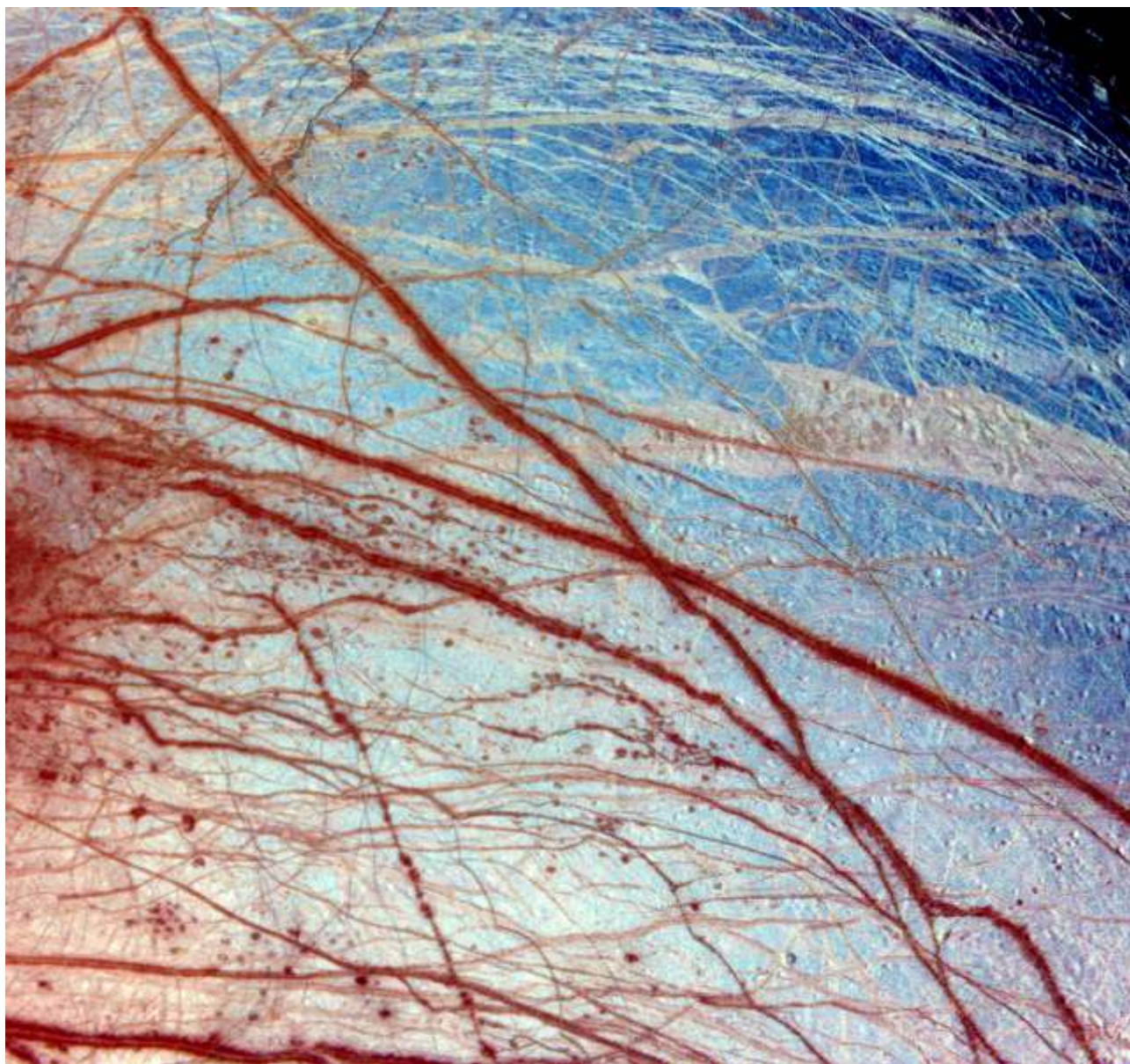
Stolová hora Telegonus na snímcích ze dne 16. října 2001 je geologicky proměnlivé území. Celkový snímek byl pořízen s rozlišením 42 metrů ze vzdálenosti 4 200 kilometrů. Na čtyřech podrobných záběrech nahoře, které byly snímány ze vzdálenosti 1 000 kilometrů, je možno rozlišit detaily velké jen 9,6 metru. Severozápadně se táhnoucí zlom je průnikem do podloží, z něhož vyvěrá na mnoha místech puklinami láva. Náhorní planina je o jeden až dva kilometry vyšší oproti terénu v dolní části snímku. Série je centrována na 52° jižní šířky a 117,5° západní délky a zabírá oblast dlouhou 67 kilometrů.



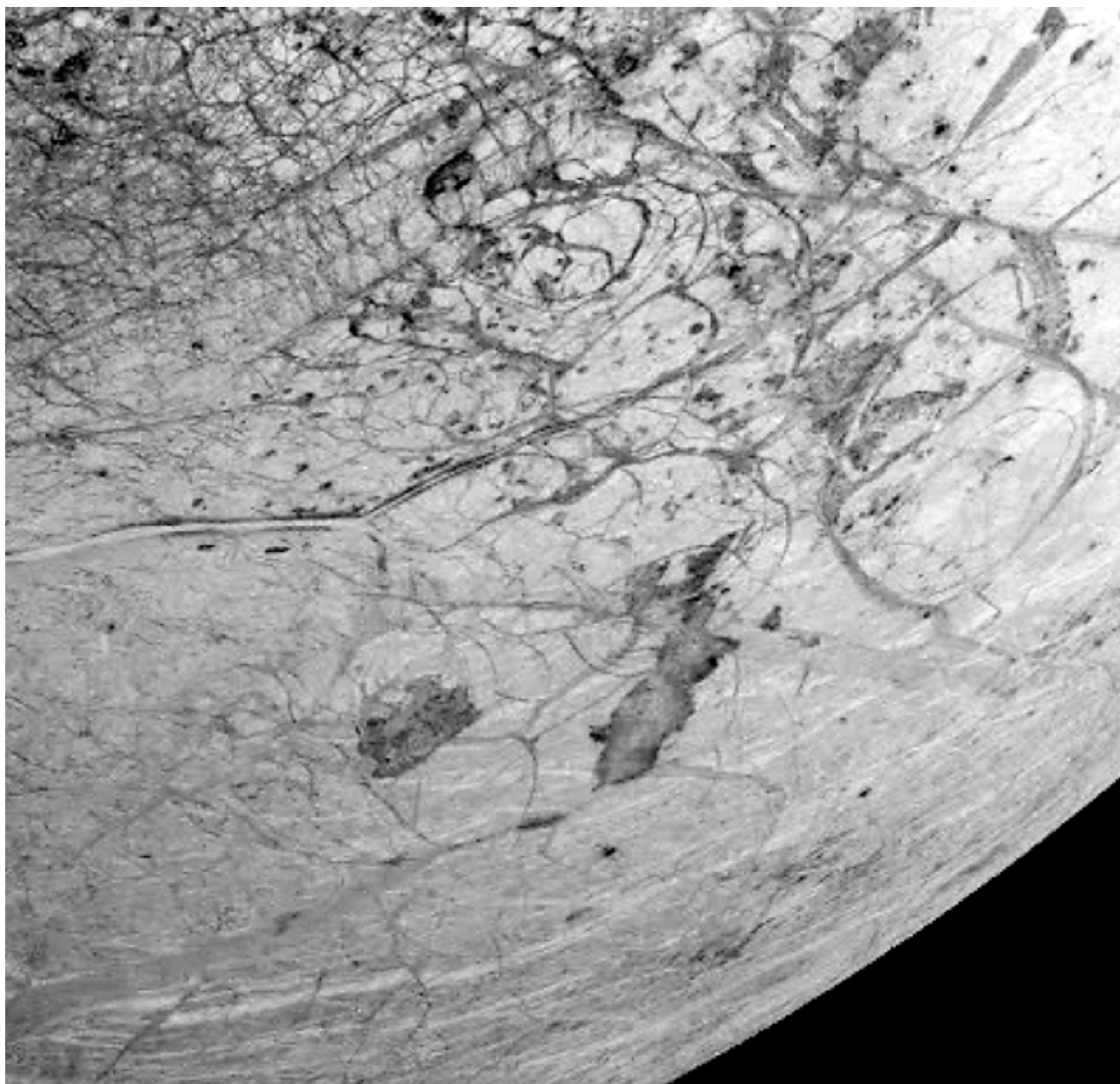




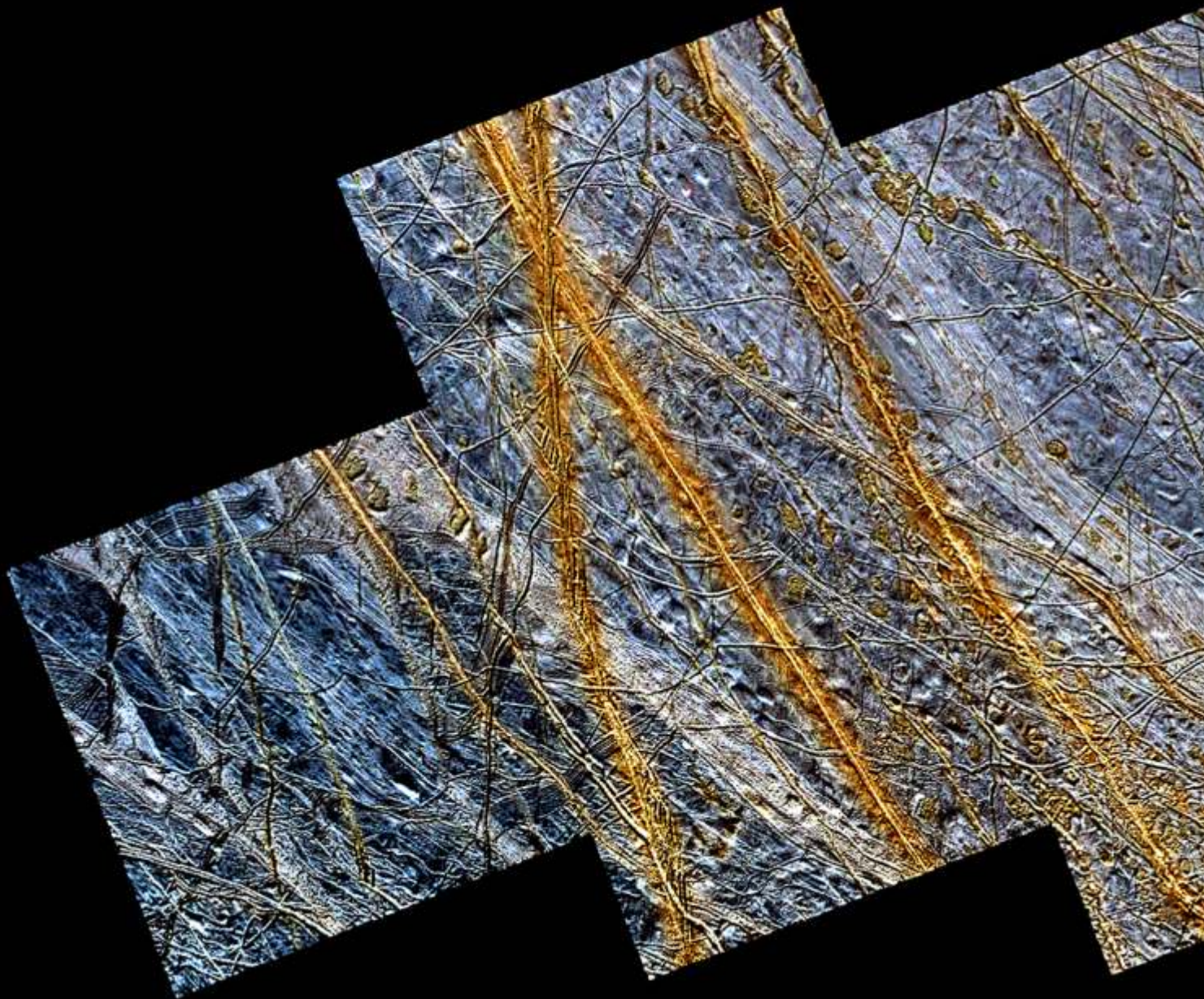
Celkový pohled na Jupiterův měsíc Europa. Na ledem pokrytém povrchu nejsvětějšího Jupiterova měsíce jsou nápadné dlouhé rýhy a brázdy táhnoucí se přes celý jeho povrch od vysokých severních šířek až hluboko k jihu. Tyto linie jsou pro Europu charakteristickým znakem. Zobrazení pokrývá oblast od 155° do 245° západní délky. Západ je nahoře, sever je vpravo. Obraz byl získán sestavením z mnoha snímků pořízených v průběhu let 1996 až 1999. Dlouhé rýhy jsou označovány *Linea*, velké temné oblasti *Macula*.



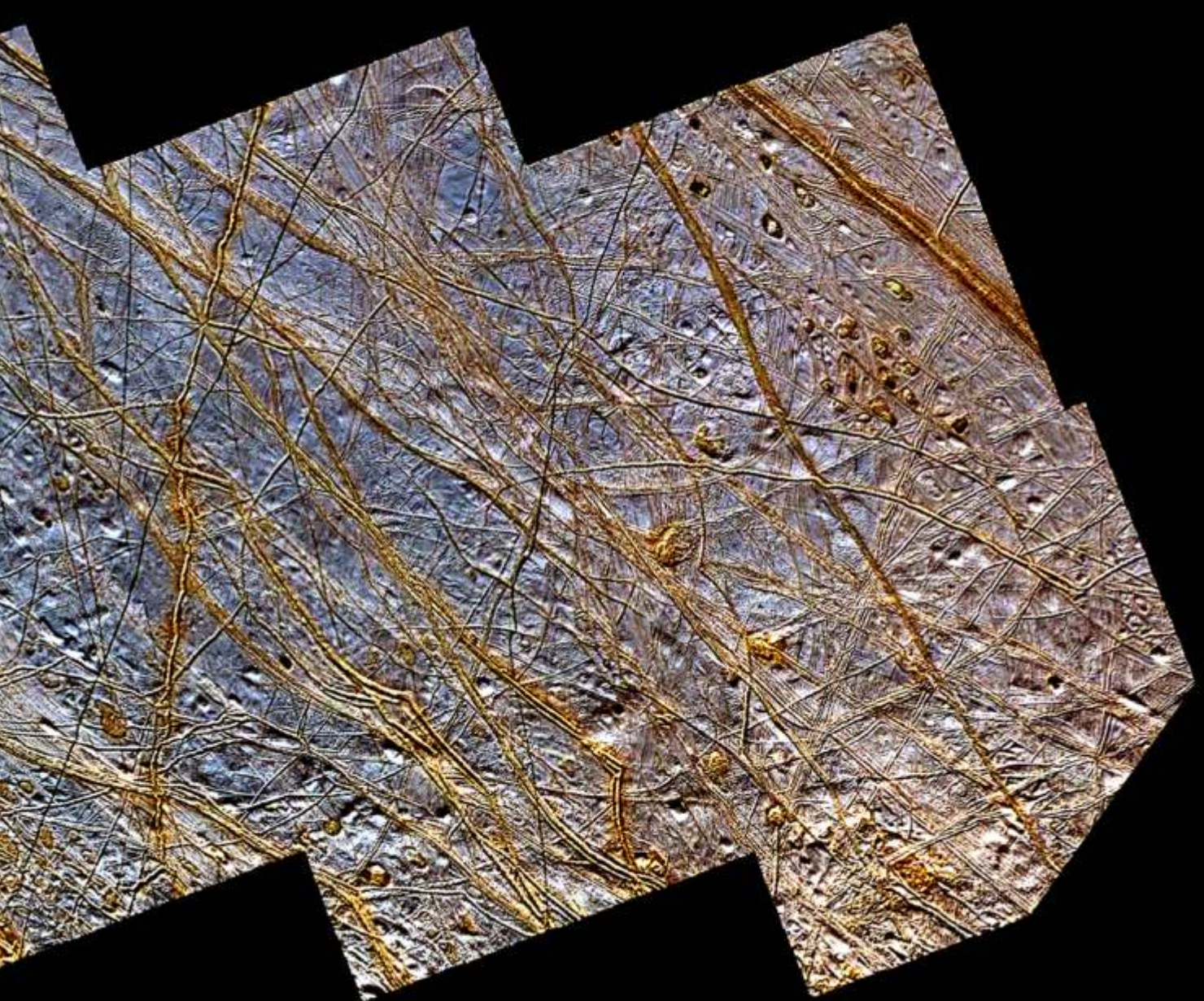
Oblast Minos Linea na Europě v nepravých barvách. Snímek je složeninou obrazů z vlnových délek 989, 757 a 559 nanometrů. Rozdílná odrazivost ledu je způsobena různou velikostí ledových zrn. Linie a skvrny jsou vyplněny méně odrazivým prachem a horninami než okolní ledová pláň. Rozlišení je kolem dvou kilometrů. Snímek byl pořízen 28. června 1996. Snímek je centrován na 45° severní šířky a 221° západní délky a zabírá oblast širokou 1 260 kilometrů.

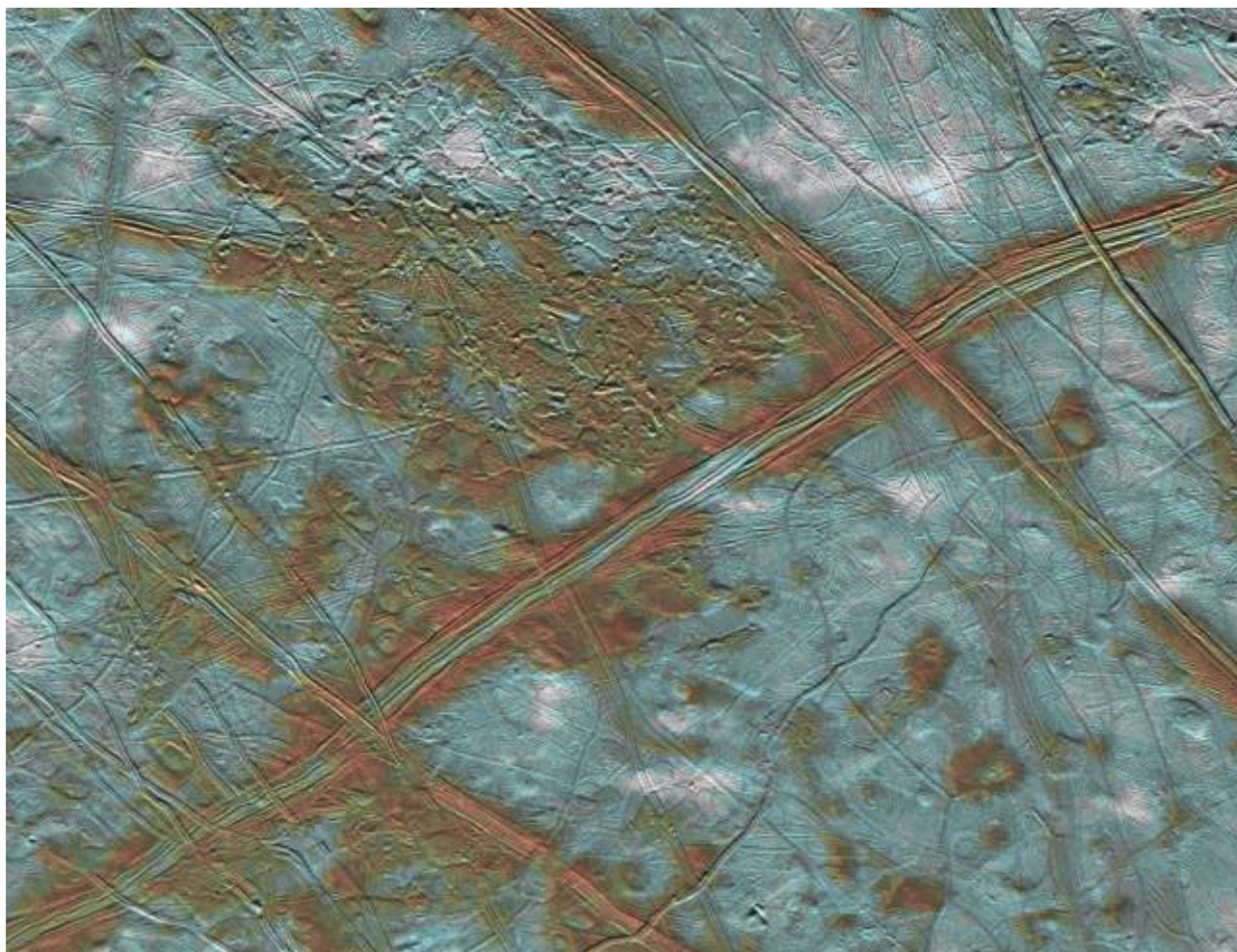


Část jižní polokoule na Europě plná zkroucených rýh. Jižně se táhne Agenon Linea. Uprostřed snímku jsou dvě velké tmavé oblasti Thera a Thrace Macula. Snímek je centrován na 40° jižní šířky a 180° západní délky a zabírá oblast o straně 675 kilometrů. Snímek byl pořízen 20. února 1997 ze vzdálenosti 81 707 km.



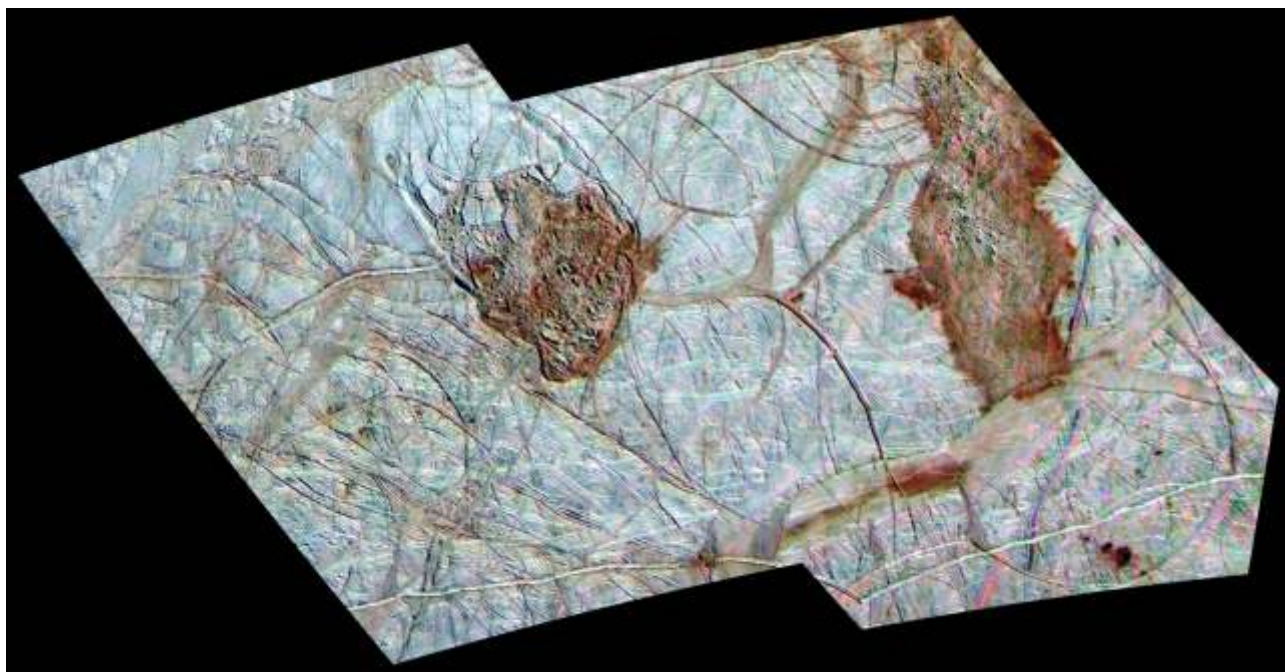
Mozaika části severní polokoule je pokryta hustou sítí rýh, z nichž některé jsou i paralelně dvojité. Mohlo by jít o projevy a stopy kryovulkanizmu, při němž tající led nebo vroucí voda tryskají na povrch. Současně jsou na povrchu patrné velké tmavé skvrny, některé až několik kilometrů veliké. Modrá barva odpovídá čistému vodnímu ledu. Střed kompozice je na 40° severní šířky a 225° západní délky. Sever je vlevo, zobrazená oblast je velká 800 na 350 kilometrů. Snímek byl pořízen 28. června 1998 při prvním obletu ze vzdálenosti 25 000 kilometrů.



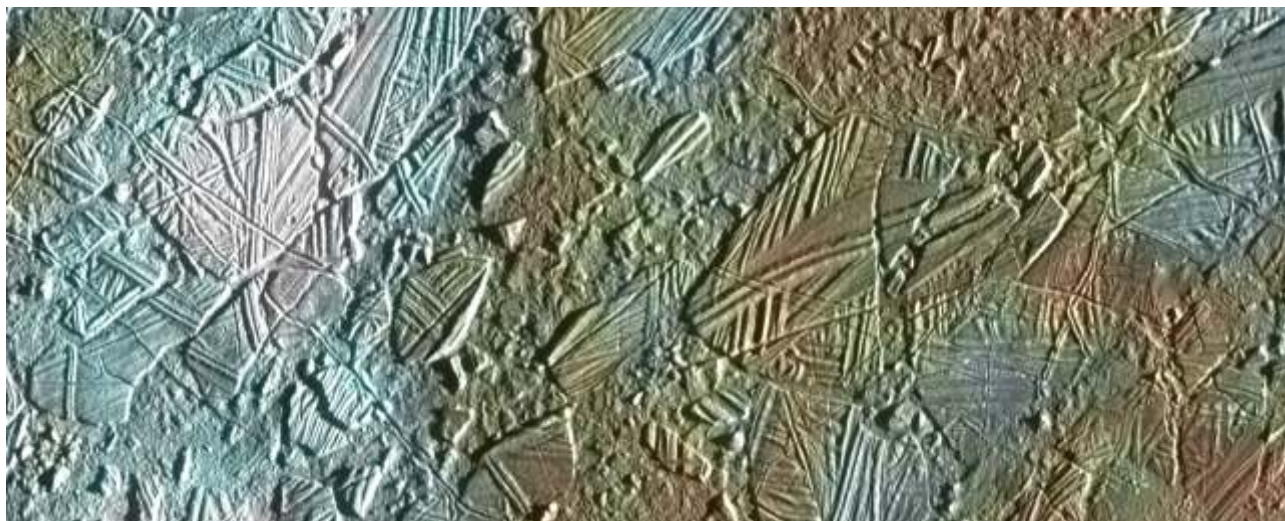


Celkový pohled na tenkou ledovou krustu oblasti Conamara Chaos na Europě ukazuje prolínání a pohyby ledových ker, které tají a opětně zamrzají. Bílá a modrá barva pocházejí z ledového poprašku, který do okolí rozptyluje mohutný kráter Pwyl, který se nachází o 1 000 kilometrů jižněji. Žlutavý a hnědočervený povrch je pokryt sedimenty vynášenými vodní párou z podloží v době, kdy se ledová krusta tříští a rozpadá. Sever je vpravo. Zobrazený výřez je velký 250 na 200 kilometrů a střed kompozice je na 10° severní šířky a 271° západní délky. Barevné snímky ze dne 1. září 1996 a prosince 1996 byly zkombinovány s černobílým záznamem ve vysokém rozlišení pořízeným v únoru 1997.

Na protější straně je detailní pohled na tenkou ledovou krustu oblasti Conamara Chaos. Snímky s rozlišením 54 metrů byly získány 20. února 1997 ze vzdálenosti 5340 kilometrů. Zobrazený výřez je velký 70 na 30 kilometrů a střed kompozice je na 9° severní šířky a 274° západní délky. Sever je nahoře.



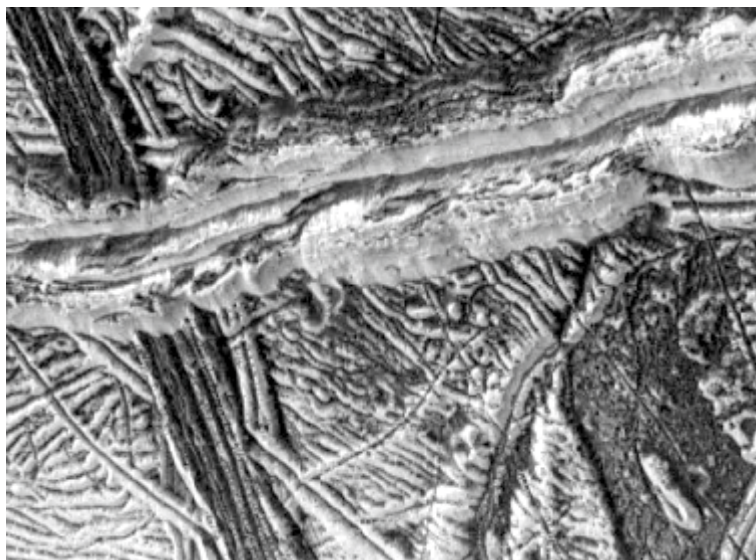
Thera Macula a Thrace Macula jsou dvě velké tmavé skvrny v ledové pustině. Thera je na snímku vlevo a je velká 70 krát 85 kilometrů. Pravá tmavě červenavá skvrna se jmenuje Thrace. Snímky byly získány 26. září 1998. Zobrazený výřez je velký 525 na 300 kilometrů a střed kompozice je na 50° jižní šířky a 180° západní délky.

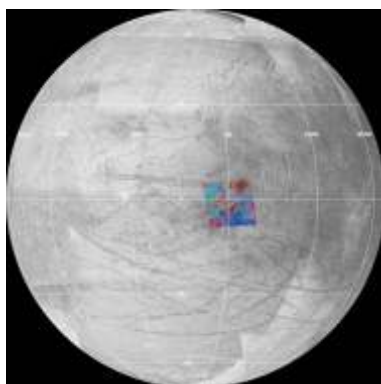
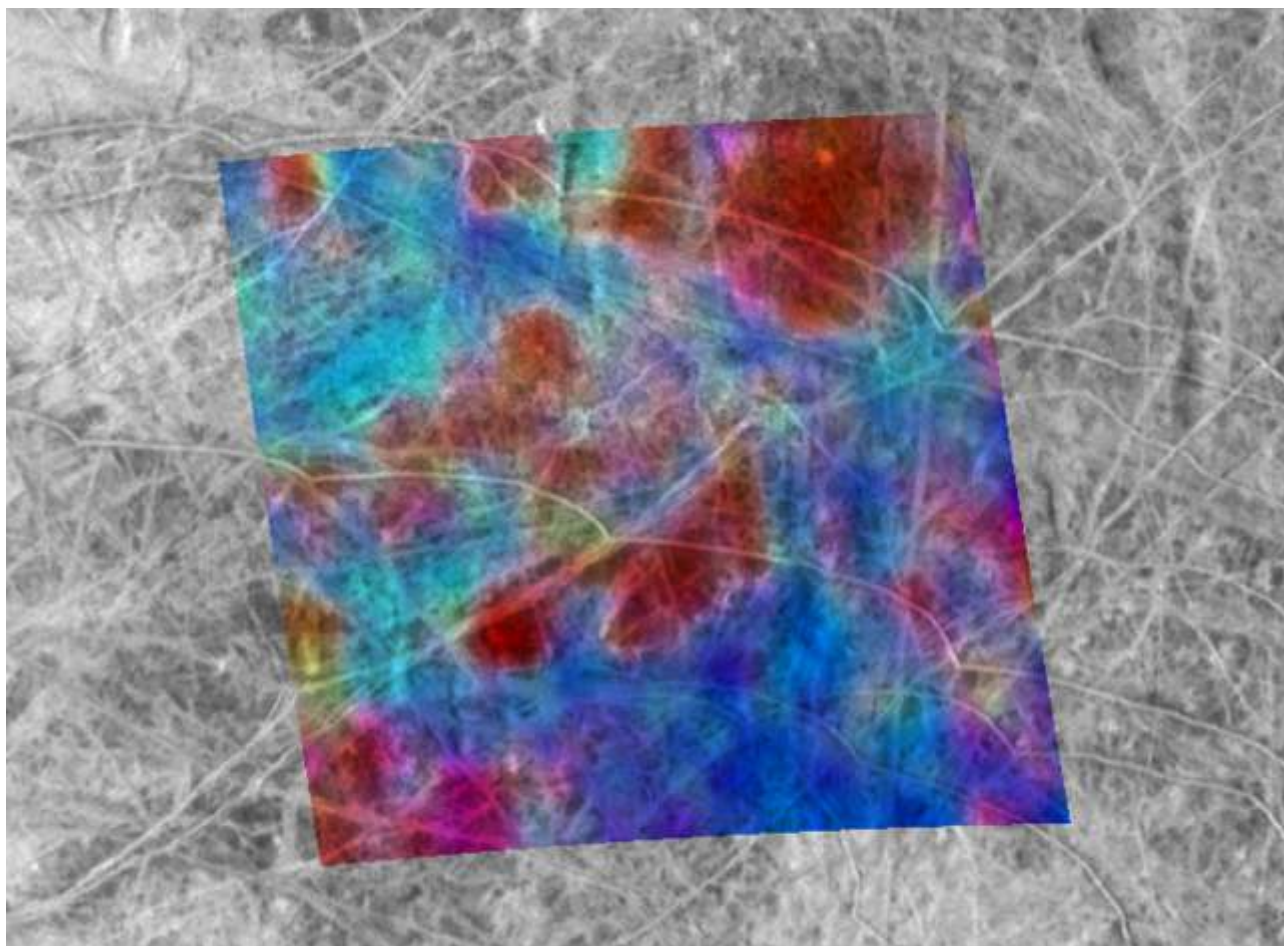


Trhání a borcení ledové krusty na povrchu měsíce Europa. Starší a světlejší struktura je v pravé části snímku. Vlevo dole nově vyrůstá tmavý klínovitě se rozvětvující systém rýh a trhlin, který vynáší z podloží tmavé sedimenty. Starší terén je pokryt prolínajícími se ledovými horskými hřebeny svažujícími se terasovitě do nižších poloh. Tento snímek byl pořízen dne 16. prosince 1997 ze vzdálenosti 1 250 kilometrů, rozlišení je 26 metrů. Snímek je centrován na 16,5° jižní šířky a 196,5° západní délky a zobrazuje zhruba deset kilometrů čtverečních.

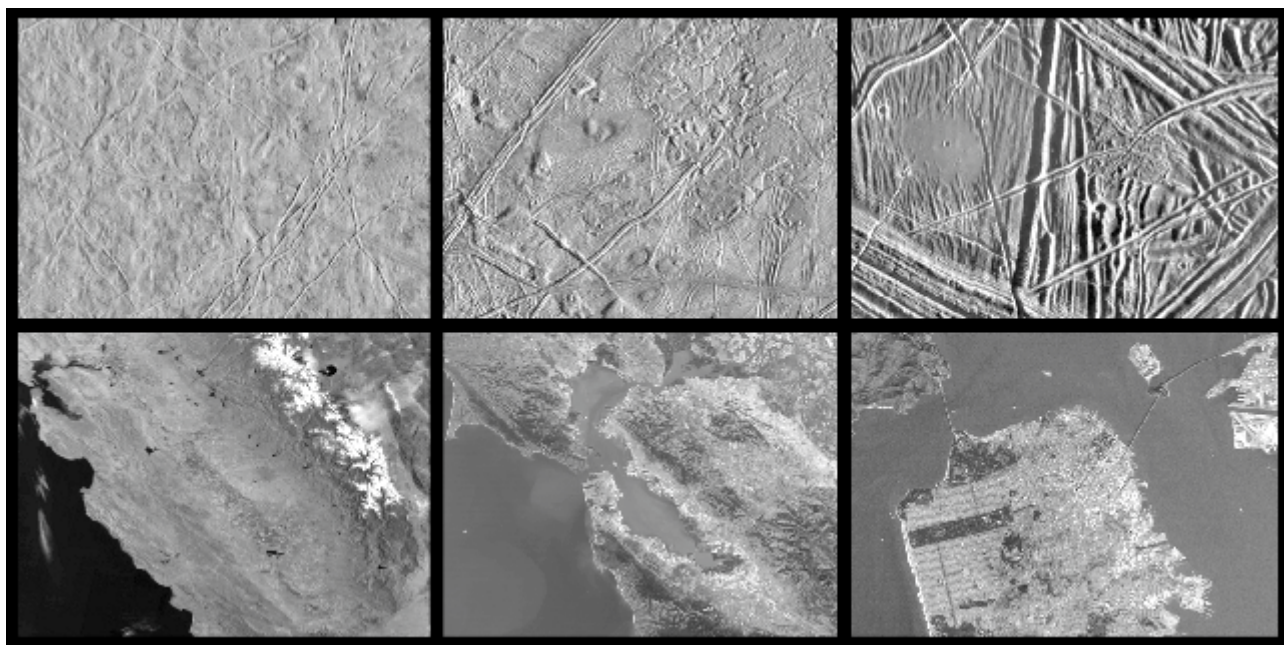


Na tomto snímku je vpravo dole patrná čerstvá narůstající krusta tmavého hladkého povrchu, který by mohl být právě vyvěrajícím horkým ledem z podloží. Zleva doprava se horní polovinou snímku táhne nejmladší horstvo, které dosahuje šíře až 5 kilometrů. Sever je na snímku nahoře, zobrazený výřez má 15 na 20 kilometrů a je centrován na 14° jižní šířky a 194° západní délky. Snímek byl pořízen dne 16. prosince 1997 ze vzdálenosti 1 300 kilometrů.





Europa má s Jupiterem vázanou rotaci, kolem své osy se tedy otočí ve stejné době (3,55 dne), v jaké obletí Jupiter. Střed polokoule Europy přivrácené k Jupiteru je zde zobrazený v blízkém infračerveném oboru pro odlišení tmavých hornin a světlého ledu. Modrá barva odpovídá jasným světlým ledovým pláním, červenavé odstíny byly přiřazeny tmavším nánosům, místům, v nichž převládá tmavý materiál a mladé povrchové útvary. Tmavý povrch s postupem času bledne a stává se světlejším. Snímek byl vytvořen na základě dat pořízených 25. listopadu 1999 dvěma přístroji SSI (*Solid State Imager*) a NIMS (*Near-Infrared Mapping Spectrometer*). Prozatím není prokázáno, jaké látky v tmavých horninách převažují. Další průzkum by mohl rozhodnout, zda jde například o směs kyseliny sírové a minerálních solí, či ještě o něco jiného. Barevně klíčovaná část snímku velikosti 400 na 400 kilometrů je centrována na průsečík rovníku a hlavního poledníku. Na celkovém snímku Europy je vidět rozsah a umístění zobrazené oblasti.

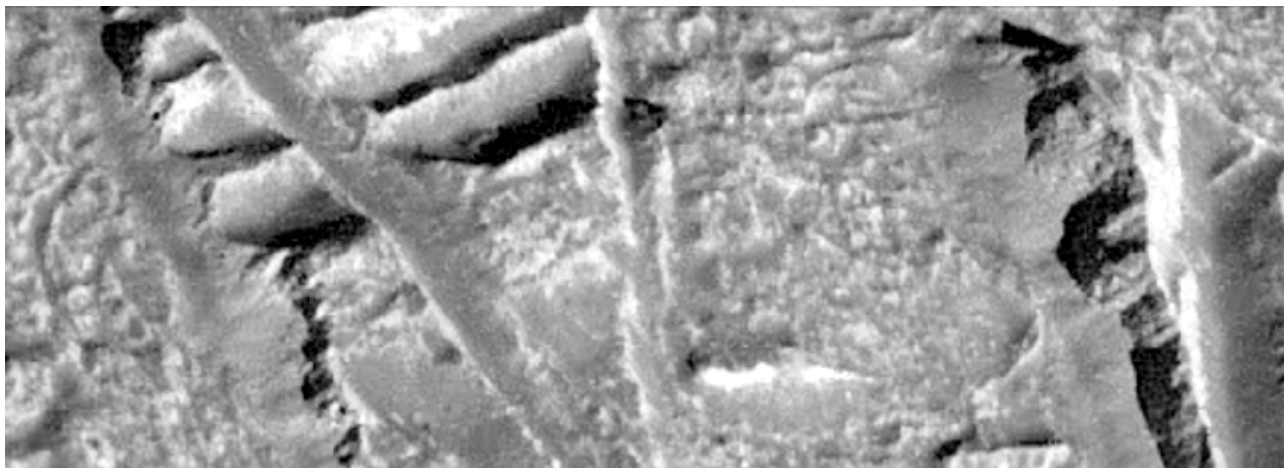


Na planetách a jejich měsících není zřejmé, na jak velké útvary pohlížíme. Chybí nám zde jakékoli srovnávací měřítko. Tyto tři dvojice snímků proto ukazují stejně velké oblasti na Europě a na Zemi pro představu, jak velká horstva a povrchové útvary se na povrchu Jupiterova měsíce nacházejí.

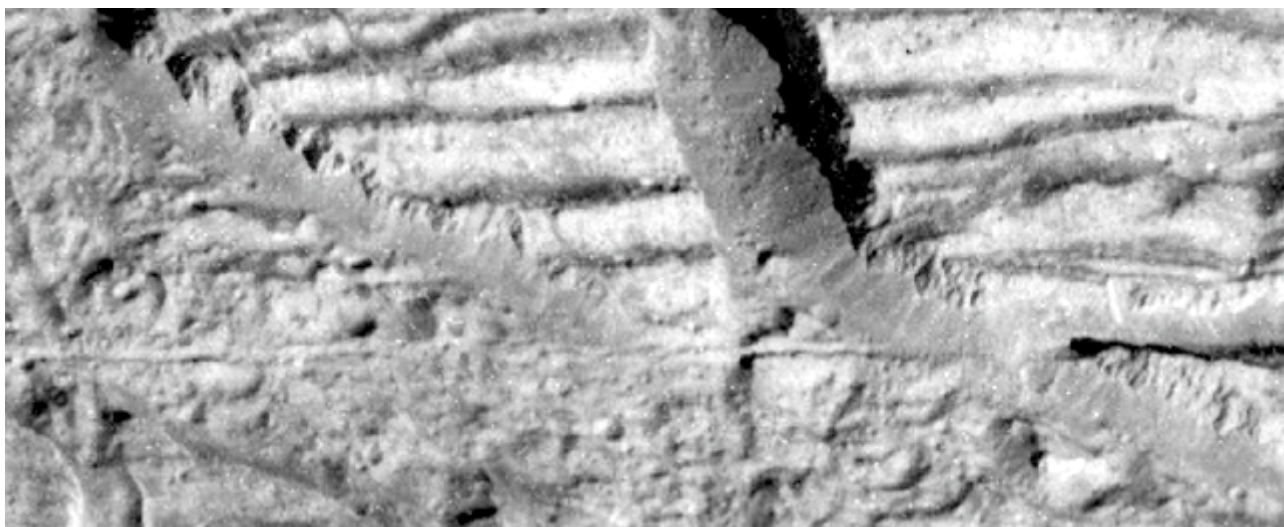
První dvojice je srovnáním zálivu u San Franciska v Kalifornii s ledovou plání Europy bez výraznějších detailů. Oba výřezy jsou velké 252 na 393 kilometrů. Rozlišení obou snímků je 630 metrů. Měsíc Europa byl snímán ze vzdálenosti 62 089 kilometrů 19. prosince 1996. Snímek San Franciska byl pořízen satelitem NOAA a převeden do srovnatelného měřítka. Druhá dvojice ukazuje část předchozí oblasti u San Franciska. Výřezy jsou opět stejně velké, tentokrát mají rozměry 100 krát 140 kilometrů. Rozlišení je 180 metrů a z povrchu Europy byla vybrána oblast pokrytá ledem a centrována na 8° severní šířky a 275,4° západní délky. Europa byla snímána ze vzdálenosti 17 900 kilometrů 20. února 1997. Snímek San Franciska byl pořízen satelitem *LandSat Thematic Mapper*. Poslední dvojice zabírá území velké 13 na 18 kilometrů a dosahuje rozlišení 26 metrů. Na povrchu Europy byla zvolena hladká oblast měřící napříč 3,2 kilometru. Je patrná v levé části snímku. Snímek byl pořízen 19. prosince 1996 ze vzdálenosti 2 500 kilometrů. Na snímku San Franciska, pořízeném satelitem *LandSat Thematic Mapper*, jsou již v tomto rozlišení dobře patrné jednotlivé stavby, mosty a velké lodě na vodní hladině.



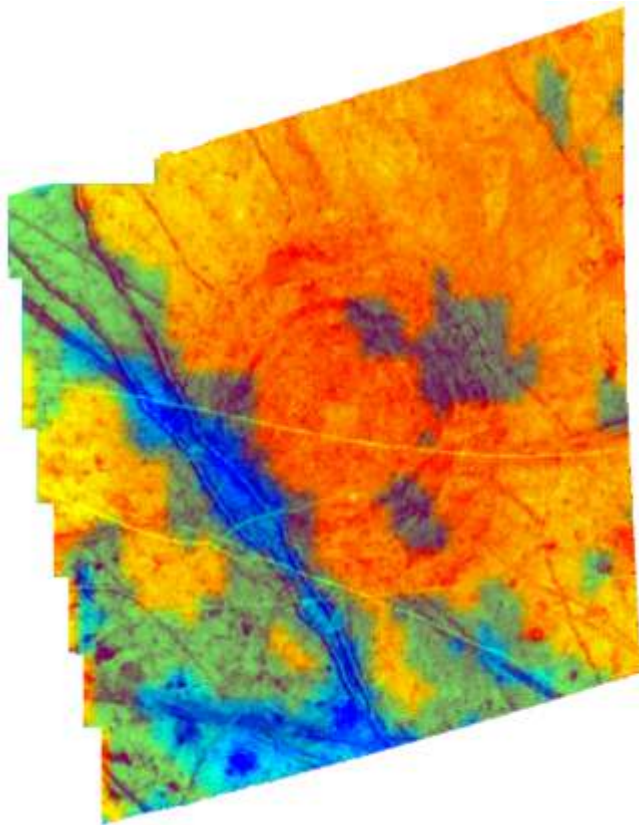
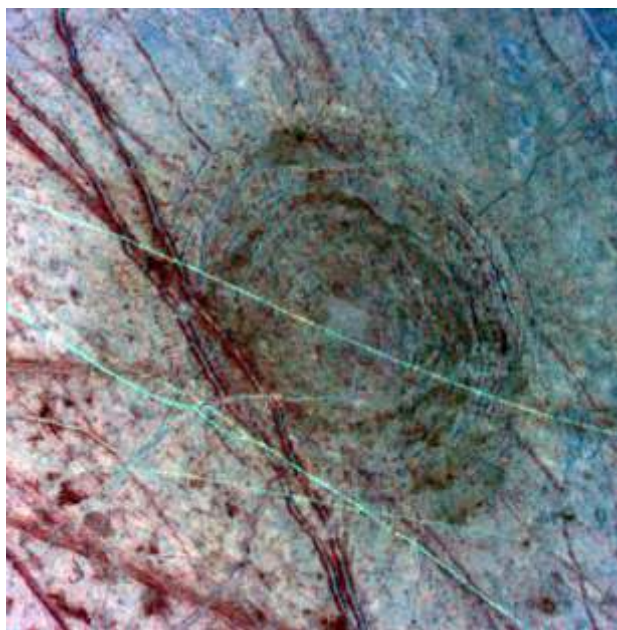
V průběhu svého dvanáctého obletu kolem Jupiteru, dne 16. prosince 1997 se sonda Galileo dostala až na vzdálenost 200 kilometrů od Europy. Tento snímek byl pořízen v průběhu přiblížení ze vzdálenosti 560 kilometrů a jde o jeden z nejpodrobnějších snímků Europy, který se sondě podařilo pořídit. Jde o pohled pod velmi ostrým úhlem. Krajina je tedy perspektivně zkreslena. Tmavé okrouhlé místo by mohlo být impaktovým kráterem. Sever je napravo, střed snímku je na 13° jižní šířky a 235° západní délky. Pruh krajiny je zhruba 1,8 kilometru široký. Nejmenší detaily jsou velké jen 6 metrů.



Pohled do oblasti Conamara Chaos na měsíci Europa ukazuje horské srázy a strže, jimiž jsou lemovány ledové pláně. Sever je na snímku nahoře, zobrazený výřez měří 1,5 na 4 kilometry a je centrován na 8° severní šířky a 273° západní délky. Snímek byl pořízen 16. prosince 1997 ze vzdálenosti 900 kilometrů. Nejmenší podrobnosti jsou veliké 9 metrů.

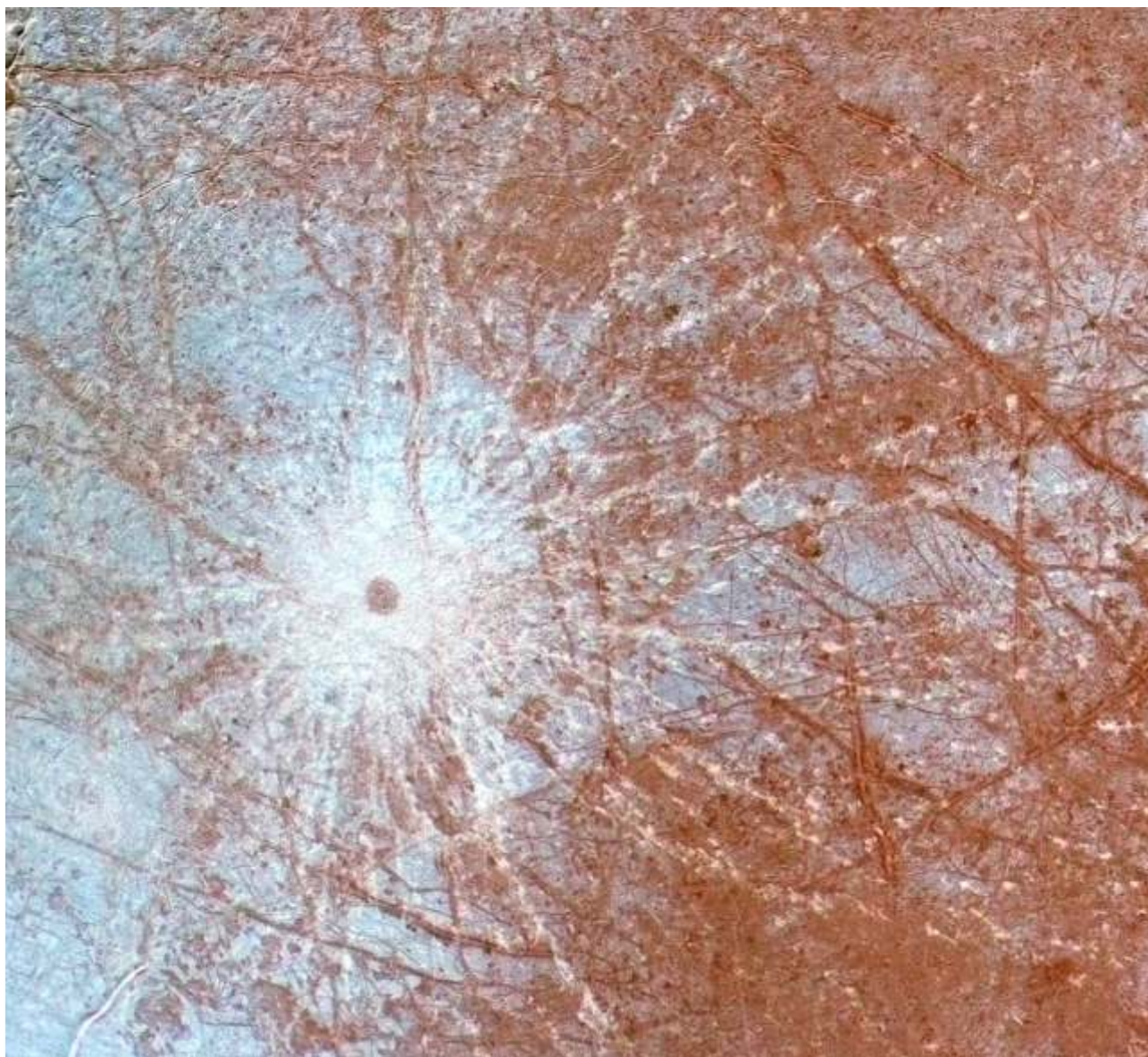


Detailní snímek krajiny Conamara Chaos. Zde jsou vidět zlomy v ledových plátech, které se táhnou skrze horské hřebeny a strmá úbočí kopců vystupujících nad okolní starší horstva. Dochází k tomu pravděpodobně protavením horkého podloží skrze dlouhé pukliny a jeho následným zamrznutím nad staršími hřebeny. Zamrznutím tekutého podloží na povrchu by mohlo také docházet k rozpraskání strmých úbočí nových hřebenů, jak je vidno na snímku. Nové horské hřebeny jsou o stovky metrů vyšší než starší krajina pod nimi. Sever je na snímku nahoře, zobrazený výřez měří 1,7 na 4 kilometry a je centrován na 9° severní šířky a 274° západní délky. Snímek byl pořízen 16. prosince 1997 ze vzdálenosti 900 kilometrů. Nejmenší podrobnosti jsou veliké 9 metrů.

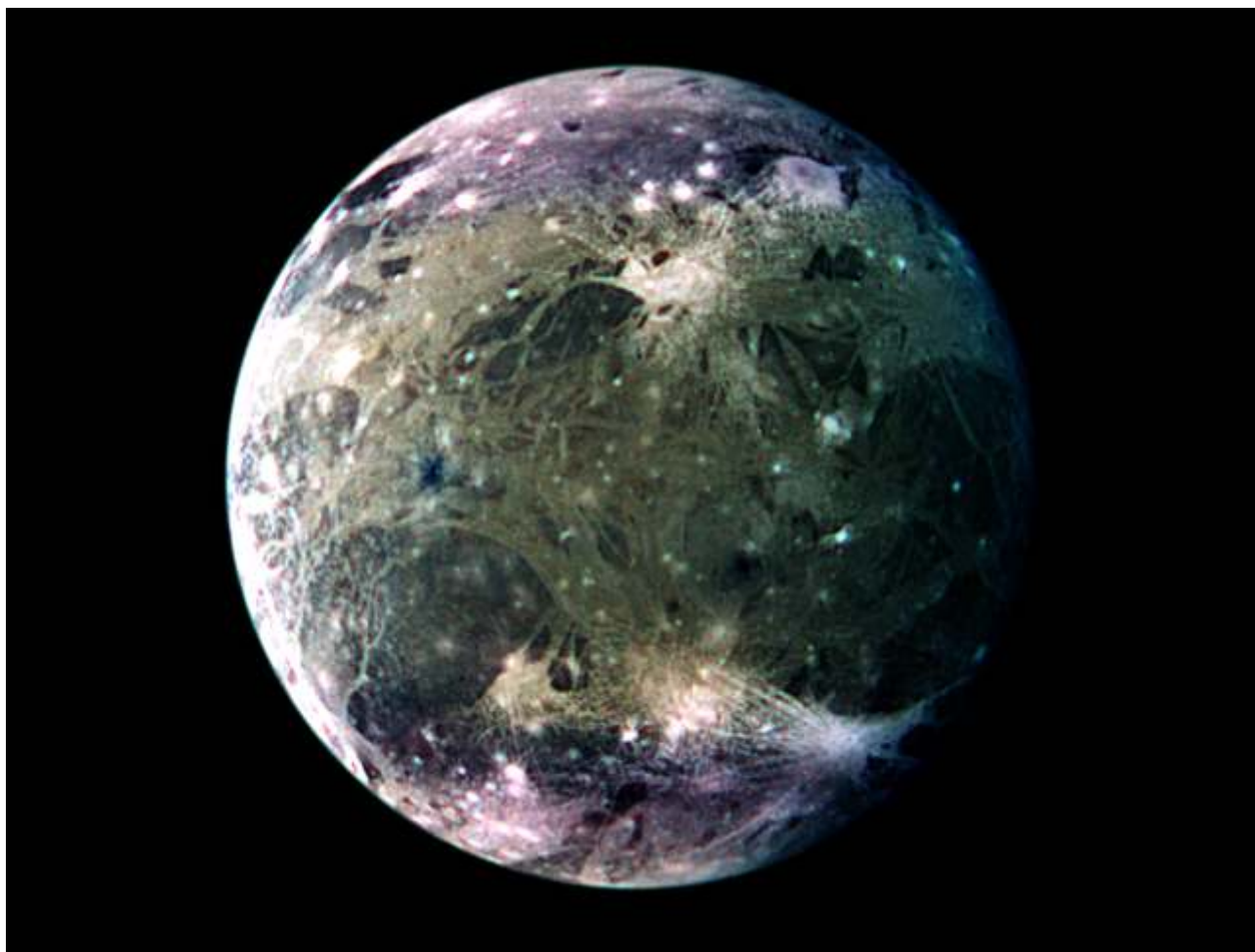


Impaktový kráter v ledovém povrchu měsíce Europa je úplně jiný útvar, než jaké známe z těles, jejichž povrch ledem pokryt není. Dopadem tělesa velkého jako hora došlo k popraskání ledu v koncentrických zlomech v okruhu 140 kilometrů. Výsledný povrchový útvar je pojmenován Tyre. Na levém snímku, který byl pořízen dne 4. dubna 1997 ze vzdálenosti 29 000 kilometrů, je impakt Tyre zobrazen kamerou SSI (*Solid State Imager*). Šíře záběru je 214 kilometrů, jeho střed je na 34° severní šířky a 146,5° západní délky, sever je nahoře.

Na druhém obrázku je barevně znázorněno rozložení ledu a minerálů v oblasti Tyre. Základem pro tento záznam byla data pořízená aparaturou NIMS (*Near Infrared Mapping Spectrometer*). Modrou barvou jsou vyznačeny oblasti bohaté na minerální soli. Žlutooranžová barva odpovídá vysoké koncentraci vodního ledu. Střed oblasti, tedy místo dopadu, je vyplněno hrubým nadrceným ledem. Data byla aparaturou NIMS získávána ze vzdálenosti 700 000 kilometrů. Nejmenší rozlišitelné útvary mají velikost 6,26 kilometru.



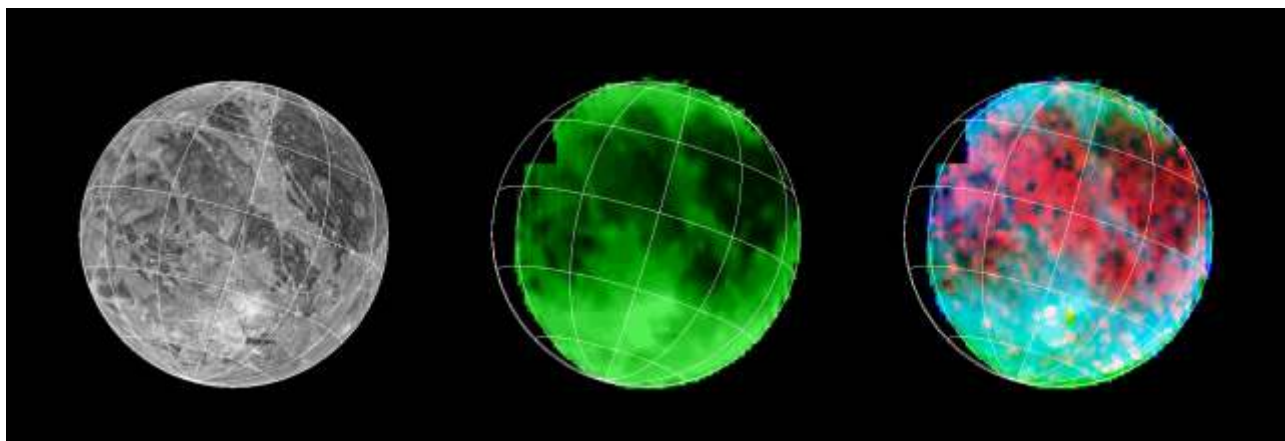
Mladý impaktový kráter Puyallup na zadní straně měsíce Europa je zachycený na snímku z 19. prosince 1996. Samotný kráter má v průměru 26 kilometrů, impaktem vyvržená hornina vytvořila tmavou skvrnu o průměru 40 kilometrů a světlý materiál rozptýlený po okolí doletěl na všechny strany do vzdálenosti stovek kilometrů. Jde o světlý čerstvý vodní led, jímž byl při dopadu překryt starší hnědý a modrý terén. Šíře zobrazené oblasti je 1 240 kilometrů, střed je na 11° jižní šířky a 276° západní délky, sever je vpravo.



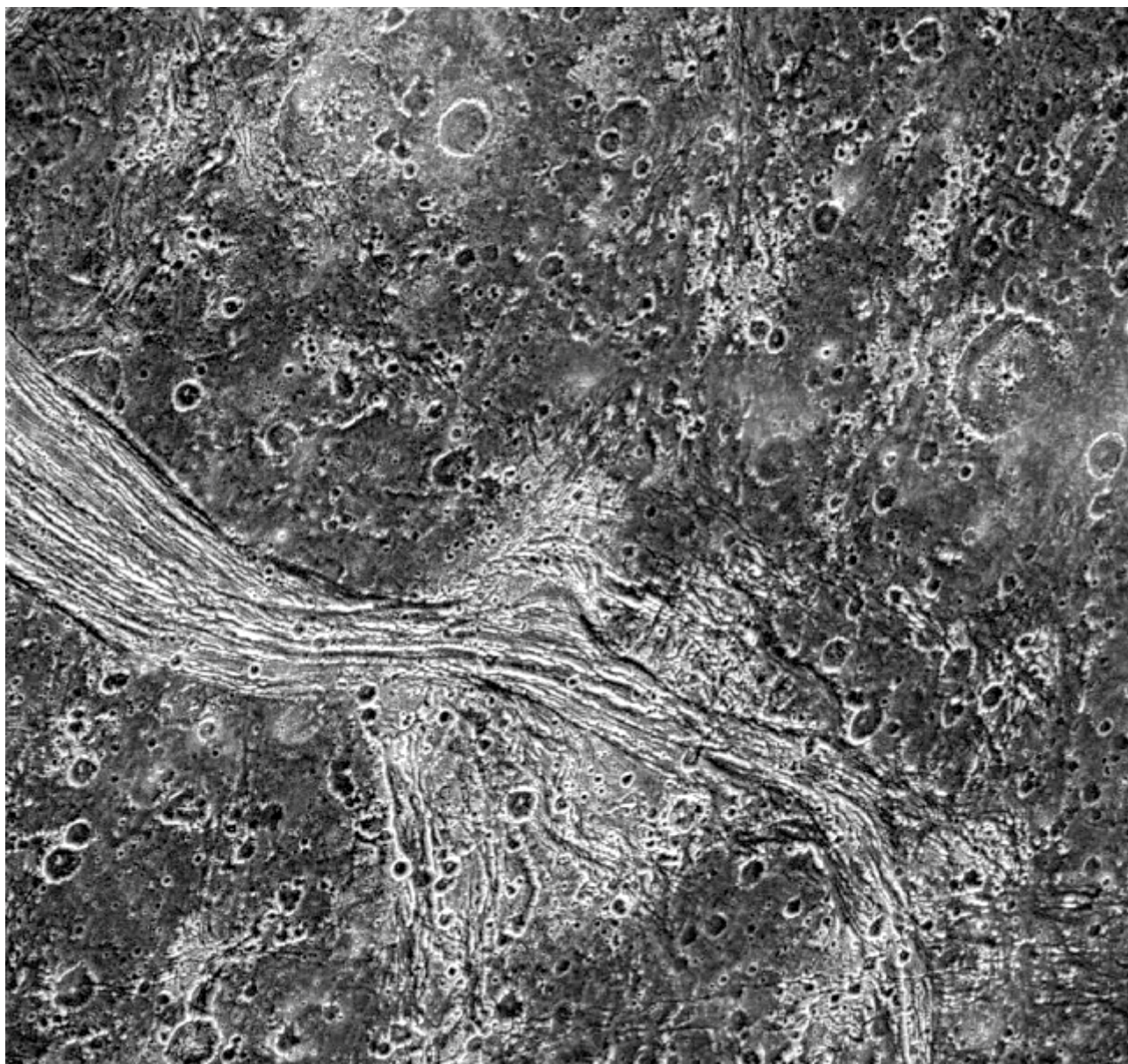
Celkový pohled na zadní stranu měsíce Ganymed. Přední nebo zadní strana měsíce zde znamená orientaci vůči jeho pohybu okolo Jupiteru. Jelikož všechny galileovské měsíce mají synchronní, tzv. vázanou rotaci s oběžnou dobou, je neustále přední strana natočena ve směru jejich pohybu. Opačná polokoule, tzv. zadní strana, je orientována do míst, která měsíc právě opustil. Krom ledových polárních oblastí jsou na Ganymedu dva druhy terénu. Světlý, tvořený dlouhými brázdami, rýhami a liniemi, a tmavý, pravděpodobně starší povrch, s patrnými známkami mnohem mírnějších tektonických procesů. Fialová barva polárních oblastí je výsledkem odrazivosti drobného ledového poprašku, který lépe odráží kratší vlnové délky viditelného světla. Na složení povrchu polárních oblastí se výrazně podílí magnetické pole Ganymedu, které je propojeno s magnetickým polem Jupiteru, a díky němuž se zde může usazovat plazma z vnitřní Jupiterovy magnetosféry. Polární oblasti Ganymedu jsou ve srovnání se Zemí poměrně rozsáhlé, v průměru dosahují 40° Ganymedovy šířky, místy zasahují až ke 25. rovnoběžce. Sever je nahoře, kompozice je složena ze zeleného a fialového obrazu, které byly doplněny záznamem na vlnové délce 1 mikrometr. Střed snímku je na 309° západní délky, snímek byl pořízen 29. března 1998 ze vzdálenosti 918 tisíc kilometrů, jeho rozlišení je 9 kilometrů.



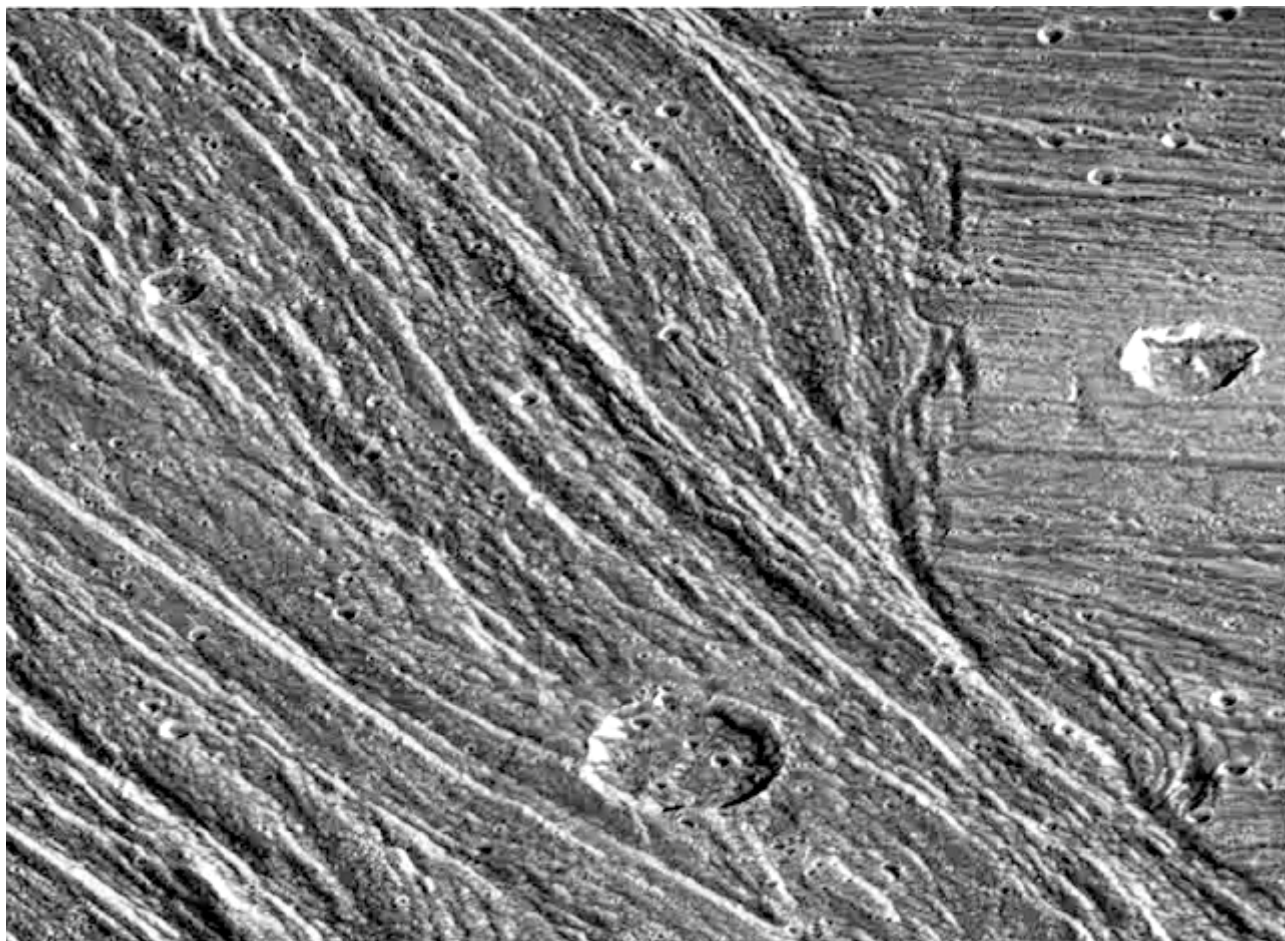
Jiný pohled na měsíc Ganymed, tentokrát vyladěný lépe k barevné citlivosti lidského oka. Tmavé oblasti jsou plné starých kráterů a jsou proto evidentně starší než světlá, tektonicky mladší krajina. Z mnoha velkých kráterů se paprskovitě rozbíhá síť světlejšího materiálu vyvrženého z podloží podobně jako na pozemském Měsíci. Snímek byl pořízen 26. června 1996, jeho rozlišení je 13,4 kilometru.



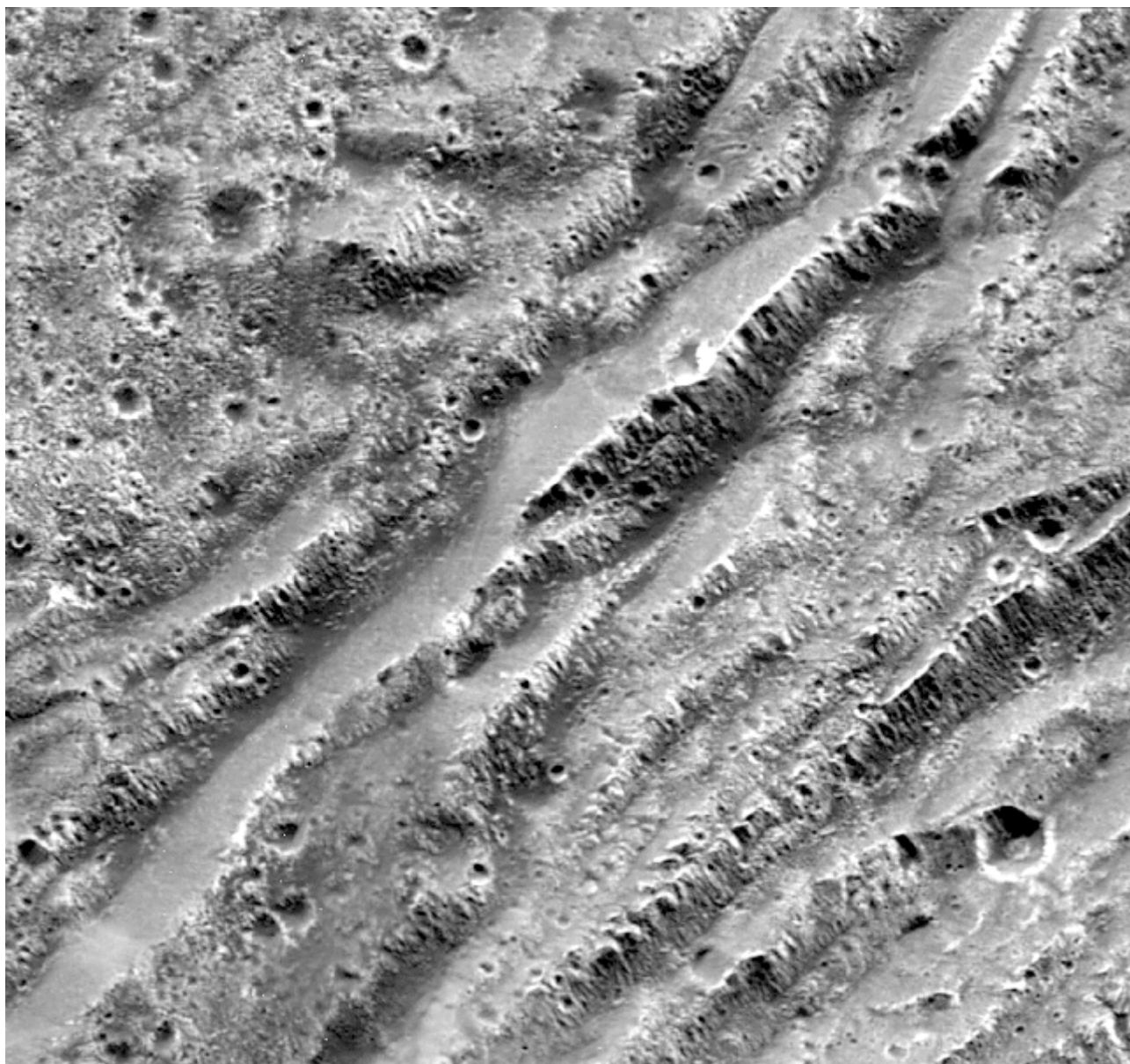
Srovnání tří rozdílných pohledů na měsíc Ganymed. Vlevo je záznam z kamery Voyageru. Černobílý obraz odpovídá záznamu ve viditelném světle. Uprostřed je snímek pořízený aparaturou NIMS (*Near Infrared Mapping Spectrometer*) na palubě sondy Galileo. Světlé oblasti jsou bohaté na vodní led, v tmavých plochách je vody a ledu poskrovnu. Na snímku vpravo, pořízeném toutéž technikou, je červenou barvou znázorněn terén bohatý na minerály, modrá značí pláň pokryté ledovými hroudami a sněhem.



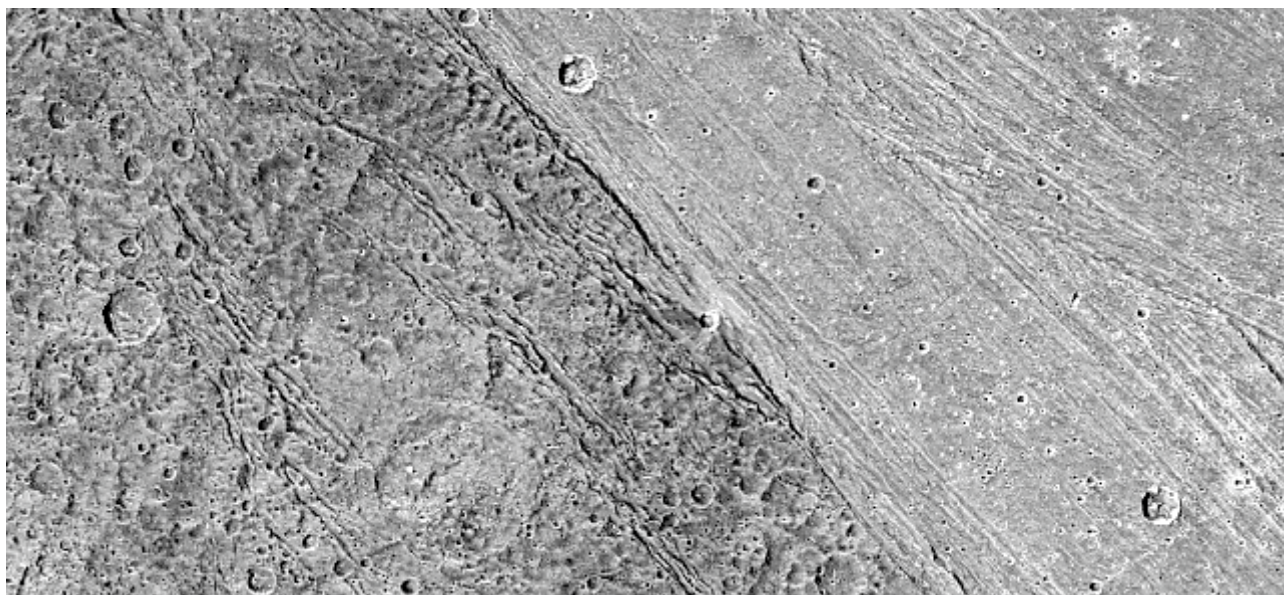
Vrásčitý terén světlé brázdy Lagash Sulcus, která se nachází v oblasti Marius Regio na měsíci Ganymedu. Rozhraní mezi světlým a tmavým terénem je tvořeno hlubokými koryty. Tektonické deformace jsou evidentně soustředěny jen do světlé brázdy. Sever je nahoře, střed snímku je na 17° jižní šířky a 156° západní délky, snímek byl pořízen 6. června 1997 ze vzdálenosti 28 655 kilometrů, jeho rozlišení je 288 metrů.



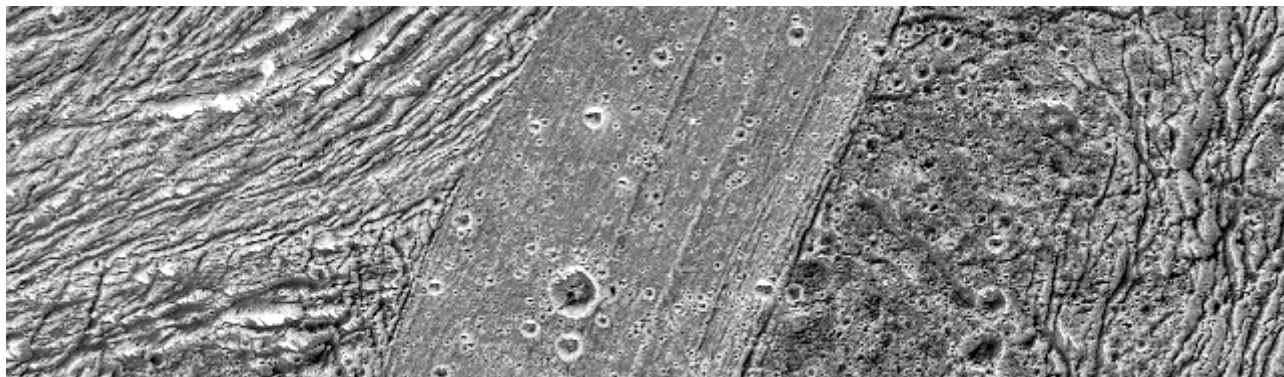
Rýhování v oblasti Nippur Sulcus na měsíci Ganymedu. Nippur Sulcus je typickým příkladem světlého terénu. Diagonální zvrásnění je mladší než rýhování v pravé části snímku probíhající vodorovně. Velký kráter v popředí má v průměru 12 kilometrů. Sever je nahoře, střed snímku je na 51° severní šířky a 204° západní délky, snímek byl pořízen 6. září 1997 ze vzdálenosti 9 971 kilometrů, jeho rozlišení je 93 metrů. Zobrazená oblast je velká 79 na 57 kilometrů.



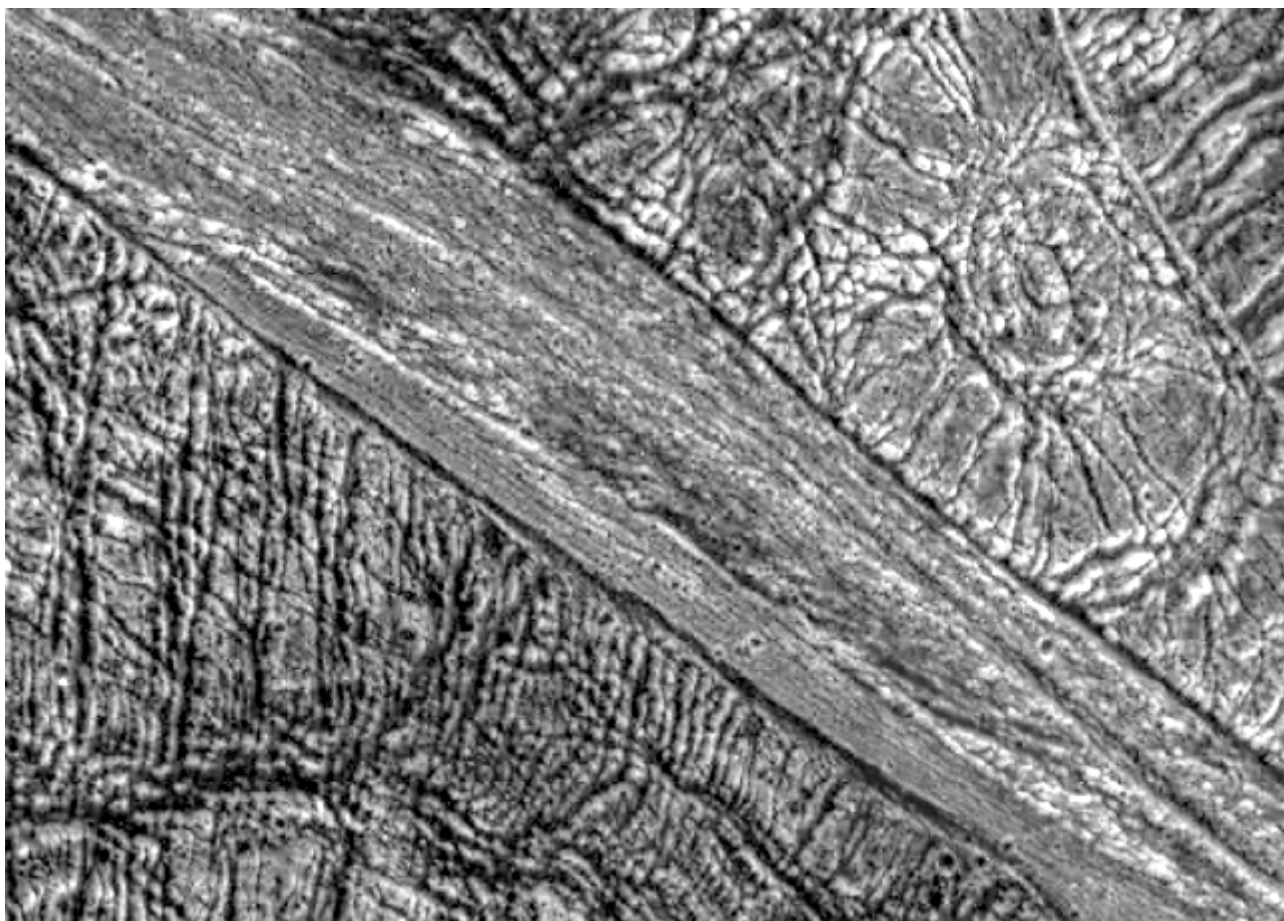
Tmavý terén v oblasti Nicholson Regio poblíž hranice s brázdou Harpagia Sulcus na měsíci Ganymedu. Jde o erodovaný starý terén, který nese stopy mnohačetného meteorického bombardování. Nové krátery postupně překrývají ty starší. Sever je nahoře, střed snímku je na 14° jižní šířky a 320° západní délky, snímek byl pořízen dne 20. května 2000 ze vzdálenosti 2 090 kilometrů, jeho rozlišení je 20 metrů. Zobrazená oblast je velká 16 na 15 kilometrů.



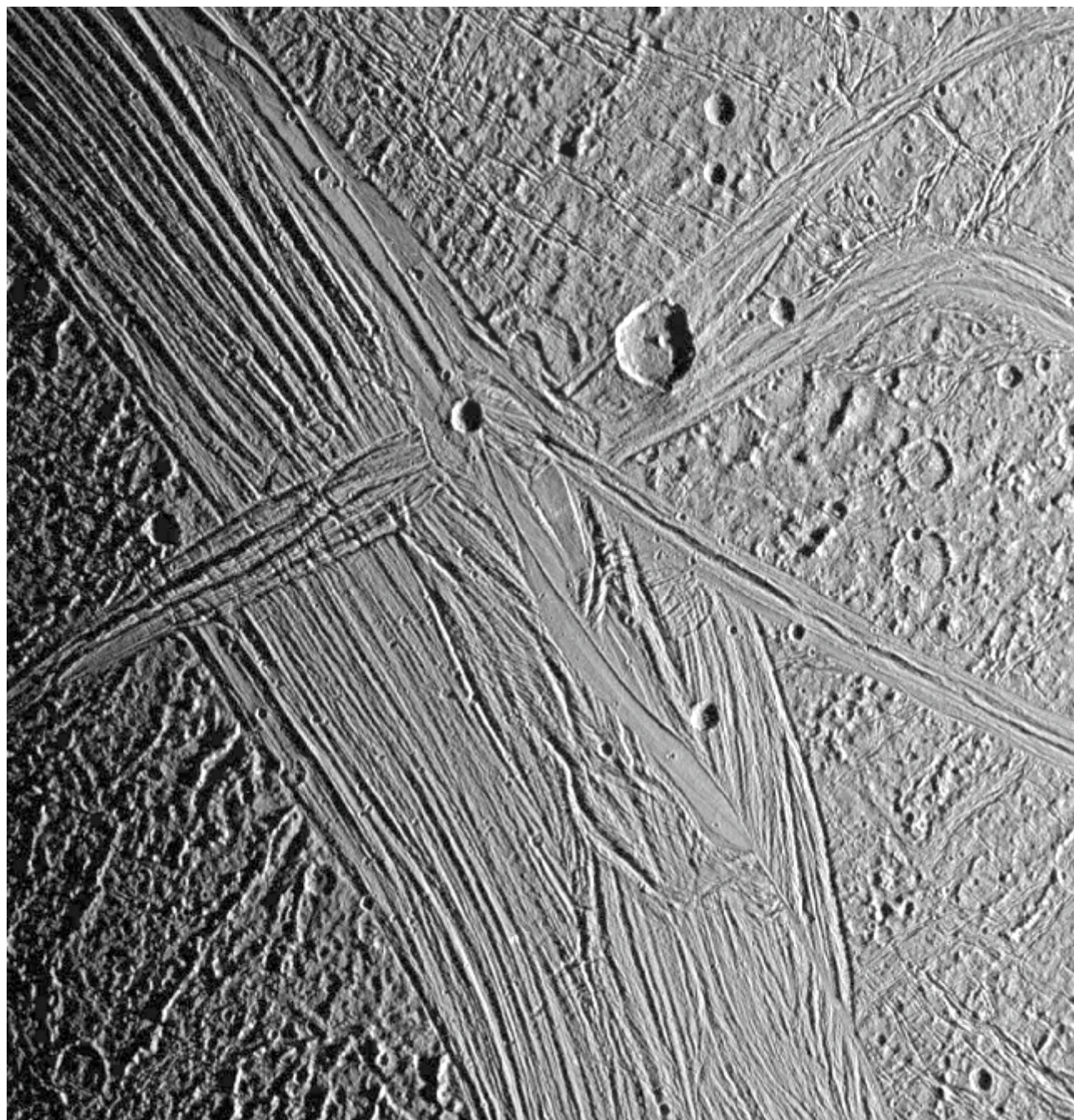
Rozhraní tmavého terénu v oblasti Nicholson Regio (vlevo) se světlým terénem rýhované brázdy Harpagia Sulcus (vpravo). V tmavém terénu jsou vidět i velmi velké krátery, které jsou zde nejstaršími rozeznatelnými útvary. Sever je nahoře, střed snímku je na 14° jižní šířky a 319° západní délky, snímek byl pořízen 20. května 2000 ze vzdálenosti 11 800 kilometrů, jeho rozlišení je 121 metrů. Zobrazená oblast je velká 213 na 97 kilometrů.

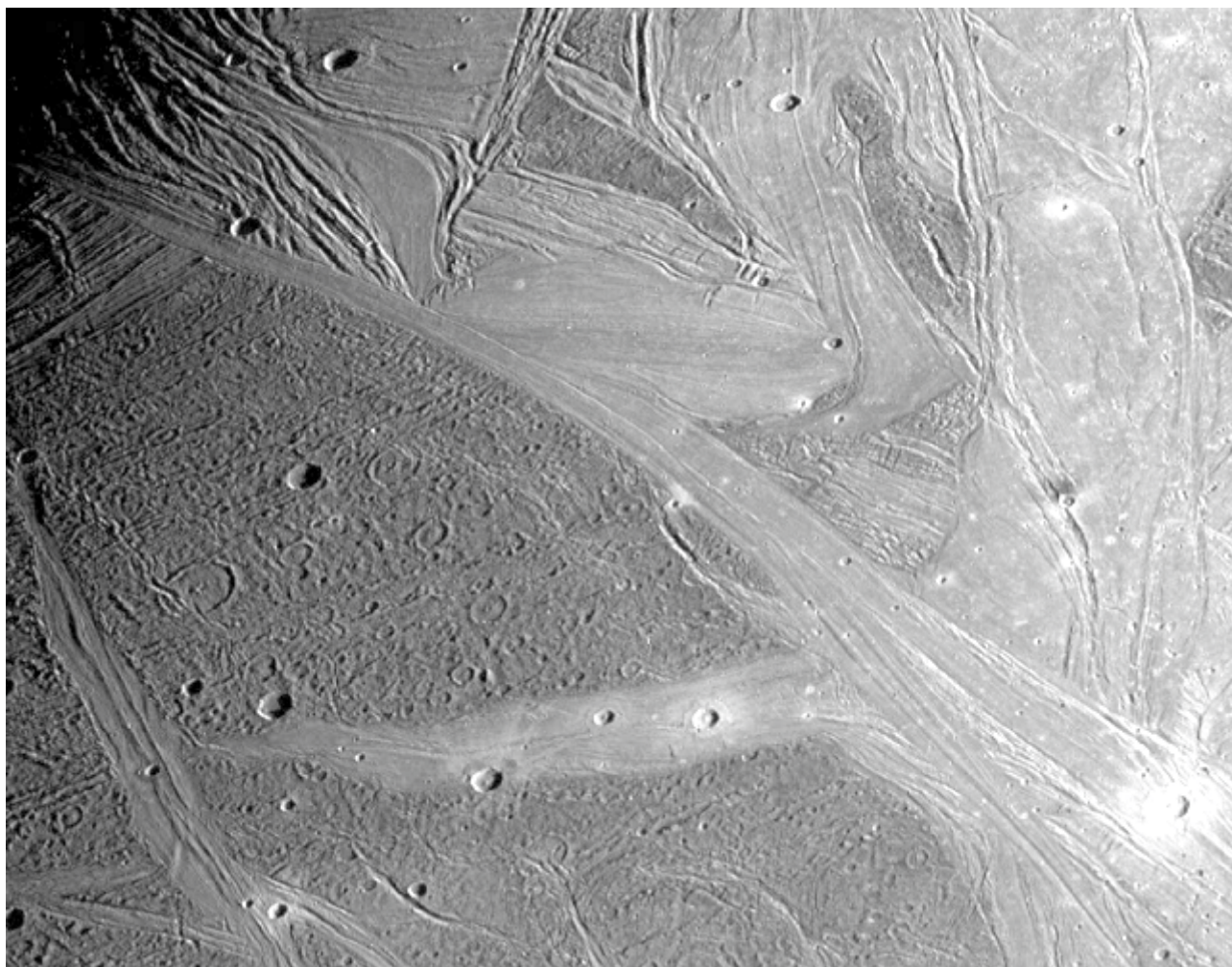


Oblast Nicholson Regio a brázda Arbela Sulcus jsou ukázkou prolínání několika druhů krajiny na měsíci Ganymedu. Světlý povrch Arbela Sulcus uprostřed je nejmladší. Východně odtud, napravo, je nejstarší a také kosmickým bombardováním nejvíce poznamenaný terén Nicholson Regio. Naproti tomu východní oblast je silně zbrázdněná a její povrch se utvářel v době mezi oběma předchozími extrémami. Sever je nahoře, střed snímku je na 15° jižní šířky a 347° západní délky, snímek byl pořízen 20. května 2000 ze vzdálenosti 3 350 kilometrů, jeho rozlišení je 34 metrů. Zobrazená oblast je velká 89 krát 26 kilometrů.



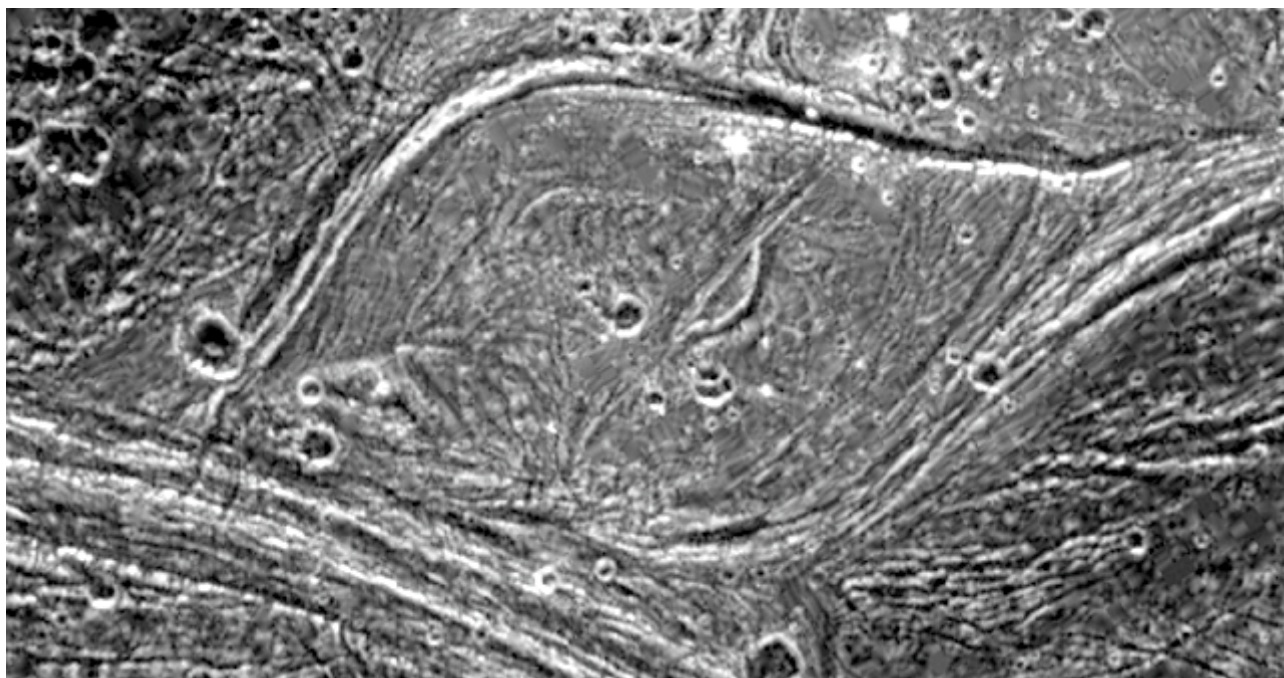
Hranice mezi světlým a tmavým terénem v oblasti Galileo Regio na Ganymedu. Na snímku je dobře patrný úzký, jen 15 kilometrů široký předěl tvořený vrásčitým terénem mezi tmavou a světlou oblastí. Velký okrouhlý útvar v pravé horní části snímku je nejspíše tektonicky tvarově pozměněný starý impaktový kráter. Podobné detaily by mohly být vodítkem při odhalování tektonické minulosti měsíce Ganymedu. Sever je nahoře, střed snímku je na 7° severní šířky a 157° západní délky, snímek byl pořízen 7. května 1997 ze vzdálenosti 16 218 kilometrů, jeho rozlišení je 160 metrů. Zobrazená oblast je velká 81 na 58 kilometrů.





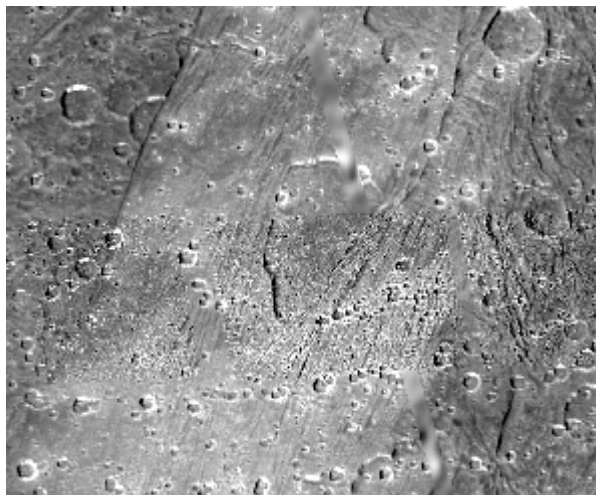
Oblast Marius Regio a brázda Nippur Sulcus na Ganymedu. Světlý terén je doprovodným jevem kryovulkanizmu. Široce zbrázděné světlé oblasti Philus Sulcus a Nippur Sulcus jsou v horní pravé polovině snímku a vlevo dole se diagonálně táhne brázda Byblus Sulcus, která byla objevena při druhém obletu sondy Galileo kolem Jupiteru. Zobrazená oblast je velká 664 na 518 kilometrů. Sever je nahoře, střed snímku je na 43° severní šířky a 194° západní délky. Snímek byl pořízen dne 7. května 1997 ze vzdálenosti 92 402 kilometrů, jeho rozlišení je 940 metrů.

Nalevo je fotografie oblasti Tiamat Sulcus na Ganymedu těsně po východu Slunce. Brázda Tiamat Sulcus je protnutá brázdou Kishar Sulcus táhnoucí se východozápadně. Sever je nahoře, střed snímku je na 1° jižní šířky a 204° západní délky, snímek byl pořízen 7. května 1997 ze vzdálenosti 48 859 kilometrů, jeho rozlišení je 494 metrů. Zobrazená oblast je velká 386 na 387 kilometrů.



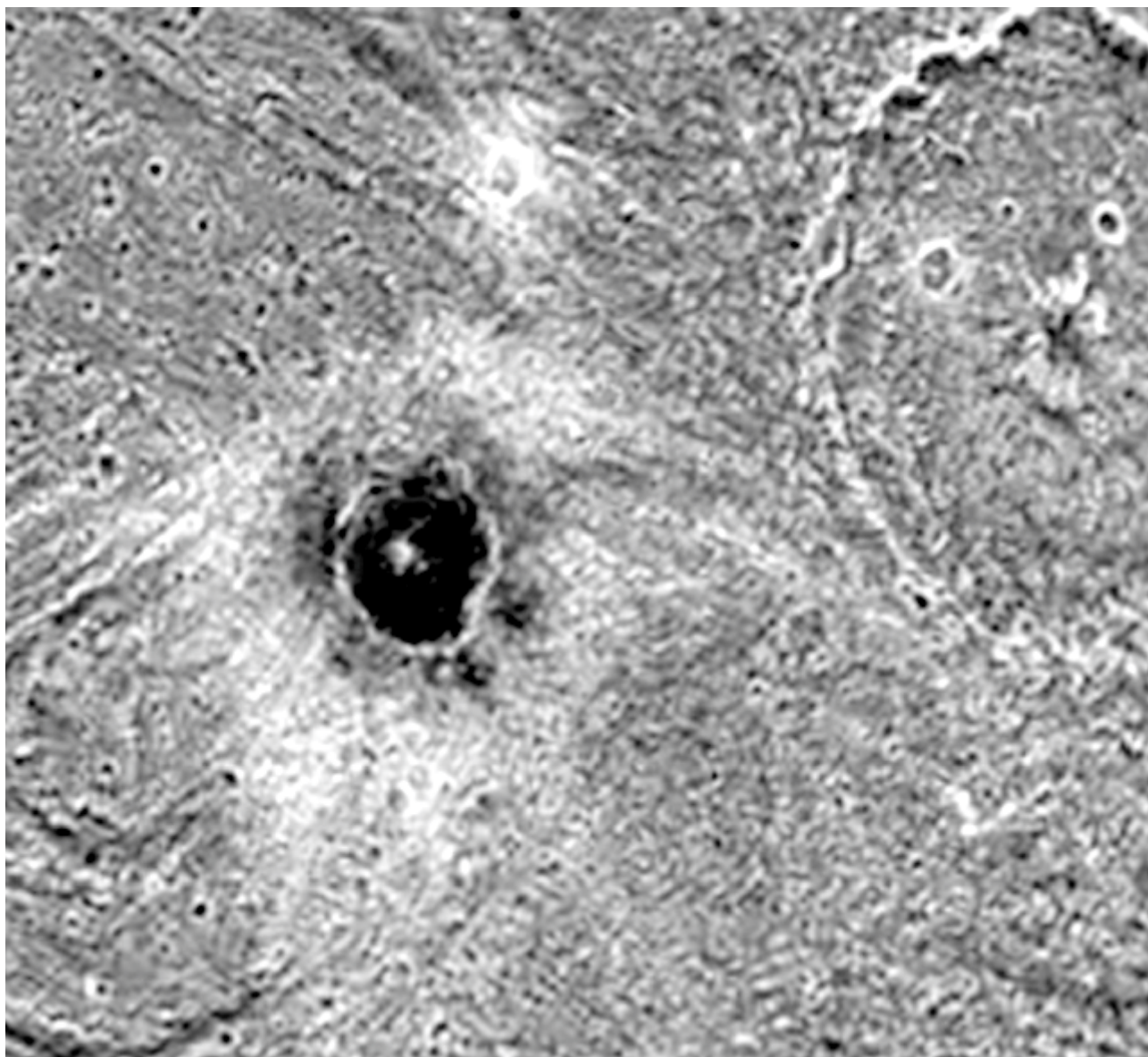
Tektonické zlomy v oblasti Marius Regio na Ganymedu. Severovýchodně odtud se nalézá světlá oblast Nippur Sulcus. Čočkovitě vykousnutý ostrov z okolního tmavého terénu je dlouhý 80 kilometrů. Sever je nahoře, střed snímku je na 32° severní šířky a 188° západní délky, snímek byl pořízen 6. září 1996 ze vzdálenosti 18 522 kilometrů, jeho rozlišení je 188 metrů. Zobrazená oblast je velká 120 na 63 kilometrů.

Mělká prohlubeň uprostřed snímku připomíná vulkanickou kalderu o velikosti 5 krát 20 kilometrů. Kaldery jsou rozsáhlé propadlé oblasti, pod nimiž pevné souvislé povrchové desce ustoupila plastická nebo tekutá hornina v podloží. Takto se mohou vlastní tíhou nad vulkanickými pláněmi části terénu propadnout až o několik kilometrů a přitom si zachovat na povrchu známky původního terénního reliéfu. Kaldery ve světlém terénu Ganymedu jsou podobné kalderám na Zemi a na Jupiterově měsíci Io. Západní sráz kopíruje staré tektonické zlomy, východní srázy jsou protnuty mladšími trhlinami. Láva pronikuvší při propadu na povrch byla nejspíše směsí vody a roztaveného podloží. Tato směs mohla vytéci do okolní krajiny přes mělkou východní hranu. Pozdější tektonické děje veškeré stopy kryovulkanizmu překryly. Sever je nahoře, střed snímku je na 24° jižní šířky a 318° západní délky, snímek byl pořízen při 28. obletu Jupiteru, jeho rozlišení je 43 metrů. Zobrazená oblast je velká 162 na 119 kilometrů.

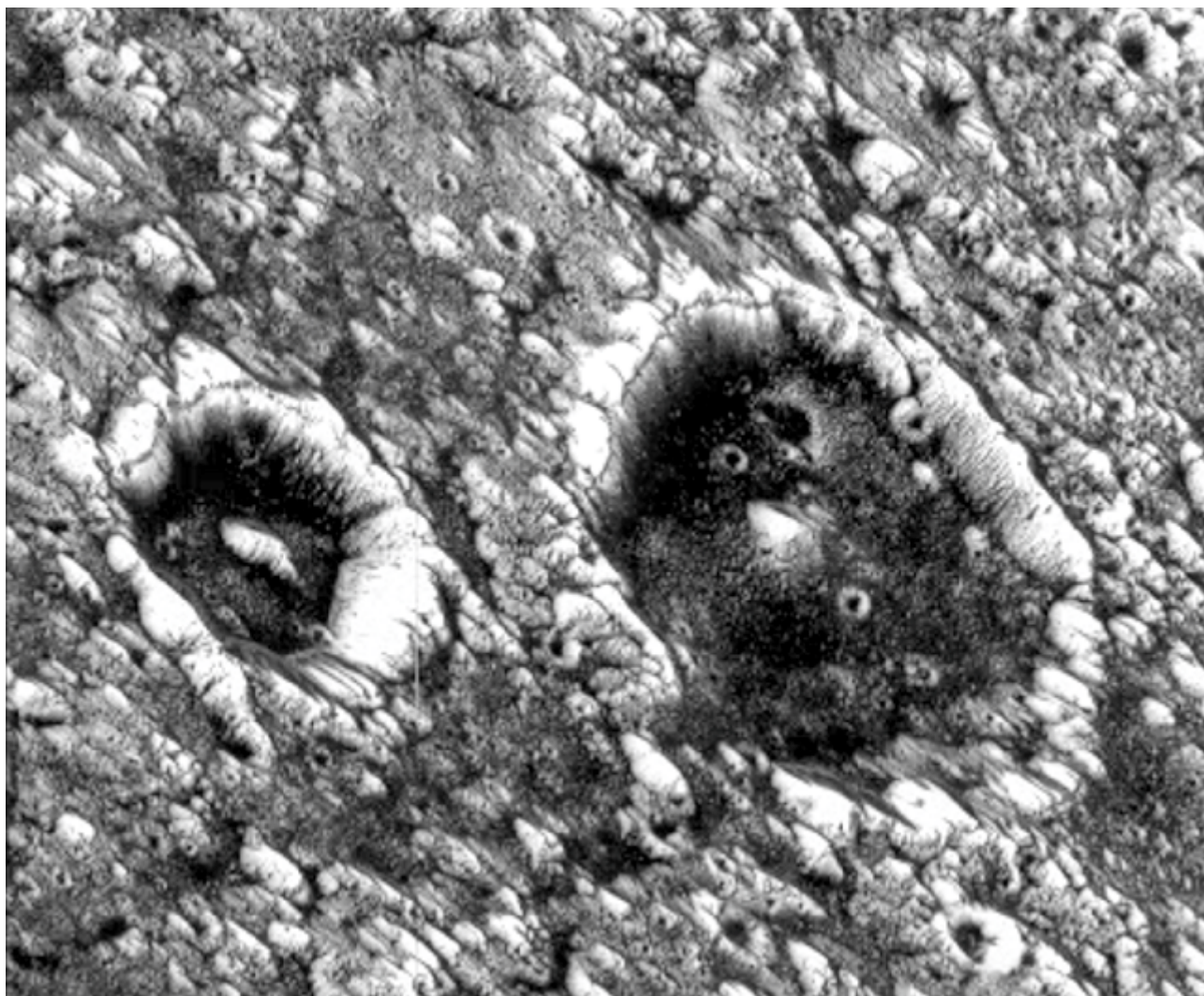




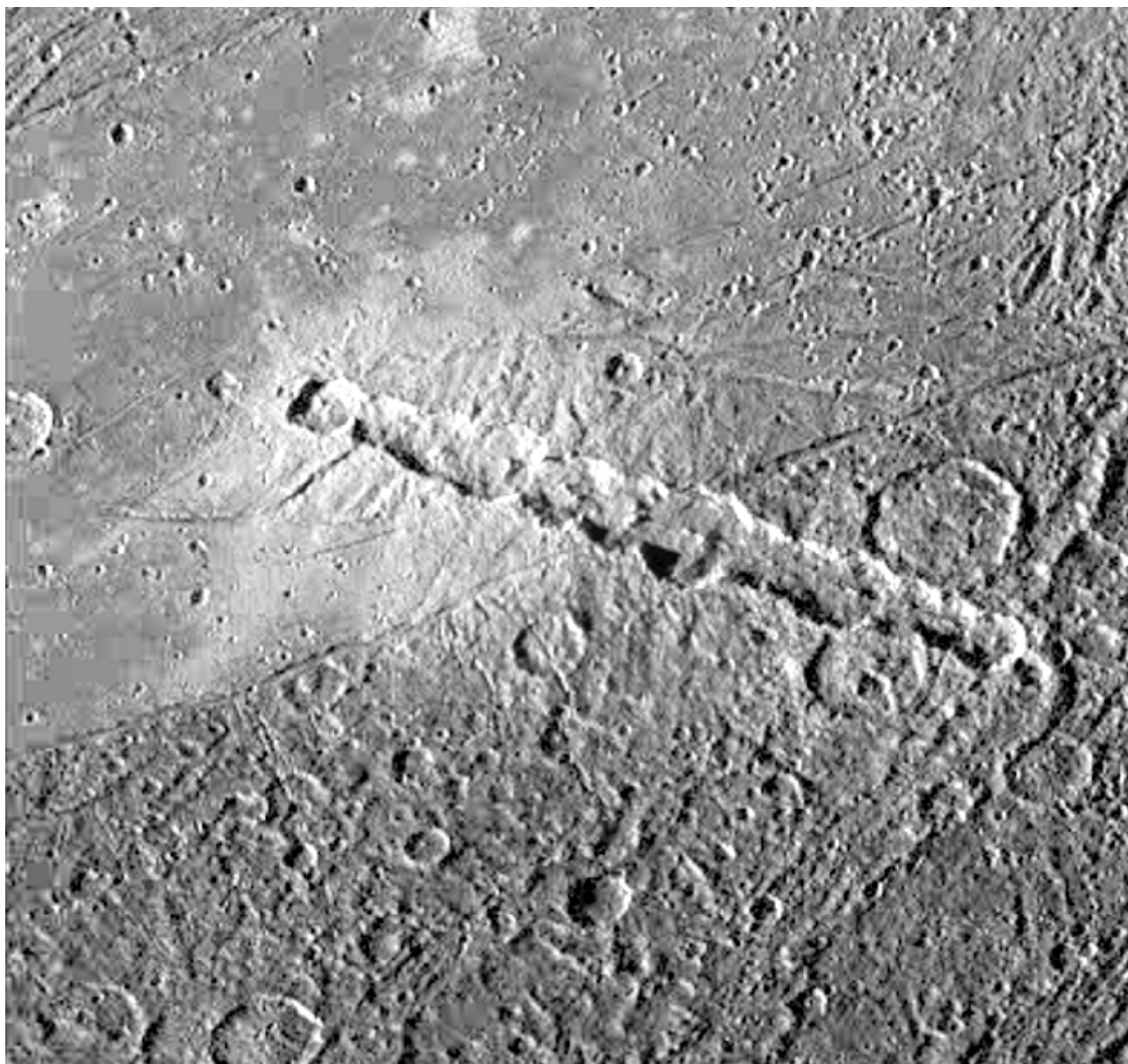
Vrásčitý terén s velkým kráterem v široké brázdě Uruk Sulcus na Ganymedu zobrazený v průběhu prvního obletu Jupiteru 27. června 1996 ze vzdálenosti 7 448 kilometrů. Sever je nahoře, střed snímku je na 10° severní šířky a 168° západní délky, rozlišení snímku je 74 metrů. Zobrazená oblast je velká 59 na 40 kilometrů.



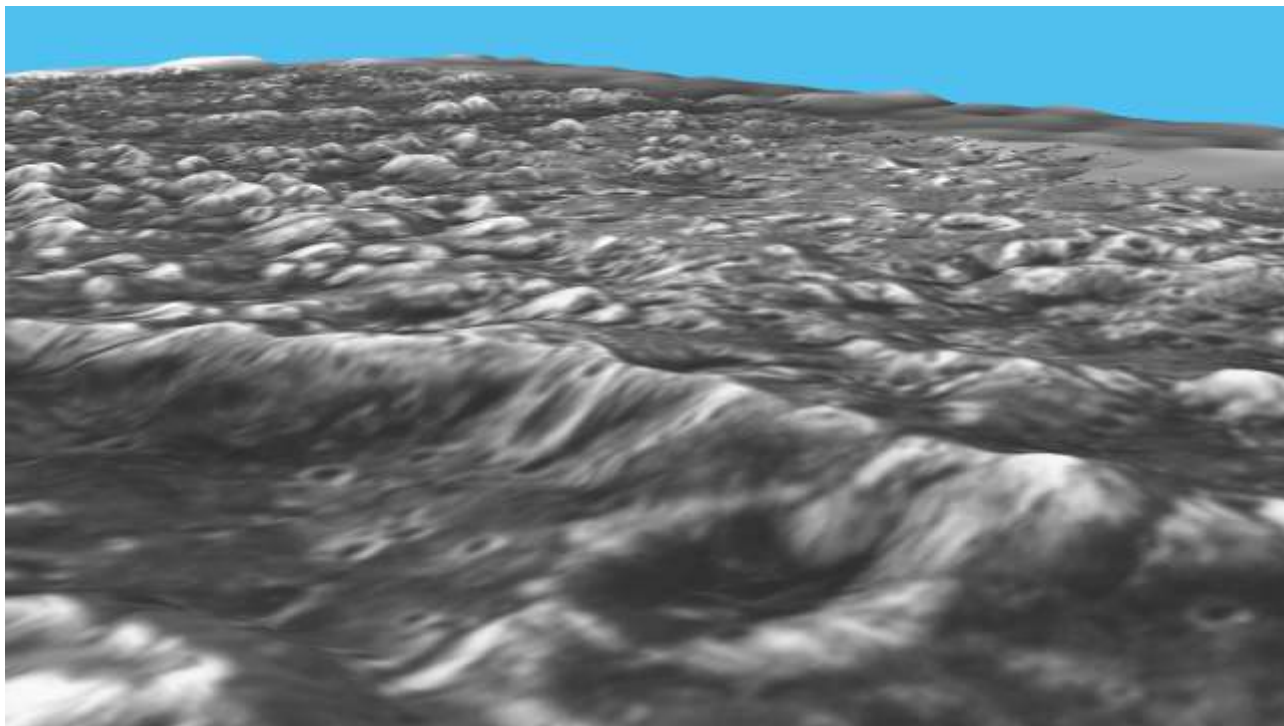
Kráter Khensu s tmavým dnem na snímku povrchu měsíce Ganymeda. Většina ostatních kráterů na Ganymedu je na tmavém terénu a vyvržený materiál, který se rozprostírá kolem nich, má světlou barvu. Tmavé dno kráteru může být pozůstatkem meteoritu, který kráter vytvořil. Kráter Khensu je na 2° severní šířky a 153° západní délky. V pravém horním rohu snímku je viditelná větší část kráteru El, který je ozdoben středovým vrcholkem. El měří v průměru 54 kilometrů. Snímek byl pořízen 6. září 1996. Sever je nahoře, rozlišení snímku je 111 metrů. Zobrazená oblast je velká 100 na 86 kilometrů.



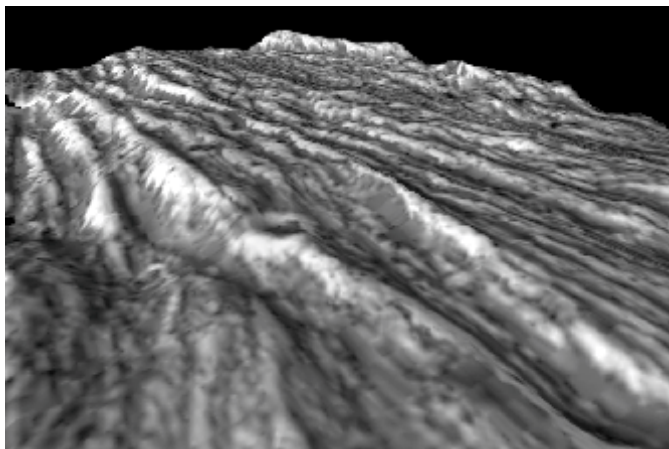
Pohled na dva impaktové krátery v oblasti Memphis Facula obepnuté vysokými světlými valy uvnitř tmavé oblasti Galileo Regio na měsíci Ganymedu. Označení *Facula* je používáno pro světlejší povrchové útvary na povrchu planet a jejich měsíců. Světlý materiál z podloží byl vyvržen a pokryl kruhové pohoří vytvořené při vzniku kráteru. Oba krátery jsou poznamenány četným pozdějším meteorickým bombardováním. Kráter vlevo nese označení Chrysor a má v průměru 6 kilometrů. Pravý kráter byl pojmenován Aleyn a měří napříč 12 kilometrů. Oba krátery se nacházejí v oblasti, jejíž povrch je mnoho stovek milionů roků starý. Memphis Facula, nepatrně světlejší kruhová skvrna v tmavém terénu o velikosti 350 kilometrů, je nejspíše dávným kráterem, který byl po impaktu zalit roztaveným podložím. Sever je nahoře, střed snímku je na 15° severní šířky a 134° západní délky, snímek byl pořízen 27. června 1996 ze vzdálenosti 2 849 kilometrů, jeho rozlišení je 59 metrů. Zobrazená oblast je velká 23 na 18 kilometrů.



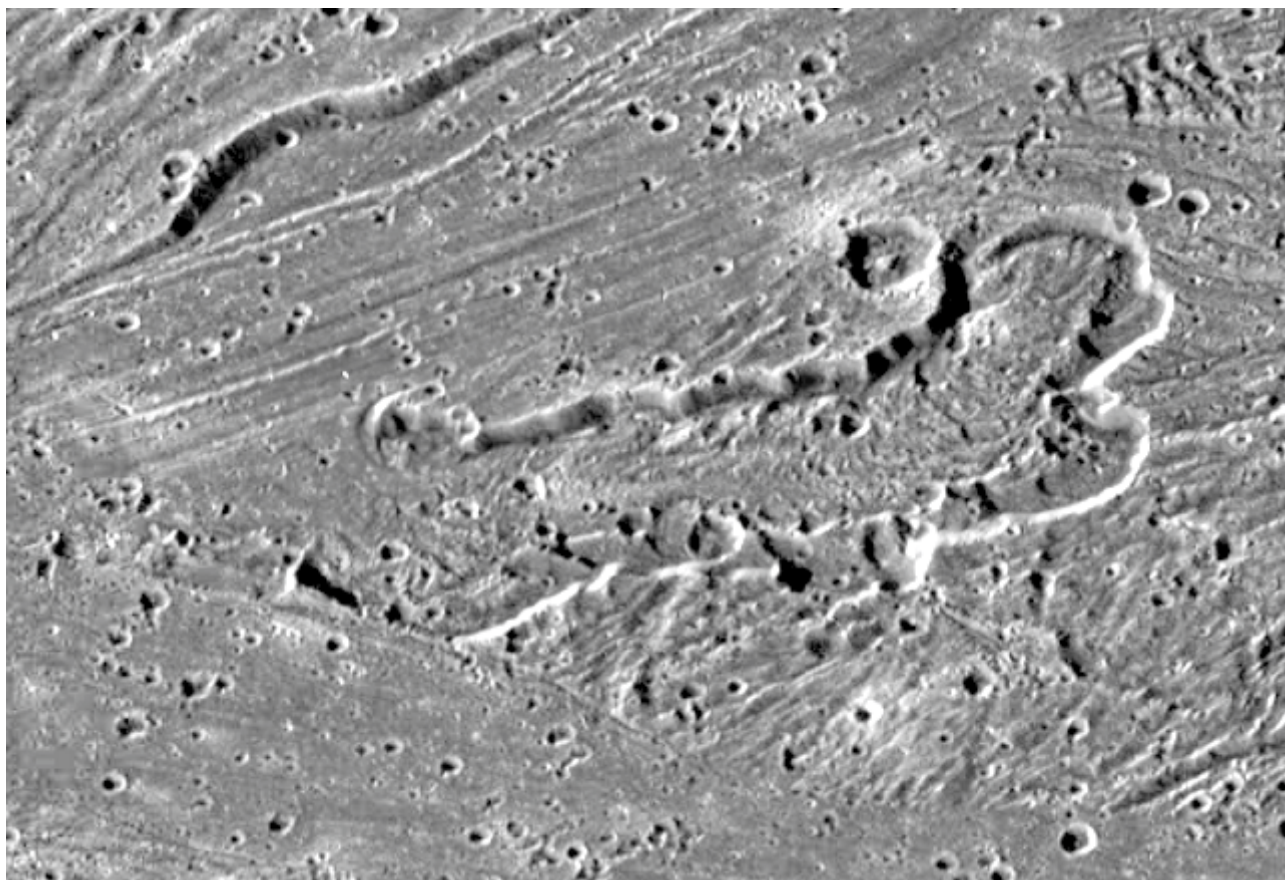
Řetěz třinácti kráterů Enki Catena na měsíci Ganymedu. Na povrch Ganymedu dopadlo nejméně 13 jednotlivých meteoritů, které se pohybovaly po společné dráze a byly původně nejspíše jedním tělesem rozdrobeným slapovým působením Jupiteru. Sever je nahoře, střed snímku je na 39° severní šířky a 13° západní délky, snímek byl pořízen 5. dubna 1997 ze vzdálenosti 27 282 kilometrů, jeho rozlišení je 545 metrů. Zobrazená oblast je velká 214 na 200 kilometrů.



Ve snaze získat „přirozenější“ pohled do krajiny na měsíci Ganymedu lze využít i počítačové modelování a stereoprojekci. K vytvoření této stereoskopické krajinky v oblasti Galileo Regio bylo použito dvou snímků z odlišných úhlů pohledu. První snímek byl pořízen 27. června 1996 ze vzdálenosti 9 515 kilometrů, druhý snímek byl pořízen 6. září 1996 ze vzdálenosti 10 220 kilometrů. Modrá obloha je přídanou hodnotou poetického počítačového grafika.



Podobným způsobem počítačově upravený pohled na horské hřebeny a brázdy oblasti Uruk Sulcus, v níž dosahují výškové rozdíly mnoha stovek metrů. Perspektivní pohled je zahleděn k jihu, výškové rozměry jsou oproti horizontálním převýšeny. Střed snímku je na 12° severní šířky a 168° západní délky, snímek byl pořízen 6. září 1996 ze vzdálenosti 4 196 kilometrů, jeho rozlišení je 86 metrů.



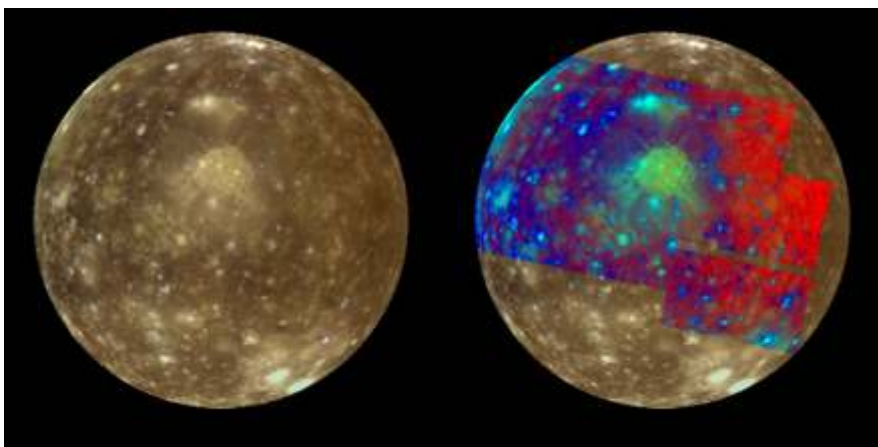
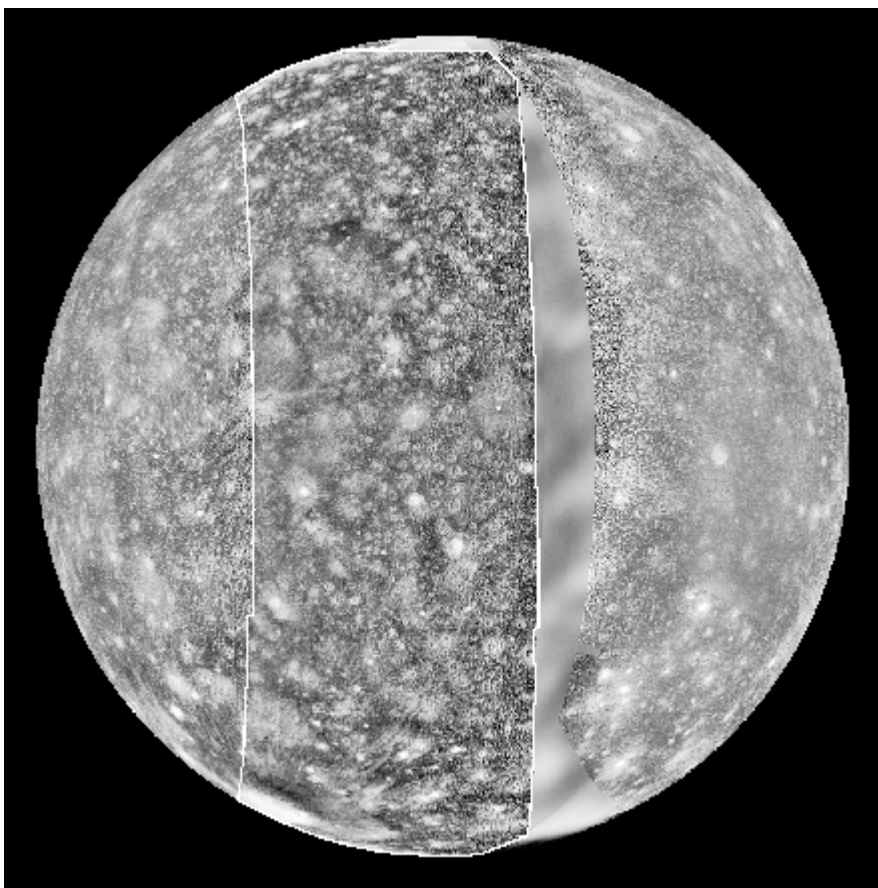
Pohled na kalderu v oblasti Sippa Sulcus na měsíci Ganymedu. Již snímky pořízené kamerami sond Voyager v roce 1979 odhalily, že tato oblast je plná zlomů, strží a všelijak pokroucených útvarů. Na snímku je kaldera vzniklá nejspíše rozsáhlým kryovulkanizmem. Kaldera je 17 až 20 kilometrů široká a 55 kilometrů dlouhá. Po celé délce jsou patrné usazeniny, které byly přesunuty odtékajícím podloží. Tento útvar je široký 7 až 10 kilometrů. Morfologie terénu ale mohla být vytvořena i vulkanickými erupcemi, které roztavily horninu a uvedly v pohyb mohutné proudy tekoucí ledové lávy. Sever je na snímku dole, střed snímku je na 31° jižní šířky a 189° západní délky, snímek byl pořízen 5. května 1997 ze vzdálenosti 17 489 kilometrů, jeho rozlišení je 172 metrů. Zobrazená oblast je velká 91 na 62 kilometrů.

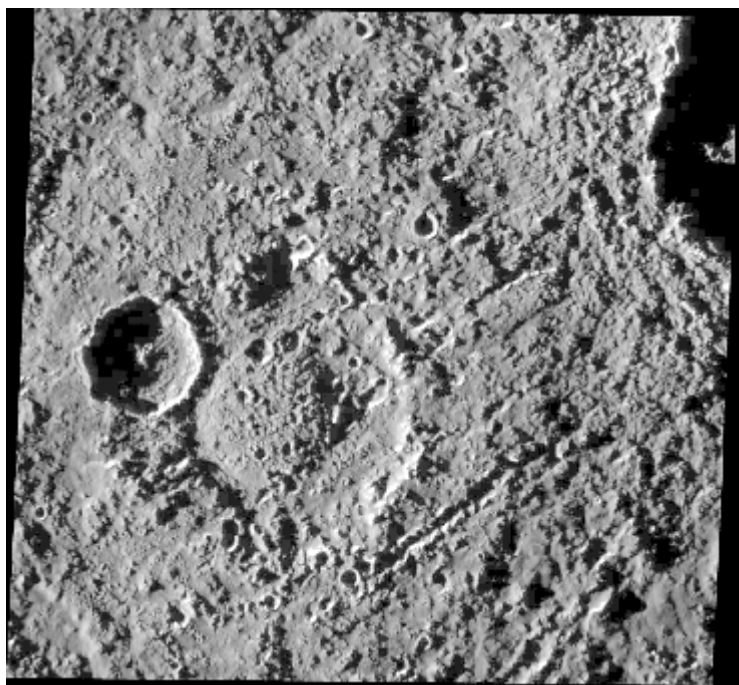


Jasně svítící nástřely impaktivých kráterů na barevném povrchu Jupiterova měsíce Callisto. Snímek vznikl v květnu 2001. Je to jediný celkový snímek měsíce Callisto, který sonda Galileo pořídila. Čtvrtý z velkých Jupiterových měsíců obíhá planetu nejdále – ve vzdálenosti 1,88 milionu kilometrů, jednou za 16,7 pozemského dne. Povrch Callisto je velmi pravidelně pokryt stopami po dopadech meteoritů. Původní terén ale vůbec není monotónní a nezajímavý. Světlejší terén by mohl být pokryt ledem, podobně jako je tomu na Ganymedu a Europě. Tmavé oblasti by měly být více erodovány a vodní led by zde měl být vzácný.

Pohled na Callisto kamerami tří kosmických sond. Voyager 1 zobrazil levou stranu, Galileo střední pruh a data z Voyageru 2 posloužila k vytvoření pravé části kompozice. Pro oba Voyagery byla při jejich průletech v roce 1979 střední část natočena tak, že nebylo možné pořídit její fotografie. Sonda Galileo nasnímala střední pruh při svém druhém průletu kolem Jupiteru dne 9. září 1996 s největším rozlišením 4,3 kilometry.

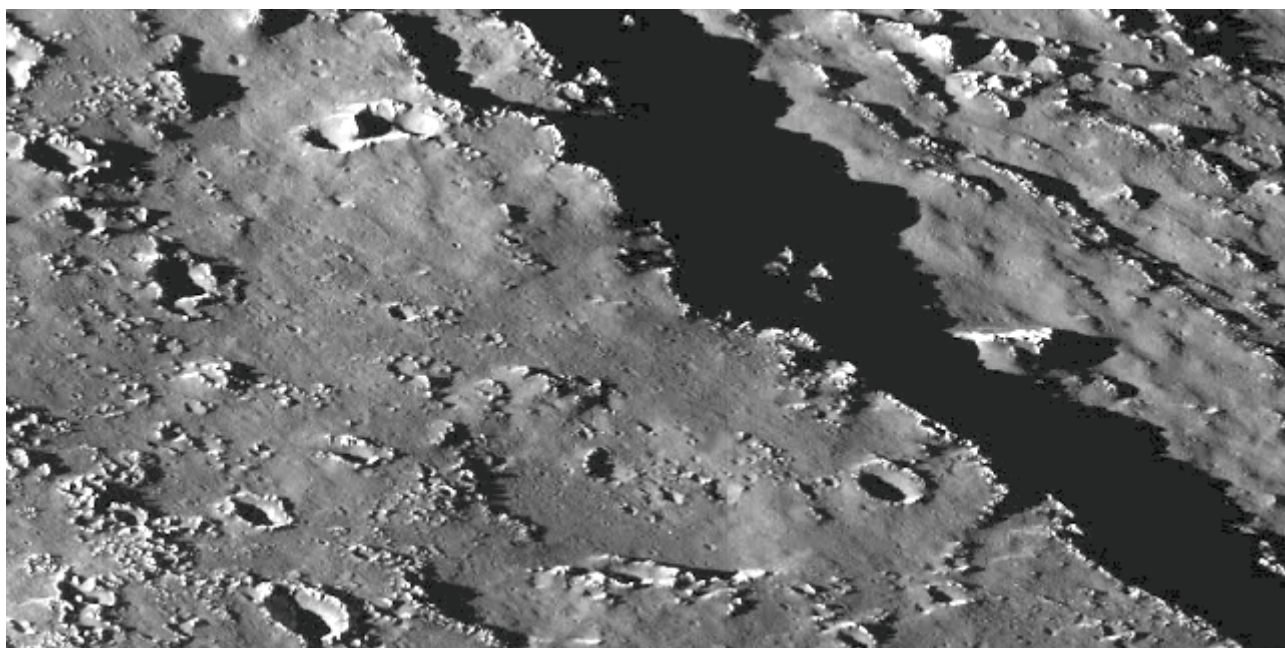
Jupiterův měsíc Callisto v barevnosti, která odpovídá vnímání lidského oka. Obraz byl složen ze zeleného a fialového snímku, které byly doplněny o záznam na vlně 1 mikrometru. Pravá kompozice je navíc doplněna o data z fialového a infračerveného kanálu, ale v inverzní barevnosti. Je patrné, že velká impaktová pánev ve středu, nazvaná Valhalla, je velmi mladým útvarům oproti okolní krajině, podobně jako světlezeleně zbarvené menší impaktové krátery. Světlá vnitřní oblast o průměru kolem 600 kilometrů je obklopena koncentrickým systémem trhlin a strmých pohoří, která sahají od středu až do vzdálenosti 2000 kilometrů. Světlý materiál je nejspíše vodní led vyvržený spolu s horninovou tříští z místa dopadu. Sever je na snímku nahoře, střed snímku je na $0,5^\circ$ jižní šířky a $56,3^\circ$ západní délky, snímek byl pořízen 5. listopadu 1997, při jedenáctém obletu Jupiteru, ze vzdálenosti 68 400 kilometrů, jeho rozlišení je 14 kilometrů.

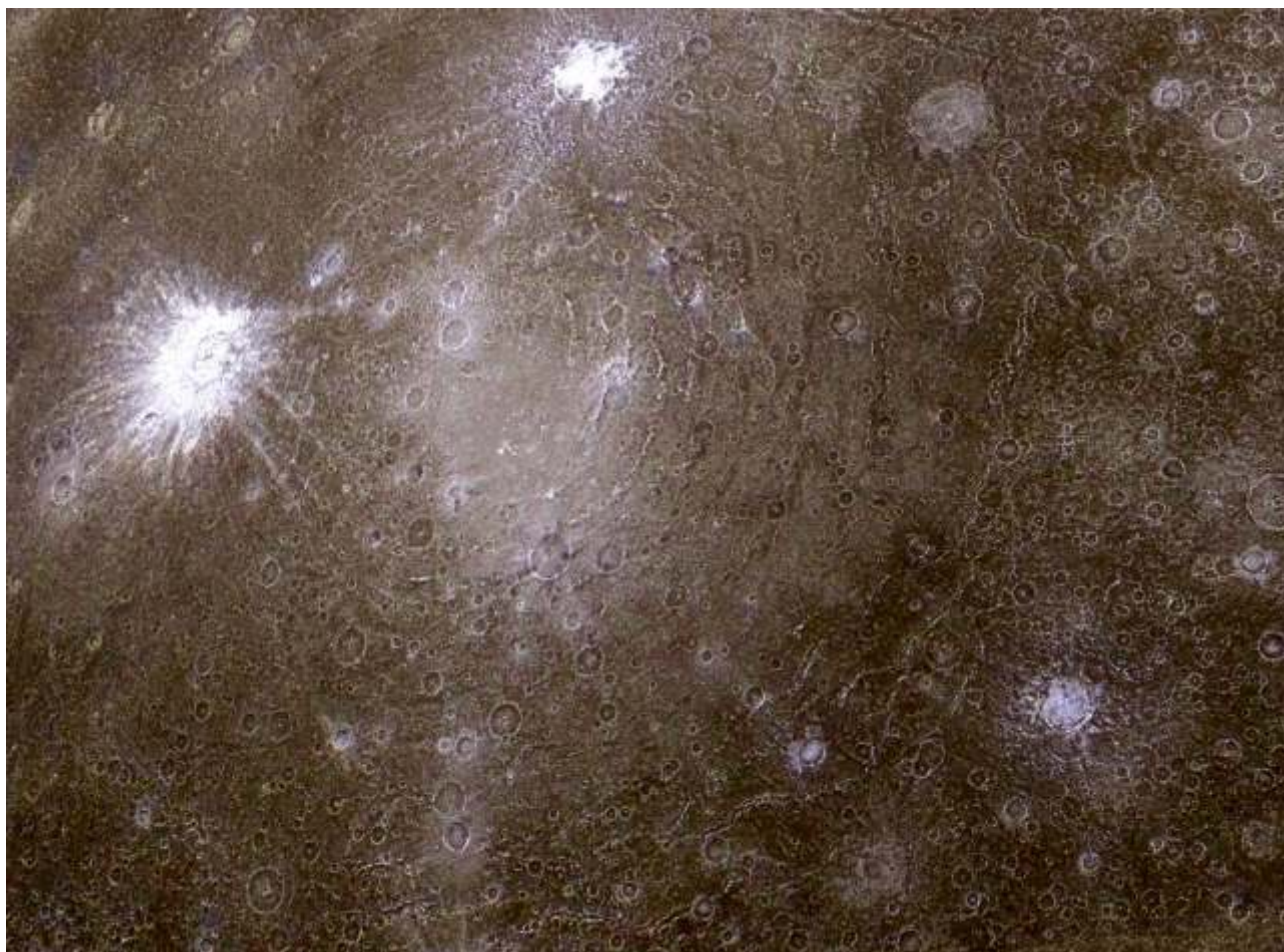




Rovníková oblast měsíce Callisto se stopami po velkých meteoritech. Dvojitý kráter uprostřed se jmenuje Har a měří v průměru 50 kilometrů. Uvnitř kráteru je nezvykle vysoká hora, jejíž původ je nejasný. Možná, že po dopadu byla pro-
raženým dnem uvolněna ledová láva, která vyzvedla horninu do kopcovitého tvaru. Velký kráter, část jehož okraje je vidět v horní pravé oblasti snímku, se jmenuje Tindr. Na snímku jsou ještě vidět radiálně orientované rýhy směřující od kráteru Tindr, které by mohly být stopami po impaktu. Sever je na snímku nahoře, střed je na 3,3° jižní šířky a 357,9° západní délky, zobraze-
ná oblast je velká 120 na 115 kilometrů. Snímek byl pořízen dne 25. června 1997 ze vzdálenosti 14 080 kilometrů, jeho rozlišení je 294 metrů.

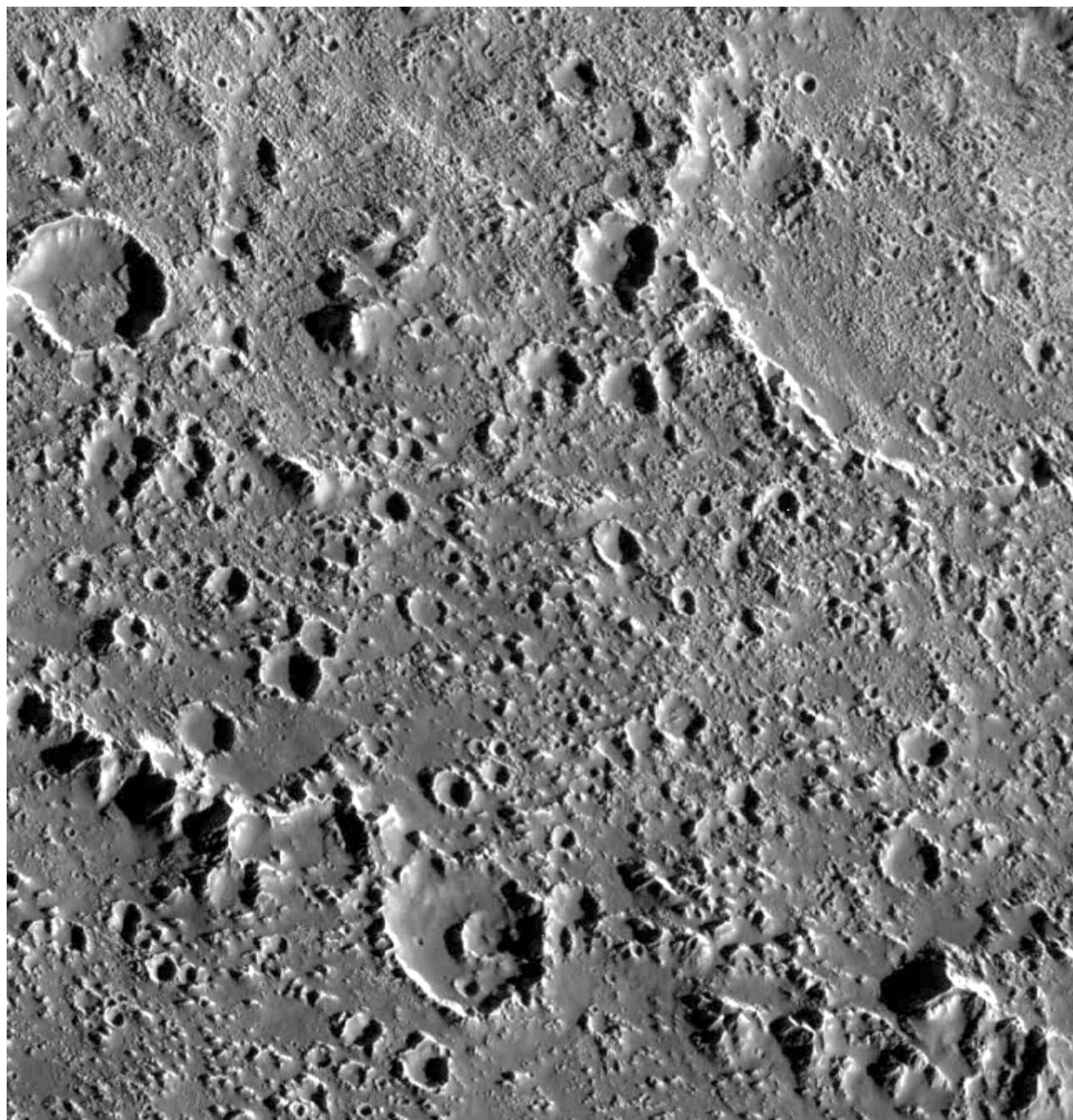
Detail jednoho z mnohačetných kruhových pohoří obepínajících oblast Valhalla. Na záběru je vidět mnoho stop po impaktech rozdílných velikostí od 155 metrů až do 2,5 kilometru. Snímek byl pořízen 4. listopadu 1996, jeho rozlišení je 46 me-
trů. Sever je na snímku nahoře, zobrazená oblast je napříč velká 33 kilometrů.

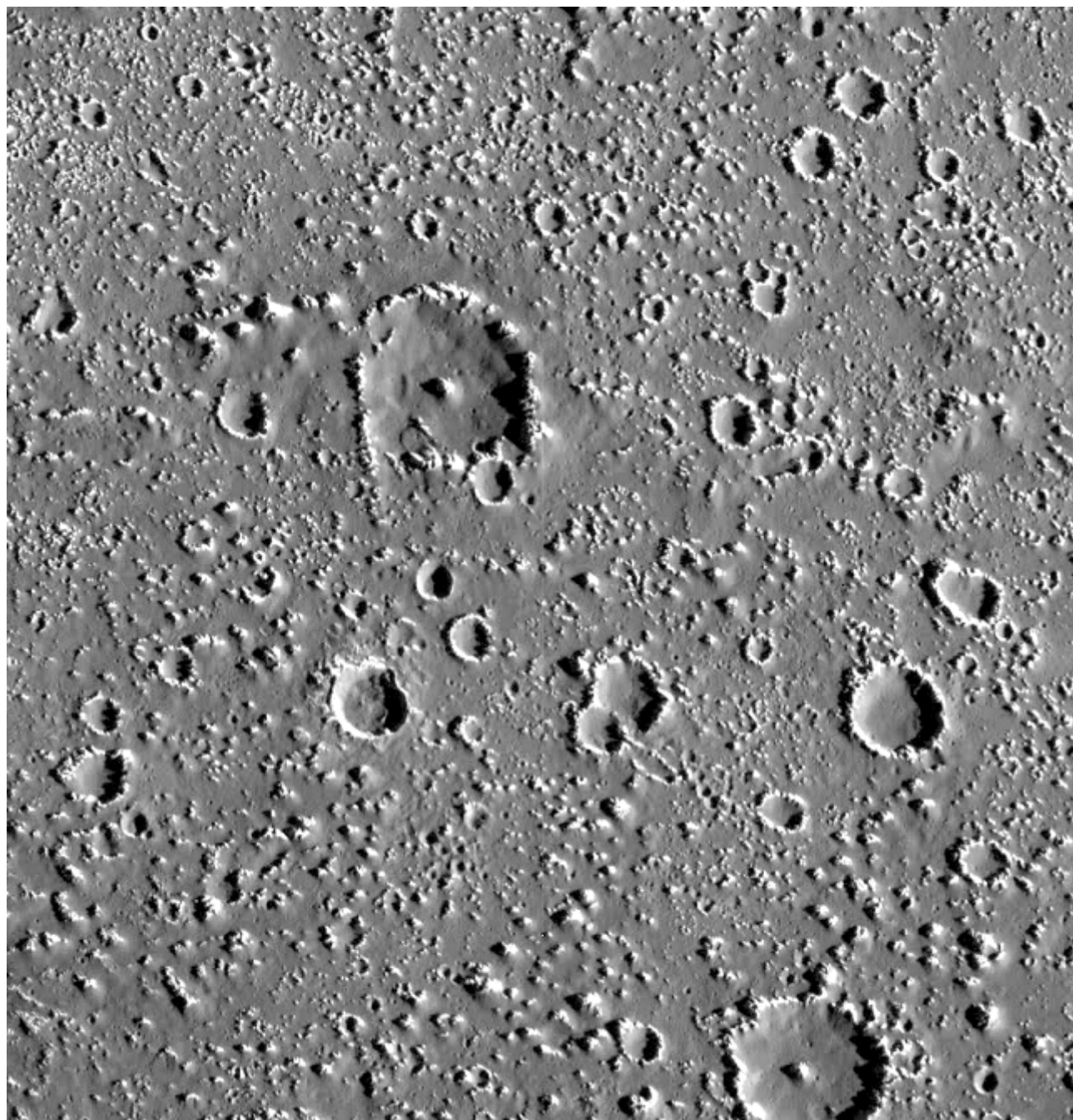




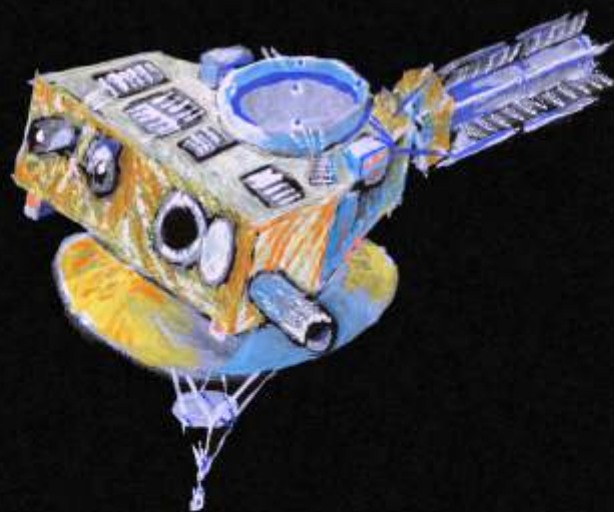
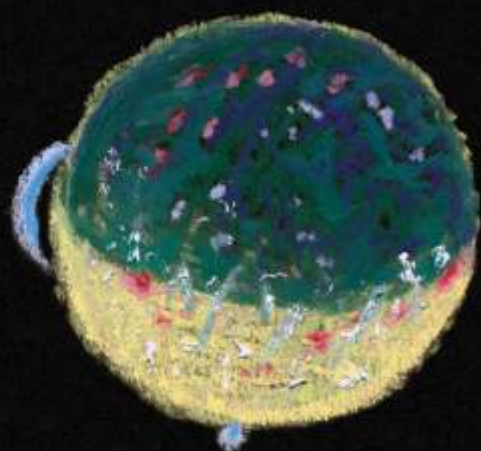
Oblast Asgard, impaktivá pánev s koncentrickými horskými hřbety a srázy, která zabírá plochu velikou napříč více než 1 700 kilometrů. Sever je na snímku vlevo, střed snímku je na 26° severní šířky a 142° západní délky, zobrazená oblast je veliká napříč 1 400 kilometrů.

Fascinující snímek povrchu ledového měsíce Callisto na protější straně zobrazuje okraj obrovské impaktní pánve Asgard. Je zde možno porovnat vnitřní krajinu s okolním neporušeným terénem. Vnitřní část pánve je na snímku nahoře. Zde je povrch pokryt jemnou texturou ledové tříště tvořící drobné boule a terén je jimi v menším rozlišení vyhlazen. Naproti tomu vnější oblast včetně okrajů pánve je tvořena mohutnějšími skalisky a kruhovými pohořími starších kráterů. Důsledkem je, že v menším rozlišení se vnitřní oblast pánve jeví tmavší než okolní terén. Hřeben, který diagonálně prochází dolním levým okrajem snímku, je jedním z mnoha kruhových pohoří, které obklopují Asgard až do vzdálenosti mnoha stovek kilometrů. Sever je na snímku nahoře, snímek je centrován na $27,1^\circ$ severní šířky a $142,3^\circ$ západní délky, zobrazená oblast je veliká 80 na 90 kilometrů. Snímek byl pořízen 17. září 1997 ze vzdálenosti 9 200 kilometrů, jeho rozlišení je 90 metrů.





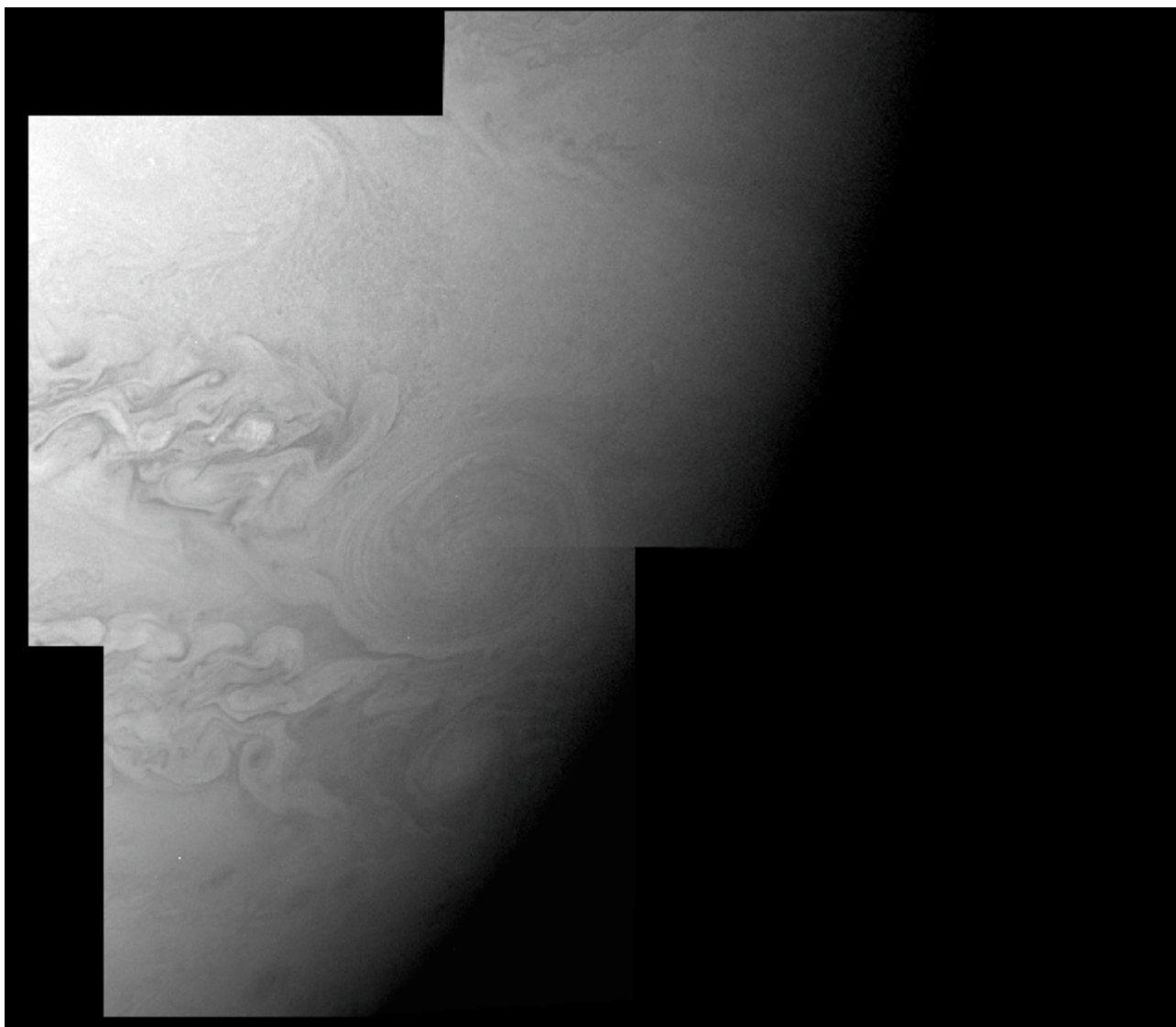
Velmi podrobný snímek ukazuje dvě zvláštnosti, které se v tak malém měřítku objevily. Na povrchu zobrazeného výřezu je podivný tmavý povlak, který ale chybí na vyvýšených místech. Pokryv je všude, vyjma vrcholků vystupujících nad okolní terén. Zdá se, že by mohlo jít o nějaký pohyblivý materiál, prach nebo písek, jehož přesuny by na větších tělesech způsobovala atmosféra. Zde ale žádná atmosféra pozorována nebyla. Druhou podivností je nepoměr mezi počtem velkých a malých kráterů. Na mnoha jiných tělesech ve sluneční soustavě je zhruba podobný poměr velkých a malých kráterů. Zde je velkých kráterů obrovské množství, a proto bychom očekávali odpovídající množství stop po malých tělesech. Je možné, že velmi drobná tělesa byla pohlcena prachem, který je na snímku zřejmý. Proč zde ale nejsou stopy po větších kamenech, které by erodovaly pozorované větší krátery? Jednou z možností je, že v blízkosti Jupiteru drobná tělesa patřičné velikosti z nějakého důvodu dlouhodobě chybí. Sever je na snímku nahoře, snímek je centrován na $17,5^\circ$ severní šířky a $142,1^\circ$ západní délky, zobrazená oblast je veliká 74 na 75 kilometrů. Snímek byl pořízen 17. září 1997 ze vzdálenosti 8 600 kilometrů, jeho rozlišení je 87 metrů.



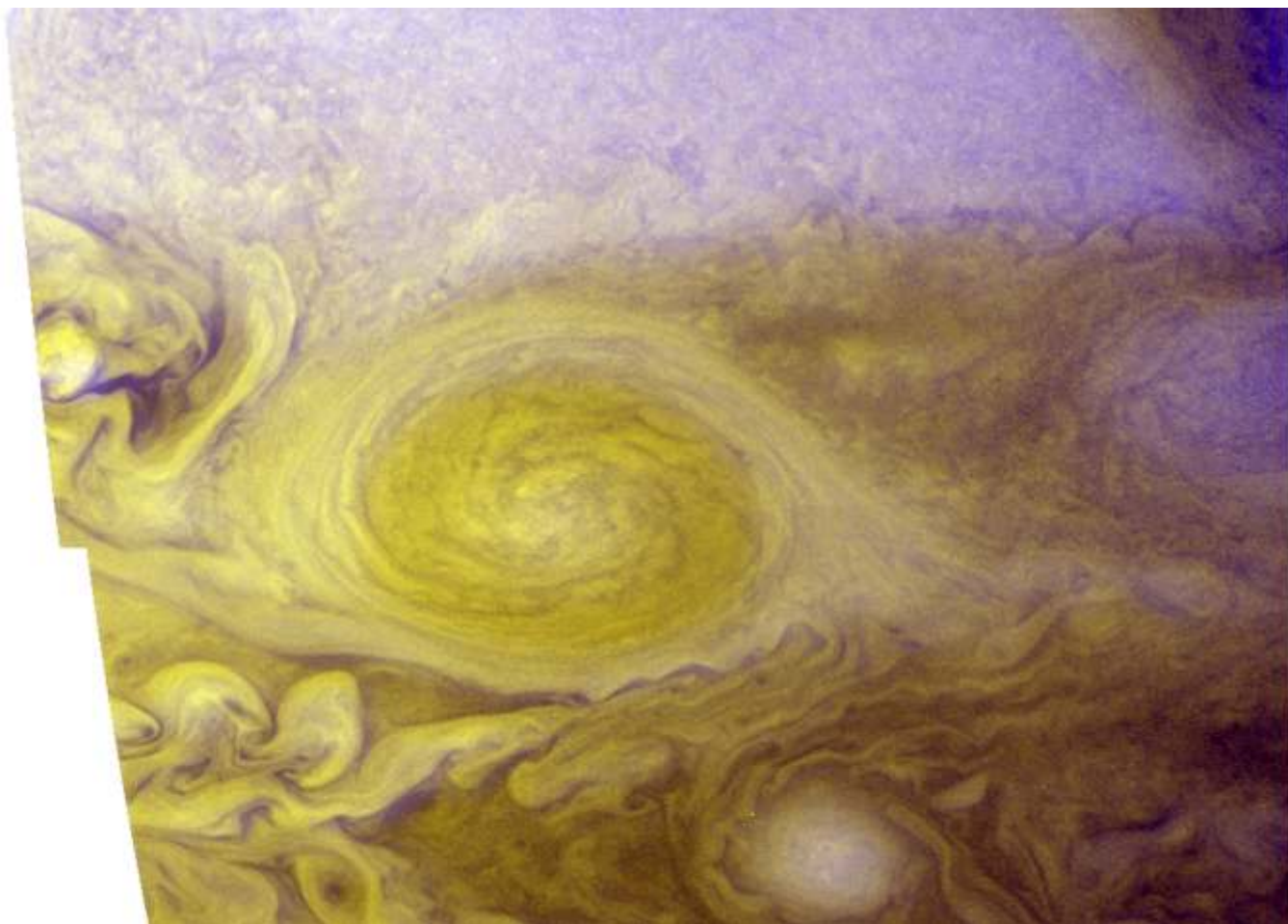
NEW HORIZONS



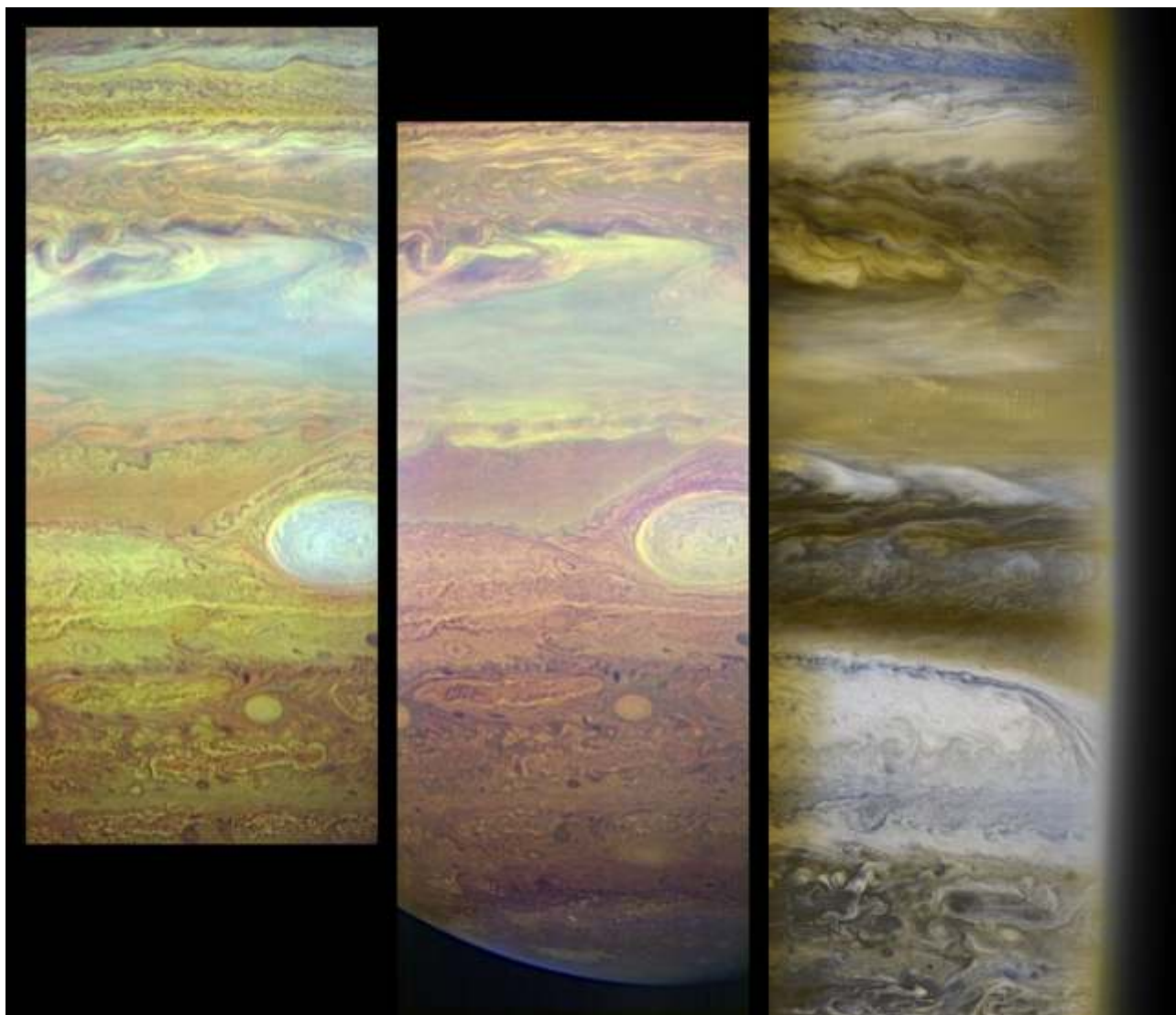
Meziplanetární sonda New Horizons je určena k průzkumu trpasličí planety Pluto a těles Kuiperova pásu. Sonda byla vypuštěna 29. ledna 2006 a kolem Jupiteru prolétla 28. února 2007 ve vzdálenosti 2,3 milionu kilometrů rychlostí 21 km/s. Průzkum Jupiteru započal 60 dnů před průletem a skončil 120 dnů po něm. V tomto období probíhala kalibrace a testování přístrojového vybavení, aby byla sonda připravena na rychlý průlet kolem Pluta v temnotách sluneční soustavy, kam ještě žádný přístroj s cílem zkoumat podobné objekty vypraven nebyl. Snímek byl pořízen přístrojem LORRI (*Long Range Reconnaissance Imager*) 28. února 2007, jen šest hodin po nejtěsnějším přiblížení New Horizons k Jupiteru, ze vzdálenosti 2,3 milionu kilometrů od Jupiteru. Europa je vzdálená 3 miliony kilometrů. Jih je nahoře. Jak přiznávají jeho autoři podílejší se na řízení mise New Horizons, snímek byl zaznamenán z důvodů spíše estetických než z potřeb vědeckých. Jeho kompozice až příliš okatě připomíná východ Země nad horizontem Měsíce zachycený fotoaparáty prvních cestovatelů na Měsíc koncem šedesátých let. Na to se nedá zapomenout.



Mozaika tří snímků Malé červené skvrny zachycená aparaturou LORRI (*Long Range Reconnaissance Imager*) dne 26. února 2007 ze vzdálenosti 3,5 milionu kilometrů. Měřítka snímku je 17 kilometrů a výřez zobrazuje oblast v rozsahu 33 000 kilometrů shora dolů. Malá červená skvrna je útvar podobný Velké červené skvrně. Vznikla splynutím tří bouří a v současnosti je druhým největším tvarem na Jupiteru. V roce 2006 byla ještě zcela bílá, postupně ale začala červenat nejspíše díky materiálu, který vyplouvá na povrch z vnitřních podoblačných vrstev. Aparatura LORRI byla navržena pro velmi slabý sluneční svit v temnotách na okraji sluneční soustavy. Pokud by snímala Jupiterův povrch v přímém poledním světle, snímky by byly přesvícené. Proto jsou detailní záběry Jupiterova povrchu snímány poblíž rozhraní dne a noci.



Detailní záběr Malé červené skvrny pořízený aparaturou LORRI na New Horizons kombinovaný s barevným záznamem kamery WFPC2 (*Wide Field Planetary Camera 2*) na Hubblově dalekohledu. Snímek z New Horizons dosahuje rozlišení 15 kilometrů, což je desetinásobně lepší, než co se podaří zobrazit Hubblovým dalekohledem ze vzdálenosti 800 milionů kilometrů. Snímek byl pořízen 27. února 2007. Malá červená skvrna se vytvořila na sklonku roku 2005 a jde o obří anticyklónu, oblast vysokého tlaku, kolem níž se oblaka otáčejí proti směru hodinových ručiček. Červenou barvu by mohla způsobovat síra, která je vynášena z hlubin pod oblaky ve formě aerosolu a zachycena v 50 kilometrů mocné vrstvě amoniakových výškových oblaků. Vlivem slunečního světla zde kapičky aerosolu narůstají a celá vrstva mění barvu do červena. Tento mechanismus byl navržen už dříve také jako vysvětlení barvy Velké červené skvrny.

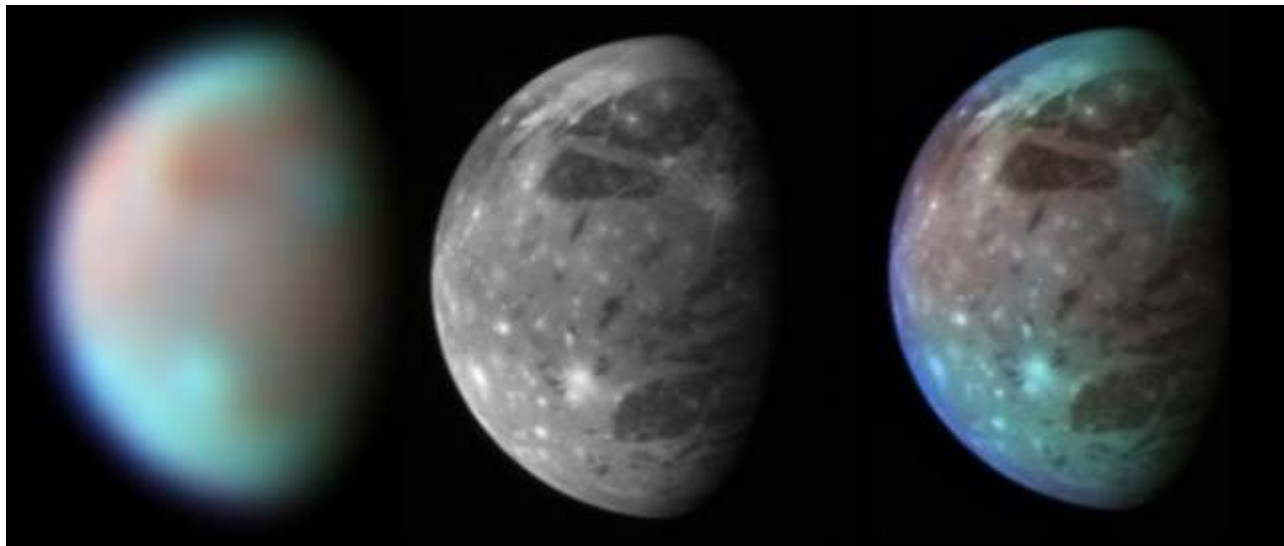


Snímky pořízené 27. února 2007 v infračerveném oboru aparaturou LEISA (*Linear Etalon Imaging Spectral Array*) ze vzdálenosti 2,9 milionu kilometrů. Rozlišení je 175 kilometrů. Nápadný ovál je Velká červená skvrna. Levý snímek je prostorovou mapou zachycující rozdílné výškové úrovně. Kanál 1,6 mikronu je zbarven červeně, kanál 1,89 mikronu je zelený a vlně 2,04 mikronu byla přiřazena modrá barva. Modrá zde zobrazuje nejvyšší oblačné patro, červená nejnížší zobrazitelnou hladinu oblaků. Je evidentní, že Velká červená skvrna expanduje vysoko nad okolní atmosféru.

Prostřední snímek je barevně kódován takto: červená pro 1,28 mikronu, zelená pro 1,3 mikronu a modrá odpovídá 1,36 mikronu. Jde také o výškové rozvrstvení atmosféry, tentokrát je zde navíc zobrazena řídká výšková oblačnost nad jižní polární

oblastí. Záznamy pouze ilustrují možnosti aparatury LEISA, pracující v rozmezí od 1,25 do 2,5 mikronu na 250 kanálech, kterou bude možné odhalit jinak neviditelné jemné struktury velmi řídkých planetárních atmosfér.

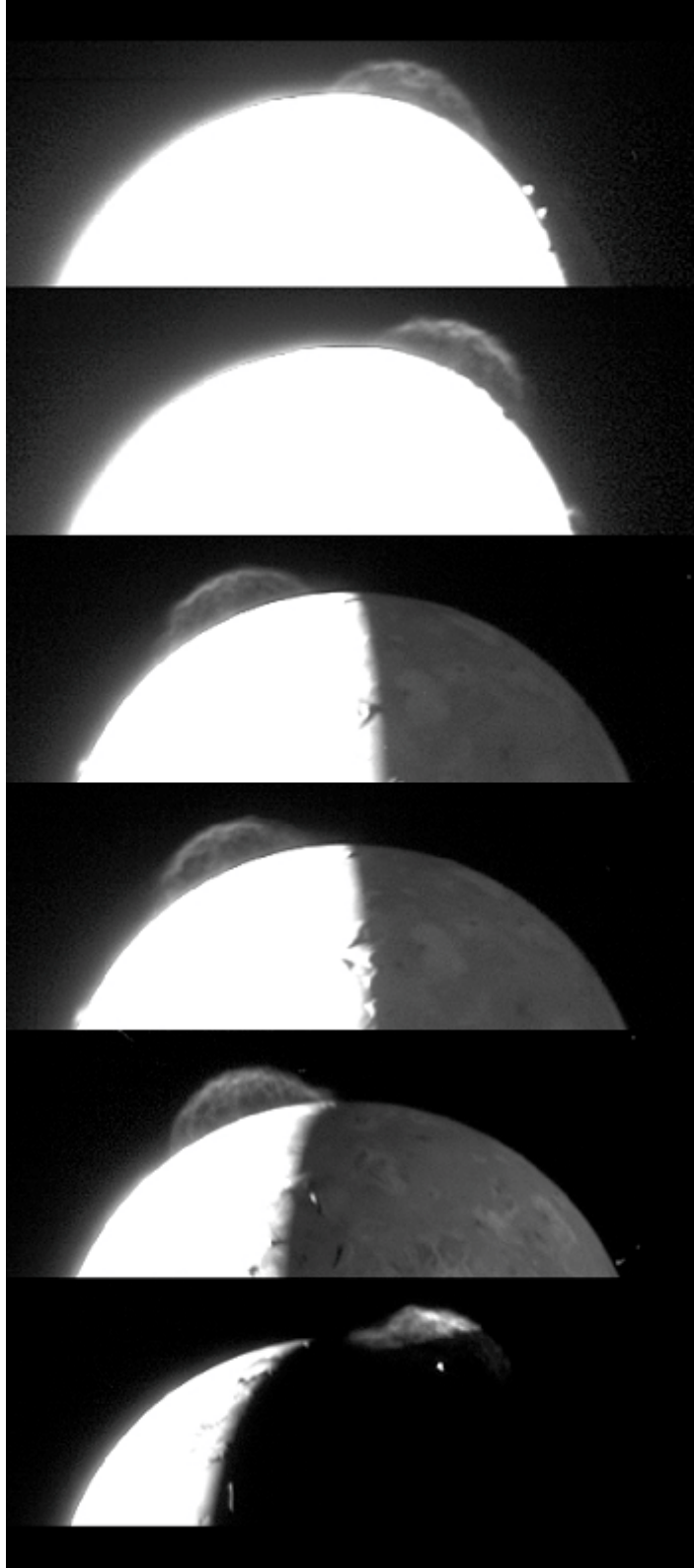
Poslední pravý snímek na protější straně je kompozicí pořízenou kamerou MVIC (*Multispectral Visual Imaging Camera*). Je zde zřejmé, jak od polárních oblastí, kde převládají drobné skvrny a víry, postupně směrem k rovníku získává vše protáhlý tvar a prolínající se útvary se ukázněně formují do tmavých pásů a světlých zón. U rovníku jsou patrné větvičky se oblačné vlny. Zobrazená oblast na rozhraní mezi dnem a nocí je opět vybrána z důvodu nepřesvícení kamery.



Montáž dvou záznamů Jupiterova měsíce Ganymedu. Levý barevný snímek pořídil infračervený spektrometr LEISA (*Linear Etalon Imaging Spectral Array*) v kanálech 1,3, 1,8 a 2,0 mikrometrů. Modrá barva značí čistý vodní led, hnědavé odstíny prozrazují povrch bohatý na minerály. Prostřední snímek je pořízen kamerou LORRI (*Long Range Reconnaissance Imager*) a snímek vpravo je kombinací obou. Ganymed byl zachycen 27. února 2007 ze vzdálenosti 3,5 milionu kilometrů. Střed kotouče Ganymedu je v oblasti 38° západní délky. Se svým průměrem 5 268 kilometrů je Ganymed největším satelitem ve sluneční soustavě.



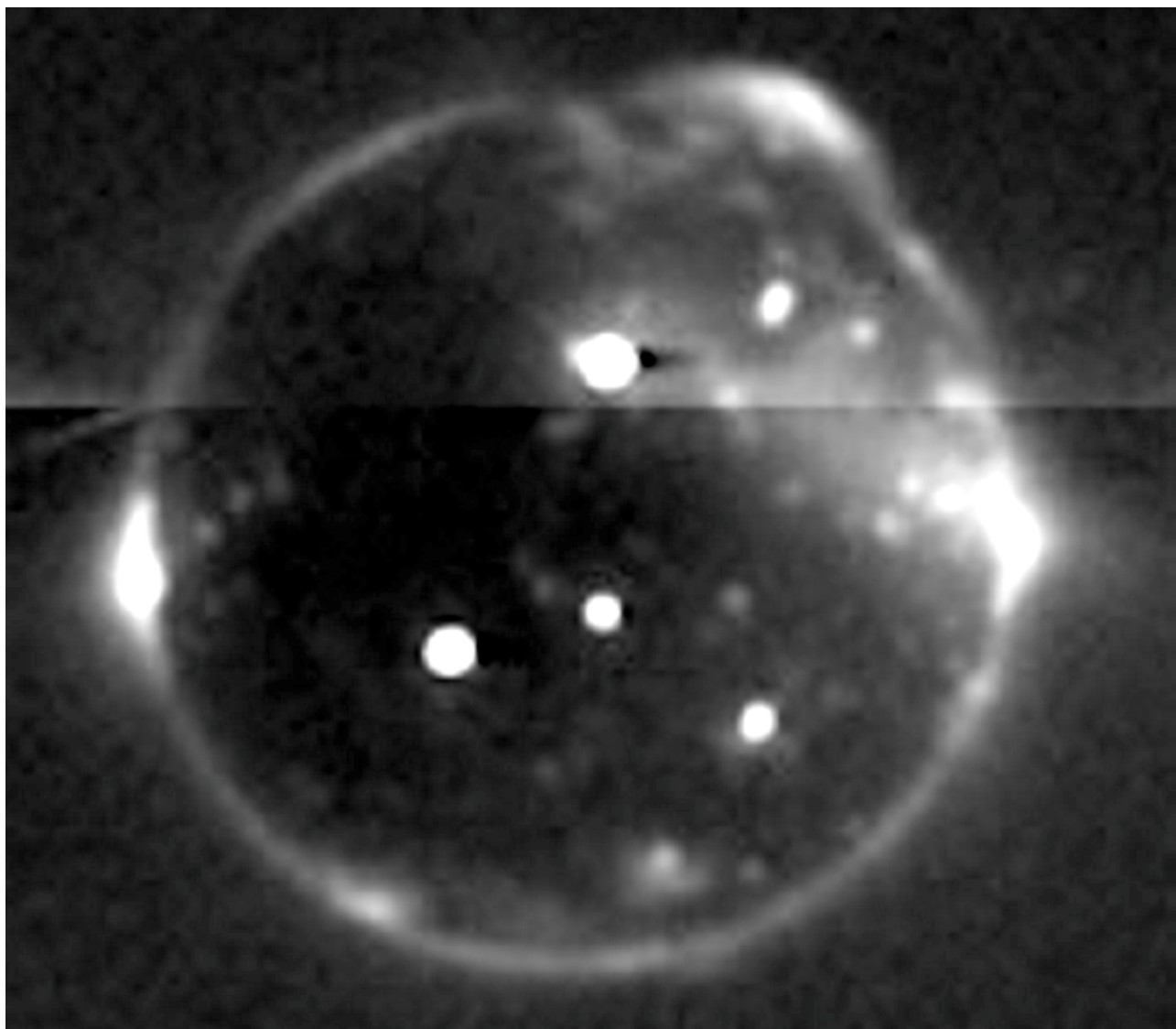
Srpky měsíců Io a Europy vyfotografované dne 2. března 2007. Jde o kombinaci barevného záznamu z kamery MVIC (*Multispectral Visual Imaging Camera*) a podrobného černobílého snímku aparatury LORRI (*Long Range Reconnaissance Imager*). Měsíc Io je vzdálen 4,6 milionu kilometrů, Europa 3,8 milionu kilometrů. Noční strana Io je nasvícena Jupiterem, který je od snímku napravo. Temná noční strana Europy je neosvícená, protože je od Jupiteru odvrácena. Na jedenácté hodině je na Io viditelná modravá fontána vulkánu Tvashtar tryskající do výše 300 kilometrů. Láva vytékající z jeho jícnu je zbarvena oranžově. Vulkán Prometheus prýští na horizontu na deváté hodině a jako třetí je patrný výron z vulkánu Amirani na terminátoru (mezi oběma předešlými). Snímky jsou centrovány pro Io na 1° severní šířky a 60° západní délky, pro Europu pak na 0° šířky a 149° západní délky. Kamera MVIC snímala na 480, 620 a 850 nanometrech. Noční strana Io se zdá být zelenější oproti denní straně, neboť metan v Jupiterově atmosféře pohltí vlnu 850 nanometrů a zbylá část světla je pro kameru MVIC zelená.



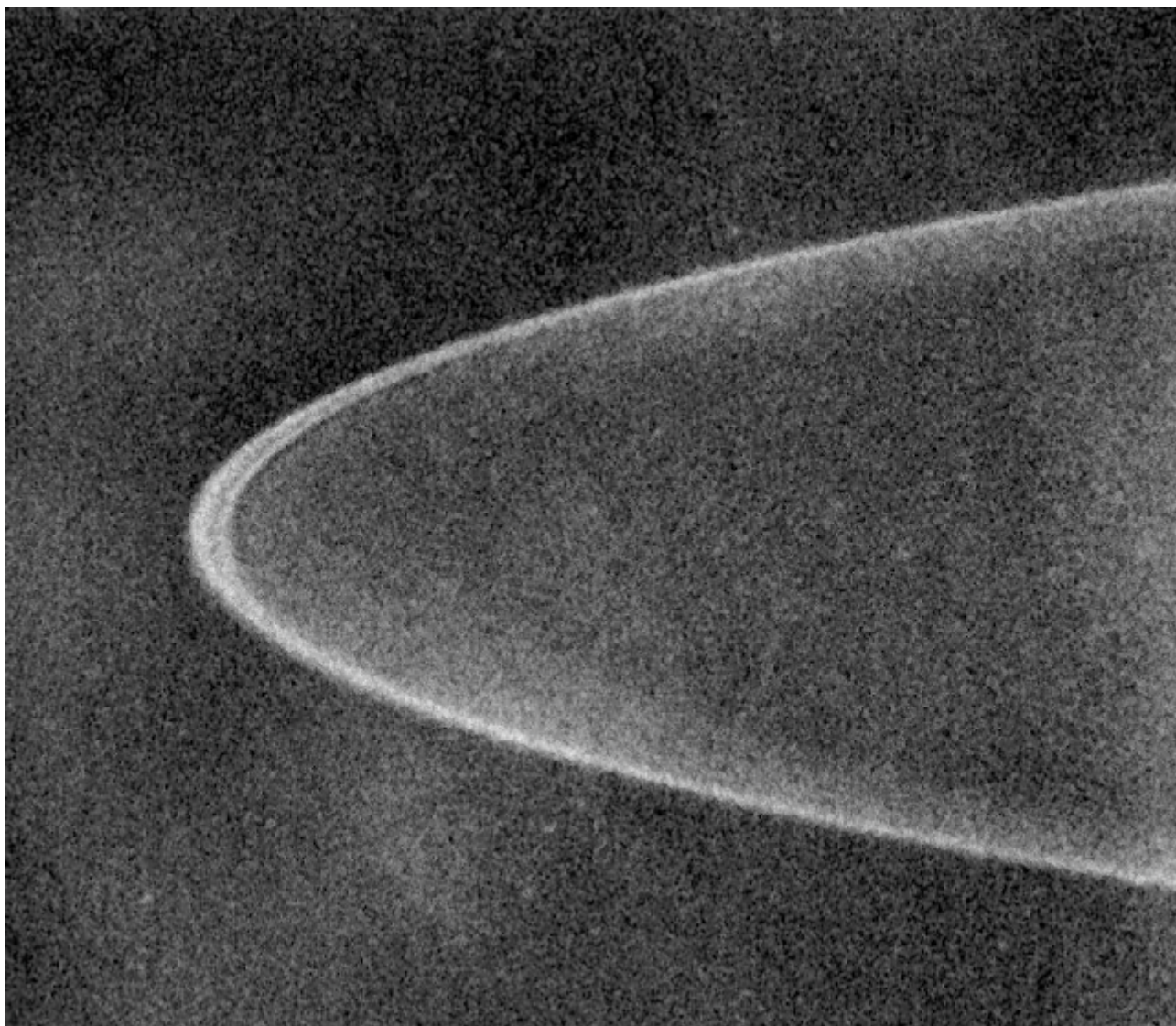
Proměny fontány z vulkánu Tvashtar zachycené aparaturou LORRI v průběhu konce února a začátku března 2007. Při průletu New Horizons kolem Jupiteru byl vulkán Tvashtar velmi aktivní, ve srovnání s téměř osmiletým obdobím, kdy kolem Jupiteru kroužila sonda Galileo. Fontána tryská do výše více než 330 kilometrů nad okolní povrch. Snímek byl pořízen ze vzdáleností od 3,1 do 2,3 milionu kilometrů. Jednotlivé záběry jsou vyrovnány do stejného měřítka. Doby pořízení jednotlivých snímků ve světovém (UT) čase jsou následující: 26. únor, 18:38 UT; 26. únor, 21:01 UT; 28. únor, 03:50 UT; 28. únor, 04:40 UT; 28. únor, 11:04 UT a 1. březen, 00:35 UT.



Trojice snímků ukazující různé možnosti zobrazení stejného cíle rozdílnými přístroji na palubě New Horizons. Levý černobílý snímek snímala kamera LORRI (*Long Range Reconnaissance Imager*). Velmi podrobně jsou vidět detaily denní strany měsíce nasvícené Sluncem a vulkanické gejzíry v protisvětle. Vpravo nahoře je obraz z kamery MVIC (*Multispectral Visible Imaging Camera*). Tady je možné barevně rozlišovat síru a oxid siřičitý v usazeninách povrchových hornin, stejně jako žhavou lávu a fontány tryskající z vulkánů. Snímek vpravo dole pochází ze spektrometru LEISA (*Linear Etalon Imaging Spectral Array*). Byl pořízen jako kombinace infračervených kanálů na vlnách 1,80, 2,04 a 2,31 mikrometrů. Tento záznam odhaluje mnohem intenzivnější aktivitu vulkánů v infračerveném oboru. Celá noční strana měsíce je pokryta mnoha aktivními oblastmi, které se prozrazují světlými skvrnami. Snímky byly získány 1. března 2007 ze vzdálenosti 2,3 milionu kilometrů, měsíc Io je natočen tak, že střed jeho kotouče je na 4° jižní šířky a 164° západní délky.

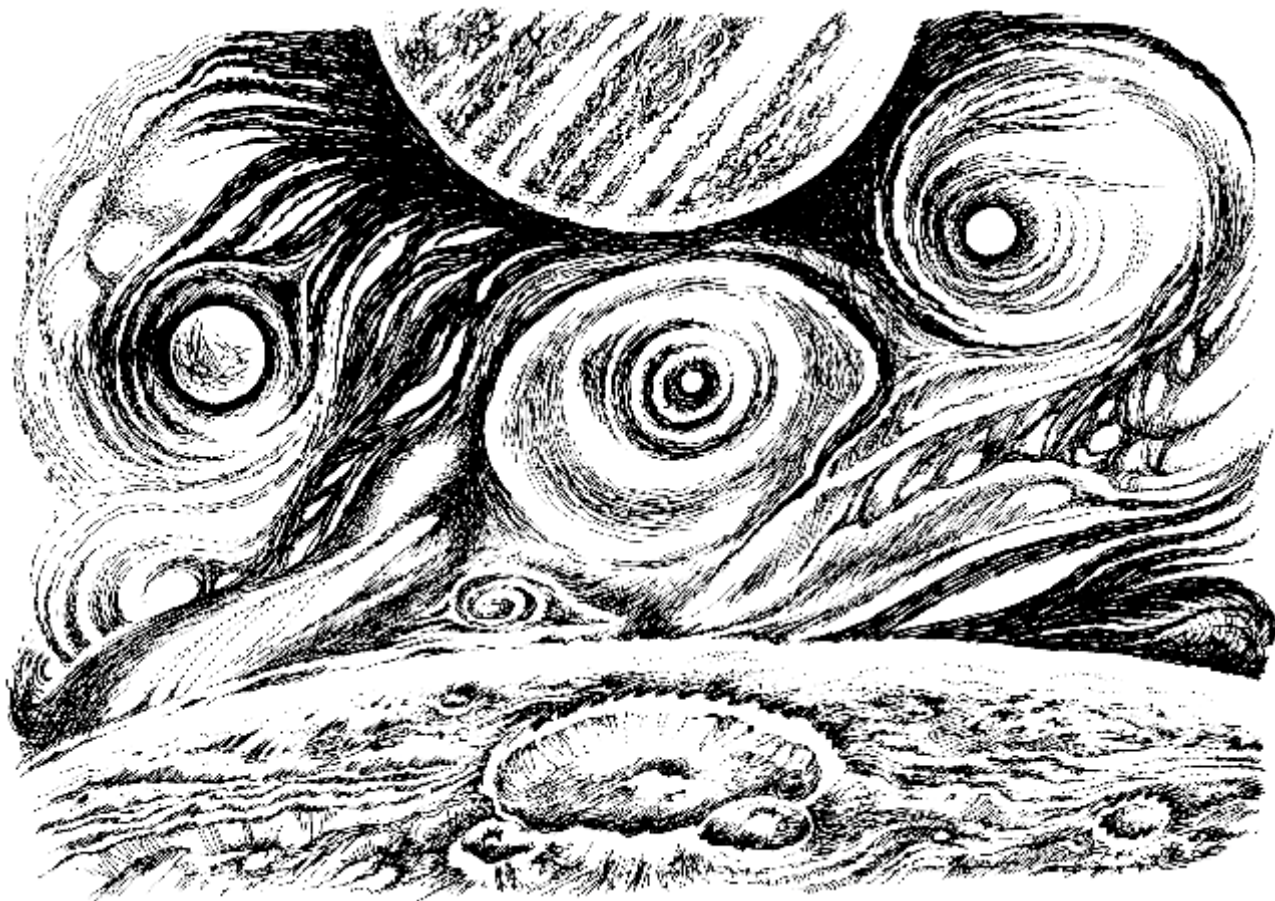


Měsíc Io skrytý v Jupiterově stínu na snímku z kamery LORRI byl pořízen dne 27. února, 28 hodin po nejtěsnějším přiblížení k Jupiteru. Sever je nahoře. Do temnoty žhne horká láva, na horizontu tryskají fontány z vulkánů. Tři jasné skvrny jižně pod rovníkem jsou zleva doprava vulkány Pele, Reiden a Marduk. Severně svítí na 22° severní šířky a 233° západní délky nový, dosud nepojmenovaný vulkán. Celý okraj disku Io je rozzářen svitem na způsob polárních září. Zde ale intenzivně září celý povrch měsíce, neb na něj dopadají nabitě částice směřované sem z Jupiterovy magnetosféry ze všech stran a interagují s poměrně hustou atmosférou neustále doplňovanou vulkanickou činností. Snímky byly pořízeny ze vzdálenosti 2,8 milionu kilometrů a střed kotouče Io je na 2° jižní šířky a 238° západní délky. Celková délka expozice byla



Jupiterův úzký prstenec vyplněný drobným materiálem na snímku z kamery LORRI pořízeném dne 24. února 2007 ze vzdálenosti 7,1 milionu kilometrů. Prstenec je jen 1 000 kilometrů široký a slabě zářící vnitřní prostor je patrně vyplněn jemným prachem, který je nasvícen světlem odraženým od Jupiteru. Na snímcích z New Horizons je prstenec zachycen dosud nejzřetelněji, protože se sonda dostala za Jupiter a mohla prstenec snímat z velké vzdálenosti v protisvětle. Prstenec byl objeven na snímku z Voyageru 1 v roce 1979. Voyager 2 se pak na prstenec cíleně zaměřil a podařilo se tak pořídit podrobnější snímky. Prstenec byl později studován sondami Galileo a Cassini. Také byl zachycen na snímcích pořízených Hubbleovým dalekohledem a mnoha pozemními velkými teleskopy.

Jupiterův svět je fascinující a nezvykle nádherný. Od prvních pohledů na největší planetu skrze nedokonalé temné roury prvních dalekohledů jsme dnes v jejím studování pokročili až ke kosmickým lodím, které nám umožnily pohledy z bezprostřední blízkosti. Tato obrázková kniha je jen začátkem velkého příběhu objevování dalekých krajů a neznámých končin. Připravují se nové projekty, které nám umožní dozvědět se ještě mnohem víc o barevném světě kolem páté planety, která krouží pětkrát tak daleko od Slunce než Země. Dnes je již na cestě americká sonda Juno, která byla k Jupiteru vyslána 5. srpna 2011. Měla by k němu doputovat v roce 2016. Po navedení na oběžnou dráhu bude zkoumat Jupiterovy polární oblasti a velké měsíce a navázat tak na misi Galileo. Projekt Evropské kosmické agentury nazvaný Juice je velkým průzkumným projektem nastávajícího desetiletí. Juice by měl doplnit předchozí americký průzkum a je navrhován pro průzkum velkých měsíců Europy, Ganymedu a Callisto. Juice bude po mnoha těsných přeletech nad Europou, Ganymedem a Callistem od roku 2032 parkovat na oběžné dráze u měsíce Ganymedu a odtud vše z povzdálí sledovat. Jako datum plánovaného startu je prozatím udáván rok 2022 a Juice by měl k Jupiteru přiletět v roce 2030. Nemá smysl dnes předjímat, co všechno ještě bude objeveno, odkryto a prozkoumáno a co vše se nám z nashromážděných dat podaří domyslet a vyzvědět a jak to vše vyložit. Určitě to ale opět obrovsky rozšíří obzory našeho dosavadního světa, podobně jako všechny velké objevitelské cesty v minulosti, a bude jen na nás, jak se nám podaří tuto vesmírnou krásu přijmout.

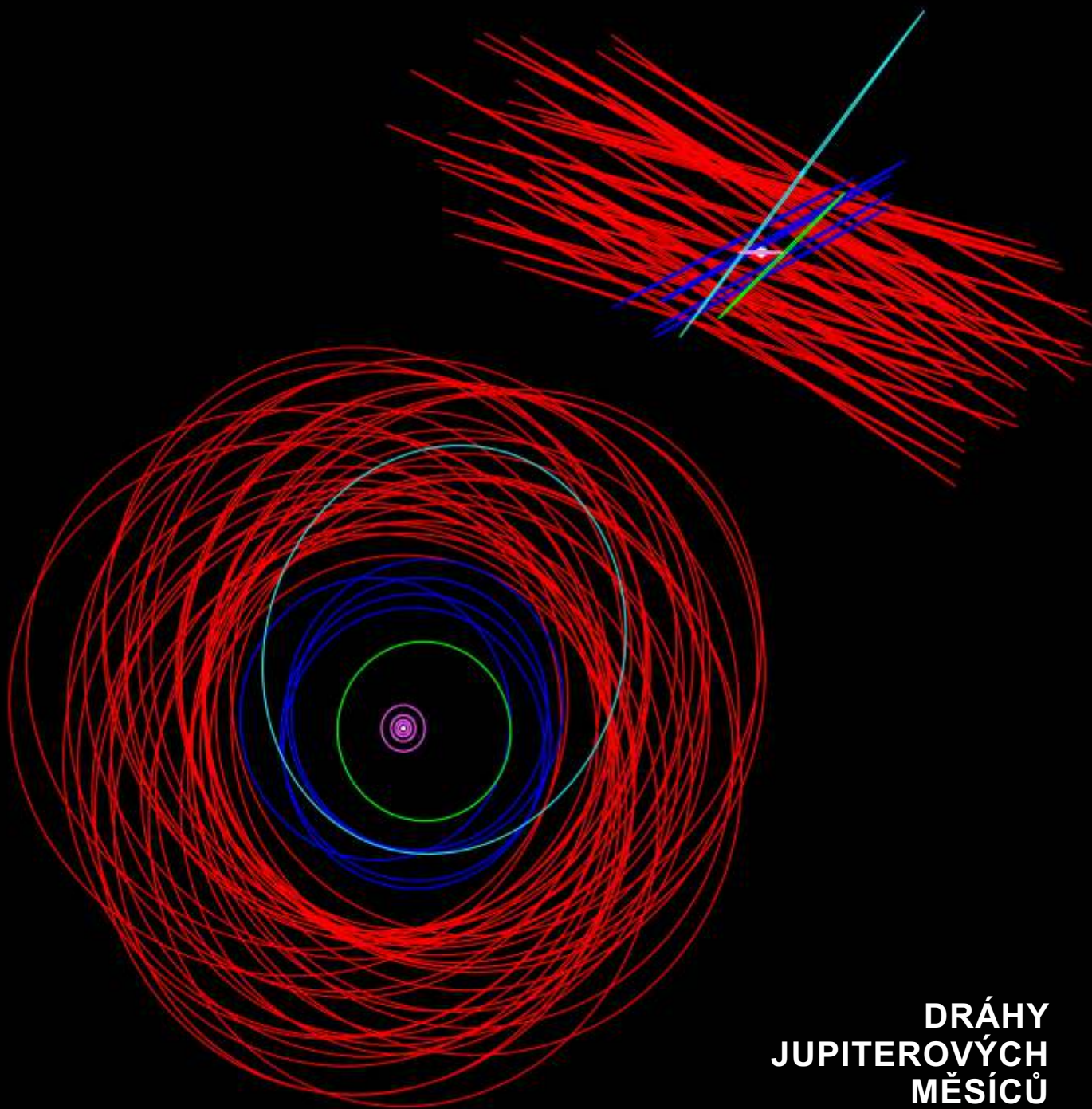


JUPITEROVY MĚSÍCE – PŘEHLED

pořadí	jméno	velká poloosa (km)	sklon dráhy (deg)	excentricita (deg)	perioda dny	průměr (km)	objev
Malé vnitřní měsíce s normálním oběhem							
XVI	Metis	128 000	0,019	0,001	0,3	44	1979
XV	Adrastea	129 000	0,054	0,002	0,3	16	1979
V	Amalthea	181 400	0,38	0,003	0,5	168	1892
XIV	Thebe	221 900	1,08	0,018	0,68	98	1979
Galileovské měsíce							
I	Io	421 800	0,036	0,004	1,77	3643	1610
II	Europa	671 100	0,466	0,009	3,55	3122	1610
III	Ganymed	1 070 400	0,177	0,001	7,16	5262	1610
IV	Callisto	1 882 700	0,192	0,007	16,69	4821	1610
Prográdní skupina Themisto s opačným oběhem							
XVIII	Themisto	7 507 000	43,08	0,242	130	9	2000
Prográdní skupina Himalia s opačným oběhem							
XIII	Leda	11 165 000	27,46	0,164	240,9	18	1974
VI	Himalia	11 461 000	27,50	0,162	250,6	160	1904
X	Lysithea	11 717 000	28,30	0,112	259,2	38	1938
VII	Elara	11 741 000	26,63	0,217	259,6	78	1905
S/2000	J11	12 118 000	28,23	0,211	287,0	4	2000
Prográdní skupina Carpo s opačným oběhem							
XLVI	Carpo	16 989 000	51,4	0,43	456,1	3	2003
Retrográdní skupina Ananke s opačným oběhem							
XXXIV	Euporie	19 302 000	145,8	0,144	550,7	2	2001
XXXV	Orthosie	20 721 000	145,9	0,281	622,6	2	2001
XXXIII	Euanthe	20 799 000	148,9	0,232	620,6	3	2001
XXIX	Thyone	20 940 000	148,5	0,229	627,3	4	2001
XL	Mneme	21 069 000	148,6	0,227	620	2	2003
XXII	Harpalyke	21 105 000	148,6	0,226	623,3	4	2000
XXX	Hermippe	21 131 000	150,7	0,21	633,9	4	2001

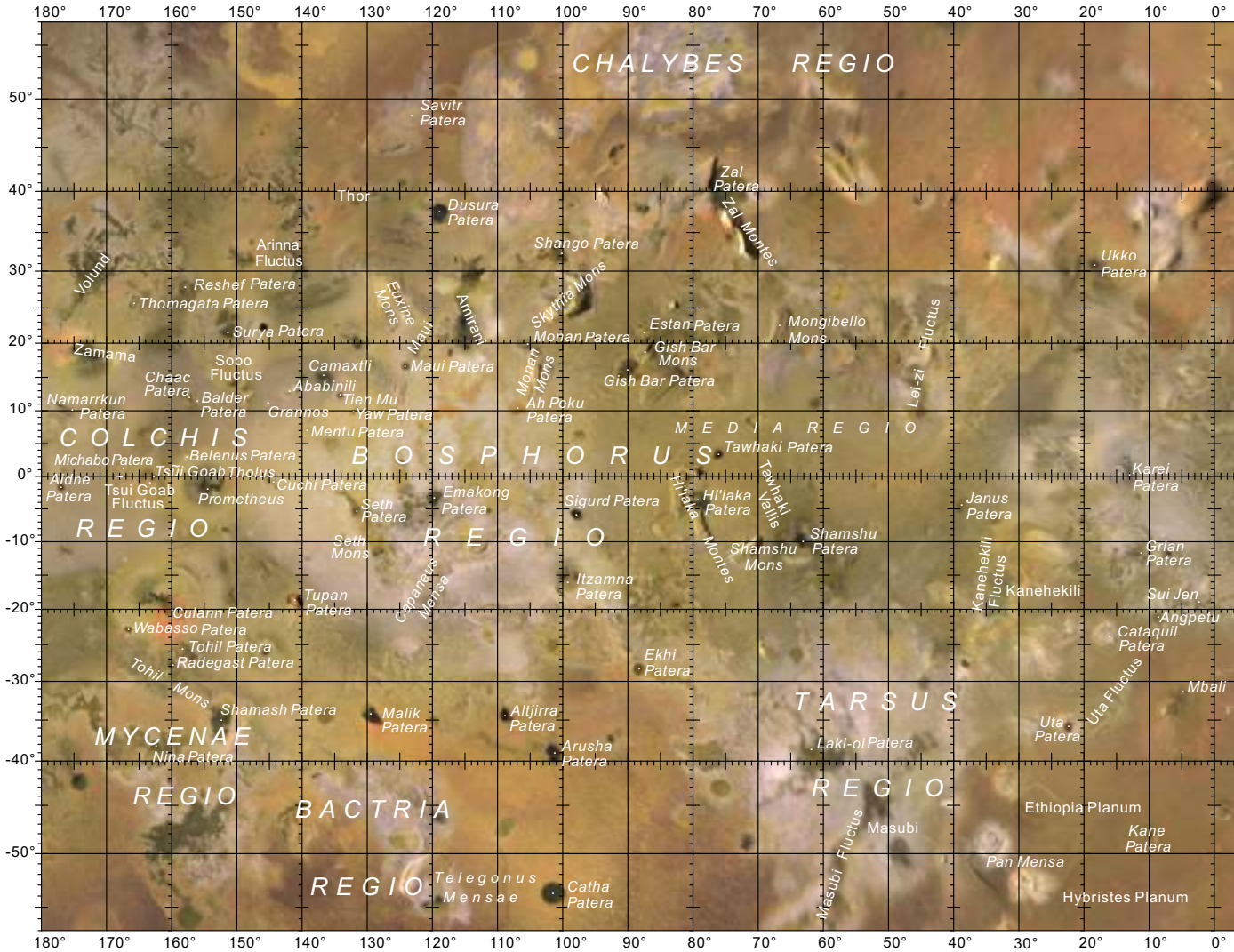
pořadí	jméno	velká poloosa (km)	sklon dráhy (deg)	excentricita (deg)	perioda dny	průměr (km)	objev
Retrográdní skupina Ananke s opačným oběhem							
XXVII	Praxidike	21 147 000	149	0,23	625,3	7	2000
XLII	Thelxinoe	21 162 000	151,4	0,221	628,1	2	2003
XXIV	Iocaste	21 269 000	149,4	0,216	631,5	5	2000
XII	Ananke	21 276 000	148,9	0,244	610,5	28	1951
Retrográdní skupina Carme s opačným oběhem							
XLIII	Arche	22 931 000	165	0,259	723,9	3	2002
XXXVIII	Pasithee	23 096 000	165,1	0,267	719,5	2	2001
L	Herse	23 097 000	164,2	0,2	715,4	2	2003
XXI	Chaldene	23 179 000	165,2	0,251	723,8	4	2000
XXXVII	Kale	23 217 000	165,0	0,26	729,5	2	2001
XXVI	Isonoe	23 217 000	165,2	0,246	725,5	4	2000
XXXI	Aitne	23 231 000	165,1	0,264	730,2	3	2001
XXV	Erinome	23 279 000	164,9	0,266	728,3	3	2000
XX	Taygete	23 360 000	165,2	0,252	732,2	5	2000
XI	Carme	23 404 000	164,9	0,253	702,3	46	1938
XXIII	Kalyke	23 583 000	165,2	0,245	743,0	5	2000
XLVII	Eukelade	23 661 000	165,5	0,272	746,4	4	2003
XLIV	Kallichore	24 043 000	165,5	0,264	764,7	2	2003
Retrográdní skupina Pasiphae s opačným oběhem							
XLV	Helike	21 263 000	154,8	0,156	634,8	4	2003
XXXII	Eurydome	22 865 000	150,3	0,276	717,3	3	2001
XXVIII	Autonoe	23 039 000	152,9	0,334	762,7	4	2001
XXXVI	Sponde	23 487 000	151	0,312	748,3	2	2001
VIII	Pasiphae	23 624 000	151,4	0,409	708	58	1908
XIX	Megaclite	23 806 000	152,8	0,421	752,8	6	2000
IX	Sinope	23 939 000	158,1	0,25	724,5	38	1914
XXXIX	Hegemone	23 947 000	155,2	0,328	739,6	3	2003
XLI	Aoede	23 981 000	158,3	0,432	761,5	4	2003
XVII	Callirrhoe	24 102 000	147,1	0,283	758,8	7	1999

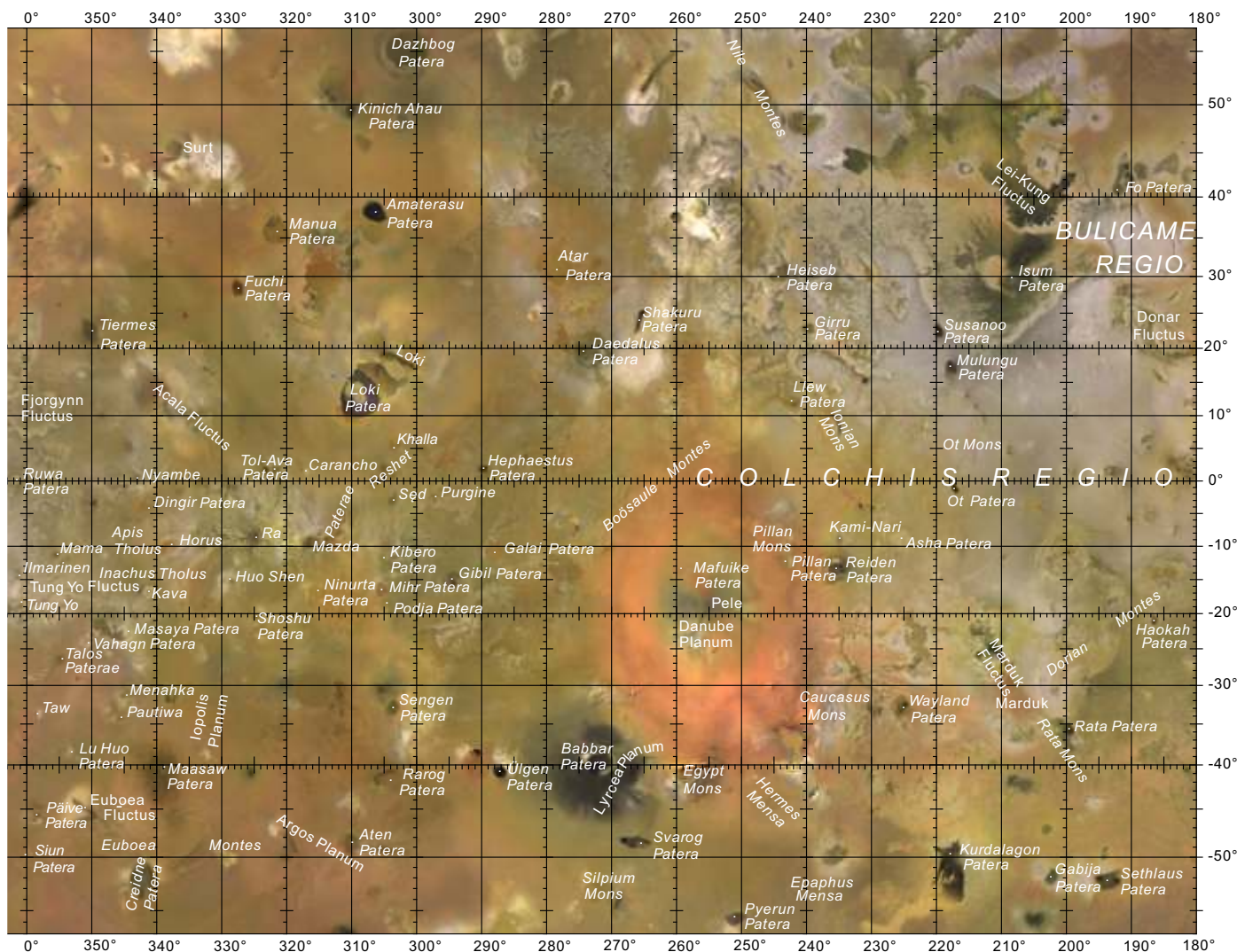
pořadí	jméno	velká poloosa (km)	sklon dráhy (deg)	excentricita (deg)	perioda dny	průměr (km)	objev
Retrográdní skupina Pasiphae s opačným oběhem							
XLVIII	Cyllene	24 349 000	149,3	0,319	737,8	2	2003
XLIX	Kore	24 543 000	145,0	0,325	779,2	2	2003
Nové, dosud nepojmenované měsíce							
S/2003	J2	28 570 410	151,8	0,380	982,5	2	2003
S/2003	J3	18 339 885	143,7	0,241	504,0	2	2003
S/2003	J4	23 257 920	144,9	0,204	723,2	2	2003
S/2003	J5	24 084 180	165,0	0,210	759,7	4	2003
S/2003	J9	22 441 680	164,5	0,269	683,0	1	2003
S/2003	J10	24 249 600	164,1	0,214	767,0	2	2003
S/2003	J12	19 002 480	145,8	0,376	533,3	1	2003
S/2003	J15	22 000 000	140,8	0,110	668,4	2	2003
S/2003	J16	21 000 000	148,6	0,270	595,4	2	2003
S/2003	J18	20 700 000	146,5	0,119	606,3	2	2003
S/2003	J19	22 800 000	162,9	0,334	701,3	2	2003
S/2003	J23	24 055 500	149,2	0,309	759,7	2	2003
S/2010	J1	23 314 335	163,2	0,320	723,2	2	2010
S/2010	J2	20 307 150	150,4	0,307	588,1	1	2010
S/2011	J1	20 155 290	162,8	0,296	580,7	1	2011
S/2011	J2	23 329 710	151,9	0,387	726,8	1	2011



**DRÁHY
JUPITEROVÝCH
MĚSÍCŮ**

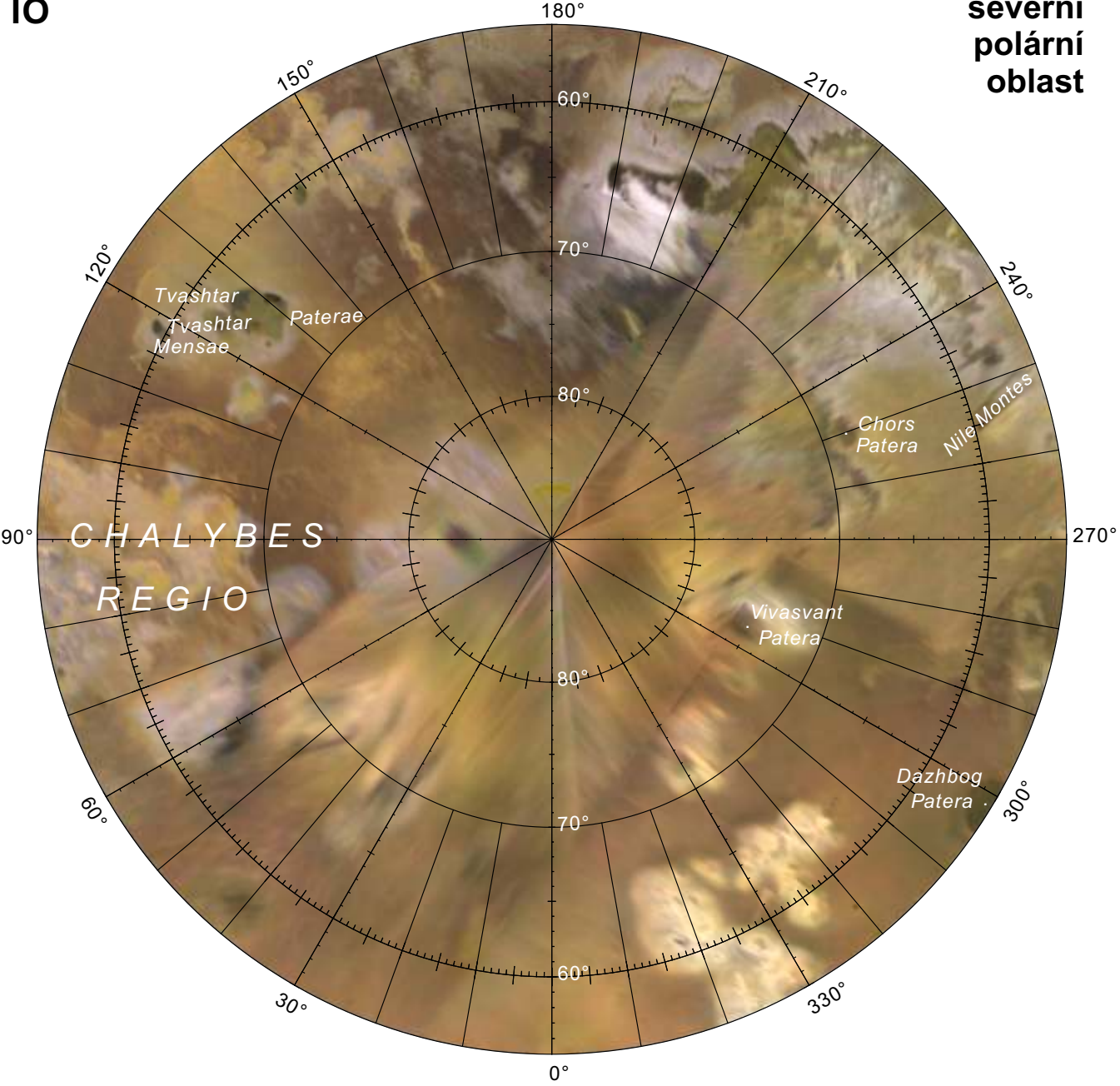
Mapa byla vytvořena ve spolupráci s IAU
USGS Astrogeology Science Center
<http://astrogeology.usgs.gov/>



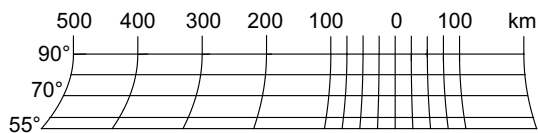
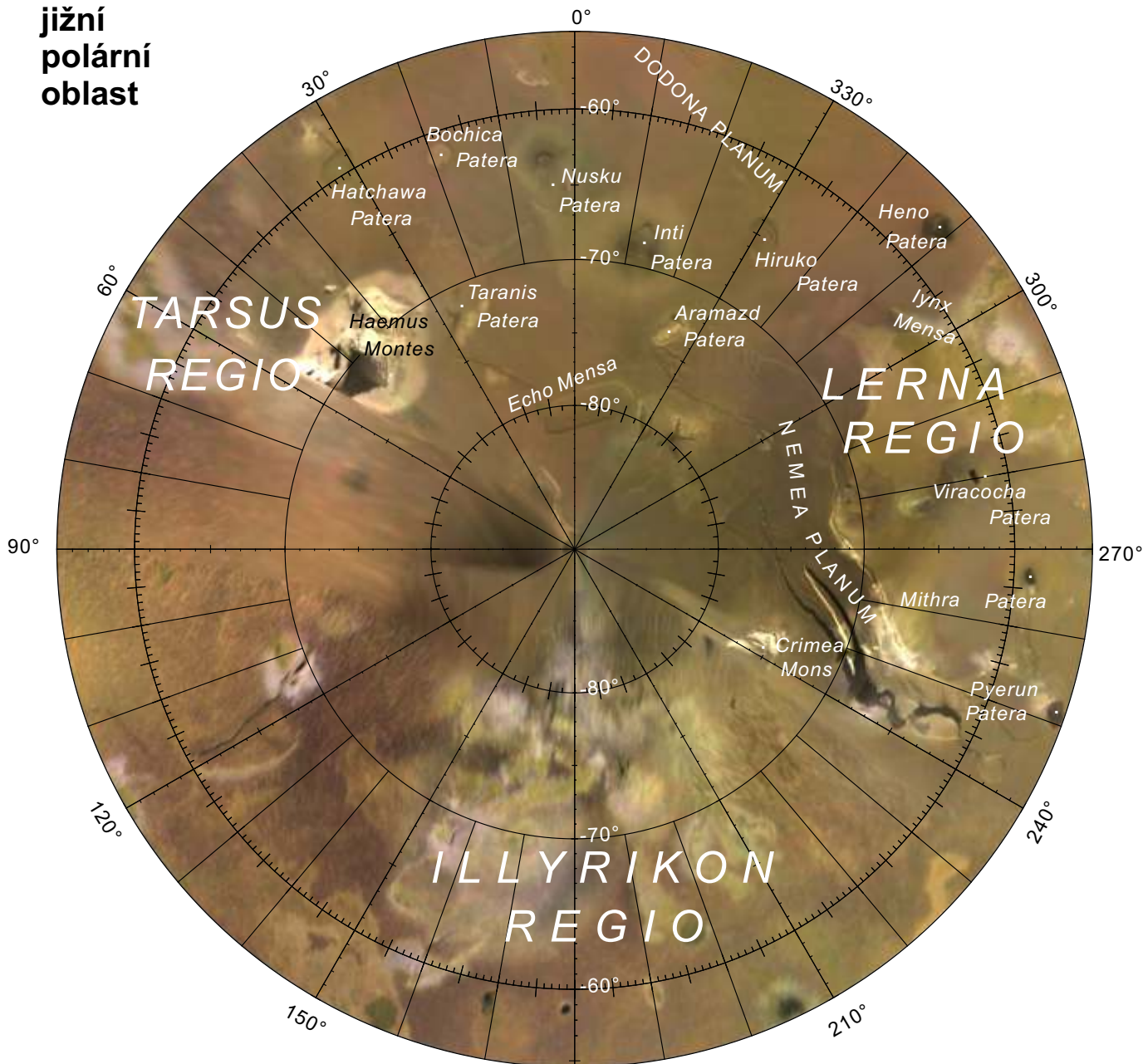


IO

severní
polární
oblast



jižní
polární
oblast



polární
stereografická
projekce

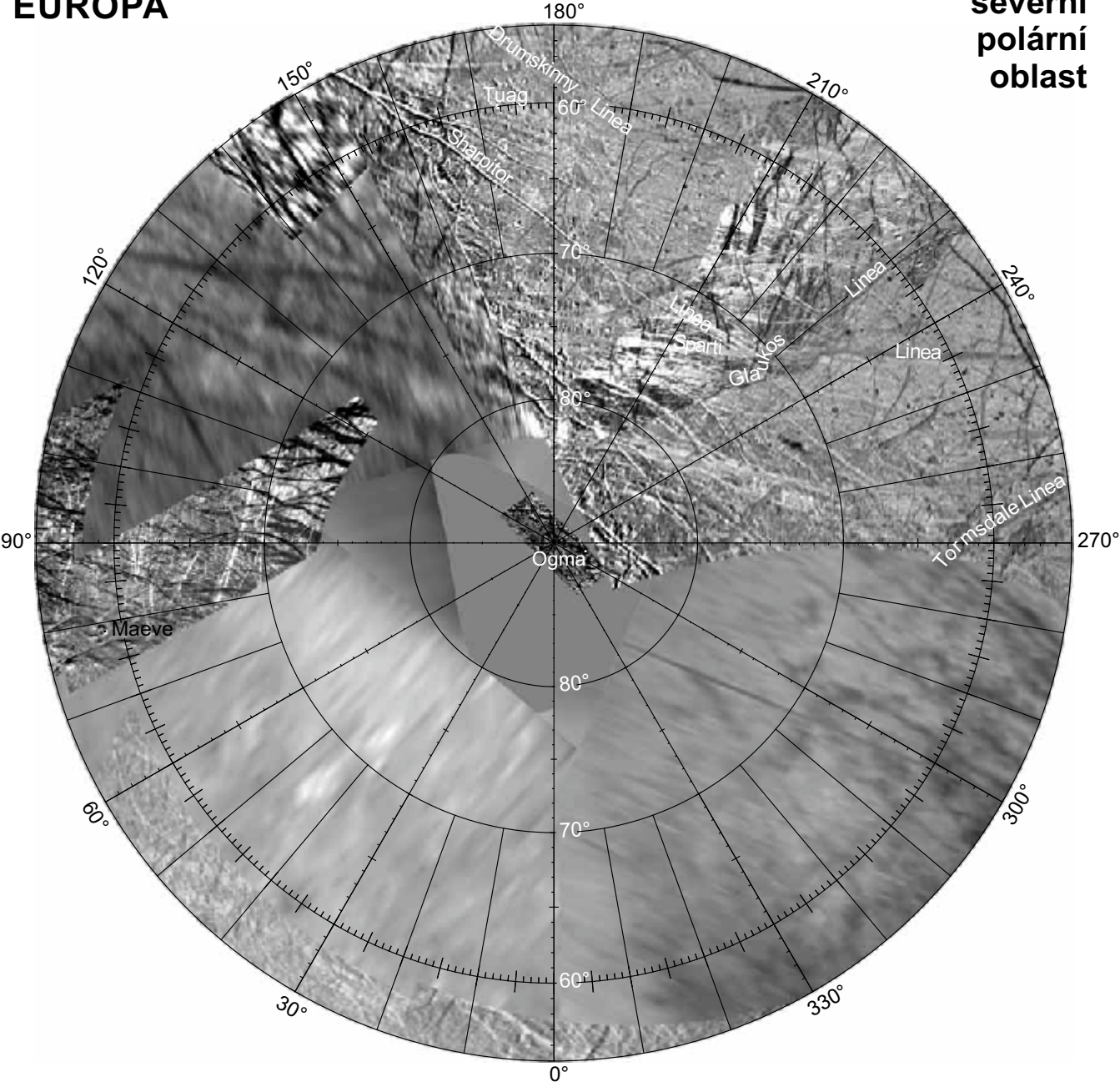
Mapa byla vytvořena ve spolupráci s IAU
USGS Astrogeology Science Center
<http://astrogeology.usgs.gov/>



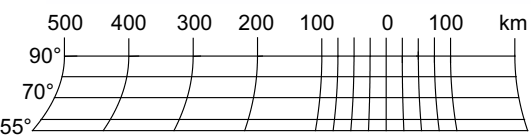
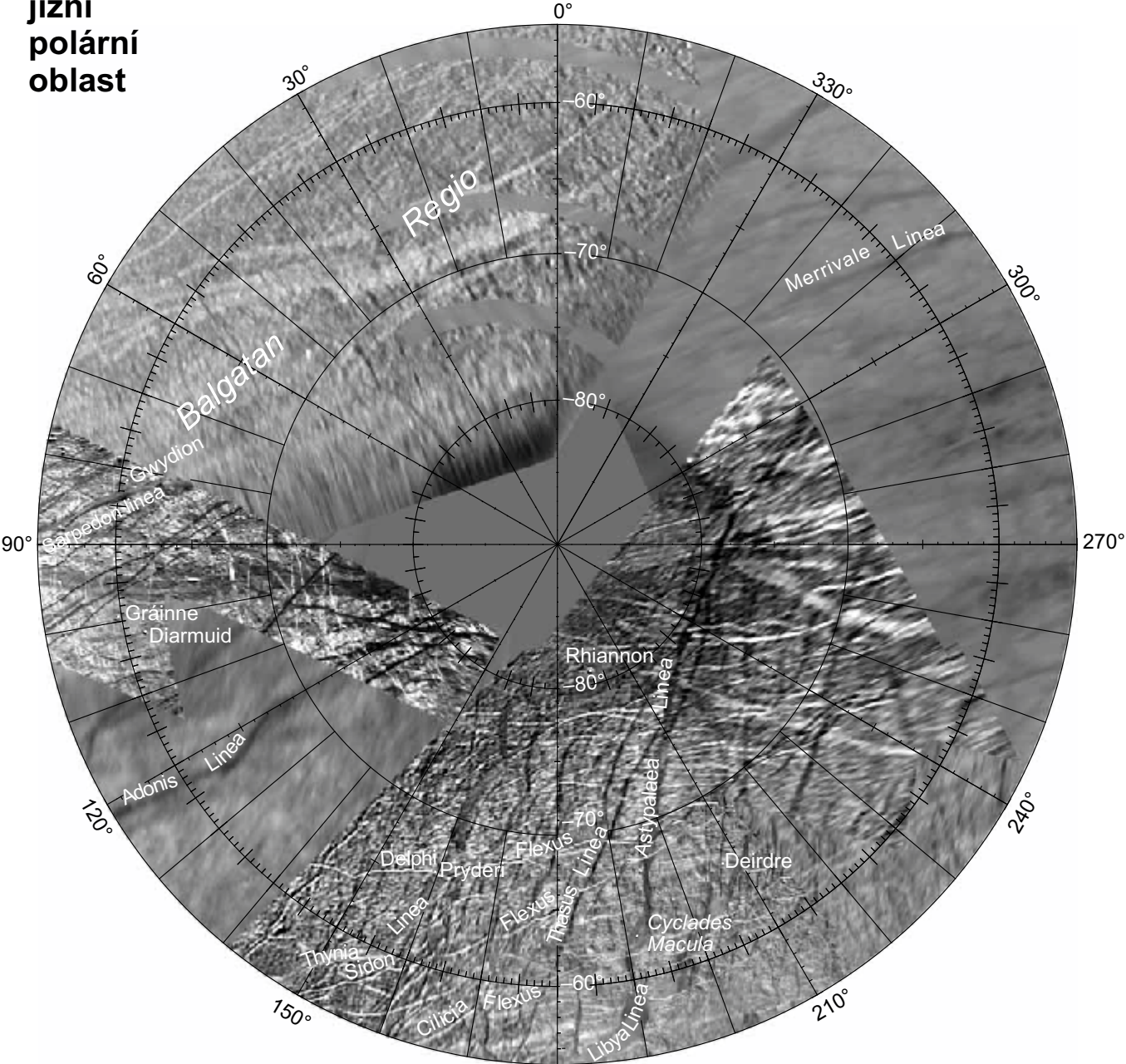


EUROPA

severní
polární
oblast



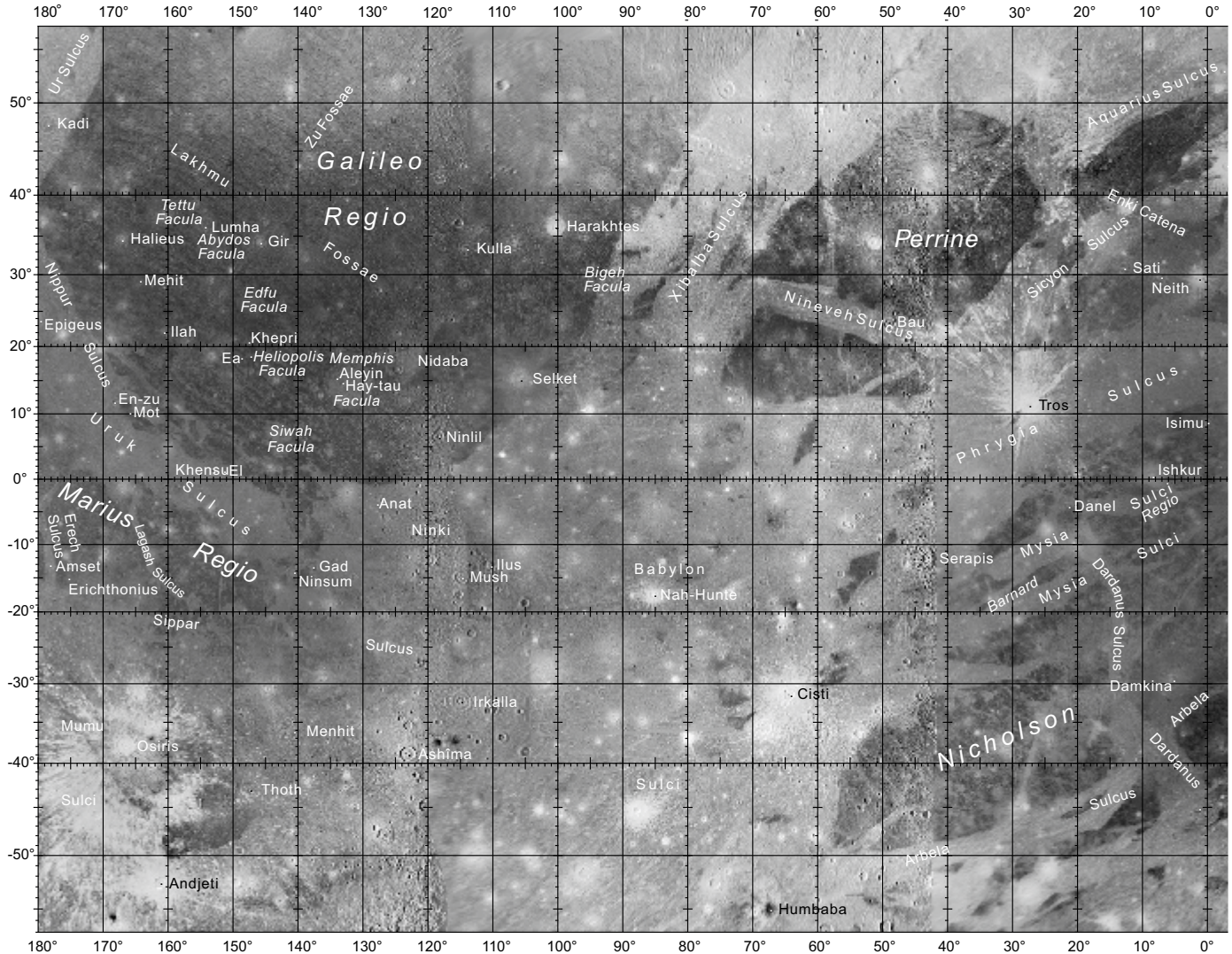
jižní
polární
oblast



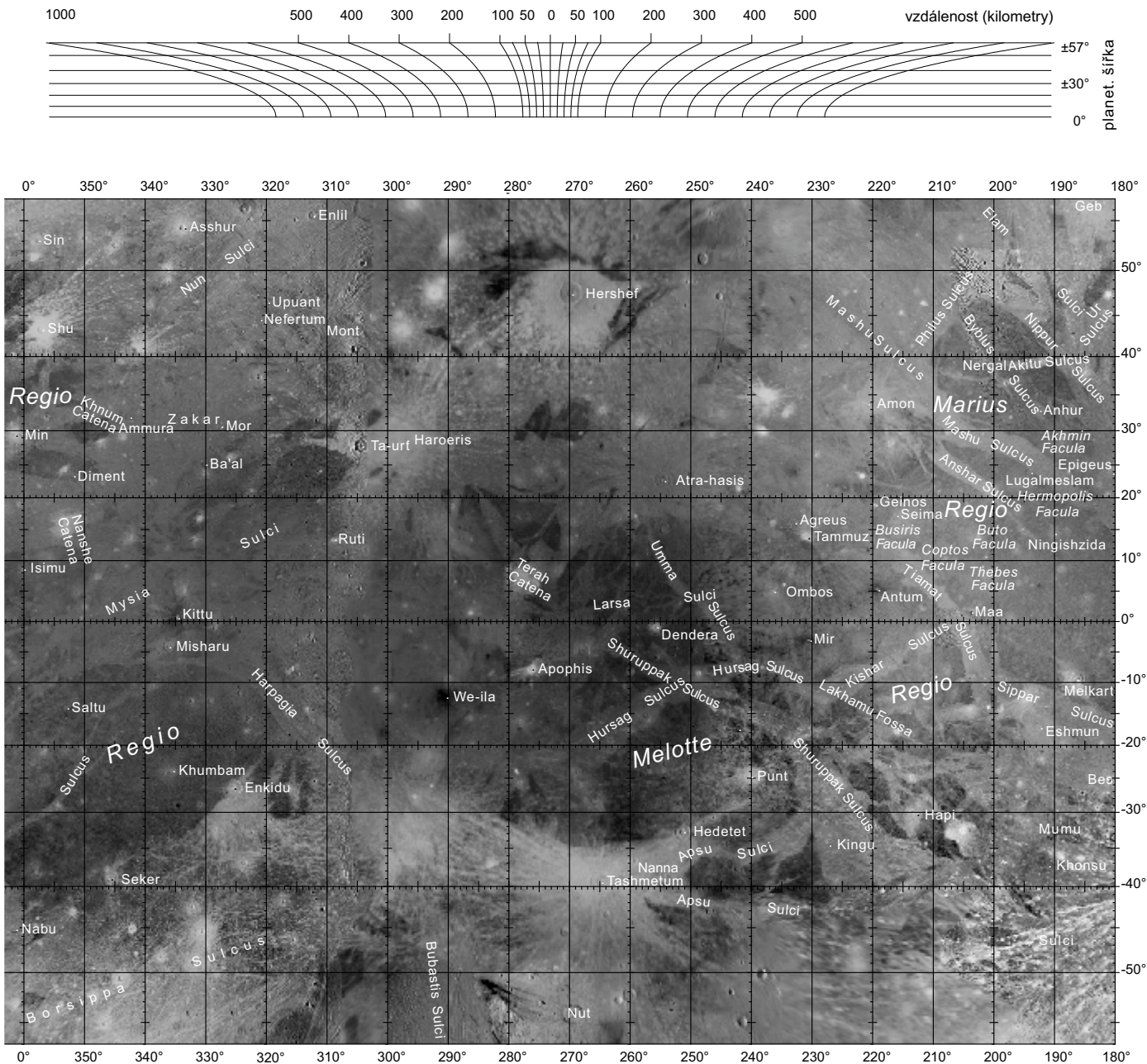
polární
stereografická
projekce

GANYMED

Mapa byla vytvořena ve spolupráci s IAU
USGS Astrogeology Science Center
<http://astrogeology.usgs.gov/>

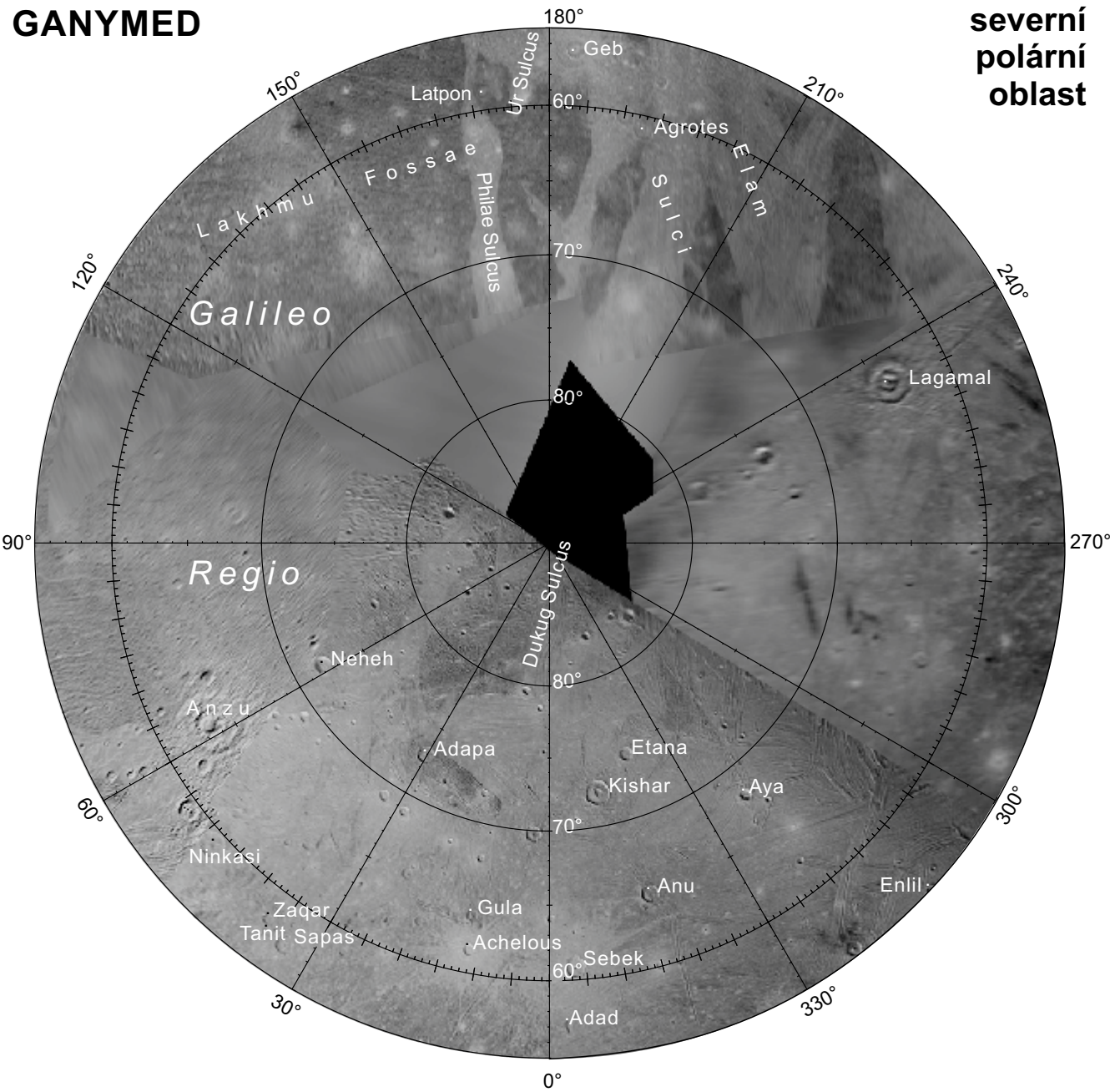


MERCATOROVA PROJEKCE

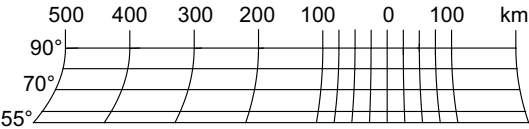
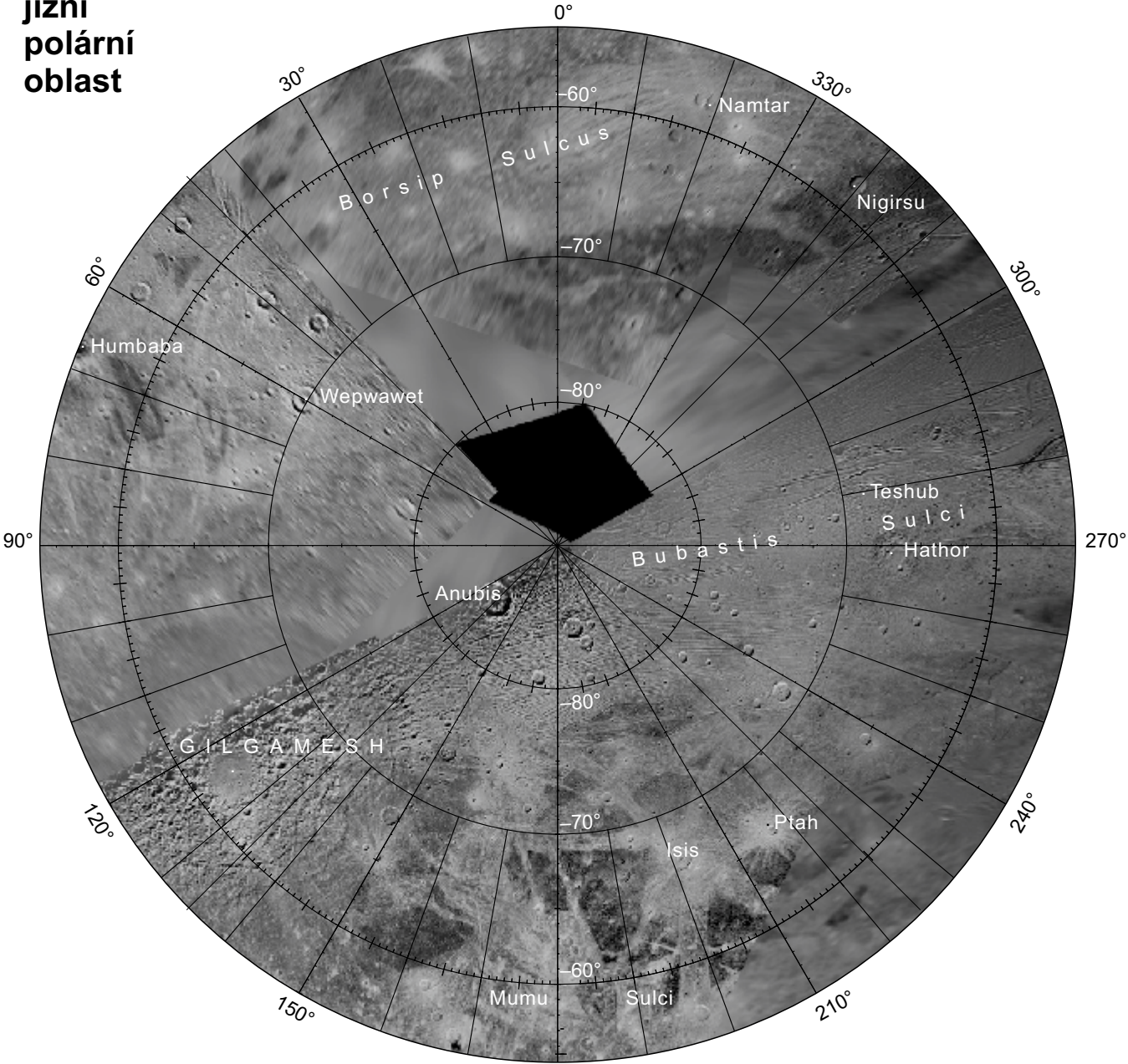


GANYMED

severní
polární
oblast



jižní
polární
oblast

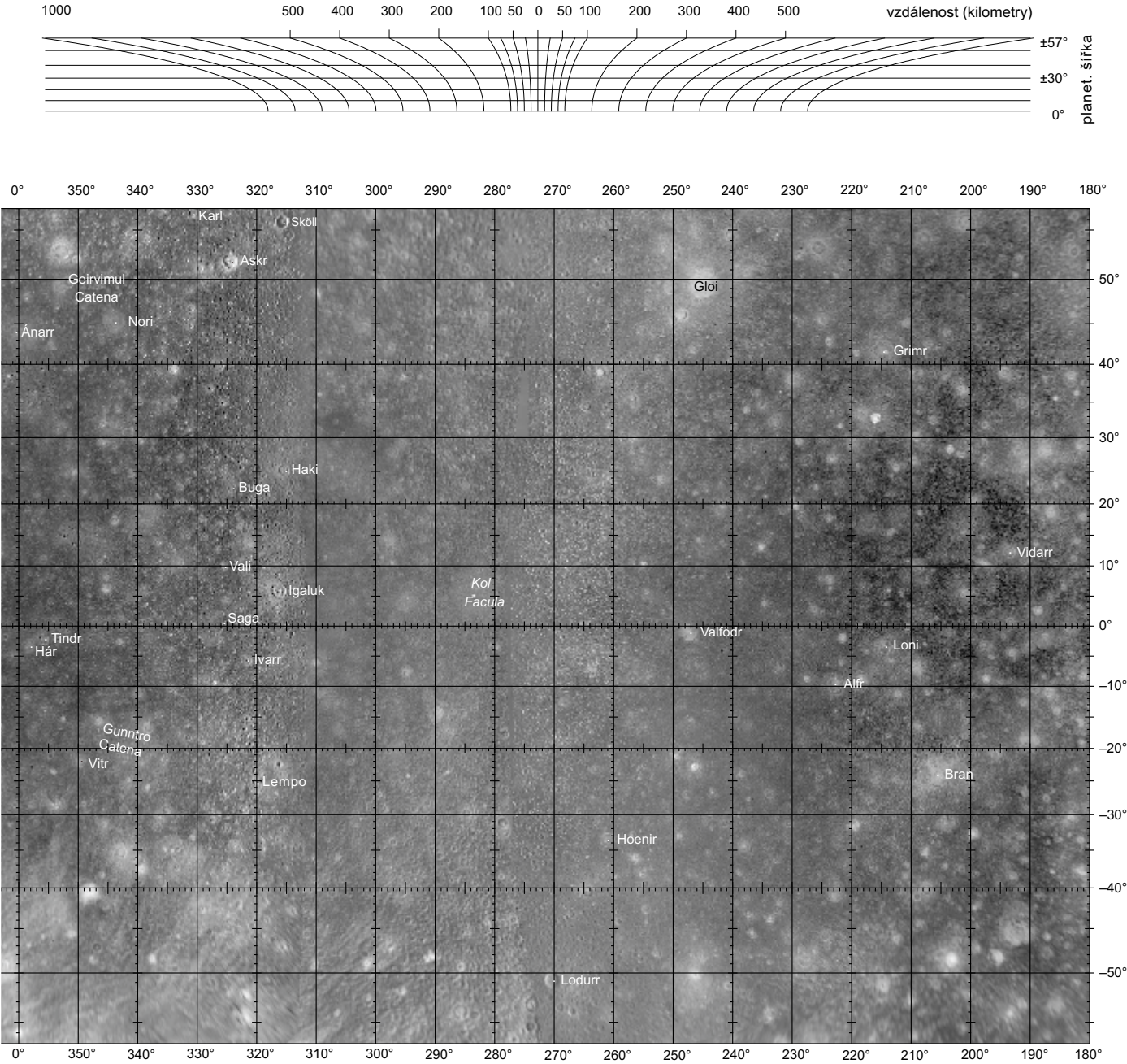


polární
stereografická
projekce

Mapa byla vytvořena ve spolupráci s IAU
USGS Astrogeology Science Center
<http://astrogeology.usgs.gov/>

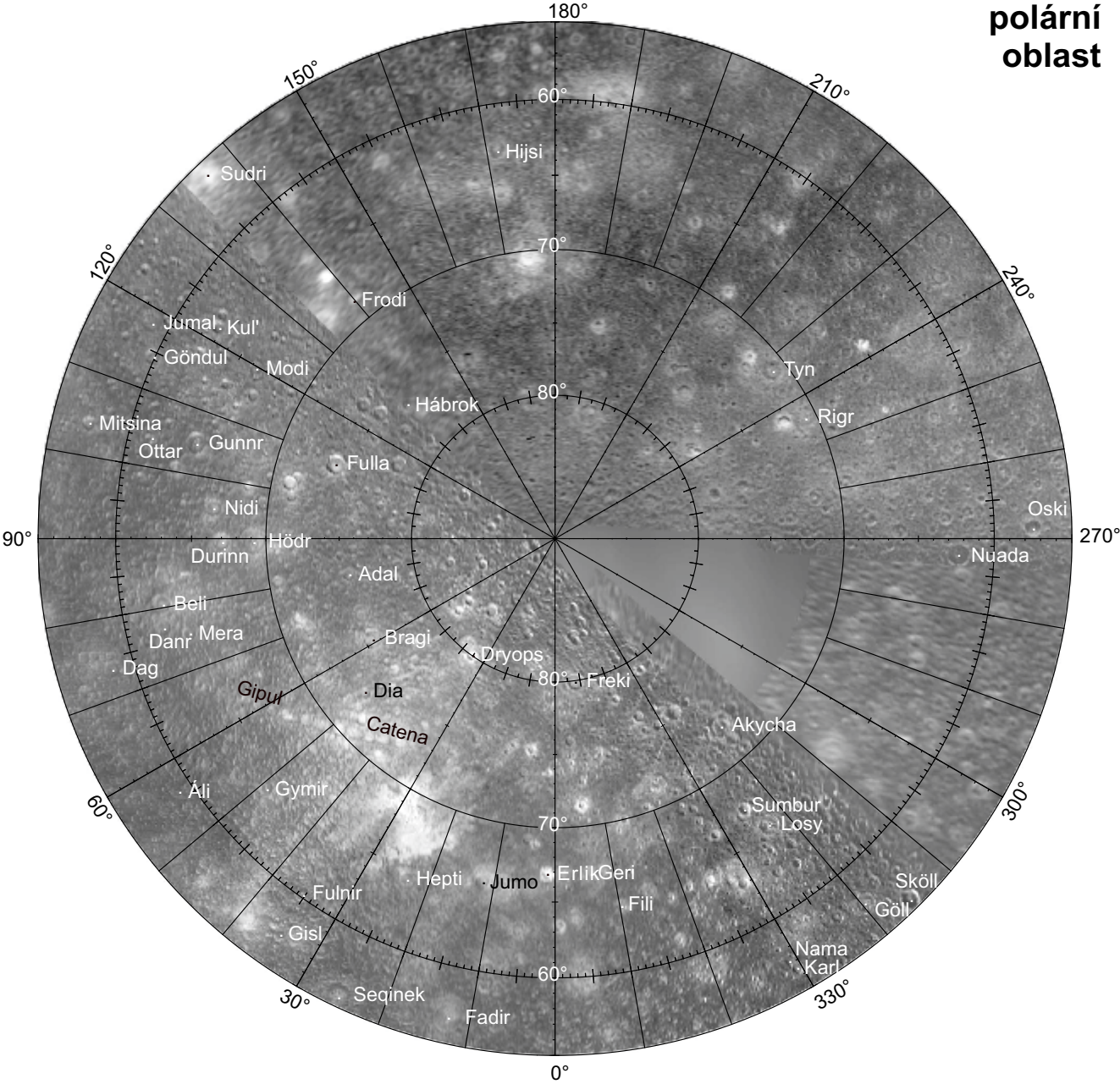


MERCATOROVA PROJEKCE

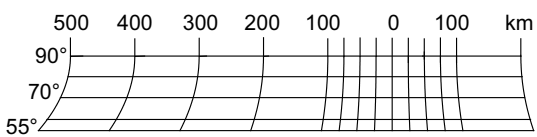
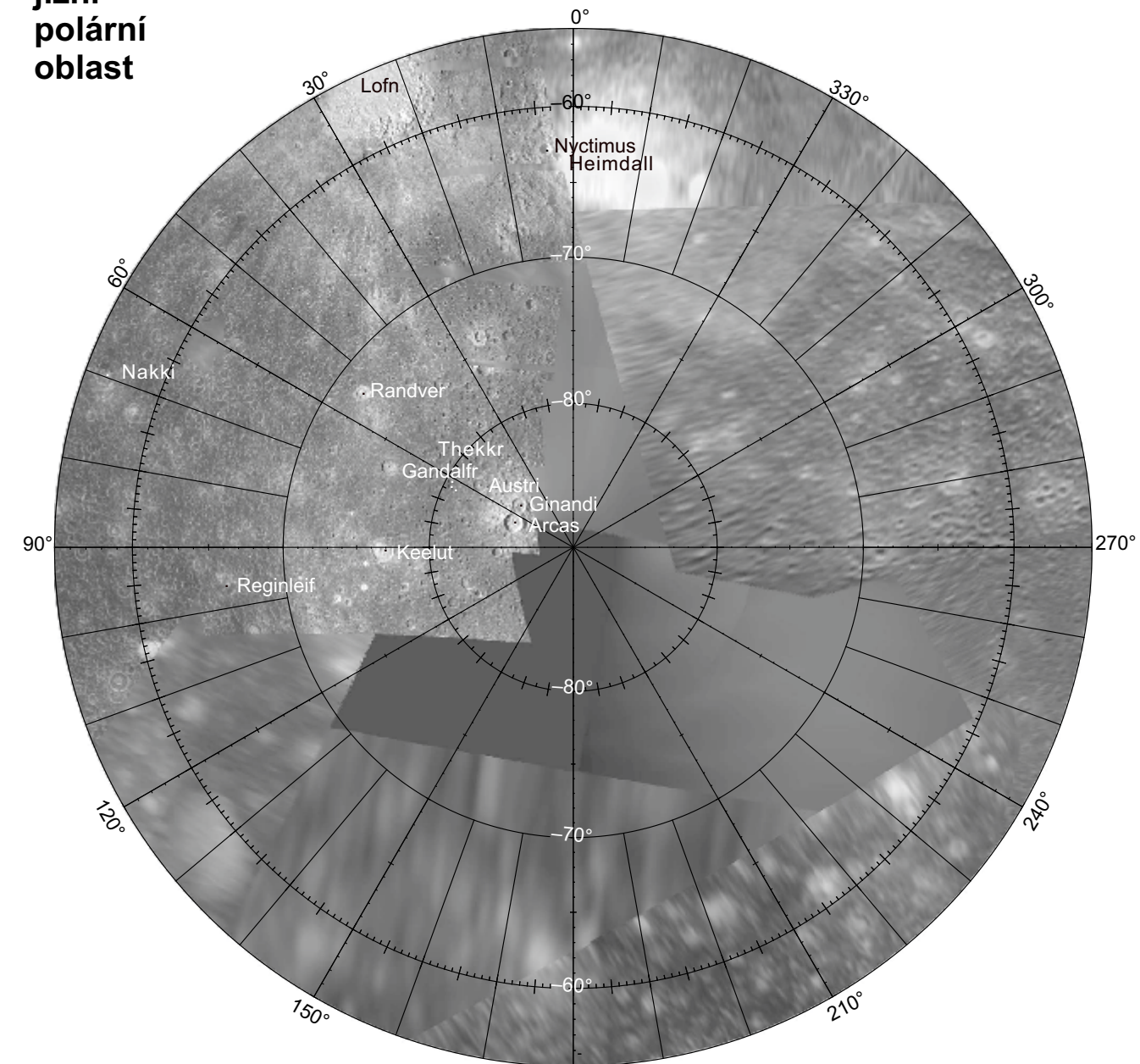


CALLISTO

severní
polární
oblast



jižní
polární
oblast



polární
stereografická
projekce

Jupiter

Ing. arch. Ivan Havlíček

Obálka: Na přední straně je infračervený portrét Jupiteru vyfotografovaný
20. 1. 2009 dalekohledem VLT na Evropské jižní observatoři.
Na zadní straně je snímek tří červených skvrn pořízený
10. května Hubbleovým vesmírným dalekohledem.

Fotografie pocházejí z veřejně dostupných zdrojů,
z archivů NASA, ESA a nejrůznějších internetových knihoven.
Skenované obrázky byly vybrány z knih v knihovně autora.
Tabulky s údaji o Jupiterových měsících jsou převzaty ze stránky Scotta S. Shepparda.
Mapy byly vytvořeny v USGS Astrogeology Science Center
ve spolupráci s IAU (<http://astrogeology.usgs.gov/>)

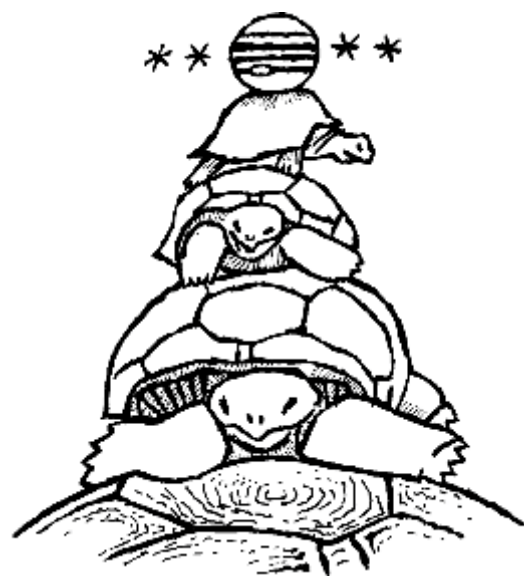
Kresby, obálka a doprovodná grafika: autor
Odborná redakce: Prof. RNDr. Petr Kulhánek, CSc.

Formát: 20×21 cm, 192 stran, pevná vazba
Copyright: Aldebaran Group for Astrophysics (AGA), 2014, 1. vydání
Kontakt: aldebaran@aldebaran.cz, www.aldebaran.cz

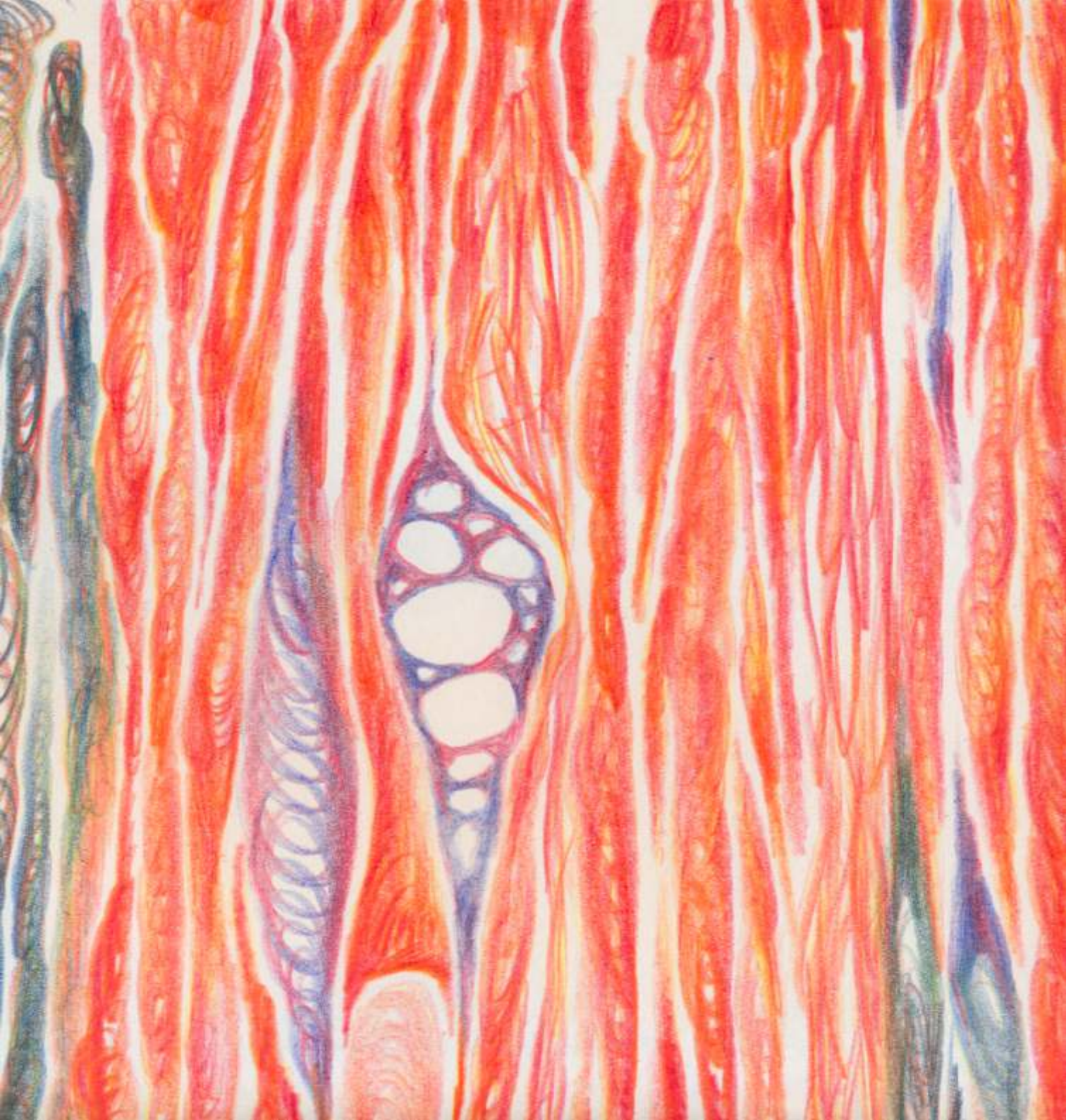
Žádná část této knihy nesmí být publikována a šířena žádným způsobem
a v žádné podobě bez výslovného svolení sdružení AGA.

Tisk: EUROPRINT a.s.

ISBN 978-80-904582-7-7









ISBN 978-80-904582-7-7



9 788090 458277

www.aldebaran.cz