

# Říše hvězd

**25. VÝROČÍ PŘISTÁNÍ PRVNÍHO ČLOVĚKA NA MĚSÍCI**

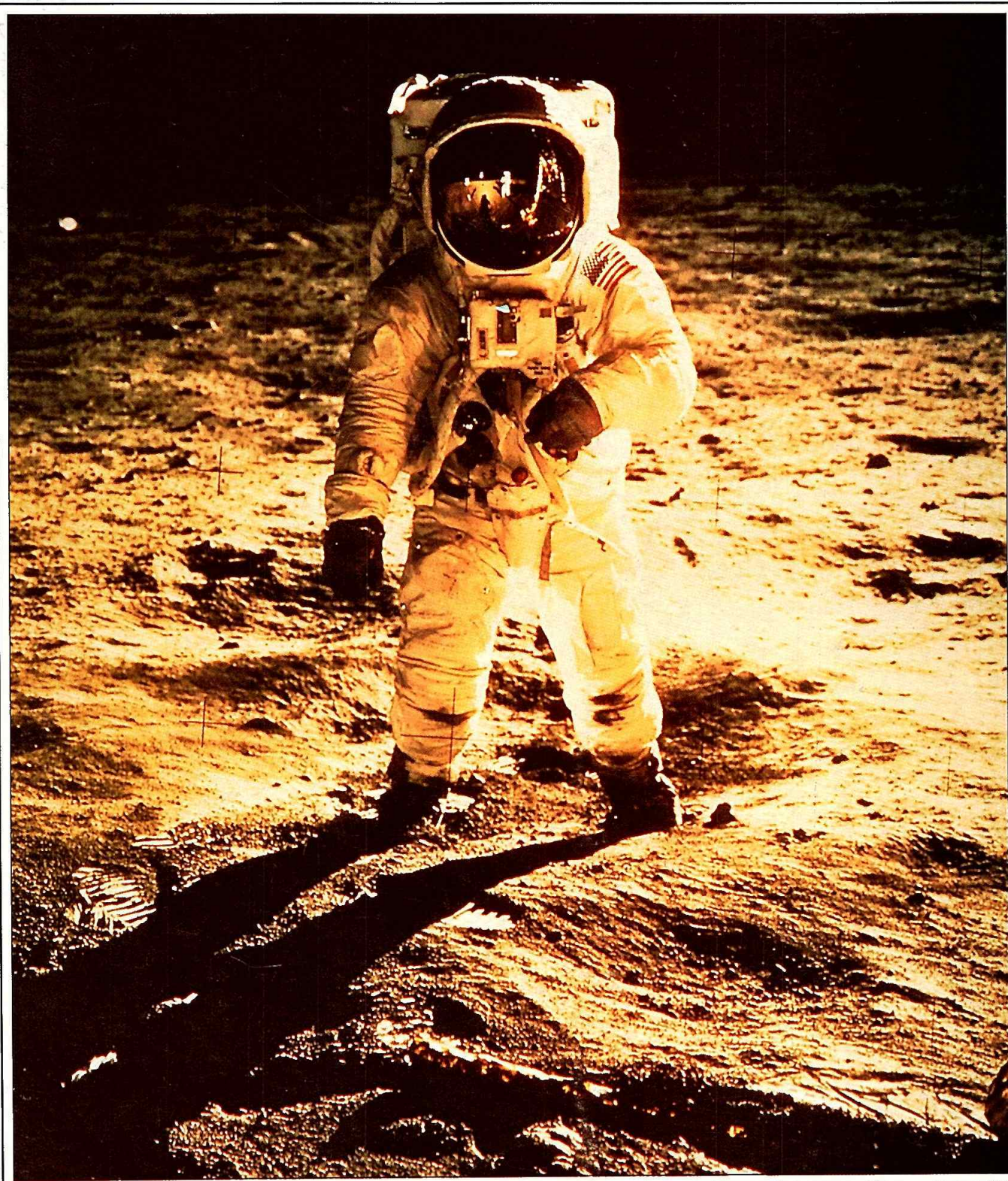
**Slunce v roce 1993**

**Žeň objevů 1993 (III.)**

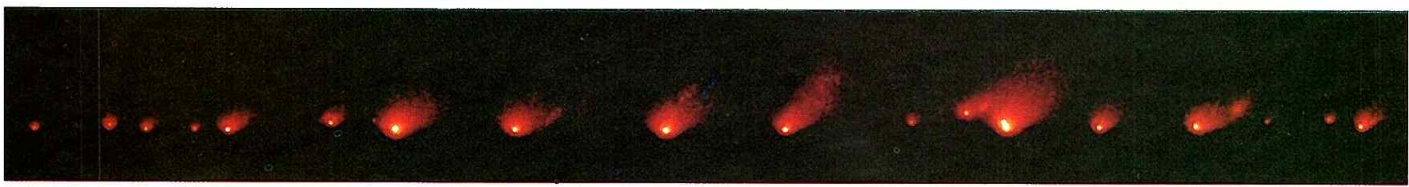
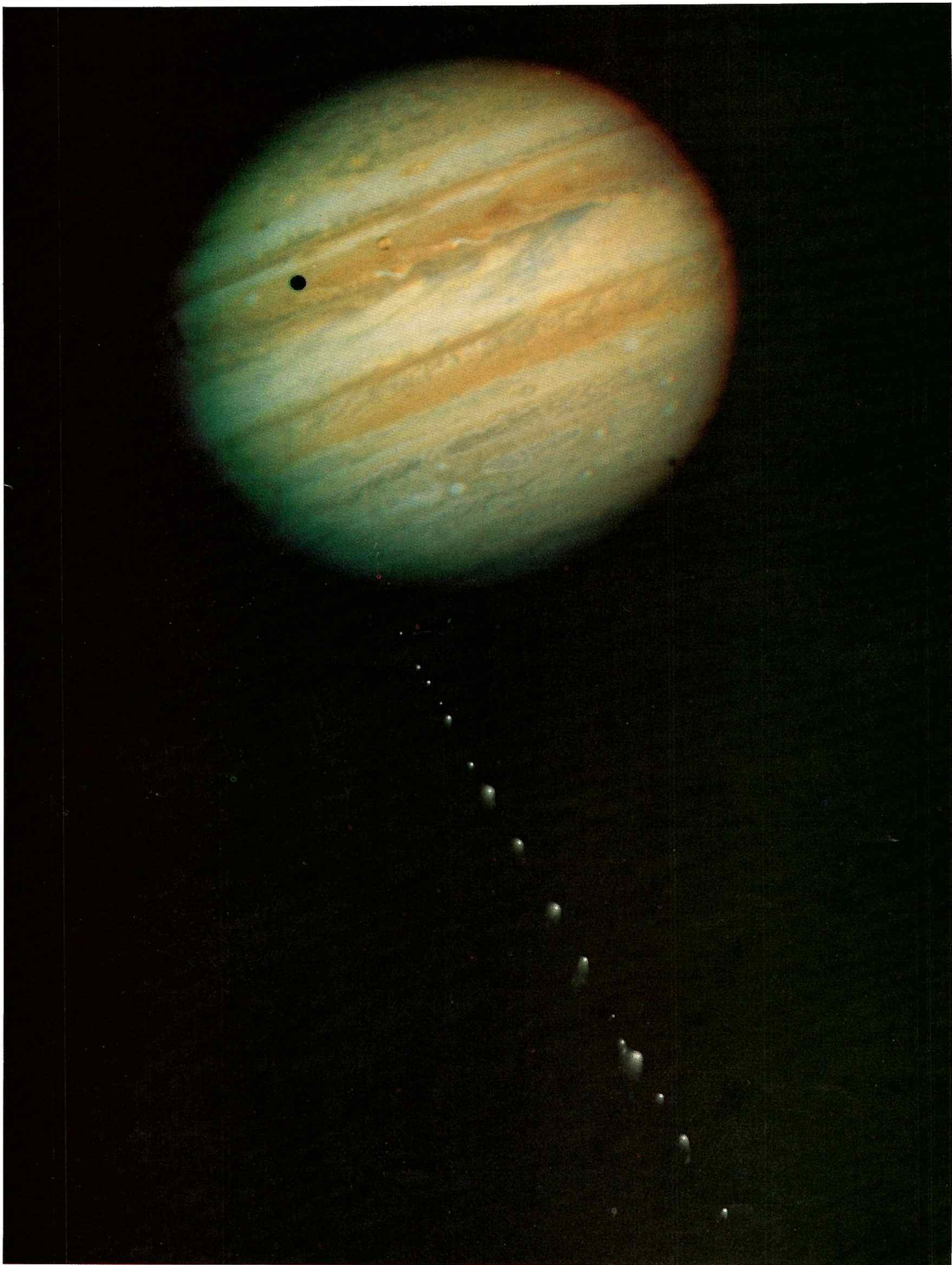
ročník 75

7-8/1994

cena 34 Kč









### PŘEDNÍ STRANA OBÁLKY

25. let uplynulo od přistání prvního člověka na Měsíci - Edwin Aldrin byl jedním z nich. - viz článek na str. 147.

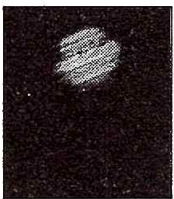
(foto - NASA)



### DRUHÁ STRANA OBÁLKY

VAHOŘE - Kometa P/Shoemaker-Levy 9 a planeta Jupiter

- Ilustrační obrázek vznikl složením dvou snímků - snímků: Jupitera - snímek byl získán Hubbleovým kosmickým dalekohledem kamerou WFPC-2 dne 18. května 1994 (Jupiter byl v té době vzdálen 670 milionů kilometrů od Země). Na obrázku je též patrný přechod vnitřního Jupiterova měsíčku Io a jeho stínu na horních vrstvách atmosféry planety a snímku komety - snímek byl získán rovněž pomocí kosmického dalekohledu, a to dne 17. května 1994.



(foto - NASA/JPL)

### DOLE - Rozpad komety P/Shoemaker-Levy 9

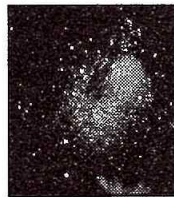
- Na snímku získaném Hubbleovým kosmickým dalekohledem dne 17. května 1994 kamerou WFPC-2 v červeném světle je patrný řetěz 21 úlomků komety. Tyto úlomky jsou v prostoru rozprostřeny v délce přes 1,1 milionu kilometrů (tj. na vzdálenosti třikrát delší než je vzdálenost Země-Měsíc). V době expozice snímku byla kometa vzdálená 660 milionů kilometrů od Země.



(foto - NASA/JPL)

### TŘETÍ STRANA OBÁLKY

VAHOŘE - Jižní kříž - Snímek Lubomíra Čížka (Venice, Kalifornie, USA) pořízený v okolí Sao Paula v Brazílii nám ukazuje 'exotické' souhvězdí Jižního kříže a jeho okolí -  $\alpha$  a  $\beta$  Centauri (exp. 15 s, Nikkon 71,4, Kodak 34 D1N).



### DOLE - Kalifornie - Snímek mlhoviny Kalifornie ze souhvězdí Persea pořídil pražský astronom amatér Tomáš Cihelka v noci 15./16. srpna 1993. Snímek vznikl složením dvou negativů exponovaných v časech 03h03min až 03h33min SELČ a 03h34min až 03h58min SELČ (Zenit E, Tair 4,8/300, Konica SR-G 3200).



### POSLEDNÍ STRANA OBÁLKY

Interagující galaxie - Díky mimořádným vlastnostem Hubbleova kosmického dalekohledu se podařilo objevit malou skupinku dříve neznámých a navzájem splývajících galaxií, jejichž vzdálenost se odhaduje na  $3 \cdot 10^9$  světelných let! - blíže viz článek na str. 178.



(foto - NASA/JPL)

DOLE VLEVO - Červenec a znamení Lva (Leo);

DOLE VPRAVO - Srpen a znamení Panny (Virgo)

- obrázky ze zvěrokruhu Josefa Mánesa z r. 1866 a z hvězdného atlasu Uranographia z r. 1690 Jana Hevelia (1611-1687).

### Obsah:

- 147 25. výročí přistání prvního člověka na Měsíci - Marcel Grün - Ohlédnutí za Apollem (147), První lidé na Měsíci (150), Pokračování velkého programu (152)
- 154 Žeň objevů 1993 (IV) - Jiří Grygar - 3. Slunce (154), 4. Vznik a vývoj hvězd (155), 5. Proměnné hvězdy (156), 6. Neutronové hvězdy, hvězdné černé díry a pulsary (160)
- 170 Reliktní záření a relativita - Jan Novotný
- 171 Vizuální pozorování Slunce v roce 1993 - Ladislav Schmied
- 171 Sluneční činnost v roce 1993 - Jiří Bouška
- 174 Novinky z astronomie
  - Na Neptunu stále něco nového (174)
  - Vznikají hvězdy i mimo disky galaxií? (174)
  - Výzkum impakt. kráteru Chicxulub pokračuje (175)
  - Utěšený raný Mars? (175)
  - Družice UARS pokračuje v mapování stratosféry (175)
  - Alfa Kentaura v roli katapultu komet (176)
  - Nova Sagittarii 1994 (176)
  - Druhá kletská planetka typu Amor (5797) = 1980 AA (177)
  - Pekulární proměnná v souhvězdí Střelce (177)
  - Kometa Takamizawa (1994i) (177)
  - Hubblův kosmický dalekohled našel skupinu interagujících galaxií (178)
  - Zprávy Evropské astronomické společnosti (179)
  - Jak se nám prodlužuje den (179)
- 180 Zprávy z oběžných drah
- 164 Noční obloha - říjen 1994
  - Úkazy na obloze (166)
  - Objekty vzdáleného vesmíru (168)
- 172 Okénko pozorovatelů
  - Zatmění Slunce 10. května 1994
- 184 Hvězdárny \* planetária \* astronomické kluby
  - Den otevřených dveří na Hvězdárně v Jindřichově Hradci
- 182 Společenská kronika
  - Z jádérka strom vyrůstá aneb s troškou do mlýna - Doc. Luboš Perkoví k 75. narozeninám
- 146 Redakci došlo
- 174 Kdy, kde, co
- 181 Knihy \* časopisy \* software
  - Využití počítačů IBM PC/XT v astronomii (V.)
- 182 Astronomická kronika - červenec, srpen 1994
- 170 Co je to, když se řekne ...
- 170 Proslechlo se ve vesmíru
- 184 Přečetli jsme pro vás
- 180 Sluneční aktivita - duben 1994
- 180 Časové signály
- 184 Inzerce

### THE REALM OF STARS - Contents:

- 147 25th Anniversary of the Landing of First Men in the Moon - Marcel Grün - Looking Back for Apollo (147), First Men in the Moon (150), Continuation of the Big Programme (152)
- 154 Highlights in Astronomy 1993 (IV) - Jiří Grygar - 3. Sun (154), 4. Origin and Early Evolution of Stars (155), 5. Variable Stars (156), 6. Neutron Stars, Stellar Black Holes and Pulsars (160)
- 170 Relic Radiation and Relativity - Jan Novotný
- 171 Visual Observation of the Sun in 1993 - Ladislav Schmied
- 171 Solar Activity in the Year 1993 - Jiří Bouška
- 174 Astronomy News
  - Neptune Still the Source of News (174)
  - Are the Stars Formed Outside the Disc of Gal.? (174)
  - Res. of the Impact Crater Chicxulub Continues (175)
  - Pleasant Early Mars? (175)
  - UARS Continues in Mapping of the Stratosphere (175)
  - Alfa Centauri as Cometary Catapult (176)
  - Nova Sagittarii 1994 (176)
  - Second Amor-Like Minor Planet Discovered at the Klet Observatory: (5797) = 1980AA (177)
  - Hubble Space Telescope Discovery of a Group of Interacting Galaxies (178)
  - News of the European Astronomical Society (179)
  - The Lengthening of the Day (179)
- 180 News from Space Orbits
- 146 Night Sky - October 1994
  - Phenomena in the Sky (166)
  - Deep-Sky Objects (168)
- 172 Window of Observers
  - Solar Eclipse on May 10, 1994
- 184 Public Observatories \* Planetaria \* Astronomical Clubs
  - Door Opening Day on the Observatory in Jindřichův Hradec
- 182 Social Chronicle
  - The Tree Grows From a Seed or With a Grain Into the Mill - Dedicated to 75th Birthday of Professor Luboš Perek
- 146 Submitted to Editors
- 174 When, Where, What
- 181 Book \* Journals \* Software
  - The Use of Computers IBM PC/XT in Astronomy (V)
- 182 Astronomical Chronicle - July, August 1994
- 170 What Does It Mean, When We Say...
- 170 Overheard in the Universe
- 184 Excerpted for you
- 180 Solar Activity - April 1994
- 180 Time Signals
- 184 Advertisement

**Das REICH DER STERNE - aus dem Inhalt:** Der 25ste Jahrestag der Mondlandung - M. Grün (147); Erinnerungen an Apollo (147), Erste Leute auf dem Mond (150), Fortsetzung des grossen Programmes (152); Ernte von Entdeckungen im Jahre 1993 - J. Grygar (154) - 3. Sonne (154), 4. Herkunft und Frühentwicklung der Sterne (155), 5. Veränderliche Sterne (156), 6. Neutronsterne (160); Reliktstrahlung und Relativität - J. Novotný (170); Visuelle Beobachtungen der Sonne im Jahre 1993 - L. Schmied (171); Sonnenaktivität im Jahre 1993 - J. Bouška (171); Ringförmige Sonnenfinsternis am 10. Mai 1994 (172); Sonnenaktivität (180).

**Le ROYAUME DES ÉTOILES - en ce numéro:** 25ème anniversaire de l'atterrissage Lunaire - M. Grün (147) - Renouveau d'Apollo (147), Les premiers gens sur la Lune (150), Continuation du programme grand (152) - Découvertes importantes en 1993 - J. Grygar (154), 3. Le Soleil (154), 4. Origine et l'évolution des étoiles (155), 5. Étoiles variables (156), 6. Étoiles neutroniques (160); Rayonnement résiduel et la relativité - J. Novotný (170); Les observations visuelles du Soleil pendant l'année 1993 - L. Schmied (171); Activité solaire en 1993 - J. Bouška (171); Éclipse annulaire de Soleil le 10. mai 1994 (172); Activité solaire (180).

**El REINO DE LAS ESTRELLAS - en el contenido:** 25esimo aniversario del alunizaje - M. Grün (147); Recuerdos de Apollo Primeros hombres sobre la Luna Continuation del programa grande Cosecha de descubrimientos en el año 1993 - J. Grygar (154) - 3. El Sol (154), 4. Origen y evolución de las estrellas (155), 5. Estrellas variables (156), 6. Estrellas de neutrones (160); Radiación residual de 3 K y la relatividad - J. Novotný (170); Observaciones visuales del Sol en el año 1993 - L. Schmied (171); Actividad solar en 1993 - J. Bouška (171); Eclipse parcial del Sol del 10 de mayo 1994 (172); Actividad solar (180).

## CITÁT MĚSÍCE

*Lidská schopnost symbolizovat a reagovat na symboly je ústřední skutečností lidského bytí. Symbolika našeho letu - toho, co jsme hledali, toho co mne zajímalo - jako by přesahovala novověk. Věda vytvořila celosvětovou technickou civilizaci a přesto dosud nezrodila žádné kulturní symboly, podle nichž by člověk mohl žít...*

Edwin Eugen Aldrin,

americký kosmonaut, pilot lunárního modulu Apollo 11





Z dopisů čtenářů

## ✉ O krasoplavkyních a o podobnosti vesmírů

...Pro ženy ve vesmíru užívají Američané názvu "astronautka", kdežto Rusové "kosmonautka". Vzal jsem tlustý řecko-ruský slovník a hledal.

Astronautka - letí, pluje ke hvězdám. No a co má být?

Pro kosmos jsem našel tučtí výrazů, většinou se točících kolem řádu, pořádku, dále vesmír, krása. Tedy kosmonautka = krásná plavkyně. Ruský název považují za galantnější,

V mládí jsem byl pouze násilně polatinšťován, nikoli také porečťován. Při studiu patologie k rigorózní zkoušce jsem měl po ruce Prachův řecko-český slovník a většinu názvů si pamatuji dodnes...

...Koukání se dalekohledem na oblohu znamená pozorování bodu. Když jsem po promoci začínal bakteriologii, pomohlo mi to v mikroskopu něco vidět. Také jsem hledal body až drobné plošky.

V patologické histologii se prohlíží plochy, takže patolog, když přejde na bakteriologii, nemusí toho zpočátku moc vidět.

Náš hematolog, "krvavý náčelník", se také dívá na hvězdičky. Protože v mikroskopu hledal bodové struktury v krvinkách, hvězdičky rozlišuje dobře.

Z minulosti je znám objev spirochety, původce příjice. Původce hledal Němec Schaudin, protozoolog. Byl jako žena: něco hledal, nevěděl co a nedal pokoj, dokud to nenašel.

K ruce měl kožaře Hofmanna. Nakonec se mu podařilo v zástinu spirochetu uvidět. Brali ho čerti, když Hofmannovi nastavil spirochetu do středu zorného pole, ale Hofmann ji nebyl schopen spatřit.

Po letech jsem se tomu přestal divit, protože jsem se s tím u jednoho schopného kolegy setkal také. Nebyl schopen uvidět nehybné spirochety v histologickém preparátu.

Pohled do zástinu v mikroskopu je dosti podobný pohledu dalekohledem na oblohu...

MUDr. František Stäger  
Nové Město na Moravě

## ✉ ad Říše hvězd v širších souvislostech

[Říše hvězd 75 (3/1994), s. 50]

Vážení přátelé,

pobaven dopisem čtenáře G. Floriana ze Staré Říše chtěl bych Vám dodat trochu vzpruhy, na druhé straně Vás však varovat před jeho přílišnou chválou. Americký vzhled Váš časopis při veškeré účtí nemá a nějakou dobu asi ještě mít nebude, nicméně - pracujte na tom! Noční obloha je koneckonců také velmi krásná a já odmítám tvrzení, že vše krásné a blýskavé musí být nutně prázdné a povrchní - to bych se měl dalekohledem dívat do země? Říše hvězd konečně dosáhla úpravy, která přísluší jejímu postavení v našem státě a doufám, že se bude jen lepší. Co se týká oně záplavy nicotných publikací, nějak jsem si nevšiml, že by třeba jen jediná z nich pojednávala o astronomii, a celé srovnání mi tím připadá irelevantní. Chápu také, že jste vědecký časopis, nikoli astronomické noviny (mají někde ve světě něco takového?) a žádný rozhovor s šokovanou řidičkou či fotografie proděravělých střež forádů či jiných samohybných nesmyslů jsem od Vás neočekával. Člověk zkrátka nemůže být všude a já se domnívám, že počet informací nahuštěných ve Vašem časopise je, vzhledem k současnému množství peněz, které jsou na vědu a tedy jistě i na Vás uvolňovány, obdivuhodný. V minulých letech jsem spíše trnul, aby Říše hvězd nezanikla jako taková.

Mohl bych samozřejmě připsat i nějaké čtenářské výhrady, leč neučiním tak, jelikož se domnívám, že každý čtenář má trochu jiný vkus a tak si regulováním obsahu podle dopisů příliš nepomůžete. Mlčící (snad většinou spokojeně mlčící) většina Vás bude číst dál a nějakou menšinu si vždycky naštve - jak je z čtenářských dopisů vidno.

S pozdravem a přáním mnoha dalších slunovratů

Michael Bronec,  
Praha

**UPOZORNĚNÍ - Stánkový prodej Říše hvězd v pražské prodejně Melantrichu v pasáži kina Rokoko na Václavském náměstí byl zrušen s tím, že: Říši hvězd je možné zakoupit v prodejně Academia na Václavském náměstí! - prodejna se nachází na rohu Václavského náměstí a Vodičkovy ulice; Říše hvězd je do této prodejny dodávána přímo od našeho vydavatele.**

Ročník 75

7-8/1994

## POPULÁRNĚ VĚDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

První číslo Říše hvězd vyšlo v březnu 1920

Vydává Informační a poradenské středisko pro místní kulturu (IPOS, Blanická 4, 120 21 Praha 2) ve Vydavatelství a nakladatelství Václav Svoboda NN (III) (Vodičkova 34, 110 00 Praha 1).

Šéfredaktor: Tomáš Stařecký

Tajemnice redakce: Daniela Rysánková  
Adresa redakce: Říše hvězd, Mrštíkova 23,  
100 00 Praha 10 - Strašnice;  
☎ 02/781.0163, FAX 02/2422.5363  
Fax-modem 02/781.0163

Redakční rada - řádní členové: Jiří Grygar, Helena Holovská, Vladimír Novotný, Zdeněk Pokorný, Pavel Příhoda, Lenka Šarounová a Marek Wolf; mimořádní členové: Václav Appl, Jiří Bouška, Marcel Grün, Oldřich Hlad, Zdeněk Mikulášek, Vojtěch Rušín, Martin Šolc, Vladimír Vanýsek a Juraj Zverko. \* Redakce dále spolupracuje s Astronomickým ústavem Karlovy univerzity a s Českou astronomickou společností (ČAS, Královská obora 233, 170 00 Praha 7).

\* Tisk zajišťuje a sazbu provádí Vydavatelství a nakladatelství NN(III), Vodičkova 34, 110 00 Praha 1 (tiskne: Tiskárna 3T, spol. s r. o., U papírny 3, 170 00 Praha 7). \* Barevná litografie: Michael CLS, spol. s r. o., V jámě 1, 111 91 Praha 1. \* Reprografie: Repro-Fetterle, spol. s r. o., Jugoslávských partyzánů 1580, 160 00 Praha 6 \*

\* Vychází 12-krát do roka. \* Cena jednotlivého čísla: 17 Kč; předplatné pro čtvrtletí: 51 Kč; pro rok 1994: 204 Kč. Velkoobchodní a prodejci si mohou časopis objednat za výhodných podmínek na adrese: Vydavatelství a nakladatelství NN (IV) (Vodičkova 34, 110 00 Praha 1; ☎ 02/2422.5353). \* Rozšiřuje: A.L.L. Production a PNS \* Informace o předplatném podá a písemně objednávkou přijímá A.L.L. Production, P.O. BOX 732, 111 21 Praha 1; ☎ 02/766.040. \* Objednávky pro předplatitele ze Slovenské republiky vyřizuje A.L.L. Production - adresa viz výše. \* Objednávky pro zahraničí (mimo Slovenska): PNS, administrace vývozu tisku, Hvozdžanská 5-7, 148 31 Praha 4-Roztyly\*

\* Redakce nemůže ověřovat všechna fakta uvedená v příspěvcích; za pravdivost, věcnou správnost a původnost příspěvků odpovídá jeho autor. Z delších příspěvků vybírá redakce nejpodstatnější myšlenky a vyhrazuje si právo jejich rozsah uměrně krátit a stylisticky upravovat. \* Názory obsažené v příspěvcích a v dopisech čtenářů se nemusí ztotožňovat se stanoviskem redakce k dané problematice. Redakce rovněž na sebe nebere odpovědnost za kvalitu výrobků inzerovaných v časopise. \* Autorem nevyžádané rukopisy, diskety, fotografie, diapozitivy a kresby se nevracejí. \* Inzerce přijímá redakce a reklamní agentura Perfekt Profil (Vodičkova 34, 110 Praha 1, ☎ 02/2422.5701, FAX 02/2422.5363).\*

\* Copyright na text a snímky, kresby a grafy - žádná část časopisu nesmí být reprodukována, uchovávána v rešeršním systému nebo přenášena jakýmkoli způsobem včetně elektronického, mechanického, fotografického či jiného záznamu bez předchozí dohody a písemného svolení redakce.\*

Zařazeno do indexů: Astronomy & Astrophysics Abstracts; Ulrich's International Periodicals Directory.

Uzávěrka čísla: 23. července 1994

Index: ISSN 0035-5550

(Podávání novinových zásilek povoleno Ředitelstvím poštovní přepravy Praha č.j. 1700/94 ze dne 27. VII. 1994.)

© IPOS, Praha 1994

### Vysvětlivky k tabulkám a mapkám:

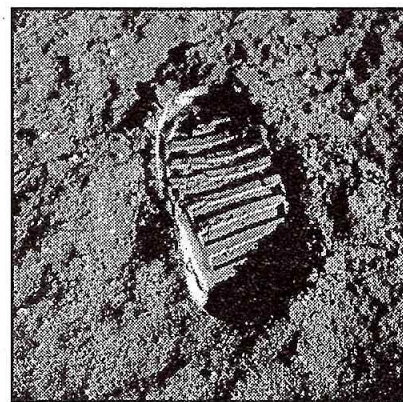
\* Tabulky (pokud není uvedeno jinak) - vztahují se údaje α, δ, ω, a i k ekvinoctímu J2000.0; všechny údaje jsou pak vztahovány k 0h TT příslušného dne); a - velká poloosa; A - azimut západu Slunce (měřeny od jihu); d - průměr kotoučku planety; e - excentricita; f - tíže planety; G - albedo; H - absolutní magnituda (planetky); i - sklánění ekliptice; m - jasnost; m<sub>1</sub> - zdánlivá celková jasnost (komery); M - pravá anomálie; n - denní pohyb; P - oběžná doba; q - vzdálenost periheliu; r - vzdálenost od Slunce; T - okamžik průchodu perihelium; α - rektascenze; β - fázový úhel; δ - deklinace; Δ - vzdálenost od Země; ω - argument periheliu; Ω - délka výstupního úzlu.

\* Mapky hvězdných polí (pokud není uvedeno jinak): kurzíva - označení hvězdy podle Flamsteeda; podtržená kurzíva - jasnost hvězdy v desetinách (např. 5,2 znamená jasnost 5,2 mag); obyčejné písmo - označení objektu podle New General Catalogue (NGC), podle Messiera (M), Index Catalogue (IC) a pod.



# 25. výročí přistání prvního člověka na Měsíci

Marcel Grün, Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy



## Ohlédnutí za Apollem

“Tady základna Tranquillity. Orel přistál!”

Od okamžiku, kdy tato slova přeletěla propast 400 tisíc km, aby nám oznámila, že první lidé přistáli na sousedním vesmírném tělese v Mare Tranquillitatis, velkém jako pozemské Černé moře, uplynulo už čtvrt století. Stalo se to 20. července 1969 ve 21h 17min 41s SEČ a necelých sedm hodin poté už Armstrong a Aldrin poskakovali po měsíčním regolitu.

### Zrození mýtu

Čtyři roky před prvním Sputnikem spisovatel a prorok A. C. Clarke předpokládal, že k přistání lidí na Měsíci nedojde dřív než r. 1978. Ještě v létě 1960 NASA navrhla nový projekt Apollo, jehož vyvrcholením měl být pouhý oblet Měsíce s posádkou v roce 1970. Jenže do Bílého domu přišel odvážný mladý prezident, který prohlásil “*Myslím, že neexistuje nic důležitějšího, než letět na Měsíc!*”, a pro svůj názor dokázal získat celé spojené státy.

Největší dobrodružství moderní doby začalo výzvou k národu, přednesenou prezidentem J. F. Kennedym v Kongresu 25. V. 1961, a pokračovalo mnohaletou usilovnou prací, na níž se v maximu příprav podílelo 150 špičkových vědeckých pracovišť a přes 20 tisíc firem a laboratoří, v nichž každý den pracovalo téměř 400 tisíc lidí po celé zemi pro splnění jediného cíle.

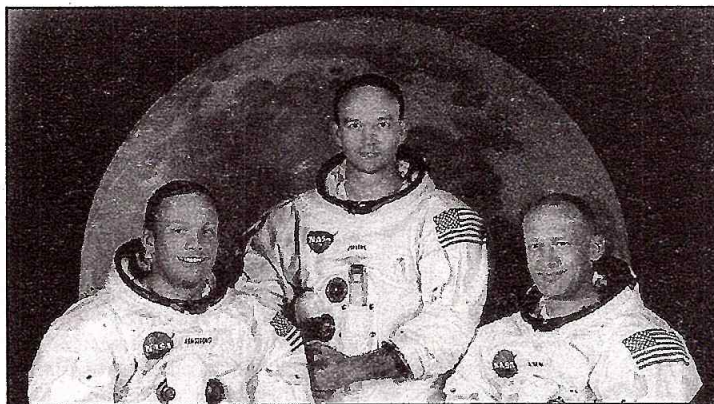
Vše muselo být nej- a přitom vše bylo nové. Raketa, kosmická loď, nontážní i řídicí střediska, startovní rampa, komplikované programy pro tehdy špičkovou výpočetní techniku. Materiály pro mimořádné podmínky, přístroje s neuvěřitelnou spolehlivostí - přesnost a dokonalost, nadšení a peníze.

Montážní budova, vysoká jako 2,5 petřínské rozhledny, byla neobjemnější stavbou světa. Jestliže neměla být startem poškozena, bylo rutno odvézt raketu téměř šest kilometrů daleko. Tuto cestu musel s raketou i její startovní plošinou na zádech vykonat obří pásový dopravník: 3000 t se pozvolna plazilo rychlostí želvy, aniž by se špička rakety směla odchylnit od vertikály o víc, než je průměr kopacího míče...

Celý let byl řízen a kontrolován z texaského Houstonu; uskutečňovalo se obvykle 60 až 80 relací za hodinu, každou sekundu bylo registrováno dvakrát 1500 údajů: tolik informací by zabralo 500 stránek textu formátu A 4. Měsíční let zajišťovalo celkem 110 počítačů, z toho 21 patřilo do kategorie velkých, pět propojených IBM 360/75 mělo kapacitu paměti 10 milionů bitů.

### Superraketa

Nejdůležitější bylo ovšem postavit a vyzkoušet novou nosnou raketu Saturn 5 (dosud držící všechny rekordy), jejíž dva miliony součástí muselo fungovat bez chyby, lokud nevyvedla kosmickou loď Apollo na dráhu k Měsíci. Výkonným odpovídaly rozměry: délka 10 metrů - jako pětáctiposchodová budova, hmotnost 2950 tun - jako celý námořní torpedoborec. Náplní obří kovové skořápky o hmotnosti 235 t byla dvanáctkrát těžší pohonná směs - ďábelský koktajl, který při havárii mohl explodovat silou ekvivalentní výbuchu čtyř kilotun TNT.



▲ Obr. 1 - Posádka historického letu Apollo 11 - zleva: Neil Armstrong, Michael Collins a Edwin Aldrin. (foto - NASA)

Pohonou jednotku prvního stupně tvořilo 5 motorů F-1, vysokých jako přízemní domek a zakončených tryskou větší než zvon na kremelském nádvoří, z nichž každý spolykal za sekundu bezmála 8 tisíc litrů kapalného kyslíku a kerosinu. Turbína pro pohon čerpadel musela vyvíjet výkon o plnou třetinu větší, než byl výkon celého atomového ledoborce Lenin. Výsledek: tahová síla při zemi 6,8 MN (a ve vakuu 7,75 MN).

Druhý stupeň měl 5 motorů J-2 o tahu po 1,04 MN, poháněných směsí kapalného kyslíku a kapalného vodíku, který je 8-krát lehčí než kerosin a jehož spalováním získáváme o 75 % víc energie. Sověti si s podobnou technologií poradili až o dvě desetiletí později! Třetí stupeň (S-IVB) s jedním takovým motorem byl vysoký už jen jako šestiposchodová budova.

Saturn 5 byl schopen vynést na oběžnou dráhu kolem Země přes 130 tun, k Měsíci až 47 tun a k sousedním planetám zhruba 20 tun užitečného zatížení.

Poprvé startoval 9. XI. 1967 ke zkušebnímu letu kolem Země, v rámci měsíčního programu se uskutečnilo celkem 12 perfektních letů. Při posledním startu 14. V. 1973 byly funkční jen první dva stupně, zatímco třetí byl upraven jako orbitální stanice Skylab o hmotnosti 86,7 t a rozměrech prostorné rodinné vilky.

Vývoj stál 6046 milionů USD, náklady na výrobu jedné rakety nepřesáhly 185 milionů USD. Pro nemístné šetření nenašel tento skvělý nosič plně využití, ačkoliv by dodnes byl velmi účinným strojem - pro stavbu orbitálních stanic na dráze kolem Země, kam Američani mohou nyní vynést nejvýše dvacetitunové moduly omezených rozměrů, pro lety k Měsíci nebo pro lety k planetám (kam by dopravil čtyřikrát těžší sondy než nynější rakety). “*Let Apollo 11 je vyvrcholením mnohaleté práce, nikoliv však pouze mé vlastní - vždyť pouze na samotné nosné raketě se podílelo na 150 tisíc lidí!*”, mohl s uspokojením konstatovat hlavní konstruktér rakety W. von Braun.

### Kosmická loď

Na vrcholku rakety byla kosmická loď, doslova minikatedrála techniky. Její počáteční hmotnost se pohybovala mezi 45 až 46,8 t - právě tak těžká asi byla Niňa, nejmenší z lodí Kryštofa Kolumba. Obsahovala však téměř tři miliony funkčních součástí, zatímco běžné auto nemá víc než tři tisíce dílů, a mj. 24 km elektrických kabelů, což by odhadem vystačilo na kompletní instalaci pro padesát rodinných domků. Cena jedné lodi činila 95 milionů USD (z toho 40 milionů USD měsíční člun).

Ve velitelské sekci kosmonauti startovali, strávili většinu letu a opět přistávali na Zemi. Měla tvar kužele o maximálním průměru 3,9 m, výšce 3,5 m a hmotností asi 5,5 t. Tepelný štít zajišťoval ablační ochranu při závěrečném průletu atmosférou.

Srdcem modulu byla přetlaková kabina o objemu 6 m<sup>3</sup>, připomínající pilotní kabinu letadla. Při startu, kdy na posádku působilo přetížení 4,5 G, a při motorických manévrech se kosmonauti usazovali do sklápěcích křesel (“*Tři zubařská křesla vedle sebe!*”). Na dosah ruky měli přístrojovou desku. Její řídicí panel obsahoval mj. 28 přístrojů s 586 přepínači, 40 mechanickými ukazateli a 71 světelnými signálkami. Poprvé v historii pilotovaných letů byla loď vybavena digitálním autopilotem, ovšem ve všech etapách ji mohli





▲ Obr. 2 - Technici v "odpalovací místnosti" střediska řízení startu na kosmodromu na Floridě při odpočítávacím testu - generální zkoušce na start Apollo. (foto - NASA)



▲ Obr. 3 - Saturn 5 startuje - první minuta dlouhé cesty k Měsíci. (foto - NASA)



▲ Obr. 4 - Schematické znázornění letu Apollo 11.

(foto - NASA)

kosmonauti řídit čtyřmi pákami také ručně. Posádka mohla provést 1080 různých kontrolních operací a 200 různých řídicích operací - včetně opakování to představovalo kolem 12 tisíc možných zásahů do řízení lodi.

Velitelská sekce obsahovala vše nejnужnější pro 16-denní pobyt (nominální délka letu 12 dnů): systém zabezpečení životních podmínek (kosmonauti dýchali čistý kyslík pod parciálním tlakem 33 kPa), zásoby, telekomunikační zařízení (rychlost přenosu v pásmu S byla  $51\,600 \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}$ , dopplerovské zaměření polohy mělo přesnost  $0,01 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Významným vybavením byl řídicí a navigační systém, jehož údaje byly zpracovávány jedním ze dvou řídicích počítačů stejného typu, které byly instalovány ve velitelské sekci a v měsíčním člunu. Univerzální 16-bitový počítač o hmotnosti 19 kg měl fixovanou paměť o 360 864 slovech s podprogramy pro různé fáze letu a operační feritovou paměť o 2048 slovech. Ačkoliv se tehdy už vyráběly integrované obvody, bylo z důvodů vyšší spolehlivosti ještě použito diskretních součástek. Feritová paměť sice byla těžší a energeticky náročnější než polovodičová, avšak zachovávala uložené údaje i při výpadku dodávky elektřiny. Chod počítače mohli kosmonauti též ovlivňovat pomocí klávesnice na palubní desce.

Absolutní bezpečnost kosmonautům nikdo zajistit nemohl a ani jim to nesliboval, ale riziko bylo maximálně sníženo. V případě havárie rakety bylo možné oddělit loď záchrannou věží a nouzově přistát. Pravděpodobnost srážky s cizím tělesem byla nepatrná, ale kdyby přesto došlo k proražení kabiny do velikosti otvoru asi  $3 \text{ cm}^2$ , bylo možné dodávat zvýšenou dávku kyslíku až do doby nasazení skafandrů. Všechny materiály byly zcela nehořlavé i v kyslíkové atmosféře. Plášť ( $6 \text{ g}$  materiálu na  $\text{cm}^2$ ) zajišťoval rovněž ochranu před běžnou úrovní kosmického záření. Klíčové motorické systémy nemohly být zdvojeny, avšak jejich nejdůležitější součástky byly redundantní.

Pro výstup na povrch Měsíce si kosmonauti oblékali speciální skafandr o hmotnosti 30 kg, připojitelný na přenosný zdroj kyslíku a klimatizaci v kabíně na zádech (54 kg). Fungoval jako kosmická kabina v malém včetně ochrany proti mikrometeoritům, a při ceně 300 tisíc USD šlo zřejmě o nejdražší konfekční šaty na světě.

K základně velitelské sekce byla po celou dobu letu až do návratu připojena tzv. pomocná sekce o hmotnosti až 24,5 t. Na první pohled připomínala obří konzervu (válec o průměru a délce 3,9 m), což ostatně vystihovalo i její poslání nést obslužné systémy. Byla tu veškerá podpůrná zařízení, energetický systém (tři baterie po 31 palivových článcích v nichž se slučoval vodík a kyslík za vzniku elektrického proudu a vodní páry - každá vyvíjela 1,5 kW), zásoby kyslíku, systém stabilizace a orientace a především hlavní raketový motor SPS pro navedení na dráhu kolem Měsíce a start z ní k Zemi. Na spolehlivosti této pohonné jednotky (tah 97 kN, padesátinásobný restart, doba činnosti až 750 s) závisel osud kosmonautů. Použitá samozážehová pohonná směs (aerozír 50 s oxidem dusičitým  $\text{N}_2\text{O}_4$ ) byla stejná jako u všech dalších motorů lodi, včetně 44 motorů pro stabilizaci a orientaci.

Měsíční sekce připomínala v letové konfiguraci obrovského neformálního pavouka. Rozpětí čtyř přistávacích vzpěr (tzv. nohou) bylo 9 m a celková výška modulu přes 7 m. Počáteční hmotnost včetně pohonných látek byla mezi 15,1 a 16,4 t. Jejím úkolem bylo dopravit dvojici kosmonautů z oběžné dráhy kolem Měsíce na povrch a poté zase zpět na oběžnou dráhu a proto ji inženýři koncipovali jako dvoustupňovou raketu.

Přistávací stupeň byl vybaven motorem s regulovatelným tahem 4,7 až 47,6 kN při chodu celkem 900 sekund. Amortizátory umožňovaly přistání vertikální rychlostí až  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  na svahu do  $10^\circ$ . Ve skutečnosti přistávací rychlost ani zdaleka nedosahovala hodnoty  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Při zpáteční cestě sloužil jako rampa pro vzlet z Měsíce.

Startovní stupeň o celkové hmotnosti 4,6 t obsahoval mj. motor o konstantním tahu 15,6 kN, digitálně pracující autopilot s přistávacím radarem, setkávacím radarem a ukazatelem polohy, dále většinu elektroniky, zásoby a pilotní kabinu ve tvaru položeného válce s obytným prostorem asi  $4,6 \text{ m}^3$ , hermetizovanou pod tlakem 33 kPa s únikem kyslíku nepřevyšujícím  $0,1 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ . Do řídicího systému mohli kosmonauti zasahovat buď vkládáním údajů prostřednictvím klávesnice, nebo převzít zcela ruční řízení pomocí dvou pák.

### Scénář velkého dobrodružství

Loď s posledním stupněm nosné rakety (135 t) byla po 12 minutách letu nejprve navedena na parkovací dráhu kolem Země ve výšce 180 km. Před dokončením druhého oběhu kolem Země (2 h 45 min po startu) byl celý komplex urychlen na translunární dráhu.

Půl hodiny poté se ve vzdálenosti 6 až 10 tisíc km od Země představila loď do letové polohy (měsíční modul byl "vytažen" z garáže) a poté historická úloha rakety skončila. Stupeň S-IVB se při letech Apollo 11 a Apollo 12 stal umělou planetkou. Při dalších expedicích byla jeho dráha upravena tak, aby sebou "třískl" o Měsíc rychlostí  $2,6 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  pod úhlem téměř  $80^\circ$  k horizontu. Při tom měl energii téměř  $5 \cdot 10^{10} \text{ J}$ , ekvivalentní explozi více než 10 t TNT. Takovým dopadem se vytvořil kráter

průměru přes 50 m a hloubce asi 15 m, celý Měsíc se na pět hodin rozechvěl jako zvon a seismometry z předchozích expedic měly co registrovat.

Translunární dráhu bylo možné poopravit až čtyřmi korekcemi, velikost tahu, dobu a směr hoření určoval hlavní houstonský počítač. Dráha Apolla 11 byla nejbezpečnější: bez jakýchkoliv manévřů by loď jedno- uše obléhla Měsíc 2800 km nad jeho odvrácenou stranou a opisující prostoru osmičku by se po 145 hodinách letu vrátila zpět k Zemi. U dalších expedic byla loď korekčním manévrem převáděna na pomalejší, tzv. hybridní dráhu, z níž nebylo přímého návratu a při odvolání přistání se musela provést další korekce kteroukoliv pohonnou jednotkou.

Asi 76 až 87 hodin po odletu ze Země byla celá loď Apollo navedena na běžnou dráhu kolem Měsíce. O to se musel postarat motor SPS pomocné ekce bezchybnou šestiminutovou činností nad odvrácenou stranou Měsíce, kdy bez přímé kontroly ze Země. Počáteční cirkulární dráha vedla ve výšce 100 až 310 km nad povrchem a po dvou obězích jí impuls motoru APS upravil na téměř kruhovou ve výšce 100 až 120 km.

Pak dva šťastnější kosmonauti přestoupili do měsíčního člunu. Nad odvrácenou stranou Měsíce se loď rozdělila a po jednom oběhu, opět nad jeho odvrácenou stranou, měsíční modul přešel na eliptickou dráhu ve výšce 16 až 106 km, vedoucí k eventuálnímu opětovnému setkání s velitelskou sekcí. Pozdější expedice směly postupovat odvážněji: z počáteční dráhy kolem Měsíce přecházela na tuto eliptickou dráhu celá loď, čímž se ušetřily pohonné látky v měsíční sekci.

Vlastní sestup probíhal v několika fázích. Ve vzdálenosti 400 km od místa přistání bylo zahájeno brzdění. Poté měsíční modul vstoupil do kontrolního koridoru; v té chvíli měl rychlost 550 km.h<sup>-1</sup>, nacházel se 5 km od místa přistání ve výšce 2,3 km a k povrchu klesal rychlostí 5 m.s<sup>-1</sup>. Ve výšce 0,15 km (0,6 km od plánovaného místa přistání při horizontální rychlosti 74 km.h<sup>-1</sup>) následoval vstup do 2. kontrolního koridoru. Poslední fází bylo vertikální přistání z výšky asi 50 m, kde vstupová rychlost klesla pod 1 m.s<sup>-1</sup>. Ve výšce 1,7 m nad povrchem do- ykový spínač vypojil brzdící motor. Přistání!

Nejpozději po 76 hodinách dvojice kosmonautů v části modulu tartovala z povrchu k oběžné dráze, vstříc svému kolegovi v mateřské odi. Po sedmi minutách se nacházeli asi 300 km západně od místa řistání a při rychlosti 1690 m.s<sup>-1</sup> se dostali na oběžnou dráhu ve výšce 8 až 90 km. V případě poruchy k nim už mohla dومانévrovat celá loď, a normálních podmínek stíhali oni ji. Asi 3,5 hodiny po startu z Měsíce e obě části Apolla znovu spojily a posádka si mohla ve velitelské sekci tisknout ruce.

Následovalo odhození zbylé části měsíčního modulu, který byl případě Apolla 11 ponechán svému osudu. Počínaje letem Apolla 12 yl později naveden proti povrchu Měsíce: těleso o hmotnosti 2,5 t opadající velmi šikmo rychlostí přes 1,6 km.s<sup>-1</sup> uvolňovalo energii šměř 4.10<sup>9</sup> J (ekvivalentní explozi 0,9 t TNT) a vyvolávalo otřesy vající asi hodinu. Na místě dopadu musel vzniknout kráter o průměru řes 5 m a hloubce necelého půl metru.

Aby se loď vymanila z gravitační náruče Měsíce, bylo nutné (opět nad dvrácenou stranou) zvýšit zážehem motoru SPS rychlost asi o 1,6 km.s<sup>-1</sup>. ávratová cesta byla obvykle volena o něco rychlejší a počínaje Apollem 5 se při ní vydával "ten, který nestane na Měsíci" na krátký výstup kabiny, aby vyňal z pomocné sekce záznamy vědeckých měření. *"Říkej si co chceš, ale dokud tohle nezkusíš, tak nejsi opravdový kosmo- aut!"*, horoval jeden z nich.

Apollo se z prostoru přičítlo k Zemi dosud největší rychlostí, kterou lověk zažil, kolem 39 260 km.h<sup>-1</sup>. Bránou k modré planetě však byla ště krátká cesta žhavým peklem. Ve výšce 120 km se musela při vstupu o atmosféry velitelská sekce strefit do koridoru o průměru 64 km, jinak y buď shořela, nebo se odrazila provždy do vesmíru. Vlivem přetížení rev v žilách kosmonautů vážila 6-krát víc než na Zemi. K brzdění se vy- žívalo aerodynamického vztlaku, v závěru letu padáků. 3,2 km nad ze- ří se při rychlosti 281 km.h<sup>-1</sup> rozvinuly tři hlavní padáky, každý o prů- řeru sedmkrát větším, než měla velitelská sekce. Na nich se majestátně nesla rychlostí 35 km.h<sup>-1</sup> do měkké náruče vln Tichého oceánu.

## Cena za úspěch

ři letu Apolla 11 se viceprezident USA S. Agnew pochlubil: *"Dosud ikdy nebyly zmobilizovány takové zdroje s takovou energií k výlučné úrovňm a čistě vědeckým výzkumům jako v tomto případě"*.

Ovšem právě ohromné částky za pilotované lety bývají středem ritiky a Apollo bylo nepochybně nejdražší ze všech. Až do startu rvních lidí na Měsíc stálo 20,9 miliard USD, předchozí dva programy Mercury a Gemini přišly na 1,6 miliardy USD. Ale stálo to za to!

Účet za samotný let Apolla 11 činil 355 milionů USD (95 milionů za od, 185 milionů za raketu, 5 milionů za vědecké přístroje a 70 milionů a letové operace). Na pozdější lety byly náklady vyšší: Apollo 12 a 13 o 375 milionech, Apollo 14 asi 400 milionů, Apollo 15 již 445 milionů, Apolla 16 a 17 po 450 milionech USD, přičemž nárůst byl způsoben ředečším nákladnějším vědeckým programem.

Celkem tedy projekt Apollo až do svého ukončení přišel na 23,85 mi- liard USD. To je dvanáctkrát víc než vývoj první atomové bomby! Ohromující částka - avšak kosmonautika nikdy neukousla víc než 1 % hrubého národního důchodu USA (a nyní je to podstatně méně). Každý ekonomicky činný daňový poplatník přispěl na Apollo ročně zhruba 25 dolary. Lyndon B. Johnson prohlásil, že *"mnohem víc vyžadují Američani za cigarety, alkohol nebo za sázky na koňských dostizích."* Dodejme, že za program Apollo utratili američtí daňoví poplatníci méně než za kosmetické prostředky...

## Před a po Apollu 11

Než odstartovalo Apollo 11, byly uskutečněny tisíce zkoušek na Zemi a několik přípravných letů. Ledovou sprchou na optimismus příprav, hraničící s lehkomyšlností, byl požár v kabině Apolla 27. I. 1967 při přípravách na první pilotovanou zkoušku. Tragická smrt tří kosmonautů však změnila filozofii řízení projektu a představovala i zlom ve veřej- ném mínění.

První start Saturnu 5 (Apollo 4) proběhl 9. XI. 1967 s pouhými dvě- ma drobnými závadami, velitelská sekce byla jako první těleso zbrzděna z 2. kosmické rychlosti. První pilotovaný let kolem Země (Apollo 7), při kterém byla provedena úspěšná komplexní prověrka velitelské a pomoc- né sekce, se uskutečnil od 11. X. 1968. Následovala zkouška stejné konfigurace (Apollo 8) při prvním pilotovaném letu k Měsíci a na dráze kolem něho, uskutečněná od 21. do 27. XII. 1968, při níž došlo k pouhým pěti nepodstatným závadám! Komplexní prověrka úplné lodi se všemi plně vybavenými moduly na dráze kolem Země (Apollo 9) se zdařila ve dnech 3. až 13. III. 1969. Generálkou na přistání byla kompletní zkouška lodi a všech manévřů u Měsíce (Apollo 10, 18. až 26. V. 1969).

Drív než byl projekt Apollo předčasně ukončen a poslední tři expedi- ce zrušeny, uskutečnilo se ještě šest dalších letů a při pěti z nich se podařilo spolehlivě přistát. Tečku za měsíčním programem udeřal E. Cernan v prosinci 1972: *"Díky Apollu se podařila realizace zdánlivě nemožného snu. Je to úspěch celého národa. Věřím, že příští úspěchy budou dosaženy veškerým lidstvem. Tohle byl jenom začátek. Začátek, který neskončí, dokud v člověku zůstane touha po poznání."*

## Měsíční žně

Na Měsíci přistálo v šesti různých oblastech 12 kosmonautů, kteří tam nachodili a při třech expedicích rovněž najezdili rychlostí až 17 km.h<sup>-1</sup> přes 100 km. Celkově strávili na povrchu Měsíce 299 h 44 min, z toho při 20 výstupech pracovali celkem 159 osobohodin (počet hodin násobených počtem kosmonautů) mimo kabinu. Odebrali přes dva tisíce pečlivě zdokumentovaných geologických vzorků, z nichž několik získali pomo- cí mělkých vrtů do hloubky až přes dva metry. Do pozemských laborato- ří přivezli celkem 381,7 kg hornin. Pořídili několik tisíc fotografických záběrů, několik kilometrů filmových dokumentů a při každém přistání se uskutečnily přímé televizní přenosy - přehráni jejich záznamu by trvalo bezmála tři dny.

Neocenitelné jsou geologické a mineralogické poznatky, které výraz- ně změnilly naše názory na vznik a vývoj tohoto i jiných těles. Stručně to shrnul J. Kleczek (viz *Říše hvězd 75 (1/1994, s. 3; 2/1994, s. 30)*), ale odborníci těmito výsledky popsali přes 40 000 stran...

Na povrchu lidé vykonali celkem 58 pokusů v rámci 24 různých experimentálních činností, část z nich pokračovala i po odletu kosmo- nautů na Zemi. Při letech Apolla 12 až 17 bylo na povrchu instalováno pět automatických stanic ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiment Package), napájených radioizotopickými generátory: celkem 33 jedno- tlivých přístrojů pro 14 různých výzkumných úkolů, mj. pro měření slunečního větru, kosmického záření, seismických otřesů (přirozených, uměle vyvolaných odpálením malých náložů a uměle vyvolaných dopa- dem posledních stupňů raket nebo nepotřebných částí lodi), tepelných vlastností podpovrchových vrstev, elektrických vlastností povrchu i magnetických polí. Životnost stanic předčila všechna očekávání, nejdé- le pracovala stanice z Apolla 12 (2873 dny). Činnost všech byla ukon- čena příkazem ze Země 1. října 1977. Do té doby k nim bylo vysláno 153 000 povelů a stanice předaly celkem 10<sup>12</sup> bitů informací (denní dávka 4,6.10<sup>8</sup> bitů).

Zvlášť cenný byl pětiletý provoz sítě čtyř seismometrů, která registro- vala deset tisíc seismických otřesů a přibližně dva tisíce nárazů meteori- tů. Celková energie uvolněná při měsíčních otřesech za jeden rok je desetmiliardkrát menší než zemětřesná energie. Souvisí to jak s nízkou intenzitou seismického pozadí, tak s tím, že většina otřesů nepřekračuje 2. stupeň Richterovy stupnice a člověk by je ani nepocítil (výjimkou byly ty, které jsme vyvolali uměle). Charakteristické je přitom dlouhé dozívání poruch. Poměrně časté jsou tektonické otřesy, přicházející z hloubky 600 až 900 km a periodicky se opakující otřesy, související se slapovými účinky, vyvolávanými naší Zemí.

Pasivní laserové odrážače z Apolla 11, 14 a 15 jsou dosud funkční



a umožňují měření s přesností 0,15 m - jako bychom vzdálenost z Prahy do Brna určovali s přesností na desetinu mm!

Především při posledních třech expedicích se uskutečnil rozsáhlý výzkum z oběžné dráhy kolem Měsíce. Při letech Apollo 15 a 16 byly z lodi vypuštěny malé subsatelity s přístroji pro studium magnetického pole, radiace a gravitačního pole Měsíce. Celkem bylo realizováno 23 výzkumných úkolů, včetně měření profilu terénu laserovým výškoměrem a pořízení třiceti tisíc snímků, mj. fotogrammetrických pro přesné mapování.

## Úspěšná bilance

Slavná éra prvního přistání na Měsíci i celého programu Apollo patří už dávno historii. V retrospektivě času se nám možná bude zdát, zda letět na Měsíc nebylo předčasné. Odpověď zní jednoznačně: Ne! V okamžiku, kdy se stal takový projekt technicky uskutečnitelný, museli jsme ho uskutečnit. Kdybychom se obrátili zády k možnostem, které jsme si vytvořili, výrazně bychom se ochudili. Přestane-li člověk klást svému důvtipu náročné úkoly, jeho duch ochabne. - Řečeno slovy Neila Armstronga: *"Proč poletíme na Měsíc? Myslím, že letíme, protože je v lidské povaze přijmout nabízený boj. Je to v povaze nejnitřnější duše člověka. Jsme nuceni dělat tyto věci právě tak, jako je losos nucen plout proti proudu."*

Ať už byly pohnutky, které vedly k vyhlášení programu Apollo, jakékoliv, byl tento cíl oprávněný.

Lidský tvor již od samé své přirozenosti touží po poznání. *"Není žádný mechanismus, který by byl tak působivý jako výzkum vesmíru, který by v celé šíři ovlivňoval všechny oblasti techniky i přírodních věd a současně dovedl být strhující pro všechny lidi"*, konstatoval kdysi von Braun. Vědecký přínos Apollo byl mimořádně velký a dodnes z něho čerpáme. Ohromný příliv informací doslova zahltil laboratoře a vědci ani nestačili tak rychle zpracovávat, natož utřídit nové poznatky. To samozřejmě není obhajoba předčasného zrušení celého programu. Vždyť nové vědomosti, získané v kosmickém prostoru - a nemusí se týkat jen vesmíru - už nyní daleko přesahují hodnotu vynaložených peněz. Neboť vědomosti, víc než děla nebo máslo, jsou opravdovou mocí moderních národů.

Let člověka na Měsíc samozřejmě neměl jen vědecké cíle. Ostatně v jeho průběhu vědci (kriticky a ne vždy oprávněně) poukazovali na to, že program je řízen techniky a nikoliv geology. Až teprve poslední tři lety - bohužel zrušené - by jim bývaly daly zcela zelenou.

Dnes už víme, že závod o Měsíc byl realitou a prohra Sovětského svazu se stala prvním výrazným příznakem technického zaostávání - i když ani dnes, ani v budoucnosti nelze ruský vojensko-průmyslový potenciál přezíravě přehlížet. Z tohoto hlediska splnil záměr prezidenta Kennedyho svůj cíl.

A kritika, že to byl příliš drahý závod? Vždyť všechny peníze zůstaly na Zemi, byly investovány do nové techniky i nových metod práce a jejího řízení. Pozdější ekonomické rozborů jasně ukázaly, že projekt Apollo byl rentabilní: zisk hospodářství USA jen z technických inovací přímo souvisejících s Apollem dosáhl částky přes 300 miliard USD! Celkově lze říci, že za každý dolar do

programu Apollo investovaný se vrátilo dolarů 13! To není špatný obchod. Kosmický vývoj, jehož vrcholem Apollo bylo, stimuloval řadu jiných odvětví - a zdaleka nejde jen o proslulé teflonové pánve, stolní počítače nebo umělé klouby.

Projekt Apollo vznikl v době optimistické euforie z doktríny Nových horizontů. *"...všechno mohlo být překonáno se stejnou lehkostí, s jakou mohla být ovládnuta složitá technika přistání lidí na Měsíci."* Paradoxně to byly právě skvělé úspěchy Apollo, které urychlily jeho předčasný konec. Problémy, které na civilizaci začaly doléhat, orientovaly kosmonautiku (a ovšem nejen ji) především k rychleji využitelným aplikacím. Nové cíle byly méně okázalé, avšak relativně snáze a levněji dosažitelné. Úspěch Apollo se stal příslibem, že dálkový průzkum Země, navigační systémy, kosmické spoje či výroba jsou na dosah...

Od chvíle, kdy se člověk procházel po Měsíci, už lidská tvořivost nezná pojem "nemožný". Jakýkoliv úkol je řešitelný, když se na něj dokážeme patřičně soustředit. Dřív jsme tomu mohli nebo nemuseli věřit. Projektem Apollo jsme získali důkaz.

S rostoucím odstupem od přistání prvních lidí na Měsíci nabývá na významu jejich složka duchovní. Jestliže von Braun prohlásil: *"Myslím, že důležitosti se tento čin rovná onomu okamžiku v evoluci, kdy se vodní život vyplazil na souš"*, nebyl možná přesný, ale byl symbolicky výstižný.

Je pravda, že kdo bláhově věřil v okamžitý nástup vlády rozumu a ducha na této planetě, ten musel být zklamán. Dál se tady válčí ve jménu nesmyslných idejí, nacionalismu a omezenosti. Každou čtvrt hodinu si podobné konflikty vyžadají lidský život. Dál lidé umírají hladem a prohlubuje se sociální propasť mezi světem bohatých a chudých národů. Dosud úspěšně ničíme přírodu a zhoršujeme ekologickou bilanci těžce nemocného organismu Země. Avšak lety na Měsíc podstatně přispěly k novému pohledu na vesmír i na tuto malou planetu jako Zemi lidí.

*"Jsem skutečně přesvědčen, že názor politických vůdců světa by se o základě změnil, kdyby se na svou planetu mohli podívat ze vzdálenosti řekněme 160 tisíc kilometrů. Nade vše důležité hranice by pojednou nebyly vidět a hlučné spory by utichly. Maličká koule by se otáčela dál a nedbala by na své rozdělení ukazovala by svou jednotnou tvář... Musí se stát takovou Zemí, jakou vypadá modrá a bílá, ani bohatá, ani chudá; modrá a bílá, která přeje a je jí přáno.. pohled ze 160 tisíc km by byl neocenitelný, protože by spojil všechny lidi, aby našli společná řešení svých problémů, protože by si pak uvědomili, že planeta která nám všem patří, nás spojuje daleko základnějším a důležitějším způsobem než nás rozděluje barva pleti, náboženství nebo hospodářský význam."* - to jsou slova M. Collinse.

I profesor Masaryk si kdysi povzdychl, že *"lidé jsou, co lidé vždycky byli"* Lidské vědomí a způsoby myšlení se mění jen velmi pozvolna - ale mění se. Bylo by naivní domnívat se, že je to jen díky projektu Apollo. Ale bylo by stejné nesprávné tvrdit, že kosmonautika v čele s lety člověka na Měsíc a do vesmíru vůbec na tom nemá lví podíl.

**První den na Měsíci byl zároveň "krásným posledním dnem" starého věku. Od této chvíle už svět nikdy nebude takový jako předtím.**

## První lidé na Měsíci

Posádku (Armstronga, Aldrina a Collinse) vzbudili 16. VII. 1969 krátce po půl páté místního času. Těsně před sedmou kosmonauti nastupují do svého dočasného příbytku ve výšce 96 m nad Zemí. *"Stojím na úzkém ochozu a chystám se vstoupit do Columbie. Po levé straně mám nezastřenu vyhlídku na pobřeží neposkvrněné lidskými totemy, po pravé straně se tyčí nejvelkolepější kupa strojů, jaká kdy byla smontována. Zakryji-li si pravé oko, vidím Floridu objevitele Ponce de Leona a za ní moře, které je nám všem matkou. Zakryji-li si levé oko, vidím civilizaci a technologii a Spojené státy americké a hrůzu nahánějící změt drátů a kovu..."* vzpomíná později M. Collins.

Během následujících 2 h 40 min probíhají závěrečné přípravy na start (*"Hrajeme si s různými vypínači, kontrolujeme elektrické obvody, hledáme netěsnosti"*), poslední tři minuty už vládne jen počítače.

### Start

Start chtělo vidět na vlastní oči přes milion lidí. Sješli se sem z celých Spojených států a obsadili okolní pláže, všechny cesty a jsou i na lodkách. Na tribuně prominentů se usadili viceprezident S. Agnew, bývalý prezident L. Johnson, ministři, členové diplomatického sboru (od nás vojenský přidělenec), Ch. Lindbergh - pokořitel Atlantiku i nestor kosmonautiky H. Oberth. Akreditováno je tři a půl tisíce novinářů z 54 zemí, pět z Československa. Tady je očitě svědectví jednoho z nich:

*"T minus 30 sekund - vše v pořádku, Armstrong oznámil, že se cítí dobře. T minus 15 sekund - zapnuty navigační automaty, které řídí*

*navedení rakety na oběžnou dráhu. Z reproduktorů se ozývá kovový hlas. 12, 11, 10, 9, začíná zážeh - první proudy studené vody ochlazují u předem rampu, rozbíhají se mamutí čerpadla motorů v prvním stupni 6, 5, 4 ... z rakety vyráží oheň a o tři sekundy později pracuje na 90 % výkonu všech pět motorů Saturnu 5. Nikdo nevydrží přihlížet mlčky "Hurá! Huráááá...!" Raketa se topí v rudém jezeře ohně, který se v mžiku rozlil do všech stran. Rozechvívá se v rudém plameni, který se rozvaluje po sluncem prozářeném, ultramarínově modrém Atlantiku, jehož břehy najednou leží přímo u našich nohou. "START!"*

*Zdá se nám, že Saturn se stále ještě neodlepí ze Země. Jako by an nechtěl opustit svou rodnou planetu. Planetu, která se tak chvilu před úderem jeho motorů. A stále zůstává němý, rykot k nám dosud nedoléhá. Dvě sekundy od okamžiku, kdy hlasatel řekl nula. Konečně! Raketa se viditelně pohnula vzhůru. Stoupá pomalu, nespěchá. Opírá se o rudý chvost.. stále stoupá pomalu, i když s každým metrem poněkud zvyšuje svou rychlost... Stojíme v němém úžasu. Lidský důmysl se vydává na cestu, aby překonal fantazii generací a každému z nás přinesl z jejího kouzla alespoň kousíček."* (Karel Pacner: Kolumbové vesmíru, Mladá fronta, Praha 1976).

Je 14h 32min našeho času. A jak se tento okamžik "T" jeví kosmonautům samým? Slovo má opět Collins:

*"Odstartovali jsme! Jsme si toho dobře vědomi a to nejen proto, že nám svět volá do uší »start«, ale říkájí nám to taky naše těla. Hluk, mnoho hluku a především pohyb, kterým jsme křečovitě zmítáni ze strany na stranu, přestože jsme připoutáni. Lod se pohybuje, jako když nervózní žena řídí široký vůz po úzké aleji..."*



## Tak snadný let

Tak snadný let kosmické lodi Apollo 11 o hmotnosti 44,015 t k Měsíci očekával jen málokdo. Vše probíhá nad očekávání dobře a snadno, během 73 hodin stačí jediná korekce místo plánovaných čtyř. Ve vzdálenosti 20 tisíc km od cíle si Armstrong, zvyklý dývat se na krajinu z výšky několika kilometrů, neodpouští poznámku: "Už tenhle pohled stál za tu cestu! Je skutečně úchvatný. Měsíc nám zaplňuje tři čtvrtiny okénka v průlezu. Vidíme celou jeho polokouli, třebaže část je úplně ve tmě a pouze část je ozářena světlem, které vrhá Země."

Dne 19. VII. jsou kosmonauti u cíle. "Znočňuje se mne trochu tíseň - líbáňky máme za sebou a teď budeme muset vsadit všechno na jednu kartu."

Na řadu přichází navedení na dráhu kolem Měsíce. Bude nutno spustit motor pomocné sekce, který musí hořet šest minut, čímž zbrzdí loď o 881 m.s<sup>-1</sup>. Když k zážehu nedojde, budou všichni zklamáni, ale posádka se vrátí po své dráze zpátky k Zemi pouze vlivem gravitačních sil. Jenže pečlivý Collins je si vědom i jiné možnosti: "Kdyby v našem počítači ujelo jediné číslo, to nejmizernější možné číslo, mohlo by nás to otočit zpátky a pak bychom se vystřelili na oběžnou dráhu kolem Slunce místo kolem Měsíce. Tím by se z nás stala planeta, kterou by příští generace objevila, jako minulá generace objevila planetu Pluto. Děkuji pěkně!"

V čase T + 075h 41min 23s se loď ukryla za okraj Měsíce - a když se po 34 min 06 s opět vynořuje, napětí v řídicím středisku polevuje. Armstrong se nechává slyšet: "Bylo to ... bylo to dokonalé", Aldrin kontroluje parametry dráhy ("Jen se podívej, 271,36 na 97,44") a Collins jen nadšeně přizvukuje: "Krásné, krásné, krásné. Přesní jako hodinky. Minuli jsme se jen o pár desetín kilometru." Později dodává: "Byl jsem v povznesené náladě. Ahoj Měsíci, jakpak se daří tvé zadní tváři?"

V 18h 22min byla tedy loď navedena na dráhu ve výšce 113 až 315 km, po dvou obězích zkorigovanou na 100 až 115 km. Mírně eliptickou dráhu srovnávají postupně nehomogenity gravitačního pole Měsíce na kruhovou. Kosmonauti se mohou trochu prospat a pak se věnují přípravě měsíčního modulu. V T + 099h 30min loď mizí opět za okrajem Měsíce a za 44 minut poté se vynořují dvě samostatná tělesa: mateřská loď Columbia a měsíční sekce Eagle (Orel). Armstrong vzletně oznamuje na Zemi: "Orel roztáhl křídla!"

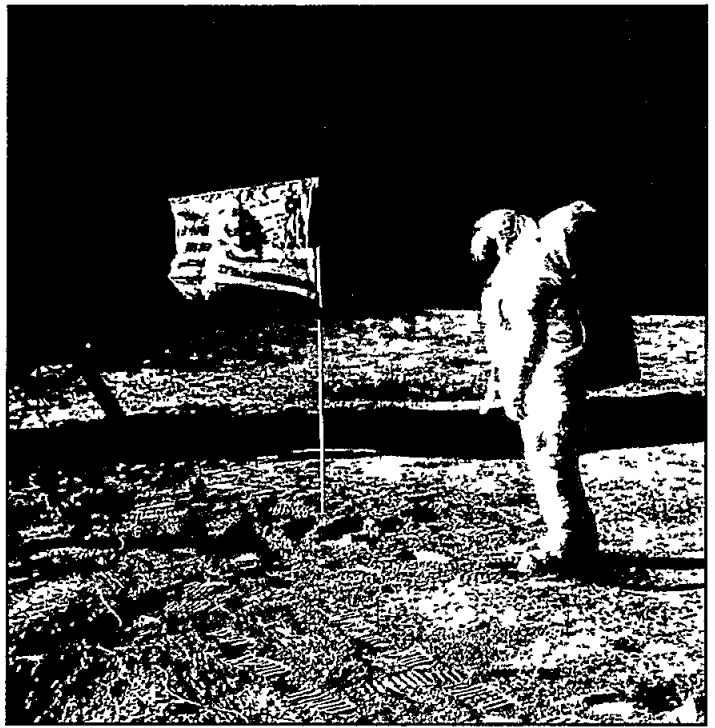
Od této chvíle se ozývá od Měsíce jen jedna sprška čísel za druhou. Suchý předkrm před básnickými hody, které snad přijdou za chvíli. Za okrajem měsíčního disku se v T + 101h 36min 14s (u nás je 20. července, 18h 47min) zapojuje na půl minuty brzdicí motor přistávací sekce, aby Eagle přešel na eliptickou dráhu ve výšce 18,5 až 109 km. K druhému zážehu přistávacího motoru dochází v čase T + 102h 33min 04s - teď jde do tuhého.

## Přistání Apolla 11

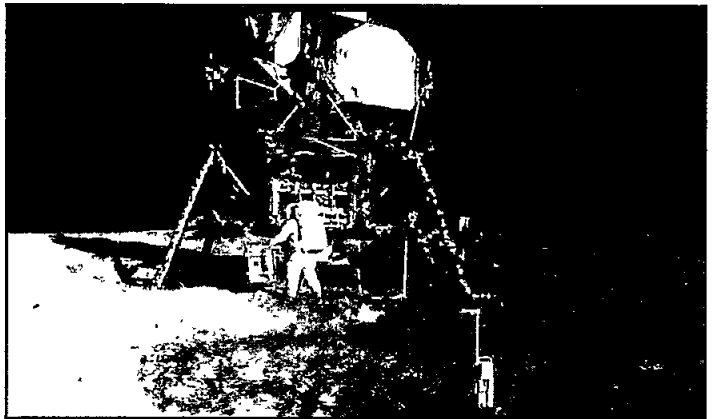
Přistání Apolla 11 probíhá velmi dramaticky. Ve výšce kolem 12 km palubní počítač signalizuje přetížení - situace, s níž se kosmonauti při výcviku nesekali. Odpověď je třeba dát okamžitě, jinak hrozí ztráta ovládní celého mechanismu! Naštěstí jeden z houstonských inženýrů si ví rady: program sestupu P 63 vyžaduje asi 90 % kapacity počítače, který tak už nestačí současně radarem sledovat velitelskou loď. Stačí tedy, aby kosmonauti tuto nedůležitou činnost přepnutím knoflíku přenechali Houstonu. Jenže poplach se za chvíli objevuje zase a Země musí převzít i kontrolu přistávacího radaru. Měsíční povrch je už jen tisíc metrů pod Orelm, kosmonauti mají poprvé čas podívat se okénkem ven - když vtom znovu poplach. Armstrong prokazuje svou rozvahu, přeskakuje posloupnost programů (následující by znamenal také přetížení) a přepíná bleskově na program pro poloautomatické přistání. Rychlost sestupu řídí tedy dál počítač, ale velitel mění směr letu.

Proti původnímu předpokladu však krajina pod modulem není pro přistání příliš vhodná. Rozsvěcuje se signálka "množství", varující, že mohou letět ještě 94 sekund. Pak se automaticky provede restart a modul se začne vracet, i kdyby byli právě těsně nad povrchem. "Nakonec jsme si vybrali místočko velké jako zahrádka. Na jedné straně krátery, na druhé rozdrolené skály", vysvětloval po návratu Armstrong. Pouhých třicet sekund před povoleným vyčerpáním paliva se konečně ozývá: "...signálka KONTAKT - výborně! Motor vypnut, ACA zablokován. Obojí řízení auto, motor zablokován. Pojistka motoru vypnutá. Je tam 413. Houstone! Tady základna Tranquillity! Orel přistál!"

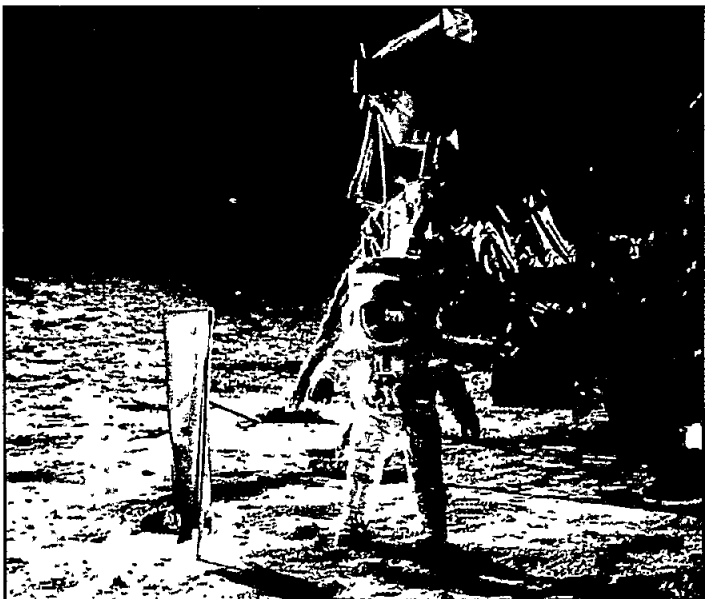
První přistání na Měsíci se uskutečnilo 20. července 1969 ve 21h 17min 41s asi 6 km od středu vybrané oblasti (23,49° v.d. a 0,69° s.š.) N. Armstrong vystoupil jako první pozemšťan na povrch dne 21. VII. ve 3h 56min a strávil na něm 2 h 13 min, Aldrin vystoupil o chvíli později a strávil na Měsíci 1 h 42 min.



▲ Obr. 5 - Kosmonaut Edwin Aldrin pózuje před vlajkou USA vztýčenou na povrchu Měsíce. Na levé straně snímku je vidět část lunárního modulu. Fotografii pořídil Neil Armstrong 70-mm kamerou Hasselblad na speciální film Kodak. (foto - NASA)



▲ Obr. 6 - Dne 21. července 1969 vztýčili Neil Armstrong a Edwin Aldrin na měsíčním povrchu vlajku Spojených států amerických. Na snímku v pozadí je přistávací lunární modul Orel (Eagle). (foto - NASA)



▲ Obr. 7 - N. Armstrong vyfotografoval svého kolegu při umístění vědeckých přístrojů EASEP na povrchu Měsíce poblíž měsíčního modulu. (foto - NASA)