

*Kypl. 92K*

# Říše hvězd

**MĚSÍC A LIDÉ**

**Nové kosmické sondy v r. 1994**

**Dvojité jádro galaxie v Andromedě**

ročník 75

1/1994

cena 17 Kč







## PŘEDNÍ STRANA OBÁLKY

**Měsíc** - Jedna z fresek v astronomické chodbě Valdštejnského paláce v Praze na Malé Štáně představuje alegorii Měsíce - bohyni lovu Artemis s členkou se srpkem Měsíce, sedící na voze taženém párem jelenů. Autorem fresky je malíř a štukatér Bartolomeo Baccio del Bianco a vytvořil ji asi v r. 1630. Ideovým autorem je pravděpodobně italský architekt a vědec Giovanni Bapt. Pieroni da Galiano, Valdštejnův poradce (Pieroni působil u Valdštejna již od r. 1624, byl to přímý žák Galileiho a v Praze byl přítelem Keplerovým).



(foto - Tomáš Stařecký)

## DRUHÁ STRANA OBÁLKY

**Galaxie M 31** - Galaxie M 31 na snímku severočeského astronoma-amatéra Milana Antoše. Snímek byl pořízen 14. VII. 1993 expozicí 50 minut od 22h 42min UT Sonnarem 4,5/105 s Deep-Sky filtrem na film Kodak TP 4415 hypersenzibilizovaný vodíkem (zvětšeno asi 15-krát).



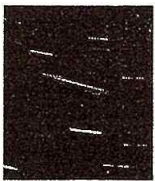
## TŘETÍ STRANA OBÁLKY

**Astronomické snímky Martina Lehkého z Hradce Králové**

**NAHOŘE - Kometa Shoemaker-Levy (1991a)**, nacházející se na snímku vpravo od planetární mlhoviny M 27 (NGC 6853). Fotografie byla pořízena 27. VI. 1992 v 23h 30min ÷ 23h 47min UT Schmidtovou komorou (420/600/1000) na hvězdárně v Hradci Králové (film MEDIX-RAPID).



**DOLE - Kasiopeja a meteor z meteorického roje Perseid.** Snímek byl pořízen 11. VIII. 1993 v 22h 06min ÷ 22h 19min UT na hvězdárně v Hradci Králové pomocí nepointovaného fotoaparátu Praktisix s objektivem Tessar 2,8/80 (film - Fomapan Speciál 800 ASA). Podle vizuálního pozorování Martina Cholasty byl čas přeletu meteoru 22h 10min UT, jeho jasnost byla odhadnuta na -1 mag a meteor měl pozorovatelnou stopu.



## POSLEDNÍ STRANA OBÁLKY

**Dvojité jádro galaxie M 31** - Dvojité jádro známé spirální galaxie M 31 v souhvězdí Andromedy bylo rozlišeno pomocí Hubblova dalekohledu. Tento objev patří k dalším překvapením, která nám tato jedinečná astronomická observatoř v nedávné minulosti již připravila (viz též článek na str. 18).



**DOLE - Leden a znamení Ryb (Pisces)** - obrázek ze zvěrokruhu Josefa Mánesa z r. 1866 a z hvězdného atlasu Uranographia z r. 1690 Jana Hevelia (1394-1419).

## obsah:

- 3 O Měsíci a lidech - *Josip Kleczek*
- 16 Nové kosmické sondy v roce 1994 - *Marcel Grün*
- 2, 18 Novinky z astronomie  
Nova Cassiopeiae 1993 (2)  
Objev oblasti s nejnižší hustotou plynu v galaxii (18)  
Další kandidát na černou díru (18)  
Dvojité jádro galaxie v Andromedě (18)
- 17 Zprávy z oběžných drah
- 10 Noční obloha - duben 1994  
Úkazy na obloze (10)  
Objekty vzdáleného vesmíru (14)
- 20 Hvězdárny — planetária — astronomické kluby  
Dovolená s dalekohledem 1993 (20)  
25. seminář o výzkumu proměnných hvězd (21)
- 19, 22 Společenská kronika  
Ing. Pavel Příhoda - 60 let (19)  
Dr. Vladimír Padevět již není mezi námi... (22)
- 24 Redakci došlo
- 19 Kdy, kde, co
- 22 Astronomická kronika - leden 1994
- 9 Co je to, když se řekne ...
- 23 Otázky & odpovědi
- 21, 24 Přečetli jsme pro vás
- 21 Psalo se ...
- 22 Časové signály

## THE REALM OF STARS - Contents:

- 3 On the Moon and People - *Josip Kleczek*
- 16 New Spacecrafts in 1994 - *Marcel Grün*
- 2, 18 Astronomy News  
Nova Cassiopeiae 1993 (2)  
Discovery of a Region with the Smallest Gas Density in the Galaxy (18)  
Black Hole Candidate GRO J0422+32 (18)  
Double Nucleus of the Andromeda Galaxy (18)
- 17 News from Space Orbits - January 1994
- 10 Night Sky - April 1994  
Phenomena in the Sky (10)  
Deep-sky Objects (10)
- 20 Public Observatories - Planetaria - Astronomical Clubs  
Holidays with a Telescope 1993 (20)  
25th Seminar on the Research of the Variable Stars (21)
- 19, 22 Social Chronicle  
Ing. Pavel Příhoda - 60 Years (19)  
Dr. Vladimír Padevět Deceased (22)
- 24 Submitted to Editors
- 19 When, Where, What
- 22 Astronomical Chronicle - January 1994
- 9 What Does It Mean, When We Say...
- 23 Questions & Answers
- 21, 24 Excerpted for you
- 21 Written Before ...
- 22 Time Signals

**REICH DER STERNE - aus dem Inhalt:** Der Mond und die Menschen - *J. Kleczek* (3); Neue Weltraumsonden im Jahre 1994 - *M. Grün* (16).

**ROYAUME DES ÉTOILES - en ce numéro:** La Lunas et L'homme - *J. Kleczek* (3); Sondes spatiales nouvelles de l'anne 1994 - *M. Grün* (16).

**REINO DE LAS ESTRELLAS - en el contenido:** La Luna y Los hombres - *J. Kleczek* (3); Sondas espaciales en el año 1994 - *M. Grün* (16)

## CITÁT MĚSÍCE

*Je jen jedna královská hra - šachy,  
je jen jedna královská věda - astronomie!*



# NOVINKY Z ASTRONOMIE

## Nova Cassiopeiae 1993

Novu fotograficky objevil Kazuyoshi Kanatsu (Shimana, Japonsko) 7,47 UT prosince. Oblast snímkoval fotoaparátem s objektivem  $f=55$  mm ( $f/2,8$ ) na film T-Max 400. V té době se jasnost novy pohybovala již kolem 6,5 mag. Prohlídkou dřívějších snímků se zjistilo, že ještě 5,44 UT prosince musela být nova slabší než 10 mag.

Nezávislý vizuální objev novy Cas 1993 oznámil Peter Collins (Scottsdale, Arizona). Nového objektu si povšiml téměř o týden později, 13,29 UT prosince, v době, kdy jasnost novy vzrostla na 6,0 mag.

Progenitor (předchůdce), kterého se pokoušel identifikovat B. Skiff (Lowell Observatory), byl nalezen velmi rychle. Je jím hvězda asi 18 mag s B-R kolem 1,0. V Palomarském atlasu se na místě novy nachází těsný pár hvězd (vzdálenost asi 2") s přibližně stejnou jasností a polohou v severo-jížním směru. Progenitorem je severnější složka tohoto těsného páru. Snímky Palomarské přehlídky oblohy jsou k dispozici ve dvou spektrálních pásmech, v červené a modré oblasti. Kandidát na progenitora je zachycen na obou tiscích a má souřadnice (pro ekvin. 1950.0):  $\alpha = 23^{\text{h}}39^{\text{m}}22,36^{\text{s}}$ ,  $\delta = +57^{\circ}14'22,9''$  na červené desce a  $\alpha = 23^{\text{h}}39^{\text{m}}22,39^{\text{s}}$ ,  $\delta = +57^{\circ}14'2,23''$  na modré.

První spektrogramy (B. Schmidt, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) pořízené 13,3 UT prosince na Multiple Mirror Telescope potvrdily, že jde skutečně o novu. Ve spektrogramech dominovaly velmi silné emise H-alfa a H-beta. Také byla patrná čára H-gama. Dále bylo ve spektru velké množství multiplétů, z nichž nejjasnější na 589,3 nm (Na I D); 777,3 a 844,6 nm (O I); 850,0 a 854,6 nm (Ca II); a mnoho čar Fe II (442,0, 458,9, 463,2, 467,1, 473,4, 492,4, 501,8, 516,9, 519,7, 523,7, 527,8, 531,8, 536,6, 616,1 a 625,0 nm).

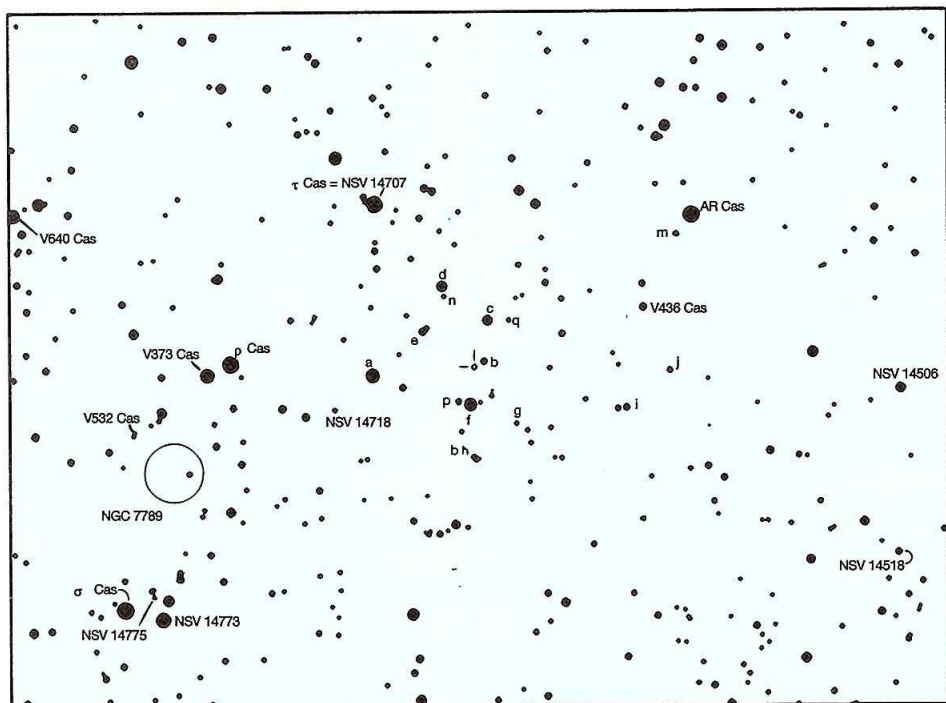
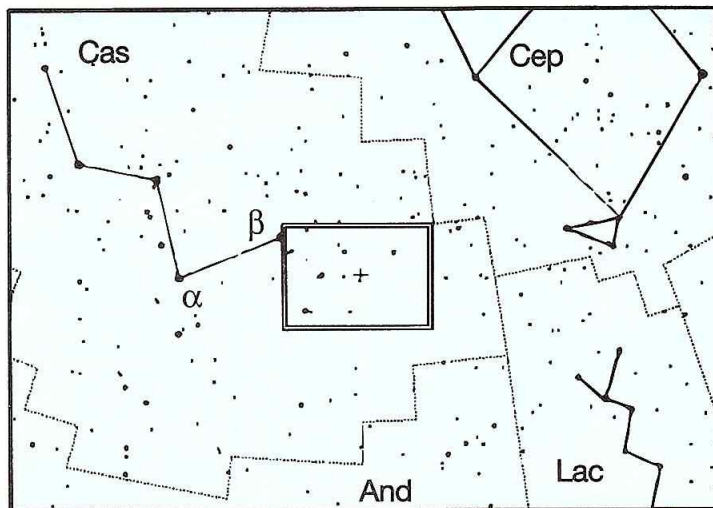
Do programu sledování novy se zapojili také vizuální pozorovatelé v České republice. Poprvé, kdy počasí nad ČR dovolilo novu pozorovat, ji spatřili P. Kubíček z Teplíc 15,676 UT prosince a její jasnost odhadl na 6,6 mag. O několik minut později získali vizuální odhady také O. Šándor (Teplice), J. Kujal (Hradec Králové), M. Navrátil (Hradec Králové) a J. Veselý (Hradec Králové). Maxima nova dosáhla asi 18. XII., kdy se její hvězdná velikost pohybovala kolem 5,8 mag. Vezmeme-li v úvahu, že progenitor byl 18. mag, vychází zjištění větší než 12 mag, což řadí tuto novu mezi svítivé typy (mezi které patřila i nova Cygni 1992).

Pro bližší orientaci uvádíme i vyhledávací mapky, na kterých jsou vyznačeny doporučené srovnávací hvězdy. Jasnosti a barevné indexy ke srovnávacím hvězdám označeným na mapce jsou pak uvedeny v tabulce. Hodnoty označené indexem I pocházejí ze SAO katalogu (hvězdička u hvězdy d znamená, že  $V_1$  a  $(B-V)_1$  bylo zpřesněno podle měření brněnského fotometru). Hodnoty  $V_2$  udává k těmto hvězdám mapka AAVSO.

hvězda	SAO	$V_1$	$(B-V)_1$	$(U-B)_1$	$V_2$
a	35 761	5,51	+1,65	+1,81	5,5
b	35 668	8,2	-	-	8,3
c	35 665	7,24	+0,17	-	7,2
d	35 706*	7,19	+0,57	+0,03	7,1
e	35 723	7,9	-	-	-
f	35 682	6,3	-	-	-
g	35 649	8,4	-	-	8,4
h	35 677	8,3	-	-	-
i	35 549	8,33	+0,14	-0,33	-
j	35 505	8,75	+0,11	+0,05	-
k	35 734	8,30	-0,01	-0,19	-
m	35 491	8,24	+0,26	-	-
n	35 704	9,1	-	-	-
p	35 689	8,9	-	-	8,6
q	35 651	9,4	-	-	-
$\tau$ Cas	35 763	4,87	+1,11	+1,05	4,9

□ [IAUC 5902, 5904, 5905, 5910]

(dh,jh)



▲ Nova Cassiopeiae 1993 - Na levém snímku je zachyceno čtyřminutovou expozicí hvězdné pole v souhvězdí Kasiopieji z období před vzplanutím novy. Na pravém snímku je totéž pole po expozici 25 minut dne 19. XII. 1993 (od 01h 02min 00s SEC) s novou o jasnosti asi 7. magnitudy. Oba snímky pořídil na materiál ORWO ZU-21 astrografem 30/150 na observatoři na Skalnatém Plese Gabriel Cervák.

# O Měsíci a lidech

*Měsíc, jako těleso nejbližší  
Zemi, na ni silně působí... Vliv  
Měsíce je nejpůsobivější a perio-  
dický, vzhledem k jeho novo-  
luním, čtvrtím a úplňkům..*

Klaudios Ptolemaios (2. stol.)

*Josip Kleczek, Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov*

## 1. Měsíc a člověk

Když se na Zemi objevili první vzpřímení lidé (asi před třemi a půl miliony roků), byl už Měsíc čtyři a půl miliardy roků starý. Pro lidstvo se vůbec nezměnil: jeho kamenná tvář byla svědkem toho, jak se člověk měnil, sbíral plody, lovil zvěř a ryby, dělal nástroje z kamene, jak vypěstoval před deseti tisíci roky rýži v jihovýchodní Asii a před osmi tisíci roky obilí v Anadolii, zdomácněl zvířata, využíval energie svalů koní a volů, postavil dům - trvalou ochranu před nepohodou a stal se zemědělcem, řemeslníkem, obchodníkem, stavitelem, sochařem, básníkem, filozofem, astronomem, matematikem, technikem... a astronautem.

Nedávno byl Měsíc vyrušen ze své odvěké osamocení, když po jeho povrchu šlapali lidé. Mnoho, velmi mnoho se stalo s lidmi za těch několik málo milionů roků. Nic, vůbec nic se nestalo s Měsícem za tu (astronomicky kratičkou) dobu.

Když náš předek ve stotisícím pokolení obrátil svůj zrak nahoru, na oblohu - stal se člověkem, alespoň ve smyslu řeckých filozofů: antropos znamená "ten, kdo obrací - tropein- hlavu nahoru -an" [rozuměj: aby pozoroval oblohu, ne aby vypil pohár (vína)]. Náš dávný předek, jeho žena a dítě šli v sopečném prachu u jezera Tanganika a zanechali tam stopy, jejichž stáří bylo určeno na 3,6 milionů roků. A Měsíc, který oni tehdy viděli, byl stejný, jak jej vidělo více než sto tisíc generací po něm a jak jej vidíme dnes i my. Rozložení světých a tmavých míst na jeho povrchu se nezměnilo. Pohyboval se po hvězdném nebi stejně jako se pohybuje dnes. Byl proto považován za bloudící těleso - za jednu ze sedmi planet. Na obloze se Měsíc pohybuje mezi hvězdami podobně jako Slunce, Merkur, Venuše, Mars, Jupiter a Saturn. Na tom se od dávných dob nic nezměnilo. Změnil se však podstatně náš názor. Všechna sedm těles bylo nazýváno "tělesa bloudící" - řecky planety. [Země byla až do konce středověku považována za střed vesmíru (geocentrický názor).]

K podstatné změně v poznání Měsíce, Slunce, planet i Země došlo před čtyřmi staletími, kdy Slunce bylo povýšeno na střed sluneční soustavy a naopak Země byla degradována na jednu z planet - to jest těles, která obíhají okolo Slunce. Jen Měsíc zůstal tím, čím byl, a stal se nejznámějším představitelem mnoha desítek měsíců - to jest těles obíhajících okolo planet. Názvy nebeských těles zůstaly i v heliocentrickém názoru - ale jejich obsah se zcela změnil. Pouze Měsíc - měsíc Země - si zachoval své původní postavení z geocentrického názoru: obíhá věrně svou Zemi jako v dobách Ptolemaiových. Jen ho přejmenovali - už není planeta, ale měsíc.

K té obrovské změně v chápání vesmíru došlo začátkem novověku, v renesanci. Vesmír se tehdy nezměnil, to jen my, lidé, jsme se v našem poznání přiblížili k pravdě: náš názor teď lépe odpovídá skutečnosti. Jan Neruda ten zlom vyjádřil veršem v Písničkách kosmických: "Báječně krásný to přec byl sen, / vše že se Zemi kořím, / tisíce světů že kolem ní / se točí a láskou hořím. / Krásný to sen a přec jen sen, / ze světů zbyl nám jeden jen - / jen Měsíček náš věrný."

Střídání fází Měsíce je natolik nápadným jevem, že nemohlo uniknout pozornosti lidí. Viditelností a pravidelností se měsíční fáze staly přirozenými hodinami dávných generací. Jejich střídání - lunace - byla vhodná jednotka pro měření času. Pro dávného lovce či zemědělce byl rok (to je vystřídání ročních období za 365 a 1/4 dne) velmi důležitý, ale odpočítávání dnů bylo příliš náročné. Bylo pro ně snazší počítat 29 či 30 dnů od novu k následujícímu novu a potom odpočítávat 12 či 13 měsíců.

Kameny s odpovídajícími ryskami archeologové vskutku nacházejí, jak dosvědčuje Alexander Marshak v knížce *The Roots of Civilization*. Na stěnách jeskyní kromaňonského člověka jsou nakreslené fáze Měsíce a řady 29 rysek. Anglický Stonehenge sloužil - mimo jiné - i k určení novu a k stanovení měsíčních zatmění [Gerald Hawkins: *Stonehenge Decoded*]. Ostatně kořen "me-" našeho slova "Měsíc" je indoevropského původu a před 6 až 7 tisíci roky označoval "měřidlo" času (německé *messen*, anglické *measure*).

Měsíc na obloze a v kalendáři mají stejné jméno v češtině a podobné v jiných jazycích (Mond - Monat, Moon - month). Indoevropský kořen Měsíce svědčí o tom, že byl jednou z prvních věcí, kterým člověk dával jména.

Pravidelný sled fází byl pro všechny odjakživa každodenní jistotou - stejně jako dnes. I když věděli, že po novu bude první čtvrt, pak úplněk, poslední čtvrt a nov - nevěděli proč. Indický venkovan ještě dnes vysvětluje svým potomkům střídání fází takto: Měsíc měl dvacet sedm žen - hvězd (hvězd blízko ekliptiky). V plné své záři Měsíc strávil jednu noc blízko každé z nich. Zvláštní přízeň však prokazoval jedné (Rohyni = Aldebaran), u níž se zdržoval nejvíce. Ostatní ženy si stěžovaly na Měsíc u svého otce, který mu v zlosti zcela odňal jas. Později se mu však zželelo nešťastného černého Měsíce a zmírnil kletbu kompromisem tak, že Měsíc postupně nabývá plného jasu (v úplňku) a pak se postupně vrací do prokletého stavu - do novu.

Můžeme si snadno domyslet, že se lidé scházeli podle měsíčních fází - a především když byl úplněk. Kolem úplňku lze pracovat do noci i bez umělého osvětlení. Za úplňku člověk snadno našel svou cestu: "Měsíčku můj milej, / pěkně mi svítivej, / jen abych já nezabloudil, / až pudu od milej" (lidová píseň z jižních Čech). Úplněk poskytoval světlo pro noční oslavy a společenská shromáždění. Dodnes v některých zemích (např. židé a muslimové) užívají měsíční kalendář. A Starý zákon hovoří v Genesi o tom, že Bůh stvořil Měsíc a Slunce, aby ukazovaly čas... □

## 2. Když zmizel úplněk

Úplněk se těšil zvláštní pozornosti a někde se jí těší dodnes. Nejkrásnější úplněk je uprostřed podzimu. V Číně je v tu dobu Měsíc oslavován především ženami. Na venkovském dvoře ženy rozprostou té noci melouny a jiné ovoce jakožto oběť Měsíci. Ve zvláštní misce jsou boby pro zajíce, který - podle čínských představ - sídlí na Měsíci (podle buddhistů je to onen zajíc, který se sám nabídl, že nasytí hladového Buddha vlastním tělem). Jiní



Číňani viděli na Měsíci starého muže (*jue lao jie*) s dlouhým šedivým vousem. Ten má na starosti všechny sňatky v celé zemi. Přípravuje tam červené stuhy, které poutají k sobě manžele po celý život (odtud čínské přísloví, že manželství jsou připravována na Měsíci). Této slavnosti podzimního úplňku se zúčastňují mezi 9. a 11. hodinou večer všechny vdané ženy z domu.

Ve východní Asii považují za prapříčinu všeho dění dvě protikladné prasfity: zápornou *Jin* a kladnou *Jang*. Měsíc je symbolem principu *Jin*, symbolem tmy a ženskosti. Druhý, doplňující vesmírný protiklad - *Jang*, naopak odpovídá Slunci, světlu, mužství. Proto podzimní úplněk slavily v noci ženy. Až po obřadu žen se připojili muži a všichni dlouho do noci pozorovali úplněk, radovali se a popíjelo se mnoho (vína).

I v jiných částech světa se slavil a uctíval úplněk Měsíce. Není proto divu, že když došlo k zatmění, mezi lidem nastala panika a zmatek. Zatmění vybočovalo z normálního běhu událostí na obloze. Důvody zatmění nebyly tehdy známy a jakýkoliv neobvyklý úkaz na obloze (např. zatmění Měsíce a Slunce) byl považován za předzvěst hrozících katastrof a hrůz. Zahánět hlukem draka či jinou obludu, která požírala Měsíc (či Slunce), byla a je dodnes běžná praxe v různých částech Země.

Země mezi Eufратem a Tigridem byly od sumerských dob (už před pěti tisíci roky) domovem vynikajících pozorovatelů oblohy. Nejenže se tam hvězdná obloha rozdělovala pro snadnější orientaci na souhvězdí, ale z klínových záznamů o měsíčních zatměních babylonští astronomové odvodili *saros*, to jest dobu 18 let 10 dnů a 8 hodin (což je 6 585,32 dnů). Po této době se totiž řada zatmění (měsíčních i slunečních) opakovala. Zatmění opakovaná po *sarusu* (po 6 585 dnech) probíhala vždy o 0,32 dne později - a tedy o 115 stupňů západněji než zatmění předchozí. Bylo tedy možno zatmění předvídat, určit jeho začátek, trvání a odkud bude vidět. To byl obrovský pokrok (už staletí před Kristem). Ten, kdo znal *saros*, mohl své znalosti využít k vlastnímu prospěchu. A zle na to dopláceli ti, kdo *saros* neznali. Už Říman Plutarchos psal o tom, že "lidé mají strach, protože neznají příčinu ztmavění úplňku".

Nejen v Mezopotámii a antickém světě se snažili porozumět složitým pohybům Měsíce po hvězdné obloze. Od Biskajského zálivu po Shetlandské ostrovy najdeme měsíční observatoře

z doby bronzové. Rozmístění kamenů dovolovalo dávným pozorovatelům sledovat východy a západy Měsíce. Dnes se snažíme porozumět tehdejší měsíční astronomii, obdivujeme nejen jejich výkony při stavbě kamenných kvádrů, ale především pečlivost a nesmírnou trpělivost v pozorování oblohy. Čím pro ně musel být Měsíc? Ve starověku a ve středověku se vesměs na *saros* zapomnělo. Zatmění Měsíce a Slunce bylo zařazeno pod pojem "působení nebes", jak se lze dočíst v úvodu ke spisu ze třináctého století *Speculum astronomiae* (Zrcadlo astronomie) od Alberta Velkého.

Dnes rozumíme pohybům Země a Měsíce a známe příčinu zatmění: dlouhé stíny, které se táhnou za oběma tělesy. Vypočítat zatmění s velkou přesností a na tisíciletí do budoucnosti, nebo kdy byla v minulosti, dovedeme díky nebeské mechanice a velmi rychlým počítačím strojům. Avšak před Keplerem a Newtonem lidé tak dramatickému jevu, jakým jsou zatmění, nerozuměli. Proto je považovali za "působení nebes". Jak hluboce byl zakořeněn takový názor na zatmění (měsíční i sluneční), nám dosvědčuje historie antická, středověká, ba i novověká. Uveďme příklady:

V peloponéských válkách (koncem pátého století př. Kristem) Athéňané plenili Syrakusy, sicilskou kolonii peloponéské ligy. Při dobývání Syrakus nastalo zatmění Měsíce. Ve vítězném athénském vojsku vyvolalo zatmění paniku; liga je pak porazila a loďstvo - hlavní oporu Athéňanů - zničila. Kdyby athénští vojevůdcové oznámili svým vojákům, že nastane ono zatmění, výsledek by byl zcela jiný. A *saros* byl už tehdy znám. Inu, astronomové nebyli a nejsou jen romantickými snílky; mohou být někdy užiteční, moc užiteční.

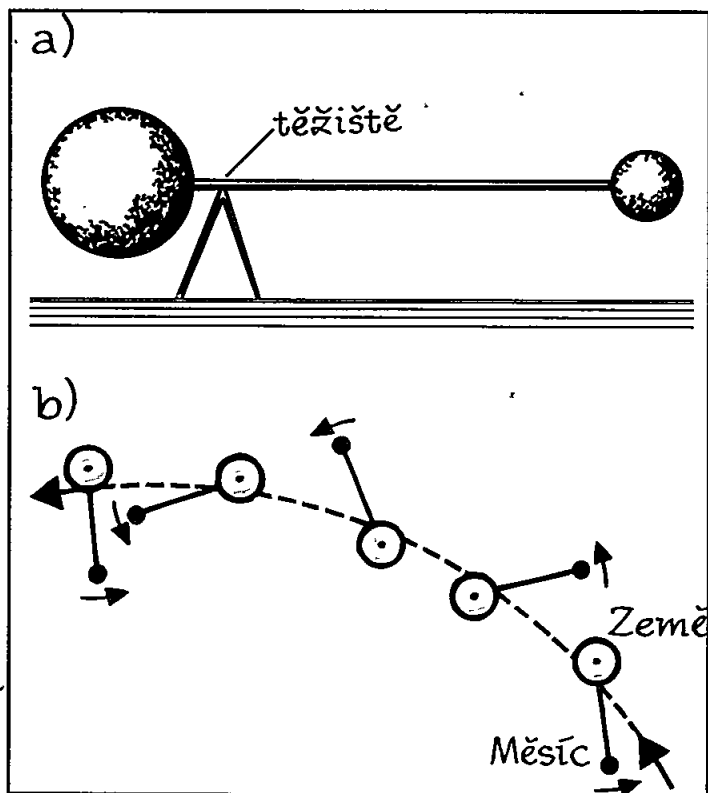
Z konce středověku je náš další příklad. Podle kronikářů rozuřilo měsíční zatmění morálku obránců Cařihradu koncem května roku 1453 natolik, že podlehli, ačkoli byli v desetinasobné přesile, osmanskému sultánu Mehmetovi. Zatmění bylo jedním z faktorů, které přivodily porážku tisícileté Byzance. Té Byzantské říše, která chránila po celá staletí západní civilizaci před výbojným islámem. Jinak by nás zde pětkrát denně vyzývali muezzini z minaretů k modlitbě.

Z přelomu středověku na novověk uveďme následující případ. Při své čtvrté výpravě musel Kolumbus přistát na Jamajce. Po půl roce života ztroskotanců se polovina posádky vzbouřila, ukradla zásoby a loupila u domorodců. Kolumbus, který věděl, že bude zatmění Měsíce, svolal náčelníky Indiánů a řekl jim, že se na ně křesťanský Bůh zlobí, protože mu nedodávají potravu, a že jim svůj hněv jasně ukáže na nebi - při úplňku. Zatmění natolik poděsilo Indiány, že bez meškání začali přinášet potravu. Kolumbus s posádkou pak dobře přežil do té doby, než přijela záchranná loď.

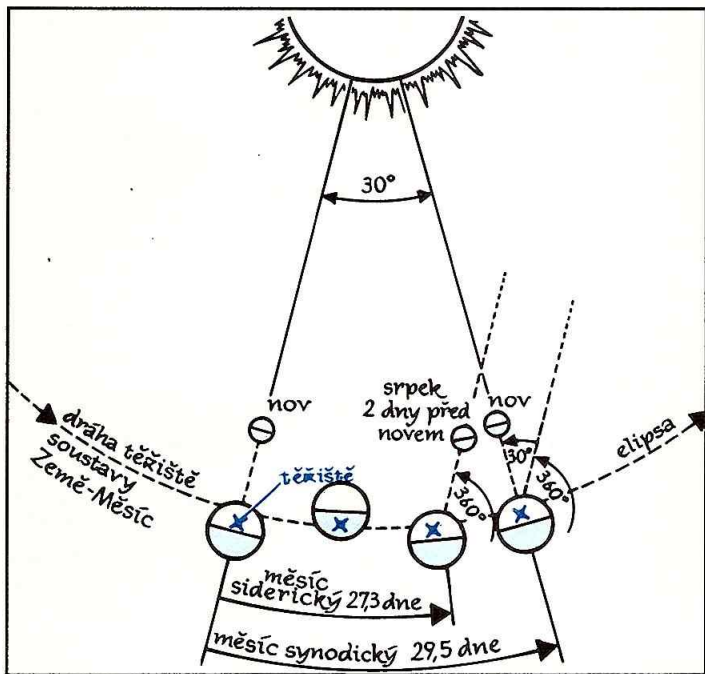
Poslední příhoda o vlivu zatmění Měsíce je z tohoto století, z první světové války. Osmanská (turecká) říše byla spojencem Německa a ohrožovala zájmy Anglie a Francie na Blízkém Východě. Povstání Arabů proti turecké nadvládě vedl Angličan Lawrence of Arabia. Rozhodnout bitvu mohlo pouze dobytí přístavu Accaba a nepřístupné pevnosti Kethira. Lawrence měl ve svém zápisníku poznamenáno, že v oné noci, na niž byl plánován (beznadějný) útok, má být zatmění Měsíce. Využil toho, sdělil svým vojákům, že zatmění bude znamenat jejich vítězství. Arabové skutečně získali zdánlivě nedobytnou pevnost, neboť pověřiví turečtí obránci v pevnosti tloukli do měděných hrnců, aby zachránili ohrožený Měsíc. Opravdu Měsíc zachránili, ale přitom ztratili Accabu a zanedlouho poté i Jeruzalém a Damašek. □

### 3. Je Měsíc vinen?

V lidové tradici jsou Měsíci připisována nejrozmanitější působení. Různá rčení o Měsíci jsou zajímavý folklor, ničím nezdůvodněný, ani vědecky, ani pozorováním, ani dlouhou zkušeností. Jen tak - někdo někde někdy něco řekl a "fama vagatur" - ostatní to opakují, aniž se někdo zeptal "proč?". Z několika příkladů převzatých z různých zemí tušíme, jak asi rčení o Měsíci vzniklo: *rostoucí Měsíc znamená rostoucí vitalitu,*



▲ Obr. 1 - Podle horního obrázku (a) označíme jako těžiště dvou těles bod, v němž nastane rovnováha. Na obrázku (b) těžiště dvojice Země-Měsíc leží uvnitř Země, v blízkosti jejího povrchu. Obíhá kolem Slunce po hladké elipse. Kolem tohoto společného těžiště obíhají středy Země a Měsíce. (kresba - Pavel Příhoda)



▲ Obr. 2 - Siderický a synodický měsíc.

(kresba - Pavel Přihoda)

kdežto po úplňku vitalita mizí. Říkají naši houbaři, že houby rostou lépe za přibývajícího Měsíce. Rybářům prý také lépe berou ryby. Zvřfata se mají připouštět po novu, vejce se mají nasazovat pod kvočnu tak, aby se kuřata, housata, kachňata ... vylíhla, když Měsíc přibývá. V antice byl zvyk jíst plody moře jen při rostoucím Měsíci. Rybáři někde dodnes srkají ústřice jen tehdy, roste-li Měsíc. Zahradníci mají obdělávat půdu a sít jen za přibývajícího Měsíce. Brambory se sklízí a ovoce češe, když Měsíce ubývá - to aby se dosáhlo dobrého skladování. Vinobraní má být za rostoucího Měsíce a víno se má stáčet, když Měsíc ubývá. Lesáci sázejí stromy, když Měsíc roste a porážejí je, když Měsíce ubývá. Na Kubě bylo do roku 1928 zakázáno porážet stromy, když Měsíc rostl - protože prý více "plakaly" (teklo z nich více mízy). I holiči dali na Měsíc: vlasy ostříhané za rostoucího Měsíce rychle rostou (je známo, že císař Tiberius si nechal stříhat vlasy jen po novu). Vlasy ostříhané za úplňku zhoustnou. Naši holiči ani zákazníci - jinak stejně pověřiví jako ve starém Římě i v dnešní Francii - asi o této pranostice nevědí. Jinak by stáli o úplňku před holičstvem fronty plešatých a holohlavých.

Většina organismů má v sobě zabudovány (biologické) hodiny, které udávají organismu čas dne. Tento časový mechanismus je v jednobuněčných organismech (např. řasách), ale je i v našem organismu, jak potvrdí každý, kdo létá na velké vzdálenosti. Tyto vnitřní hodiny jsou řízeny především střídáním dne a noci - tedy Sluncem. Jsou to tedy sluneční hodiny. Mnoho změn v živých organismech se opakuje v denním (cirkadiálním) cyklu. A napadá nás přirozená otázka, zda také Měsíc ovlivňuje život na naší planetě? Existuje v živých organismech také měsíční cyklus? Čím by mohl Měsíc na život působit?

Nejnámějším projevem působení Měsíce na Zemi jsou slapy, to jest **příliv** a **odliv**. Alexandrijský astronom, matematik a zeměpisec Klaudios Ptolemaios psal ve druhém století po Kristu ve svých *Tetrabiblos* (Čtyřech knihách...), že mořský příliv a odliv se řídí východem a západem Měsíce. Poznotek, že přílivy závisejí na poloze Měsíce na obloze, jistě předtím neunikl ani Féničanům a jiným přímořským národům.

Gravitační přitažlivostí Měsíc k sobě zvedá hladinu moří a oceánů. Vytváří přílivové vzdutí až několik metrů vysoké (viz obr. 5). Tato vzdutí jsou dvě: směrem k Měsíci a na opačné straně Země. Pod nimi se otáčí Země. Příliv se opakuje po 12 hodinách a 25 minutách. U mnoha živočichů, kteří žijí na pobřeží, byly zjištěny "slapové hodiny" s periodou 12,5 hodiny. Tento mechanismus jim dovoluje předvídat silně proměnlivé životní podmínky a předem se jim přizpůsobovat. Larvy některých druhů hmyzu (např. komár *Clunio*) žijí ve vodě a dospělý hmyz na souši.

Jeho slapové hodiny mu určí dopředu nejnižší odliv - aby mohl včas uniknout. Takový nejnižší odliv nastává přibližně po čtrnácti dnech; v té době - při novu a úplňku - se sčítá slapové působení Měsíce a Slunce. Je s podivem, jak takový drobný tvor se přizpůsobuje díky časovému mechanismu, který ho informuje o stavu odlivů.

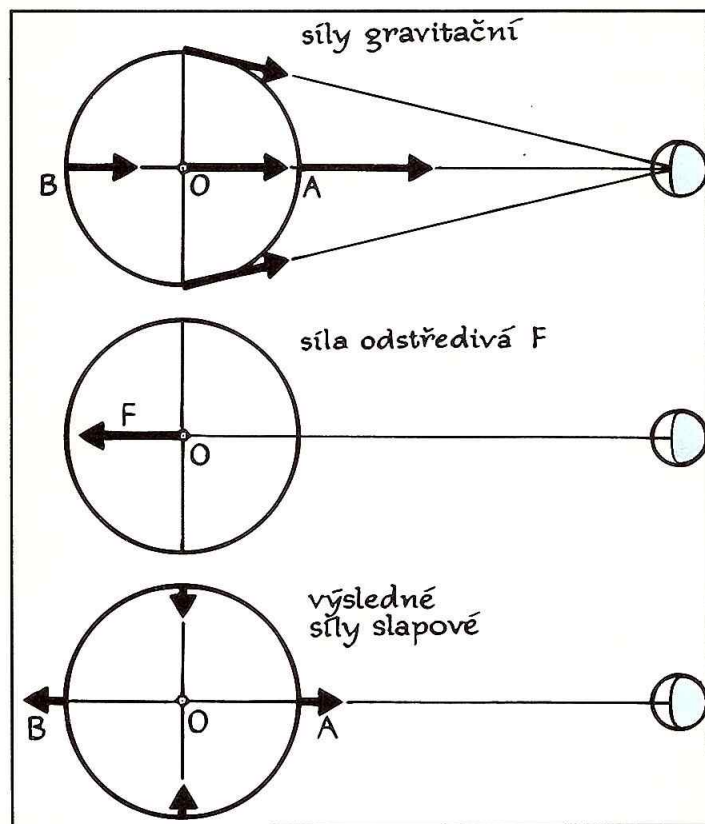
**Menstruace** žen (měsíčky) byla často dávana do souvislosti s lunací - to je s vystřídáním měsíčních fází. Cyklus hormonálních změn v organismu ženy trvá přibližně stejně dlouho. I název byl zvolen podle této shody. Podrobné studie (německého gynekologa H. Hosemanna) údajů o patnácti tisících žen však ukázaly, že začátek menstruace není vyvoláván určitou fází Měsíce. Gynekologové navíc upozorňují na to, že délka menstruačního cyklu je závislá na zdravotním stavu, věku, roční době. U jiných savců se trvání menstruačního cyklu liší od vystřídání měsíčních fází.

O některých lidech se říká, že jsou **náměsíčníci**. To znamená, že na ně působí Měsíc. Lépe řečeno: měsíční fáze ovlivňují jejich chování; především úplňk. Tento názor mají nejen prostí lidé, ale i mnoho lidí studovaných. Psychologové na univerzitách v Kanadě, v Singapuru a na Floridě zjistili, že asi polovina studentů je přesvědčena o působení úplňku na psychiku lidí. Ukazuje se však, že náměsíčníci se chovají stejně i za tmavých nocí, kdy je Měsíc v novu.

V literatuře zjistíme, že psychologové a psychiatři vynaložili mnoho úsilí, aby zjistili vliv Měsíce na chování lidí. Studovali počet vražd, sebevražd, počet případů žhářství, epileptické záchvaty, somnambulismus (chození ve spánku) a jiné případy úchylného nebo kriminálního chování. Vyskytují se tyto případy častěji při úplňku než při jiné měsíční fázi?

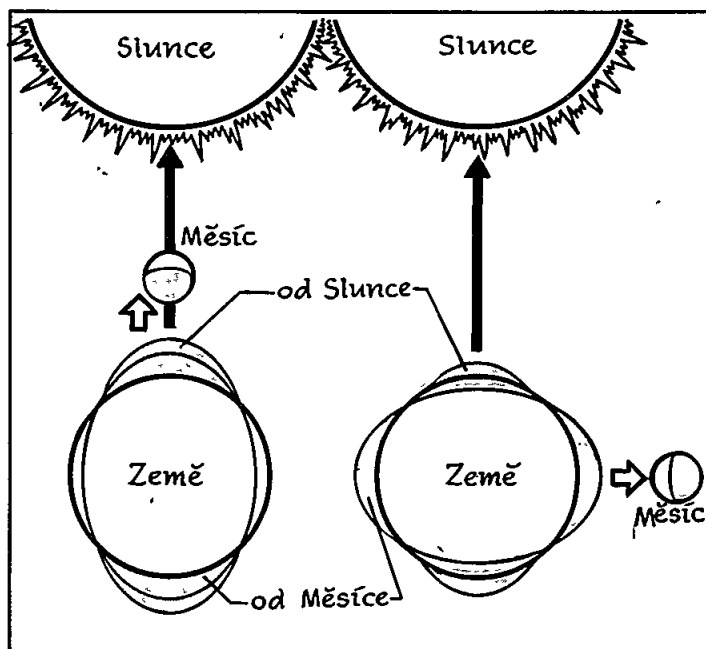
Výsledky různých autorů jsou různé, někdy protichůdné. Jsou například tři práce, které dokazují, že k případům úchylného a kriminálního chování dochází nejčastěji při úplňku. Naopak ve čtyřech pracích se dokazuje, že během úplňku je méně takových případů než při jiných fázích. Jak si to vysvětlit?

Nenormální chování by mohlo být vyvoláno slapovým



▲ Obr. 3 - Obrázek nahoře: gravitační síly Měsíce na různé části Země; největší je v místě A, které je nejbližší k Měsíci. V nejdálčenějším místě B je gravitační přitažlivost nejmenší. - Obrázek dole: Odečteme-li od gravitačních sil odstředivou sílu  $F$  (rovnou přitažlivé síle v bodě O, ale opačného směru), dostaneme síly slapové. (kresba - Pavel Přihoda)





▲ Obr. 4 - Sluneční slapy jsou nižší než slapy měsíční. Při novu a úplňku se slapy sčítají (dolní obrázek). Při první a poslední čtvrti se odečítají. (kresba - Pavel Přihoda)

působením Měsíce, tedy jeho gravitační silou. To však nezáleží na fázi Měsíce: je stejné v úplňku jako v novu. Jiným prostředkem působení by mohl být měsíční svit. Ten je pouze odraženým slunečním světlem. Je mnohem slabší (i za úplňku zhruba milionkrát) než přímé světlo sluneční a nevíme, jak by mohl působit. Pokud jde o faktory vnitřní, nepodařilo se zjistit žádné kolísání hormonů v závislosti na měsíčních fázích. Jsou ovšem ještě jiné faktory (vnitřní i vnější), které ovlivňují lidské chování (zdravotní stav, vyčerpání, rozrušení, rodinné a společenské poměry, počasí, sluneční činnost, potrava atd.). Je proto obtížné najít vliv Měsíce ve složité spleti různých faktorů. Rozhodně nemůžeme podezřít autory protichůdných výsledků z nepoctivých úmyslů.

Naše otázka o vině Měsíce zůstává nezodpovězená. Známý astronom N. Sanduleak podrobně studoval závislost počtu vražd v Clevelandu v letech 1971 až 1981 na měsíčních fázích. Výsledek je zveřejněn v článku s výmluvným nadpisem *Měsíc je zproštěn viny na vraždách v Clevelandu* [The Moon is acquitted of murder in Cleveland; Inquirer, Vol. 9, 1985, s. 236]. Není opravdu důvod, proč by se Měsíc pletl do lidských záležitostí a popouzel nás k různým nepravostem. □

## 4. Dvorný Měsíc

Jistě jste si všimli, že k nám Měsíc obrací stále stejnou polovinu. Ze Země nemůžeme nikdy spatřit odvrácenou stranu Měsíce. Její fotografie pořídily měsíční sondy a také astronauti Apolla.

Měsíc se chová ke své partnerce jako dvorný tanečník. Jeho tanečnicí je naše Země. Je to pořádná partnerka, asi stokrát hmotnější než Měsíc. Svou přitažlivostí ho přinutila, aby k ní stále obracel tvář, kterou tak důvěrně známe. Země je vskutku planeta krasavice - tak působila na astronauty. Avšak na Měsíc nepůsobí Země svým půvabem, ale svou velikou hmotou (slovo *hmota* zde užíváme ve významu "množství látky v tělese", to jest počet baryonů, z nichž je těleso složeno. Dnes se často užívá *hmotnost tělesa*). Země už dávno přinutila Měsíc svým gravitačním vlivem k tzv. *vázané rotaci*, to jest aby k ní obracel stále tutéž tvář. Měsíc je zkrátka *pod gravitačním pantoflem Země*.

Země přitahuje gravitační silou Měsíc. Ale stejně velkou silou přitahuje Měsíc k sobě Země. Poprvé se o této síle jasně vyjádřil Newton, když přemýšlel o setrvačnosti, to jest snaze tělesa pohybovat se přímo, pokud na ně nepůsobí síla, která by ho

vychýlila z přímé dráhy. Kdyby na Měsíc žádná síla nepůsobila, odletěl by od Země. Jeho dráha je však stále zakřívována do kružnice. Jinak řečeno, Měsíc stále na Zemi padá. Jaká síla to způsobuje? Newton ji nazval *gravitace* - latinsky *gravis* znamená těžký. Vyvodil pak pro ni z Keplerových zákonů matematický výraz - *gravitační zákon*. Jednoduchým způsobem je v něm vyjádřeno, jak gravitační síla závisí na hmotě a vzdálenosti obou těles. Gravitace působí všude ve vesmíru: přitahuje nás, Měsíc i umělé družice k Zemi, přirozené měsíce k planetám, planety ke Slunci, Slunce ke všem ostatním hvězdám v Mléčné dráze, Mléčnou dráhu k Magellanovým oblakům a k Velké galaxii v Andromedě... Gravitace je zkrátka síla všeobecná, působící na všechna tělesa ve vesmíru. A Měsíc (prostřednictvím Keplera a Newtona) pomohl k jejímu poznání.

Měsíc a Země se nemohou k sobě přiblížit a vyhovět tak své vzájemné (gravitační) přitažlivosti. Zabraňuje jim v tom odstředivá síla. Střed Měsíce a střed Země obíhají kolem bodu (těžiště soustavy Země-Měsíc), jak znázorňuje obr. 1. Jeden oběh trvá 27,32 dne. Za tuto dobu, zvanou *siderický (hvězdný) měsíc*, Měsíc opíše 360°; vrátí se tedy k téže hvězdě. Vystřídání měsíčních fází však trvá o dva dny a pět hodin déle, to je 29,53 dne. Této době - od novu k novu - se říká *měsíc synodický* (obr. 2). Obecně "synodický" znamená "mezi konjunkcemi" dvou těles, tedy Měsíce a Slunce.

Obíhání Země a Měsíce kolem společného těžiště působí odstředivou silou, která Měsíci nedovolí, aby spadl na Zemi. Odstředivá síla se rovná gravitační přitažlivosti pouze v těžištích obou těles. V bližších místech převažuje síla gravitační, v protilehlých pak síla odstředivá (viz obr. 3). Jakoby se obě síly (a Země) tahaly. To má za následek, že Měsíc (a Země) jsou k sobě navzájem protaženy, jakoby po sobě toužily. Odborně se toto protažení nazývá *přílivové vzduť* (slapová vlna). Přílivové vzduť je na Zemi v místě nejbližším k Měsíci a na místě protilehlém, nejjvzdálenějším od Měsíce. Toto vzduť je patrné zejména na vodní hladině u břehů moře. Tam může dosáhnout výšky několika metrů (až 18 m). Na otevřeném moři je rozdíl odlivu a přílivu přibližně 2 m. Pro úplnost dodejme, že i Slunce (přes velkou vzdálenost, ale pro svou obrovskou hmotu) zvedá na Zemi přílivy. Přílivová vlna od Slunce oběhne Zemi jednou za 24 hodiny. Měsíční a sluneční přílivy se sčítají při novu a při úplňku a odečítají v první a poslední čtvrti (obr. 4).

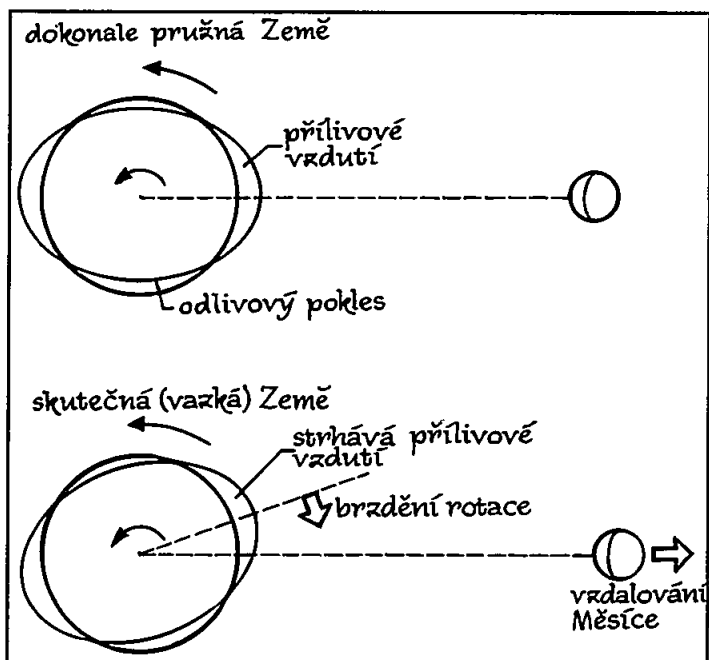
Avšak i pevná zemská kůra se zvedá směrem k Měsíci a na opačném místě. Slapy zemské kůry nejsou nápadné (méně než 1 m), ale geofyzici je měří. Naopak, největší slapové vzduť je v atmosféře Země: jakoby se atmosféra dvakrát nadýchla za 24 hodiny a padasát minut. To vědí dobře astronomové, kteří se zabývají pohybem umělých družic Země. Kdykoliv se Země "nadýchne" směrem k Měsíci, zvětší se hustota vzduchu tam, kde běhají umělé družice: větší hustota znamená větší odpor pro družici a malou (ale měřitelnou) změnu jejího pohybu.

**Slapy** - to jest příliv a odliv - jsou působeny tím, že se Země otáčí pod přílivovým vzduťm. Země se otočí jednou za 24 hodiny vzhledem ke Slunci. Za tu dobu se Měsíc posunul o kousek dál na obloze, takže Země potřebuje ještě 50 minut navíc, aby ho "dohnala". Mezi dvěma průchody Slunce poledníkem uplynou 24 hodiny. Proto se slapy od Slunce opakují po 12 hodinách. Mezi dvěma průchody Měsíce poledníkem uplynou 24 hodiny a 50 minut. Přílivy od Měsíce se tedy opakují po 12 hodinách a 25 minutách. Pro nás, vnitrozemské obyvatele, jsou slapy jenom zajímavostí, kdežto pro přímořské obyvatele jsou jevem životně důležitým (rybolov, doprava apod.). Ve svých dlouhodobých důsledcích se však týkají všech obyvatel naší planety.

Měsíc je k Zemi dvorný, neboť k ní obrací stále stejnou tvář: *"Měsíček ze všech sám a sám / okolo nás se točí / sprovází Zemi životem / a nespouští ji s očí"* [Jan Neruda]. Země je však příliš vznešená (spíše příliš tělnatá, i když jí pan Neruda říká "Země panenka") a na dvoření svého právého průvodce moc nedbá. Otočí se čiperně 27-krát kolem své vlastní osy, než ji Měsíc oběhne jednou dokola (to jest o 360 stupňů). A přece jen vytrvalé slapové působení Měsíce nepatrně zpomaluje otáčení Země.

Zatím jsme hovořili o slapech, které vyvolává Měsíc na Zemi. Naopak, méně je známo, že Země vyvolává slapy na Měsíci.





▲ Obr. 5 - obrázek nahoře - Kdyby naše Země byla dokonale pružná, směřovalo by přílivové vřduť přesně k Měsíci a od něho; obrázek dole - Země však reaguje se zpožděním a proto strhává přílivové vřduť. Výsledkem je zpomalování její rotace a vzdalování Měsíce. (kresba - Pavel Příhoda)

Měsíc obíhá po elipse a jeho vzdálenost od Země se mění od 364 400 km v přízemí (perigeu) do 406 730 km v odzemí (apogeu). Je tedy vystaven zemské gravitaci nejvíce, když je v přízemí. Tehdy se Měsíc poněkud více protáhne směrem k Zemi. Přitom dochází k četným měsíctřesením v hloubkách 900 až 1000 km. □

## 5. Útěk Měsíce a delší den pro pozemšťany

Měsíc nutí svou partnerku, aby i ona k němu byla stále otočena stejnou tvář. Dochází k tomu takto: Kdyby byla Země dokonale pružná, směřovalo by slapové vřduť přesně k Měsíci a od něho. V důsledku nepružnosti otáčející se Země strhává s sebou slapové vřduť, které tedy mírně předbíhá Měsíc (obr. 5). Gravitační síla slapového vřduť působí na Měsíc a mírně ho vzdaluje ("zvedá") od Země: není to mnoho, necelé čtyři centimetry za jeden rok. Je to málo, ale i toto málo lze měřit pomocí laserových odražečů umístěných astronauty na Měsíci. Vzdalování Měsíce a zpomalování rotace Země je důsledek zákona zachování úhlového momentu v soustavě Země-Měsíc: působením slapů se úhlový moment přenáší z rotace Země na oběh Měsíce.

Otáčení samotné Země je naopak slapovým vřduťm bržděno. Je to důsledek tření přílivů, při němž se rotační energie Země mění na teplo. Toto působení představuje pět miliard koňských sil. A tento - z lidského hlediska obrovský - výkon prodlouží trvání dne pouze o necelé dvě setiny sekundy (0,018 s) za jedno tisíciletí. To dokazují nejen měření astronomická, ale i velmi přesné atomové hodiny. I paleontologové, kteří "vidí" do daleké minulosti, dokládají zpomalování zemské rotace: na stavbě korálů je patrná denní i roční perioda. Zatímco v současné době je na korálech 365 přírůstků do roka, před 400 miliony roky to bylo kolem 400. To znamená, že tehdy bylo do roka čtyři sta dnů, tedy o 35 více nežli dnes. A jak do budoucna?

Zítřek bude o desetimiliontinu sekundy delší než dnešek. Za padesát tisíciletí bude den o jednu sekundu delší. A za mnoho miliard roků se zpomalí otáčení Země natolik, že bude konečně také obracet svou stejnou tvář k Měsíci. To bude trvat jejich den i kalendářní měsíc stejně dlouho - 55 dnešních (to jest 24-hodinových) dnů. Pro naše potomky potom bude Měsíc třetina na stejném místě oblohy (čili bude geostacionární - jako dnešní televizní družice). A přitom bude střídát své fáze.

Obyvatelé na jedné (přivrácené) polokouli Země budou mít Měsíc neustále na obloze. Obyvatelům odvrácené polokoule nebude pohled na Měsíc popřán vůbec. Jejich dlouhé noci, trvající čtyři (dnešní) týdny, budou černé, bez měsíčního svitu. Budou si muset zajet na polokouli přivrácenou k Měsíci. Náš starý dobrý soused se tak stane turistickou atrakcí.

A jak se změní pohled na naši Zemi z Měsíce pro jeho budoucí kolonizátory? Na jejich obloze bude třetina velká modrá Země s bělavými oblaky na stejném místě jako dnes. Bude lunostacionární - stejně jako dnes. Bude se však jevit menší (asi dvoutřetinová) než je dnes - neboť i při šnečím tempu vzdalování (3 cm ročně) se za mnoho miliard roků vzdálenost Země - Měsíc zvětší 1,6-krát.

Dokud byl Měsíc ještě rozžhavený a tvárný, Země na něm vyvolávala slapové vřduť. Brzdila rotaci Měsíce tak dlouho, až zůstal k Zemi zcela přivrácen. Země tak svým slapovým působením přinutila Měsíc, aby k ní obracel dvorně svou tvář. Měsíc, jehož hmota je mnohem menší než hmota Země, bude potřebovat mnohem delší čas, aby přinutil svou partnerku ke dvornosti.

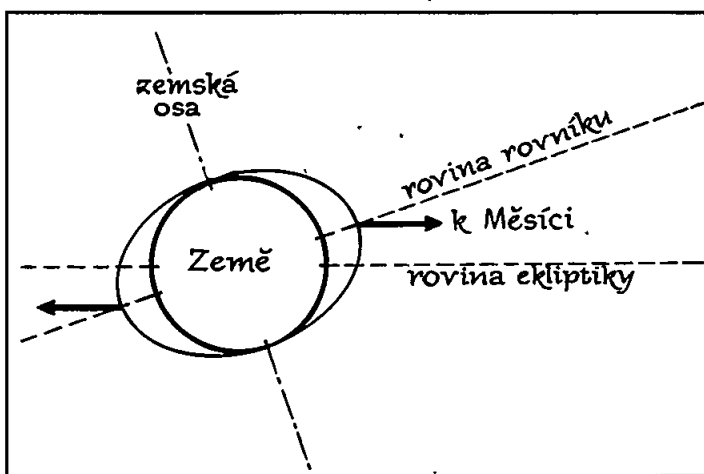
Tak tedy skončí gravitační románec Měsíce se Zemí. Na začátku, před čtyřmi a půl miliardou roků, si byli oba blízcí, rychle kroužili a vysokými přílivy rozechřivali svá nitra. Za miliardy roků v budoucnu budou sice stále obráceni k sobě, ale budou daleko a kolem sebe budou kroužit pomalu, chladní a neměnní, bez slapového tepla uvnitř. Všechno má svůj konec - svazky lidí i svazky kosmické. Jen časová měřítka jsou různá. □

## 6. Kroužení pólů, přehlídka souhvězdí a rozpaky astrologů

Gravitační svazek Měsíce se Zemí nekončí jeho vzdalováním od Země a prodlužováním dne pro pozemšťany.

Slapová vlna je jen nepatrná "kosmetická úprava" vzhledu naší Země. U mořských břehů maximálně osmnáct metrů, v kůře zemské méně než jeden metr. Daleko větší deformací je zploštění Země. Je to deformace trvalá, neboť je důsledkem rotace Země. Země je zploštělý elipsoid, takže rovníkový poloměr je o dvacet kilometrů delší než polární poloměr. Na rovníku je proto přebytek hmoty. Měsíc působí přitažlivou silou na tento rovníkový přebytek. Snaží se Zemi "narovnat", čili postavit její rotační osu kolmo na ekliptiku (obr. 6). Kdyby došlo k takovému narovnání (čili splnutí rovníku s ekliptikou), zmizelo by střídání ročních dob a měli bychom tady věčné jaro.

Ve skutečnosti je však účinek měsíční přitažlivosti na rovníkové přebytky docela jiný. Naše planeta se chová jako obrovský kosmický vlček (dětská hračka zvaná někdy káča). Osa vlčka se snaží udržet svůj směr. A jestli se nějaká síla snaží osu vlčka vychýlit, pak se osa pohybuje kolmo na sílu a *ne* ve směru



▲ Obr. 6 - V důsledku odstředivé síly vznikl v rovníkových oblastech Země přebytek hmoty. Měsíc působí na tyto přebytky (ve směru šipek) a snaží se stočit Zemi tak, aby rovník splýnul s ekliptikou. Země odpovídá na tuto snahu precesním pohybem. (kresba - Pavel Příhoda)



síly! Proto vlček nespadne, ale krouží. Proto také zemská osa vykonává krouživý pohyb (zvaný precese) a sklon mezi rovníkem a ekliptikou se nemění. Zemská osa nesměruje tedy trvale k téměř místu oblohy. Jinými slovy, světový pól - průsečík zemské osy s oblohou - se posouvá mezi hvězdami v důsledku tohoto krouživého pohybu Země. Opíše na obloze kružnici s poloměrem 23,5 stupně (obr. 7). Hvězdu, v jejíž blízkosti se severní pól nachází, nazýváme polární hvězdou. Protože u nás tato hvězda ukazuje směr na sever, je též nazývána Severkou.

V době, kdy egyptští otroci stavěli svým faraonům pyramidy, byla severkou hvězda Thuban v souhvězdí Draka. Je v hvězdné mapě označena písmenem alfa - i když není nejjasnější (asi její jasnost v minulých stoletích poklesla). V roce 2700 před Kristem byl severní pól jen o 10° (což je třetina měsíčního průměru) vzdálen od Thubanu. Dnes je severní pól nedaleko nejjasnější hvězdy Malého vozu, kterou proto nazýváme Polárkou. Je od ní vzdálen 58°, což jsou téměř dva měsíční průměry. Za 12 tisíc roků severní pól bude u Vegy v Lyře, za dalších 9 tisíc roků bude u Thubanu a pak za 5 tisíciletí (tedy ode dneška za 26 tisíc roků) bude zpět u naší Polárky. Patrně se svým privilegovaným postavením ztratí Polárka po několika tisíciletích i své jméno, aby je opět získala za 26 tisíc roků. Pól opustí Malý vůz do Cefea, projde Labutí, Lyrou, Herkulem a Drakem zpět do Malého vozu. Pól opíše na nebeské sféře (precesní) kružnici, jejíž střed je na hvězdné mapě označen jako "pól ekliptiky" a jejíž poloměr je 23,5°.

Krouživý pohyb pólů (precese) má pro lidi ještě jiné zajímavé důsledky. Když střed slunečního kotouče při svém pohybu po ekliptice dosáhne v březnu rovníku, začíná astronomické jaro. Tento bod společný ekliptice a rovníku se nazývá **jarní bod**. Je to nejdůležitější bod na obloze. Od něho určují astronomové polohu všech nebeských objektů. Jím prochází nejen rovník a ekliptika, ale i nebeský nultý poledník.

V důsledku precesního pohybu Země se posouvá po obloze nejen pól, ale i nebeský rovník (to je kružnice na nebeské sféře stejně vzdálená od obou pólů, tedy průmět zemského rovníku na nebeskou sféru). Posouvá se tedy po ekliptice i jarní bod, a to vstří pohybu Slunce. Tím se stane, že Slunce projde jarním bodem dříve, než opíše plných 360 stupňů. Rok mezi dvěma průchody Slunce jarním bodem - tzv. **tropický rok** - odpovídá vystřídání ročních období a trvá 365,24219 dne. Tropický rok je tedy o něco (asi o 20 minut) kratší než úplný oběh Země kolem Slunce o 360°; takový úplný oběh se nazývá **hvězdný rok** a trvá 365,25636 dne.

Pro nás (na padesátém stupni severní šířky) precese Země

znamená **přehlídku souhvězdí na jižní polokouli**. Póly jsou středem cirkumpolárních vrchlíků na hvězdné sféře: severního, v němž hvězdy nezapadají, a jižního, jehož hvězdy u nás nevycházejí, zůstávají pod obzorem. Precesí se posouvají oba póly i jejich cirkumpolární vrchlíky. Souhvězdí, která nám září za zimních nocí blízko jižního obzoru, se stanou neviditelná (např. Zajíc, Velký pes, Malý pes). Naopak naše letní souhvězdí (např. celý Stůr, celý Střelec) budou zářit pozdějším generacím v zimě vysoko na obloze a přibudou k nim nová souhvězdí jižní oblohy, pro nás zatím skrytá pod jižním obzorem (např. Jižní koruna, Dalekohled). Těto nebeské přehlídky se zúčastní všechny hvězdy v pásu mezi sedmým stupněm **dnešní** severní deklinace a osmdesátým sedmým stupněm **dnešní** jižní deklinace. Vzhledem k trvání jedině majestátní hvězdné přehlídky (26 tisíc roků) je život každého z nás pouze jepičí epizodou. Díky precesní přehlídce jižní oblohy je však možné přibližně odhadnout, kdy a kde byla vymezena nejstarší souhvězdí. Základní myšlenka je tato: nejstarší souhvězdí **nepokrývají** určitý vrchlík nebeské sféry. Ten vrchlík byl jižní cirkumpolární v místě a v době, kdy dávní pozorovatelé pojmenovávali souhvězdí. Poloměr vrchlíku odpovídá zeměpisné šířce a střed vrchlíku udává polohu jižního pólu v oné době. Tu můžeme odhadnout pomocí precese. Nejstarší nám dochovaná souhvězdí by - podle tohoto hrubého určení - pocházela z Mezopotámie a byla vymezena před 5 až 6 tisíci roky.

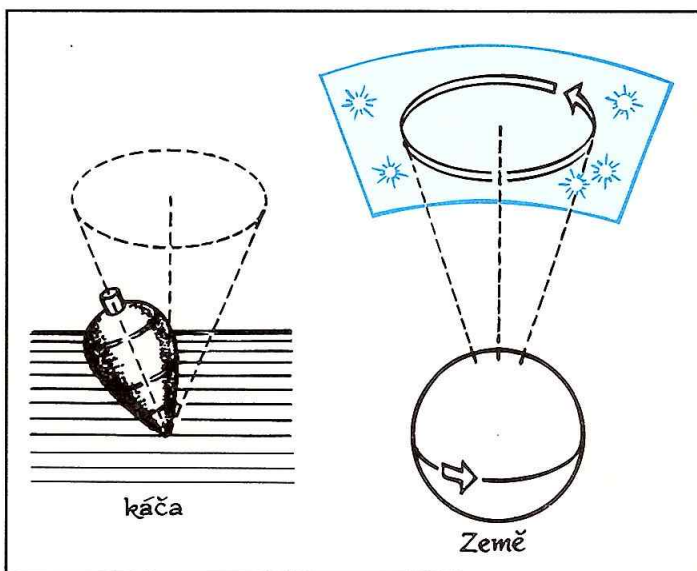
Když se řecký vojevůdce narodil ve znamení Berana, Slunce v době jeho narození bylo vskutku v souhvězdí Berana. Jestliže se dnes člověk narodí ve znamení Berana, je Slunce v souhvězdí Ryb. Za dobu dva tisíce roků se totiž posunul jarní bod ze souhvězdí Berana do souhvězdí Ryb. Za další dva tisíce roků Slunce bude v souhvězdí Vodnáře a astrologové budou říkat, že se člověk narodil ve znamení Berana. Tento zmatek nezpůsobil Měsíc (a Slunce) svou přitažlivostí na rovníkové oblasti Země. Je to spíše přání astrologů důsledně vysvětlovat osudy jednotlivců (i společenských skupin) jako vliv polohy Slunce, Měsíce a planet na obloze. Precese jarního bodu jim však zamotala hlavu - a tak místo skutečných souhvězdí si vymysleli pás dvanácti zvířetnickových znamení, která za sebou vleče jarní bod. **Zvířetnicková znamení** jsou vymyšlené obdélníky (30 stupňů dlouhé) podél ekliptiky. První z nich (znamení Berana) má začátek v jarním bodu. A Měsíc jim - zlomyslník jeden - posouvá jarní bod a s ním i všechna vymyšlená znamení.

Zvířetnicková znamení nemají vůbec nic společného s hvězdami ani s osudy pozemšťanů. Hvězdy jsou příliš daleké, aby se nějak pletly do životů početilých tvorů na nepatrné planetě kroužící kolem daleké, zcela obyčejné hvězdičky - Slunce. Hvězdy jsou od Boha a všechno ostatní (souhvězdí, znamení, různé působení planet v různých konstelacích...) je výmysl lidský. □

## 7. Darebák Měsíc

Jestli po nás bude nějaký kluk házet kamením, vyhubujeme mu do darebáků. Také náš nebeský soused je darebák, neboť hází po naší Zemi kameny. Jak to ?

V prostoru mezi planetami je spousta úlomků, od drobných prachových zrníček až po velké balvany. Běhají kolem Slunce rychlostmi několika desítek kilometrů za sekundu. Doslova bičují Zemi. Naštěstí většina z nich se vypaří v atmosféře, ve výškách kolem jednoho sta kilometrů. Ty velké kusy propadnou atmosférou až na povrch. Říkáme jim **meteority**. Jsou to kameny (někdy i kusy železa) mimozemského původu. První zpráva o pádu kamene z nebe pochází z roku 1492, tedy z doby, kdy Kolumbus objevil Ameriku. Avšak mimozemský původ takových kamenů přijali vědci až začátkem minulého století. Ještě před dvěma stoletími se většina vědců domnívala, že meteority vznikají v zemské atmosféře (meteoros je ovzduší, atmosféra). Myšlenka, že by mohly být mimozemského původu, byla kacířskou. Georg Christoph Lichtenberg musel být odvážný muž, když vyslovil v roce 1797 názor, že *Měsíc je neslušný soused, neboť po nás hází kamením*. Domníval se totiž, že meteority jsou z Měsíce. O dvě stě let později byla částečně Lichtenbergova domněnka potvrzena.



▲ Obr. 7 - Precesní pohyb. Roztočený vlček vykonává krouživý pohyb, protože se přitažlivá síla snaží změnit směr jeho osy. Zcela obdobně krouží naše Země, protože přitažlivá síla Měsíce (působící na rovníkové přebytky hmoty) se snaží změnit směr zemské osy. Světový pól opisuje na obloze precesní kružnici, jejíž střed [pól ekliptiky] je uprostřed mezi hvězdami  $\delta$  a  $\zeta$  v souhvězdí Draka. Celou precesní kružnici opíše světový pól za 26 tisíc roků.

(kresba - Pavel Příhoda)



Není snadné najít v okolní přírodě meteorit. Zatím se jich našlo od roku 1492 asi 2600, a to ve všech zemích dohromady. To je málo, uvážíme-li, že jich na povrch Země dopadne každý rok asi 3300. Z toho se jich podaří najít za rok asi deset. Deset ze tří tisíc tří set je opravdu zoufale málo. Hledat meteority mezi rostlinami, v potoku, na louce či v řece je opravdu svízelná věc - jak mohou dotvrdit ondřejovští meteoráři. A najdou se jen ty velké kusy, protože jsou nejnápadnější. Proto šli odborníci hledat meteority do Antarktidy, kde je jejich nalezení mnohem snazší. Led je tam starý mnoho tisíciletí a meteority jsou v něm dobře uchovány. Navíc jsou tokem ledu snášeny do jednoho místa, kde se postupně hromadí. **Antarktida je pokladnicí meteoritů** a stala se rájem meteoritiků (to jest odborníků na meteority).

Silná ledová pokrývka stéká pozvolna z nitra Antarktidy k moři. Unáší s sebou meteority, které dopadaly během dlouhých statisíců až milionů let na nedozírná sněhová pole. Přitom se sněh pod tlakem nově napadlého sněhu mění v led, v němž je meteorit dobře chráněn. Do cesty stékajícímu ledu se na některých místech staví horské hřebeny. Tam se led zastaví a tvoří pole čistého modrého ledu. Prudké větry unášející ostré krystalky sněhu bičují ledová pole a obrušují (erodují) jejich povrch: ročně o 4 až 5 cm. Na povrch tak "vyplouvají" další a další zamrzlé meteority. Nejznámější **modrá ledová pole** jsou Allan Hills a Yamato. Na jejich čistém modravém ledu jsou nápadné černé meteority, které ohořely při průletu atmosférou, i ty drobné o váze pouze několika gramů. Proto se v Antarktidě našlo nejvíce meteoritů o váze zhruba deseti gramů, kdežto meteority odjinud váží obvykle několik kilogramů. Není proto divu, že na ledu Antarktidy našli odborníci z USA, Japonska, Německa a Nového Zélandu za dvacet roků asi 13 000 meteoritů. Připomeňme si pro srovnání, že za pět set roků novověku se našlo na všech ostatních kontinentech dohromady pouze asi dva tisíce šest set meteoritů.

V lednu 1982 našli Američané meteorit zcela odlišný od všech 372 ostatních, které sebrali v Antarktidě. Rozbor ukázal, že šlo o stlačený slepenec prachu a zrn, a to především minerálu anorthitu. Mineralogové takový kámen nazývají *anorthositická brekcie*. Takový kámen nemohl vzniknout na Zemi. Mineralogicky zcela shodné kameny však našli astronauti Apolla 15 na Měsíci. Později našli Japonci několik meteoritů, které také pocházejí z Měsíce. Nejen podobnost, zastoupení jednotlivých prvků, ale i izotopické složení kyslíku a křemíku zcela odpovídá kamenům, které přinesli astronauti Apolla 15 a měsíční sonda Luna z Měsíce. Žádný druh meteoritů se neshoduje tak dobře s měsíčními kameny jako anorthositická brekcie nalezená v Antarktidě. Není tedy pochyby, že jde o **měsíční meteority**. Při dopadu planetky na měsíční povrch před 10 miliony roků byly tři z nalezených měsíčních meteoritů vyryty a vyvrženy do kosmického prostoru. Zůstaly však v gravitační přitažlivosti Země. Dopadly do Antarktidy před osmdesáti tisíci roky. Tuto historii měsíčních meteoritů odvodili mineralogové pečlivým studiem různých radioaktivních prvků ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{36}\text{Cl}$  a  $^{81}\text{Kr}$ ) obsažených ve všech třech meteoritech (označených Yamato-82192, Yamato-82193 a Yamato-82032). Dnes je měsíčních meteoritů známo více než deset. Jejich hmotnost je v intervalu 6 až 622 gramů.

Co zbývá k tomu dodat? V Austrálii už našli také jeden měsíční meteorit. Měsíční meteority dovolují studovat ty oblasti Měsíce, odkud ani Luna ani Apollo nepřinesly žádné vzorky hornin. Nejméně jeden z měsíčních kamenů nalezených v Antarktidě byl vyražen z odvrácené strany Měsíce.

Je třeba se na tomto místě omluvit Měsíci za to, že jsme ho nazvali darebákem. Za ty kameny vyrvané z jeho povrchu on opravdu nemůže. Způsobily to planetky či komety, které se připlety Měsíci do cesty a surově do něj vrazily. Náráz to byl vskutku surový, neboť Měsíc není - na rozdíl od Země - chráněn atmosférou, která by vetřelce zpomalila. Při nárazu na povrch došlo k obrovskému výbuchu, při němž bylo vyvrženo velké množství prachu, kamínků a kamenů. Všechno tento vymrštěný materiál byl rozhozen dokola po měsíčním povrchu. Některé z kamenů unikly slabé měsíční přitažlivosti, miliony roků se pak pohybovaly kolem Země, aby se s ní nakonec srazily a dopadly na její povrch jako "měsíční kameny".

A poslední dovětek: podrobný průzkum jednoho z meteoritů nalezených v Antarktidě (EETA-79001) nasvědčuje tomu, že pochází až z Marsu. I ten byl vyrván z Marsova povrchu a vymrštěn pryč z jeho přitažlivosti při srážce Marsu s nějakou malou planetkou. Mars byl pošramocen a planetka úplně zanikla: při nárazu se zahřála, vypařila, vybuchla a vyryla na Marsu kráter.

□

(dokončení v příštím čísle)



Doc. Josip Kleczek (\*1923). Je vědeckým pracovníkem Astronomického ústavu Akademie věd ČR na observatoři v Ondřejově u Prahy. (viz též *Říše hvězd* 74 (1/1993), s. 4.)

**měsíc** - 1. jednotka času odvozená z pohybu Měsíce kolem Země. V.t. anomalistický, drakonický, siderický, synodický, tropický měsíc. 2. kalendářní jednotka s proměnlivým počtem dní.

**epakta** - stáří Měsíce na začátku nového roku. Využívá se při výpočtu data velikonoční neděle.

**anomalistický měsíc** - doba mezi dvěma po sobě následujícími průchody Měsíce perigeem. Perigeum měsíční dráhy se posouvá ve směru jeho pohybu, a proto je a.m. delší než siderický (trvá 27d 13h 18min 37,4s).

**drakonický měsíc** - doba mezi dvěma po sobě následujícími průchody Měsíce týměž uzlem dráhy. Trvá 27d 5h 5min 35,8s a používá se při výpočtu okamžiku zatmění Slunce a Měsíce.

**lunace** - totéž co synodický měsíc; časový interval, za který se vystřídají všechny fáze Měsíce. Jednotlivé l. se číslují, l. začíná novem.

**lunární den** - doba mezi dvěma po sobě následujícími horními kulminacemi Měsíce. Délka l.d. je 24h 50min 28s.

**lunární kalendář** - měsíční kalendář; nejstarší typ kalendáře, jehož základem byl synodický měsíc (lunace). Délka synodického měsíce 29d 12h 44min se vyrovnávala střídáním měsíců s 29 a 30 dny. Z l.k. vychází arabský kalendář používaný dosud v islámských zemích.

**lunární nerovnost** - jedna z nerovností měsíčního pohybu, způsobená tím, že Měsíc neobíhá kolem středu Země, ale barycentra soustavy Země-Měsíc. L.n. způsobuje odchylky v poloze Měsíce oproti střední poloze max. o  $\pm 0,1'$ .

**lunární rok** - doba 12 synodických měsíců, tj. přesně 354d 8h 45min 4,75s.

**Metonův cyklus** - měsíční kruh; období 19 let, během něhož se vystřídá 235 lunací.

**siderický měsíc** - doba, za kterou se Měsíc při svém oběhu vrátí k téže hvězdě; tj. 27d 7h 43min 11,5s.

**stáří Měsíce** - doba udávaná ve dnech, která uplynula od novu.

**synodický měsíc** - totéž co lunace; doba, za kterou Měsíc vystřídá všechny své fáze. Trvá 29d 12h 44min 2,8s.

**tropický měsíc** - doba, za kterou se Měsíc během svého pohybu po hvězdné obloze vrátí k jamímu bodu; trvá 27d 7h 43min 4,7s. Vlivem precese je t.m. o 7 sekund kratší než siderický měsíc.

□

(wf)



Časové údaje uvádíme ve středoevropském čase (SEČ). Okamžiky východu, průchodu poledníkem a západu Slunce a planet platí pro místo o souřadnicích 15° východní délky a 50° severní šířky. Polohy uvádíme pro 0h terestrického času (TT). Tento okamžik je totožný s 0h 59min SEČ.



**SLUNCE** - časová rovnice je nulová 15. IV. v 9h. Toho dne na 15° vých. délky ukazují tedy dobře seřízené sluneční hodiny tentýž časový údaj, jaký máte na svých (zajisté přesných) hodinkách. Do znamení Býka vstupuje Slunce 20. IV. v 8h 36min; tehdy dosahuje ekliptikální délky 30°.

### Slunce

den	$\alpha_{1994}$ [h m]	$\delta_{1994}$ [° ' ]	východ [h min]	pravé poledne [h min s]	západ [h min]	A [°]
1. IV.	0 40,6	+4 22	5 38	12 03 56	18 31	98
5. IV.	0 55,2	+5 54	5 29	12 02 45	18 38	101
10. IV.	1 13,5	+7 47	5 18	12 01 22	18 45	104
15. IV.	1 31,9	+9 36	5 08	12 00 05	18 53	107
20. IV.	1 50,5	+11 22	4 58	11 58 57	19 01	109
25. IV.	2 09,2	+13 03	4 48	11 57 59	19 09	112
30. IV.	2 28,1	+14 38	4 39	11 57 13	19 17	115

V tabulce značí  $\alpha$  rektascenzi,  $\delta$  deklinaci a A azimut západu Slunce (měřený od jihu).



**MĚSÍC** k nám vlivem librace nejvíce naklání jižní okraj 6. IV. (-6,7°), severní okraj 21. IV. (+6,8°). Libračí v délce nevyužijeme, protože se k nám natočí oblasti, které budou právě ve stínu. V odzerní 12. IV. dosáhne od nás Měsíc největší vzdálenosti v roce (406 468 km) a v přizemí 25. IV. se k nám nejvíce z celého roku přiblíží (na 356 928 km).



**MERKUR** je v západní elongaci od Slunce, má však nižší deklinaci a je krajně nepravděpodobné, že ho spatříme.



**VENUŠE** dominuje nebi jako jasná večernice. V polovině měsíce dosahuje při západu Slunce výšky 19° a koncem dubna zapadá těsně před začátkem astronomické noci.



**MARS** v souhvězdí Vodnáře a Ryb vychází krátce před Sluncem u jihovýchodu a spatřit ho je ještě méně pravděpodobné než blízkého a jasnějšího Merkura.



**JUPITER** je v dubnu viditelný téměř celou noc, protože 30. IV. nastává jeho opozice se Sluncem. Svítí ve Vahách blízko hvězdy Zuben Elgenubi.

### Zatmění Jupiterových měsíců

den (1994)	čas [h min]	měsíc	jev
6. IV.	4 43	Ganymed	vstup
7. IV.	1 47	Io	vstup
10. IV.	22 29	Europa	vstup
14. IV.	3 41	Io	vstup
15. IV.	22 09	Io	vstup
18. IV.	1 04	Europa	vstup
23. IV.	0 03	Io	vstup
25. IV.	3 40	Europa	vstup
30. IV.	1 57	Io	vstup
30. IV.	4 07	Io	výstup

Úkazy nastávají u západního (v převracejícím dalekohledu levého) okraje planety.



**SATURN** v souhvězdí Vodnáře vychází u jihovýchodu nedlouho před východem Slunce.



**PLANETKY** - V opozici se Sluncem je 15. IV. (3) Juno v souhvězdí Panny a 4. IV. (10) Hygiea v Havranu.



**KOMETY** - V průběhu dubna neočekáváme průchod žádné známé periodické komety přísluním. Příznivé pozorovací podmínky bude mít kometa P/Tempel 1. Půjde o její největší přiblížení od objevu v roce 1867. V dubnu se bude kometa pohybovat v souhvězdí Panny západně od hvězdy Vindematrix (epsilon Vir), v jejíž těsné blízkosti projde 1. V. Elongace komety v této době činí 150°. Kometa se blíží k Zemi a její jasnost roste. (Informace o nově objevených kometách přináší Říše hvězd v rubrice Novinky z astronomie.)

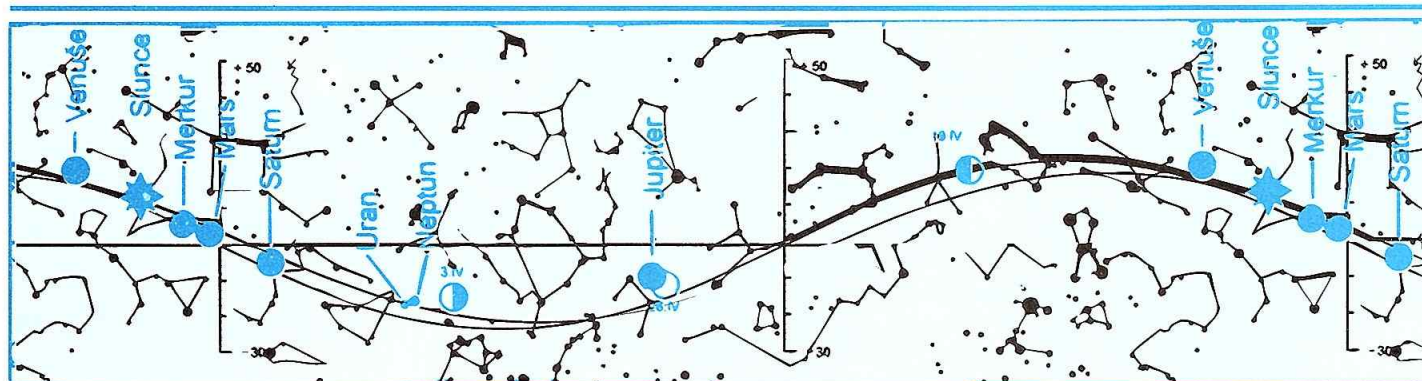


**METEORY** - 22. IV. ráno vyzkoušejte štěstí při sledování Lyrid - v dopoledních hodinách nastává maximum činnosti tohoto významného meteorického roje. Obvyklá frekvence roje v maximu činí 10 meteorů za hodinu. V některých letech však bývají pozorovatelná ostrá zvýšená maxima s podstatně vyšší frekvencí. Roj je zajímavý vysokým podílem jasných meteorů. Pozorovací podmínky jsou však letos nepříznivé. Kromě toho, že maximum připadá na denní hodiny, bude pozorování rušit Měsíc ve stáří 11 dní.



(tabulky - Vladimír Novotný)

Pavel Přihoda



▲ Mapa ekliptiky - Polohy planet a Slunce v souhvězdích zvětrníku během dubna 1994. Značky Slunce a planet odpovídají poloze dne 1. IV. Dále jsou vyneseny polohy Měsíce pro jeho první čtvrt, úplňk a poslední čtvrt pro daný den v 0h TT. Číslo u poloh Měsíce značí data. (mapka - Jan Mánek)