Obsah

strana

Měsíc — vzpomínka na dobu dávno minulou

Dovolte mi zavzpomínat si na dobu před 10 lety, kdy jsem se přestěhoval ze sídliště Polabiny v Pardubicích do Hradce Králové, na Benešovu třídu (přesněji na její severní konec, kde jsou domy s okny na sever a na jih). Najednou jsem zjistil, že z jižního balkónu je moc pěkný rozhled, že nestíní okolní paneláky a že horizont je nádherně nízko.

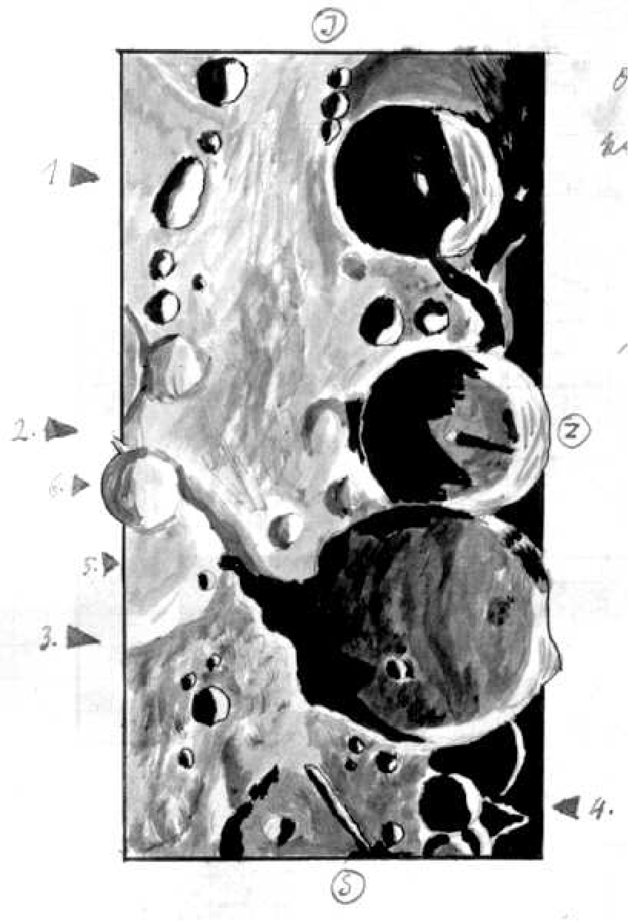
Ve stejné době se mi také poštěstilo sehnat malý astronomický dalekohled AD 800 s ručně poháněnou paralaktickou montáží; stalo se tak na inzerát v Říši hvězd od jednoho astronoma amatéra z Bystrého u Poličky. (Vím, že to není bůhvíjaký stroj, ale později se stejně osvědčil jako pointer při pokusech o fotografování oblohy teleobjektivem 4/200.) Jedním z prvních objektů, který jsem sledoval jako novopečený majitel „dalekohledu“, byl náš nejbližší soused, mám teď na mysli přirozenou družici Země, to jest náš *Měsíc.*

Tehdy měl člověk ještě spoustu volného času a mohl se více věnovat takovým příjemným činnostem, jako je pozorování Měsíce, kreslení jeho krásných zákoutí, na pevnině i na moři. Právě kresby z let 1993 – 1994, které jsem náhodou objevil na začátku roku letošního v dávno zapomenuté krabici, nás budou provázet dalším povídáním o Měsíci.

U každé kresby je nejprve uvedeno číslo útvaru na mapce, jeho jméno, datum pozorování, a přibližný čas (SEČ). V tab. 1 jsou připomenuty osobnosti, po nichž jsou útvary pojmenovány. Pozorovací podmínky a osvětlení charakterizuje hodnota *colongitudo*, tj. selenografická délka ranního terminátoru kladně počítaná na východ, a *librace* — selenografická šířka b a délka l bodu, který má Zemi právě v zenitu (šířka je kladná na sever, délka na západ). Na obrázcích je sever dole a východ vpravo, vždy se jedná o světové strany z pohledu pozemského pozorovatele. Číselné a další podrobnější údaje o měsíčních útvarech čerpám převážně z [1].

Kresba na titulní straně zachycuje okolí kráteru Bullialdus, v oblasti Mare Nubium na jižní polokouli Měsíce. Podrobnější popis dále v textu.

vrcholkem Alphonsovým. To je světelná situace, vyskytující se toliko zcela výjimečně. [VPRAVO] Theophilus, Cyrillus, Catharina dne 6. října 1993. Reflektor 11,5 cm, 72× zvětšení.



Obr. 9 — Krátery Azachel (1), Alphonsus (2) a Ptolemaeus (3) dne 23. září 1993 reflektorem newton 11,5 cm, zvětšení 72×. Menší označené krátery: Herschel (4), Albateginus (5) a Klein (6). Zajímavé jsou různé menší krátery a kráterovité útvary, které v tomto světle vypadají velice výrazně. V opačné fázi Měsíce jsou ovšem zpravidla zcela nepozorovatelné a vynořují se naopak zcela jiné, podobně zřetelné.

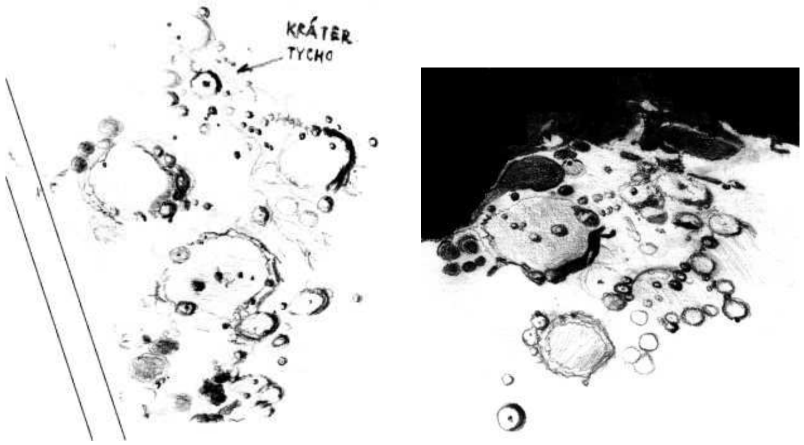
východně od Mare Crisium. Jako nejjasnější se jevil val kráteru, jasné skvrny vpravo od kráteru jsou vyznačeny tečkováním. Východně od kráteru je tmavší planina Palus Somni (český překlad je Bažina spánku).

$\boxed{5}$ **Cassini** [30. I. 1993, 20:00 SEČ, col. 5°, $b = -4{,}4°$, $l = -6{,}4°$] Kráter Cassini (57 km/1 240 m) je charakteristickým představitelem *zatopených* kráterů. Uvnitř můžeme pozorovat ještě dva menší krátery Cassini A (17 km/2 830 m) a B.

Krátery menší než 5 km, tzv. *kráterové jamky*, jsou již pozorovatelné jen velkými dalekohledy. Mějme však na paměti, že měsíční povrch hustě pokrývá obrovské množství kráterů ještě menších, ze Země nepozorovatelných. Při dopadech malých těles na Měsíc, jež není chráněn žádnou atmosférou, se jeho povrch drolí a dnes, za tři miliardy let, je pokryt asi dvacetimetrovou vrstvou sypké měsíční půdy neboli *regolitu*.

Dalšími útvary, které lze spatřit na povrchu Měsíce, jsou např. zlomy, hory, mořské hřbety, brázdy, dómy, soustavy paprsků či řetízky kráterů. Jejich původ je různý — impaktní, vulkanický i tektonický. Některé z nich si podrobněji popíšeme a ukážeme na následujících obrázcích.

$\boxed{6}$ **Rupes Recta** [31. I. 1993, 20:30 SEČ, col. 17°, $b = -3{,}1°$, $l = -7{,}2°$] Přímý zlom, dříve zvaný Přímá stěna nebo Val Beta, je nej-



Obr. 6 — Kráter Clavius při různém osvětlení a libraci. [VLEVO] je pozorování z 26. 8. 1993 (9 dní po novu) ze stanoviště Zhořec – Tábor, [VPRAVO] pak z 27. 9. 1993 (5 dní po první čtvrti), 19 h 47 min – 21 h 25 min.

Vladimír Kocour ml.

Polostínové zatmění Měsíce 25. 1. 1999

V minulém roce dne 25. 1. 1999 večer nastal jeden nepříliš vyjímečný a zajímavý úkaz — jednalo se o polostínové zatmění Měsíce. Tento jev nastává vždy, když Měsíc vstoupí do polostínu Země, nastává také před a po částečném či úplném zatmění.

Řada lidí je toho názoru, že se tento úkaz nedá téměř pozorovat, pouze fotograficky a to ještě s obtížemi. Tentokrát se však měl Měsíc schovat do polostínu na 1,003 svého průměru, a proto jsme se s Martinem Lehkým o takové pozorování pokusili.

Počasí během dne nám nebylo příliš nakloněno, ale k večeru si přece jenom dalo trochu říct. Krátce po soumraku jsme se sešli v pozorovacím domečku. Na obloze byly zbytky vysoké oblačnosti. Maximální fáze zatmění nastávala ještě v době, kdy byl Měsíc nízko nad obzorem, vyčkávali jsme tedy, dokud Měsíc nevyjde výš.

Po chvíli netrpělivého čekání a sledování pohybu cirrů na nás skrze mraky Měsíc vykoukl. Na první pohled bylo jasné, že má pravý horní okraj ztemnělý. Bylo to patrné jak pouhým okem, tak i v dalekohledu Somet Binar 25×100. Čím více ubíhal čas a Měsíc vystupoval z polostínu, tím byl setmělý okraj jasnější.

[4] Gabzdyl, P.: *Měsíc v dalekohledu.* Sdružení hvězdáren a planetárií, Amatérská prohlídka oblohy, Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Brno, 1997

1. Christoph Klau (1537–1612) — německý matematik a astronom.
2. Pierre Gassendi (1592–1655) — francouzský teolog, matematik a astronom. Jako první pozoroval přechod Merkuru přes Slunce v roce 1631, předpovězený Keplerem.
3. Mikuláš Koperník (1473–1543) — slavný polský astronom, který ve svém díle De Revolutionibus prosazoval heliocentrickou soustavu.
4. Proklos Diadochos (410–485 n. l.) — aténský filozof.
5. Giovanni Domenico Cassini (1625–1712) — francouzský astronom italského původu; objevil čtyři měsíčky Saturnu a Cassiniho dělení v prstenci. Jeho syn Jacques Cassini (1677–1756) byl po něm ředitelem observatoře v Paříži.
7. Piton je název jednoho z vrcholů v tenerifském masivu. Gottfried Kirch (1639–1710) byl německý astronom, který objevil velkou kometu z roku 1680. Charles Piazzi Smyth (1819–1900), britský královský astronom, je autorem mystiky čísel kolem Cheopsovy pyramidy.
8. Albert Heim (1849–1937) — švýcarský geofyzik.
9. Aristarchos ze Samu (asi 310–230 př. n. l.) — řecký astronom, který jako první učil, že Země obíhá okolo Slunce a otáčí se kolem své osy. Hérodotos z Halikarnássu (asi 485–425 př. n. l.) — řecký historik, zvaný též Otec historie. Johann H. Schröter (1745–1816) byl německý selénograf, pozorovatel, autor díla Selenotopographische Fragmente.
10. Ismaël Bulliau, (1605–1694) — francouzský astronom, historik a teolog.

Tab. 1 — Jména osobností, po kterých jsou pojmenovány popisované krátery a další útvary.

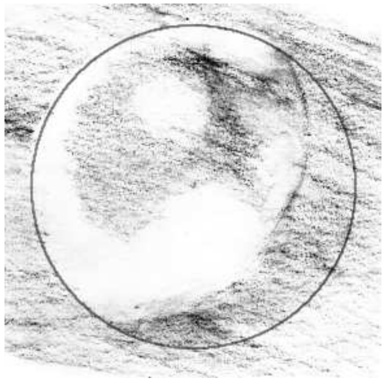
Mare Anguis	Moře hada	Mare Marginis	Moře okraje
Mare Australe	Moře jižní	Mare Nectaris	Moře nektaru
Mare Cognitum	Moře poznané	Mare Nubium	Moře oblaků
Mare Crisium	Moře nepokojů	Mare Orientale	Moře východní
Mare Fecunditatis	Moře hojnosti	Mare Serenitatis	Moře jasu
Mare Frigoris	Moře chladu	Mare Smythii	Moře Smythovo
M. Humboldtianum	M. Humboldtovo	Mare Spumans	Moře zpěněné
Mare Humorum	Moře vláhy	Mare Tranquillitatis	Moře Klidu
Mare Imbrium	Moře dešťů	Mare Undarum	Moře vln
Mare Insularum	Moře ostrovů	Mare Vaporum	Moře par

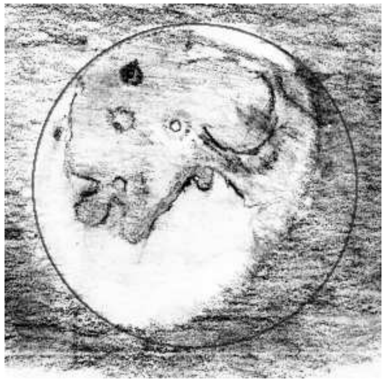
Tab. 2 — Latinské a české názvy moří na přivrácené straně Měsíce.

Co pozorovat na Měsíci? Librace

V řadě publikací se čtenář doví, že povrch Měsíce je ze Země natolik dobře prozkoumán, že astronom – amatér s „amatérským dalekohledem“ (takřka nikde není specifikováno, jaké rozlišení má autor namysli) nemůže nic nového objevit, ani k poznání měsíčního povrchu přispět. To platí už pro starší knihy z doby před nástupem družic.

Pravda je taková, že žádné pozorování uskutečnitelné amatérem nevede samo o sobě k zásadnímu objevu v astronomii — tedy ani takové, které literatura za užitečné zpravidla pokládá.





Obr. 1 — Měsíc čtyři dny po úplňku 2. 6. 1991 (tj. lunace 847), pozorováno již za přímého slunečního světla, [VLEVO] je pohled pouhým okem, od 6 h 40 min SEČ, [VPRAVO] kresba pomocí triedru 10×50 bez stojanu, 6 h 11 min až 6 h 40 min SEČ.

V době, kdy jsem se pozorováním Měsíce (spíše by bylo dobré říci kreslením pro radost) zabýval, tvrdilo se, že má smysl pozorovat librační oblasti Měsíce, které jsou známé méně přesně. Pozorování libračních oblastí může po zpracování rozšířit naše vědomosti o reliéfu okraje Měsíce, a tak zpřesnit i předpovědi zákrytů hvězd Měsícem, které se dnes měří na setiny až tisíciny sekundy. Kdo sleduje rozvoj kosmonautiky, ví o sondě Lunar Prospector, která z nízké oběžné dráhy kolem Měsíce zmapovala celý povrch, takže jestli byli amatéři na Zemi předtím v roli paběrkovatelů, dnes jsou na tom ještě jednou tak špatně (z hlediska užitečnosti pro selenografii).

Librační oblasti

Latinské slovo „libra“ znamená „váhy“. Dříve byly váhy jen miskové a ve stavu blízko vyvážení se (pokud je někdo neustálil) chovaly jako mechanický oscilátor — kolébaly se. Librace Měsíce je odvozená právě od

Během této doby se zřetelně posunulo rozhraní světla a stínu a vynořily se nové detaily. Okolo 20 h 30 min jsem pozoroval zákryt a výstup hvězdy.

Librace v šířce: osa rotace Měsíce není kolmá k rovině jeho oběhu kolem Země. Měsíc proto přibližně polovinu oběhu přivrací k Zemi severní polokouli, druhou polovinu polokouli jižní. Podobně jako Země ke Slunci. Na Měsíci to ovšem nezpůsobuje změny ročních dob, ale cca 12× rychlejší přivracení střídavě severních a střídavě jižních polárních oblastí k Zemi.

Librace v délce: dráha Měsíce kolem Země je nekruhová. Tak nekruhová, že kdyby někdo nakreslil Zemi s dráhou Měsíce kolem a nechal ji bez popisu, většinu lidí by asi napadlo, že je to Slunce s některou z planetek. V důsledku toho je také značně proměnná rychlost s jakou Měsíc kolem Země obíhá. Rotace Měsíce, třebaže je vázaná, nemůže být v důsledku nepředstavitelně obrovského momentu setrvačnosti Měsíce vázaná naprosto bezvýhradně. Je-li Měsíc blízko Země (v perigeu, též přízemí), předbíhá oběh Měsíce rotaci a my můžeme nahlédnout poněkud za jeho západní okraj. Je-li Měsíc daleko od Země (v apogeu, též odzemí), je oběh Měsíce pomalejší a po přechodnou dobu je rotace poněkud „napřed“ a my můžeme vidět za východní okraj.

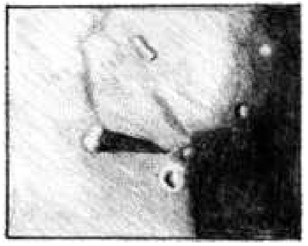
Paralaktická librace je způsobena blízkostí Měsíce. Měsíc je v průměru od Země ve vzdálenosti 30 průměrů Země, tedy na první pohled dosti daleko. Ale přeci jen tak blízko, že není lhostejné, z kterého místa na Zemi se na Měsíc díváme. Podle toho odkud Měsíc pozorujeme se nám poněkud jiná polovina Měsíce jeví jako momentálně přivrácená. Naši polohu na Zemi z tohoto hlediska určuje především rotace Země — to zda nám Měsíc vychází nebo zrovna zapadá. Paralaktická librace má jen vedlejší význam.

Všechny tyto librace dovolují pozemskému pozorovateli spatřit 61% měsíčního povrchu (ne pochopitelně najednou). Bez přispění paralaktické librace by tato hodnota činila 59%.

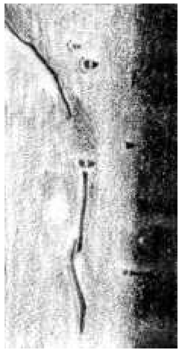
Podrobné mapy libračních oblastí uvádí Atlas Měsíce A. Rükla.

Obr. 5 — Terminátorová a současně librační oblast na jižním pólu Měsíce, úplněk 30. 9. 1993, 21 h 13 min – 22 h 3 min. Pozorováno při zvětšení 120×.

znamějším zlomem na Měsíci. Je dlouhý 110 km, vysoký 240 až 300 m, zdánlivá šířka dosahuje 2,5 km – není to tedy žádný strmý sráz, ale svah se sklonem asi 7° (1 : 9). Při vycházejícím Slunci (po první čtvrti, viz tento obrázek) vrhá nápadný stín, před západem Slunce svah naopak jasně září. Zlom se nachází na západním okraji Mare Nubium. Mezi další útvary zachycené na obrázku patří krátery Alpetragius (dole, s výrazným středovým masivem, 40 km/3 900 m), Arzachel (velký kráter vlevo dole, 97 km/3 610 m), Thebit (nalevo od zlomu, 57 km/3 270 m) a valová rovina Purbach (118 km/2 980 m).



$\boxed{7}$ **Mons Piton** [30. I. 1993, 19:00 SEČ, col. 4°, $b = -4{,}5°$, $l = -6{,}5°$] Osamělý horský masiv vystupující více než 2 000 m nad úroveň Mare Imbrium. Průměr základny (25 km) je asi jedenáctinásobkem jeho výšky. V blízkosti hory se nachází malé krátery Kirch a Piazzi Smyth.



$\boxed{8}$ **Dorsum Heim** [29. VI. 1993, 22:30 SEČ, col. 47°, $b = +1{,}3°$, $l = +4{,}1°$] Heimův mořský hřbet dlouhý 130 km najdeme v Mare Imbrium, jižně od Sinus Iridum. Menší krátery na obrázku se jmenují Heis, D a Caroline Herschel, C, V.

Brázdy jsou po kráterech nejběžnější útvary, známe jich tisíce. Jsou to rýhy široké maximálně 5 km a dlouhé stovky kilometrů. Tyto pukliny v měsíční kůře zaváté prachem mohly vzniknout pnutím povrchových vrstev tělesa Měsíce. Pozoruhodné jsou zejména velmi úzké *klikaté* (sinusovité) brázdy, jež jsou zřejmě pozůstatkem lávových kanálů z období, kdy se zaplňovaly mořské pánve.

Poblíž terminátoru, jen za velmi šikmého osvětlení, lze spatřit *mořské hřbety*, jsou totiž vysoké pouze desítky metrů. Jejich vznik je spojen buď s místním stlačením mořského materiálu, anebo jde o původní nerovnosti povrchu překryté lávou.

novem. Jméno dostal kráter podle švédského astronoma Pehra Vilhelma Wargentina (1717–1783), který působil jako ředitel Stockholmské observatoře.

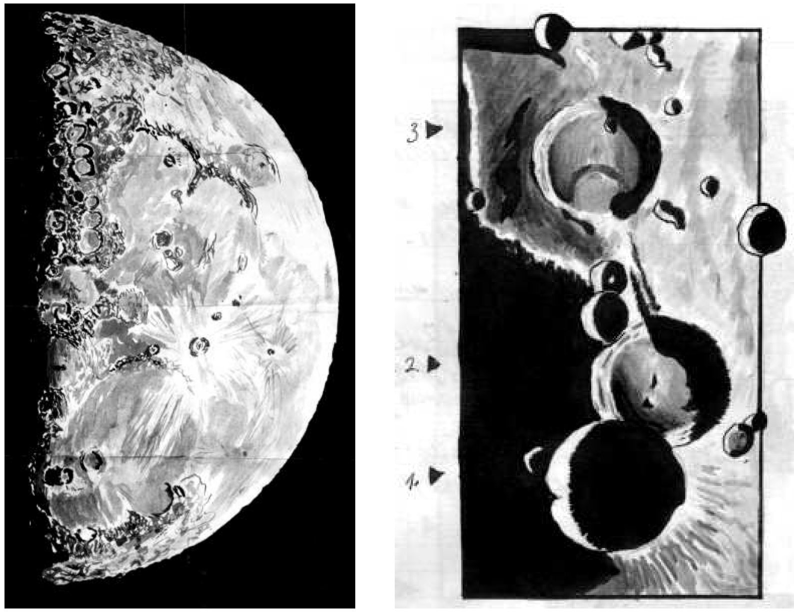
A ještě jeden kráter na závěr — severně od Wargentinu se nachází mohutná valová rovina *Shickard*, jejíž průměr dosahuje 227 km. Dno je částečně zatopeno, a proto jsou na něm viditelné tmavé skvrny. Kráter je pojmenován podle Wilhelma Schickarda (1592–1635), německého matematika a astronoma, který se jako první pokusil určit dráhu meteoru ze současných pozorování konaných z různých míst.

Miroslav Brož

[1] Rükl, A.: *Atlas Měsíce.* Aventinum, Praha, 1991

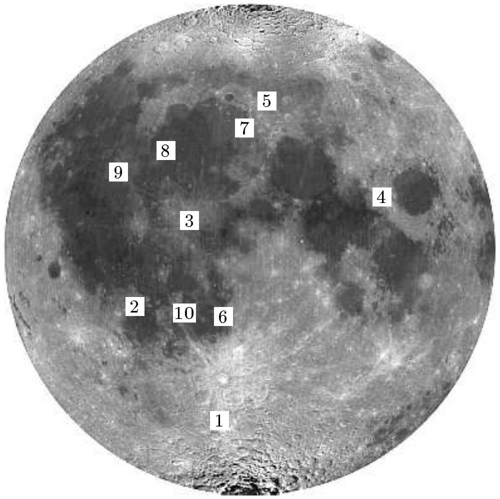
Měsíc rukou malíře

Nejdříve bych měl napsat něco o vzniku kreseb. Udělat takovýhle obrázek dá dost práce.



Obr. 8 — [VLEVO] Obrázek celého Měsíce ve čtvrti. Tohle mi trvalo asi dvě hodiny. Pozorováno na podzim 1992, refraktorem 60 mm při zvětšení 80×. Zajímavý detail je stín vržený středovým

Očima jsou na měsíčním disku rozpoznatelné světlé a tmavé skvrny, které dodnes nazýváme *pevniny a moře.* Zakladatelem jejich názvosloví (nomenklatury) je Giovanni Baptista Riccioli, profesor filozofie, teologie a astronomie v Bologni, který v roce 1651 vydal mapu Měsíce. Moře na ní pojmenoval podle předpokládaných vlivů Měsíce na počasí (věřilo se, že když Měsíc přibývá, bude hezky, a když ubývá, bude zataženo a sychravo), krátery dostaly jména podle astronomů, matematiků, geometrů, přírodovědců a filozofů (v historickém sledu od severu k jihu) a např. pohoří měla jména odpovídajících pozemských útvarů. Česká a latinská jména moří na přivrácené straně Měsíce shrnuje přiložená tab. 2.



Obr. 1 — Složený snímek Měsíce ze sondy Luna 2. Jsou vyznačena čísla měsíčních útvarů, jež popisuji v článku.

Původ měsíčních moří a pohoří musíme hledat v dávné minulosti, v éře tzv. „velkého bombardování", kdy ve sluneční soustavě obíhalo velké množství menších těles, která se často srážela s planetami a jejich měsíci. Toto období skončilo asi před 4 miliardami roků, když na Měsíc dopadlo několik obrovských impaktů, jež vyhloubily mořské pánve jako např. Mare Imbrium. Pánve se mezi 3,8 až 3,1 miliardami let zaplnily stovky metrů tlustou vrstvou bazaltových láv. Na okrajích moří pak zůstaly patrné valy, které dnes nazýváme *pohoří.*

Nejtypičtějšími útvary na Měsíci jsou však bezpochyby *krátery.* Jen na přivrácené straně nalezneme 300 000 kráterů větších než 1 km. Většina