Jak se člověk naučil létat a dostal se až na Měsíc

"Malý krok pro člověka, velký skok pro lidstvo" – 50 let od přistání Apolla 11 na Měsíci

Karel Pavelka

ČVUT v Praze, FSv, ©2019

ISBN 978-80-01-06697-3

Autor (editor): Karel Pavelka, prof. Dr. Ing.

Název díla: Jak se člověk naučil létat a dostal se až na Měsíc

("Malý krok pro člověka, velký skok pro lidstvo" – 50 let od přistání Apolla 11 na Měsíci)

Vydalo: České vysoké učení technické v Praze, 2019

Zpracovala: Fakulta stavební

Kontaktní adresa: Thákurova 7, Praha 6, 166 29, Katedra geomatiky, tel.: 224354648

Tisk: elektronická verze + 50 výtisků

Elektronická verze: ISBN 978-80-01-06644-7

Tištěná verze: ISBN 978-80-01-06697-3

Adresa tiskárny: Tisk Kvalitně, s.r.o. Sokolovská 971/193, Praha 9, 190 00

Počet stran: 117

Náklad: 50

Pořadí vydání: 1.

Obrázků: 147

Recenzent: Ing. Jan Řezníček, PhD.

Úvod

V roce 2019 uplynulo neuvěřitelných 50 let od přistání prvních lidí na Měsíci. Co všechno kosmický výzkum přinesl ve vědě a technice, je velmi těžké definovat, jisté ale je, že ohromné vzepětí techniky, dané tehdejším soupeřením mocností USA a SSSR, urychlilo technický pokrok v elektronice, výpočetní technice, materiálech, bioinženýrství, přenosové technice, dálkovém průzkumu Země (DPZ), kartografii i planetologií a v mnoha dalších technických oborech. Je určitě správné s odstupem času si připomenout tento velký a stále nedoceněný milník v historii lidstva a zamyslet se nad jeho důsledky.

ČVUT jako technická vysoká škola s dlouholetou tradicí vychovává mladé inženýry právě v mnoha oborech, které lze spojit s kosmickým výzkumem a jeho vlivem na vědu a techniku.

K výročí přistání Apolla 11 na Měsíci byla proto připravena výstava v atriu Fakulty stavební, kde byla představena na čtrnácti panelech stručná historie kosmických pilotovaných letů s důrazem na program Apollo. Výstava byla doprovázena stánky, kde s využitím virtuální reality bylo možno prožít start Apolla 11, účastnit se přistání modulu „Eagle“ na Měsíci, projít se po jeho povrchu či si prohlédnout kabinu velitelského modulu kosmické lodi Apollo. Odborná část byla provázena promítáním originálních amerických vědeckých týdeníků z šedesátých let minulého století s tématem pilotovaných kosmických letů.

Akce byla podpořena grantem ČVUT SVK 16/19/F1.

Publikace v elektronické verzi je volně k dispozici na odkazu:

http://lfgm.fsv.cvut.cz/projekty/Odborne_akce/Apollo/apollo.pdf

nebo přímo přes QR kód:

Prolog – létat jako ptáci a dotknout se hvězd

Touha po létání je stará jako lidstvo samo. V historii můžeme najít nesčetně pokusů o létání, ale zejména řadu výjevů či svědectví o létajících bytostech, většinou spojených s náboženstvím nebo s bájemi. V řeckých pověstech, známých v Evropě, figurují např. Daidalos a Ikaros, o létajících strojích se ale můžeme dočíst téměř u všech civilizací, které nám zanechaly písemné nebo obrazové záznamy (např. sumerský epos o Gílgamešovi aj.). Tato publikace se ale zabývá doloženými technickými kroky člověka od primitivních pokusů o let až po moderní techniku.

První zaznamenané technické pokusy o let je složité datovat. Doložené jsou létající předměty ve formě draků a létajících lampiček (které se používají dodnes) již od 12. století ve staré Číně.

Obdobně jako samo létání lze zachytit touhu lidstva dostat se ke hvězdám. Na rozdíl od pozemského létání, cesty ke hvězdám byly vždy jen obsahem bájí. Až do poloviny dvacátého století.

Cesta od prvního skutečného letu člověka až po lety do vesmíru je neuvěřitelné technické dobrodružství. Je vůbec možné, že za pouhých 66 let od prvního primitivního pilotovaného letu letadla se člověk dostal až na Měsíc? Ano, je to tak, a dnes si to většina lidí vůbec neuvědomuje.

Od touhy po návrh, od návrhu po provedení

Kdo a kdy se jako první z lidí pokusil létat? To asi přesně nelze zjistit; můžeme vycházet pouze z doložených historických písemných záznamů.

Abbas ibn Firnas (809–887)

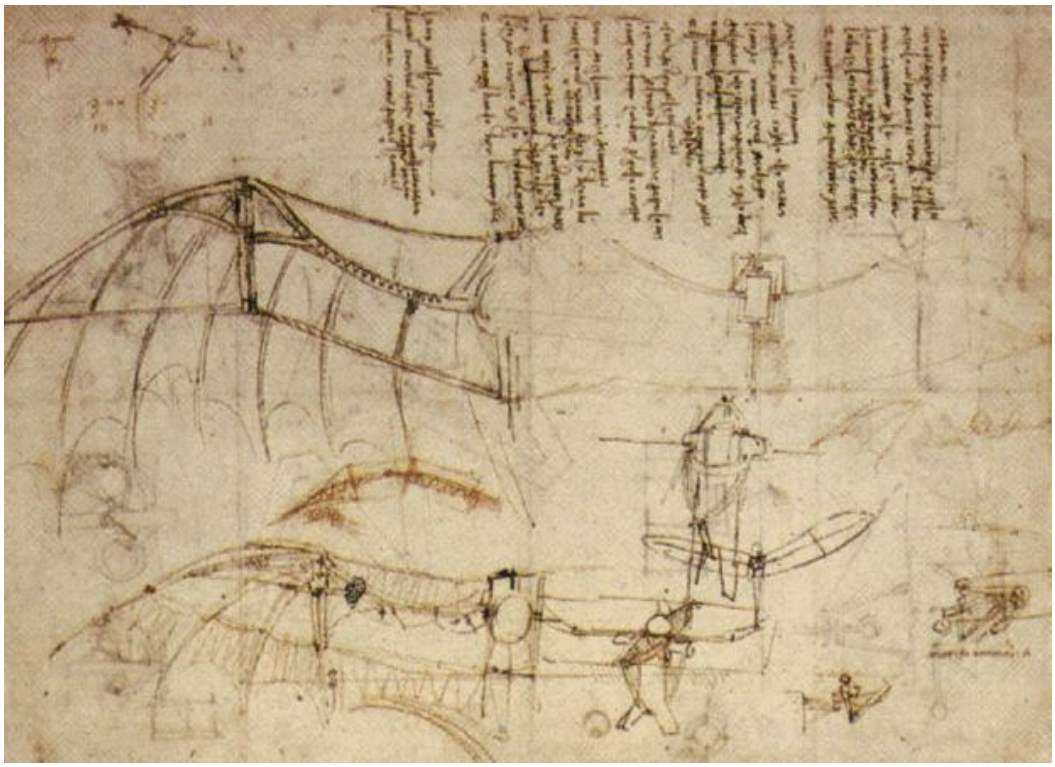
Andalusko-berberský učenec byl zřejmě prvním člověkem, který se pokusil o let napodobením letu ptáků. V Córdobském kalifátu (v dnešním Španělsku) v kluzáku vlastní konstrukce provedl let, nezvládl ale přistání a vážně se zranil.[1] Po jeho vzoru se snažili o napodobení letu ptáků další experimentátoři (mnich Eilmer of Malmesbury v Anglii v 11. století, nebo Abu al-Nasr Ismael Al-Johari v dnešním Turecku v 11. století); jejich úsilí ale obyčejně skončilo smrtí či vážným úrazem. Napodobit let ptáků se ukázalo jako neproveditelné; konstrukce těl ptáků i jejich křídel jsou zcela odlišné od lidského těla z hlediska fyziologie a technických možností.

Leonardo da Vinci (1452–1519)

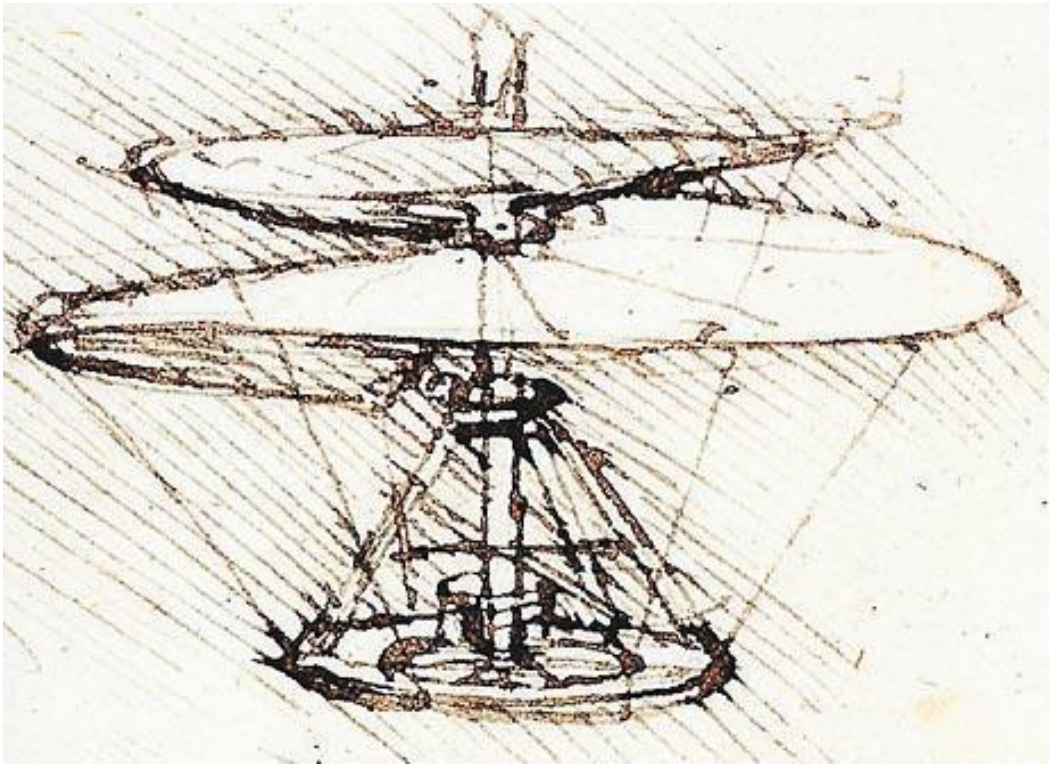
Jeden z největších myslitelů v historii lidstva se významně zajímal o možnost létání; jeho nákresy a prototypy létajících strojů jsou celosvětově známé. Jako první popsal stroje s jiným technickým základem, než byl let ptáků (vrtulníky). Jeho vize i nápady ale nebyly v jeho době realizovatelné. Prototypy jeho kluzáku byly sestrojeny jako modely v nedávné době a byly by

[1] Na jeho počest je pojmenován kráter na Měsíci a např. letiště v Bagdádu.

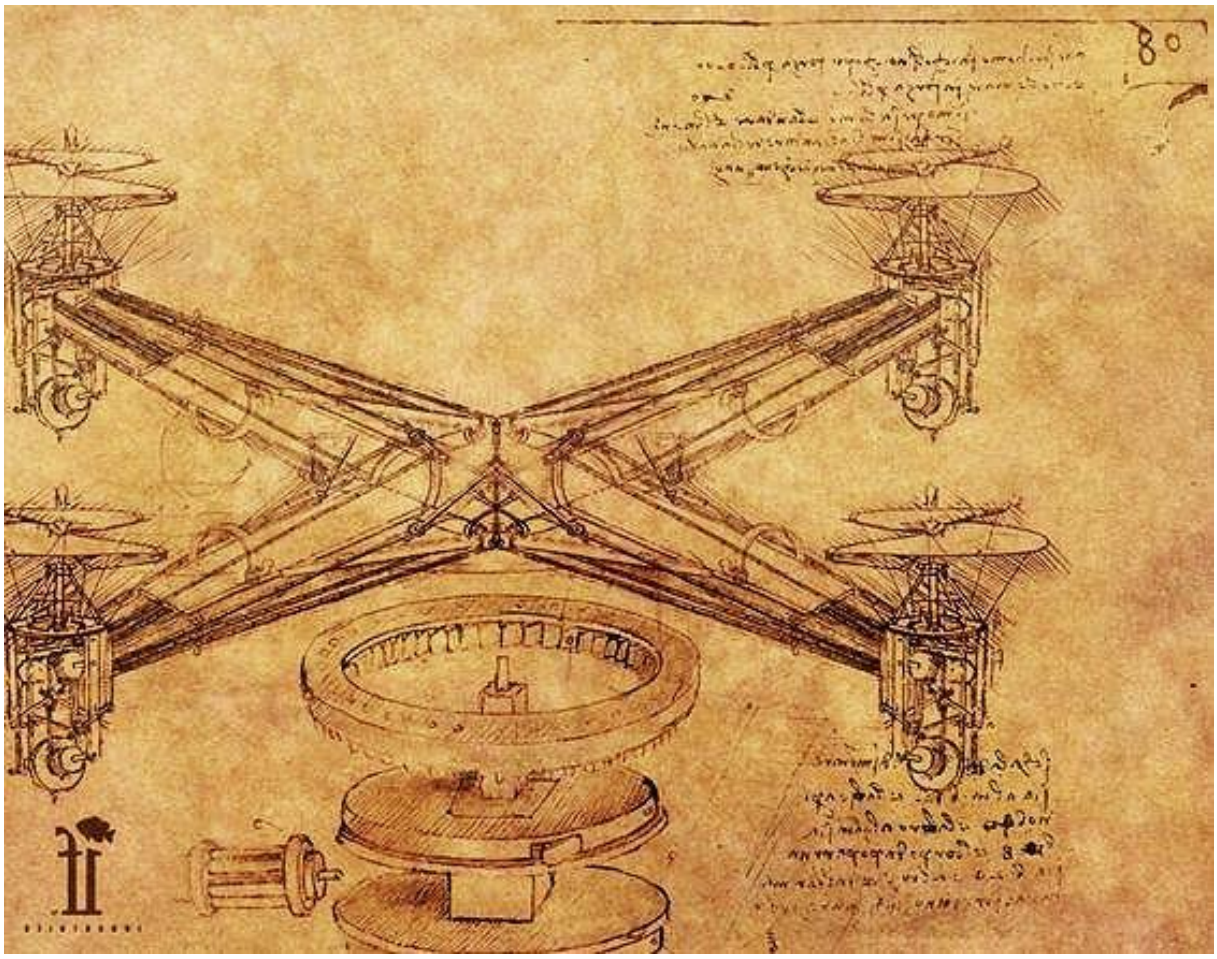
zřejmě schopné letu; některé modely jeho návrhů lze vidět na tematických výstavách i v současné době.



Obr. 1: Skica létajícího stroje, Leonardo da Vinci (zdroj: archiv autora)



Obr. 2: Schéma létajícího stroje, připomínajícího vrtulník. Leonardo da Vinci (zdroj: archiv autora)



Obr. 3: Leonardo da Vinci, nákres létajícího stroje – velmi podobný dnešnímu dronu (zdroj: archiv autora)

Obr. 4: Dron Dji Phantom 3 (zdroj: http://*www.dji.com*)

Balóny

Historicky jako první byly k létání úspěšně využity prostředky lehčí než vzduch, tedy aerostaty, které využívají Archimedova zákonu. Známe je pod názvem balóny či vzducholodě. Za počátek balónového létání je považován 4. červen 1783, kdy jako první v popsané historii vzlétl horkovzdušný balón bratří Montgolfiérů při předvádění na dvoře krále Ludvíka XVI. Prvními pasažéry byly kuriózně ovce, kachna a kohout[2].

Obr. 5: Ilustrace prvního letu horkovzdušného balónů bratří Montgolfiérů, 1783 (zdroj: archiv autora)

Balón je balón, špatně se řídi, je závislý na povětrnostních podmínkách a má omezenou nosnost vzhledem k rozumně velké konstrukci. Horkovzdušné balóny se užívají dodnes, jejich renesance nastala zejména v oblasti sportu a s možností využít stlačený plyn jako palivo pro ohřev vzduchu. Významné praktické využití ale nenajdeme. Obdobně je to se vzducholoděmi. Jejich větší využívání, i přes popularizované lety německé vzducholodě Graf Zeppelin, skončilo

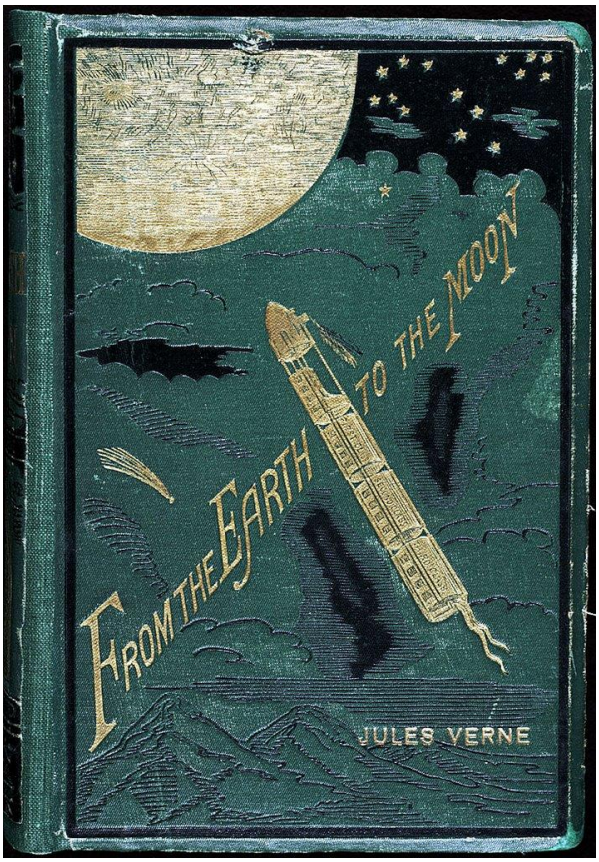
[2] Zřejmě první doložený let balónu – avšak jen malého modelu – provedl r. 1709 na dvoře portugalského krále Jana V. kněz jezuita Bartolomeu Gusmao (*https://en.wikipedia.org/wiki/Bartolomeu_de_Gusmão*). *Existují možnosti, že horkovzdušné balóny či draky ku létání využívaly již některé starověké civilizace, v Peru, ve staré Číně apod. Nejsou ale exaktně doloženy.*

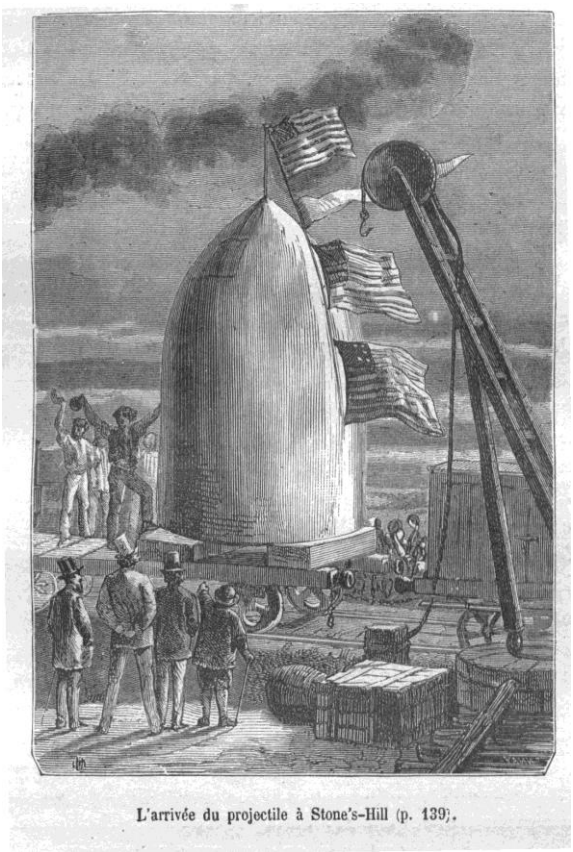
katastrofou její sesterské vzducholodě Hindenburg v r. 1937 v New Jersey (USA) a příchodem 2. světové války, kdy byly vzducholodě používány ještě jako protivzdušná ochrana např. nad Anglií. Pokus o znovuzavedení vzducholodí na přelomu tisíciletí kvůli bezpečnosti ztroskotal, když většina států či oblastí nechtěla dovolit přelety obřích dopravních vzducholodí nad svým územím. [3]

Létající stroje a cesta na Měsíc?

Jules Verne (1828-1905)

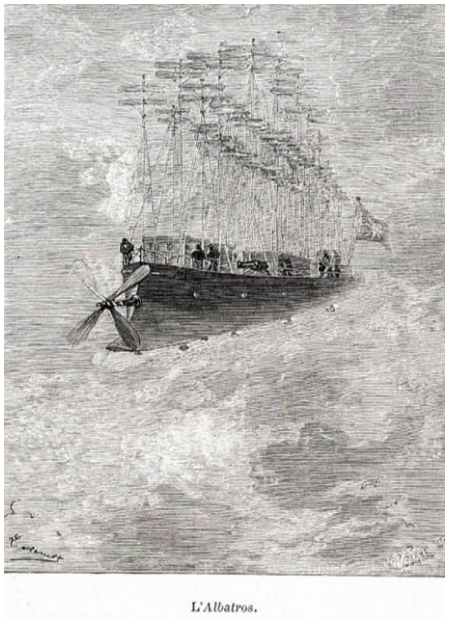
Obdobně jako Leonardo da Vinci, také Jules Verne ve svých románech o mnoho let předběhl svou dobu. V mnoha vědecko-fantastických románech se zaměřil na technické věci, které ještě neexistovaly a s neuvěřitelnou podrobností předpověděl řadu technických vymožeností, včetně létajících strojů, až po cestu na Měsíc. Jeho vize využít pro let do vesmíru obří dělo se donedávna zdála neuskutečnitelná, zejména pro vysoké přetížení při výstřelu pro lidskou posádku je to prakticky nemožné. Nedávno se ale objevily spekulace o možnosti využít pro vystřelování materiálu na oběžnou dráhu obří elektromagnetické dělo; že by Jules Verne přeci jen měl pravdu?





Obr. 6: Jules Verne – Ze Země na Měsíc, 1865 (zdroj: archiv autora)

[3] Jako vzpomínka na znovuoživení využití vzducholodí je ohromná montážní hala – hangár pro vzducholodě – poblíž Berlína, která byla přeměněna na Tropical Islands po krachu společnosti v r. 2002.



Obr. 7: Loď Albatros z románu Robur dobyvatel (1886) a dron s vědeckými přístroji (2016, technická výstava kongresu ISPRS v Praze), zdroj: archiv autora

Od kluzáků k letadlům

Pro létání bylo nejprve nutno zvládnout skutečně řízený let v zemské atmosféře.

Angličan, sir George Cayley (1773-1857), patřil mezi skutečné průkopníky letectví s technickým přístupem k problému. Vědecky se zabýval tvarem křídla a jeho polohou u létajícího prostředku, odvodil fyzikální důsledky hydrodynamického paradoxu, který plyne z Bernoulliho rovnice, a poznatků využil pro konstrukci zaobleného křídla. Pokusy jeho kluzáků mezi léty 1849-1853 byly úspěšné včetně letu s člověkem, nedochovaly se ale podrobnosti ani fotografie.

Jedním z výrazných průkopníků letectví byl bezesporu Němec Otto Lilienthal, který se věnoval bezmotorovému létání na sklonku 19. století. Mezi léty 1891 až 1896 provedl přes 2000 pilotovaných letů kluzáků. Zemřel v r. 1896 na následky zranění po posledním letu, kdy se s kluzákem zřítil[4].

[4] https://www.youtube.com/watch?v=UgozBqmPnnE

Obr. 8: Otto Lilienthal během jednoho ze svých letů, Lichterfelde (nedaleko Berlína), 1895 (zdroj: archiv autora)

Obdobně jako Lilinenthal, experimentovali s kluzáky na konci 19. století i další průkopníci letectví. Řada z nich při experimentech zahynula, např. Percy Pilcher (1866-1899). O historii letectví je možno se dočíst v řadě publikací.[5]

Skutečná letadla s motorovým pohonem

Aby letadlo mohlo opravdu nezávisle létat, potřebuje aktivní pohon, který obyčejně zajišťuje motor. Technicky zvládnutý parní stroj na konci 19. století měl pro tyto účely malou účinnost, byl příliš těžký a potřeboval pro start hořením paliva vytvořit páru. Nedal se jednoduše zapnout a vypnout. K létání se opravdu nehodil.

V roce 1903 postavili bratři Wrightové po řadě pokusů s kluzáky letadlo *Wright Flyer,* později zvané *Flyer I* (a ještě později přezdívané *Kitty Hawk*), které bylo vybaveno spalovacím benzínovým motorem. Na pobřeží v Severní Karolíně v USA, na místě zvaném Kitty Hawk, dne 17. prosince 1903 vzlétli, každý dvakrát. První letěl Orville, let – či spíše skok – byl dlouhý 39 metrů a trval 12 sekund. První let byl zachycen na jedné z nejznámějších fotografií z letectví.

[5] https://www.britannica.com/technology/history-of-flight/Other-aviation-pioneers

Avšak až čtvrtý let toho dne byl skutečně řízeným letem. Wilbur Wright uletěl 279 metrů a let trval 59 sekund.

Někteří historici ale připouštějí stále kontraverzní informaci, že první let letadla se spalovacím motorem proběhl o dva roky dříve, a provedl ho německý přistěhovalec Gustave Whitehead (Gustav Albin Weißkopf). Existuje i fotografická dokumentace. [6]

Je pravdou, že na přelomu století experimentovalo s parním či benzinovým motorem několik průkopníků letectví a dnes jsou prakticky známí zejména bratři Wrightové. Obdobně a ve stejné době prováděli vývoj např. Novozélanďan Richard Pears nebo Američané Langley a Curtiss, se kterým později bratři Wrightové vedli dlouhé spory o patenty.

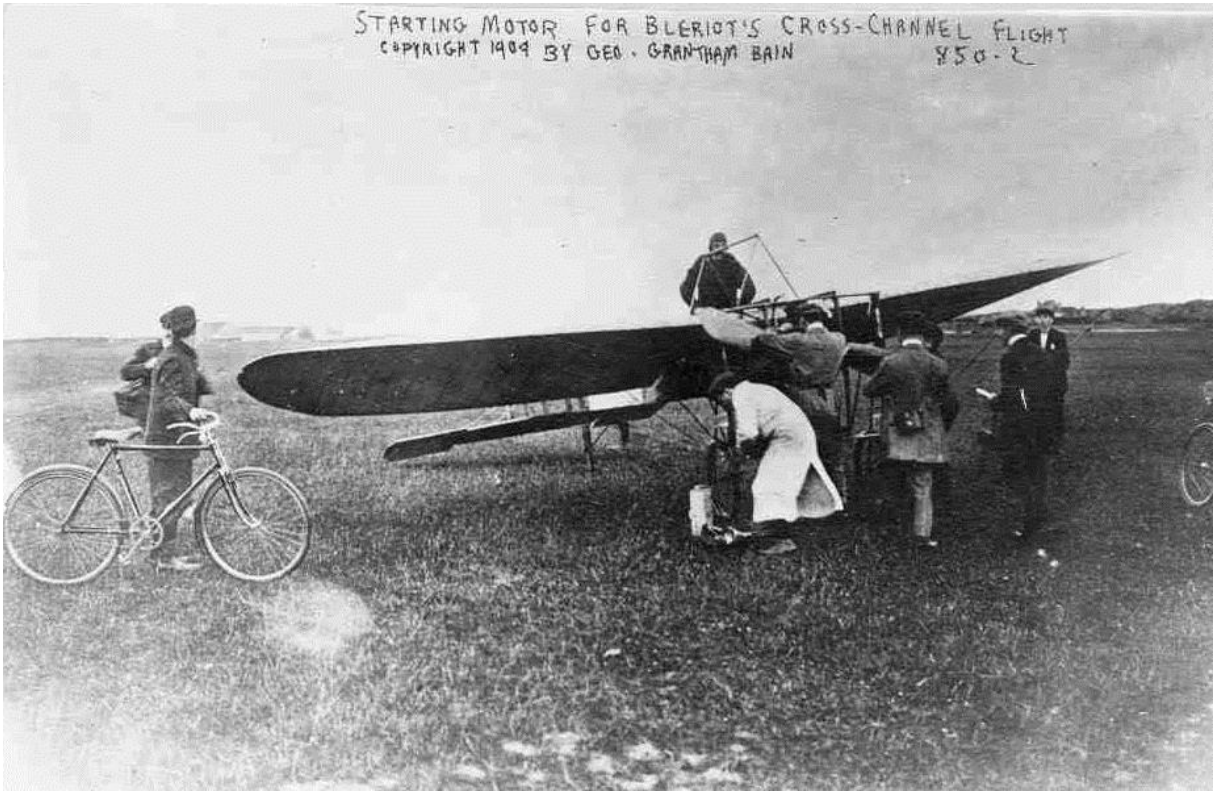
Obr. 9: První let pilotovaného motorového letadla těžšího než vzduch. Orville Wright, 1903.

(zdroj: *http://loc.gov/pictures/resource/cph.3a53266/*)

Dále to šlo již velmi rychle. Benzínový motor se ujal a zaznamenal nesmírný rozvoj jak na zemi, tak ve vzduchu; konstruktéři letadel se předháněli v inovacích a nových rekordech. V Evropě byl jedním z prvních Brazilec Alberto Santos Dumont, který ve Francii již v r. 1908 začal prodávat první sériově vyráběný letoun Demoiselle No 19. Dne 25. 7. 1909 Louis Blériot překonal kanál La Manche, za 36 minut, rychlostí 72 km/h při průměrné výšce 75 m, bez kompasu a navigace, bez připraveného místa pro přistání. Přistál tvrdě, ale bez zranění, na svažité louce nedaleko Dover Castle. Úžasný výkon, sláva. Téměř přesně za ŠEDESÁT let přistanou Američané na Měsíci. Bez dnešních vymožeností, s primitivním počítačem, na místě, které museli vybrat na poslední chvíli. Neuvěřitelný výkon, sláva. Nebylo to podobné?

[6] *https://www.historynet.com/gustave-whitehead-and-the-first-flight-controversy.htm*

Mezitím ale prošly dvě světové války a z letadel se staly mimo dopravního prostředku též smrtonosné zbraně.



Obr. 10: Luis Blériot při startu slavného přeletu z Francie do Anglie, 1909 (zdroj: archiv autora)

Létat již umíme, jak ale do vesmíru?

Letadla se pohybují v zemské atmosféře díky motoru, který vytváří tah, a díky křídlům, jejichž speciální tvar při dopředném pohybu vytváří potřebný vztlak a nese letadlo. To platí jen do určité hustoty atmosféry. U Země je to přibližně pro běžná letadla do dvaceti km nad povrchem; dále je již atmosféra řídká a má i jiné chemické složení plynů, chybí zejména kyslík, nutný ke spalování paliva. Jen speciální či vojenská letadla mohou o něco výše, ale obecně technicky s proudovým či vrtulovým motorem se výš nedostaneme.[7] Jak se tedy dostat do vesmíru? V dnešní době známe jen jediný způsob, a to je raketový pohon.

Trocha historie

Raketový pohon je spjat s vynálezem střelného prachu a opět pochází z Číny, pravděpodobně již někdy ze 7. - 9. století našeho letopočtu. Rakety, hnané hořením střelného prachu, byly

[7] Existuje tzv. Kármánova linie, ve výšce cca 100 km, kde končí i teoretická možnost využití křídel k nesení letadla. Viz *https://en.wikipedia.org/wiki/Kármán_line*

popsány již ve 13. století jako jakási zábavná pyrotechnika. Toho se využívá dodnes a tradičně právě v Číně.

Střelný prach či obdobné výbušné látky je možno využít pro raketový pohon, ale velmi špatně lze řídit či regulovat jejich hoření; rakety s pevným palivem nelze jednoduše vypnout a opět zapnout. Proto se již od počátku teoretici raketového pohonu zaobírali myšlenkou využit kapalná paliva.

Obdobně jako u letecké techniky, napřed bylo nutno zvládnout teorii a následně experimentovat a prakticky vyzkoušet možnosti raketového pohonu. Jedním z prvních teoretiků, kteří se zasloužili o výzkum a vývoj v této oblasti byl Konstantin Eduardovič Ciolkovskij (1857–1935), ruský a později sovětský vědec, průkopník teorie kosmických letů. Na jeho práci navázali Sergej Koroljov a Valentin Gluško, přední raketoví konstruktéři sovětského kosmického programu. Ve Francii se zabýval letectvím a později raketovou technikou Robert Esnault-Pelterie (1881–1957). V USA experimentoval s malými raketami Robert Goddard (1882–1945), který také úspěšně vyzkoušel jako první na světě raketu na kapalné palivo v r. 1926.

Obr. 11: R. Goddard před startem první kapalinové rakety, využívající benzín a kapalný kyslík, 1926, Auburn, Massachusetts.

(zdroj: *https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_H._Goddard*)

Jeho monografie z r. 1919 "*A Method of Reaching Extreme Altitudes*" se stala základem raketové techniky dvacátého století. Je autorem např. vícestupňové rakety a rakety na kapalné palivo (1914), aplikoval poprvé též dvouosé řízení s pomocí gyroskopů a řízeným tahem.

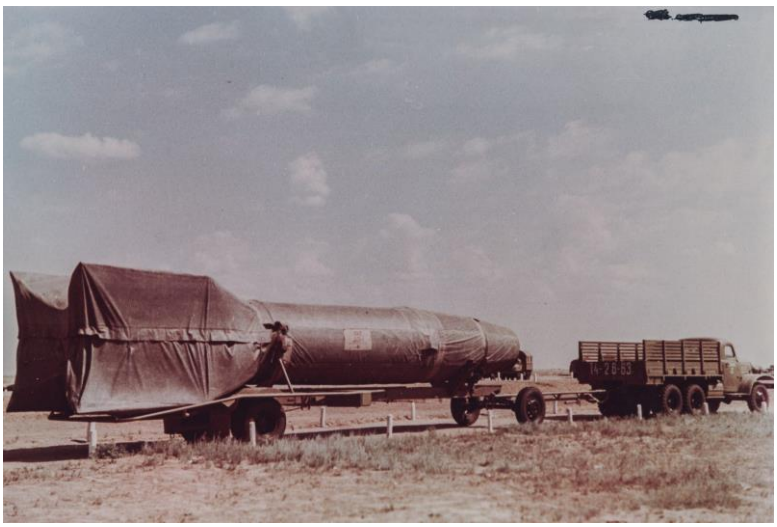
V Německu se zabýval kosmickými lety jeden z předních odborníků své doby Herman Oberth (1894–1989), jehož žák Wernher von Braun (1912–1977) konstrukci velké kapalinové rakety dovršil. Bohužel to bylo v době druhé světové války a výzkum i vývoj byl jednoznačně zaměřen na vojenské využití. Rakety V-2 (*Vergeltungswaffe 2* – zbraň odplaty, původně pod technickým názvem Aggregat 4, tedy A-4), první balistické rakety středního doletu svého druhu, vyvinuté týmem von Brauna, pustošily od září r. 1944 Evropu, zejména Londýn, Antverpy a Liége[8]. Rakety V-2 zcela předběhly tehdejší dobu co do velikosti i systémem řízení, jako první se při vertikálním letu dostaly nad hranici 100 km (nad tzv. Kármánovu linii).

Obr. 12: V-2 při přepravě (vlevo), V-2 v muzeu v Peenemünde (foto AElfwine, zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/V-2_rocket#/media/File:Fusée_V2.jpg)

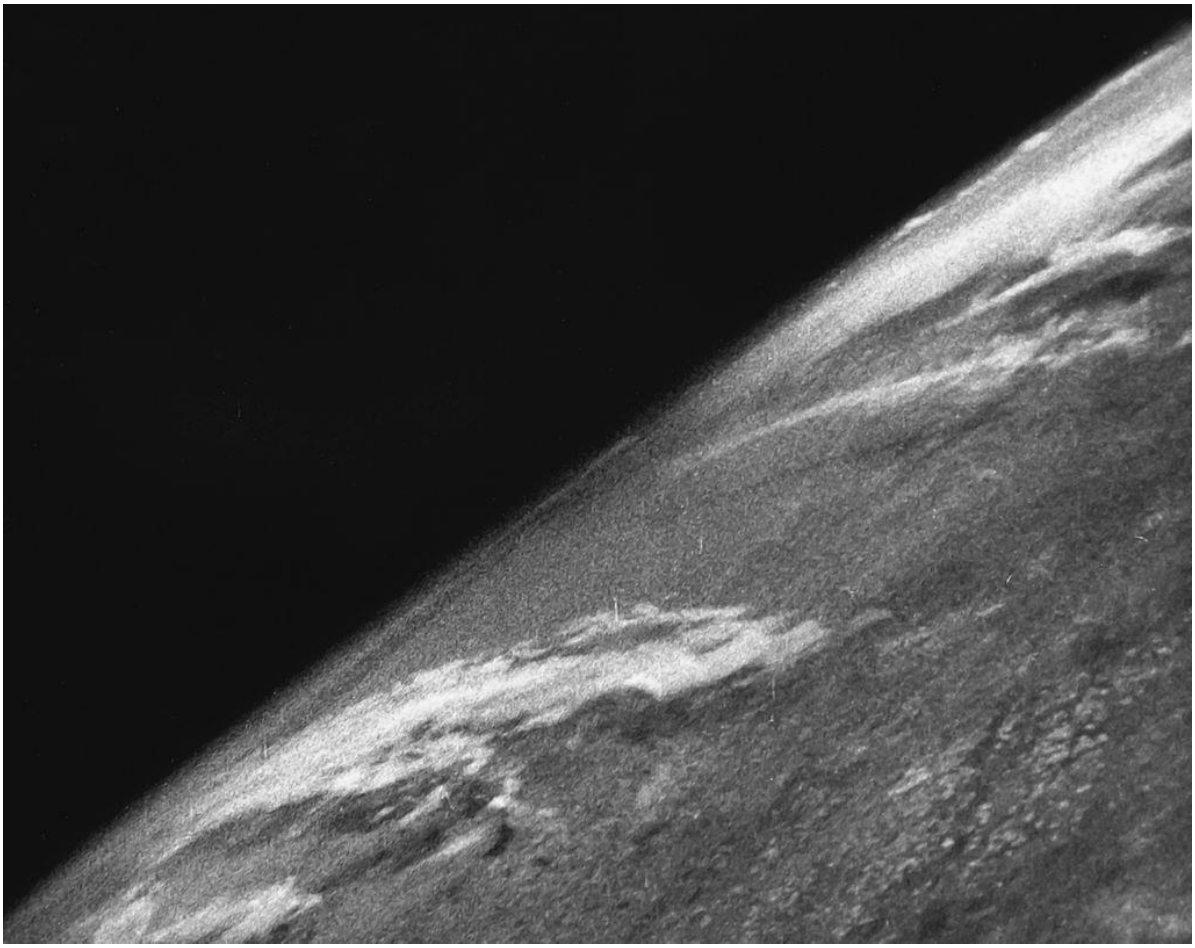
Po válce se rakety V-2 staly základem amerického i sovětského kosmického výzkumu. Každá z vítězných mocností ukořistila určitý počet raket V-2 a s nimi i německé odborníky. Většina klíčových odborníků se samozřejmě snažila dostat do americké zóny. To se podařilo i šéfkonstruktérovi W. von Braunovi a asi stovce klíčových odborníků; Američanům se zdařilo zajistit součástky a díly pro asi 80 raket, které byly v USA použity a dále modernizovány pod dozorem německých odborníků. Sovětům se podařilo v dobytém území zajistit továrny na výrobu součástek pro V-2 a také přes 150 raketových odborníků, kteří pak pomohli vyrábět

[8] Raketám V-2 předcházely tzv. létající bomby V-1, které bychom dnes nazvaly střelami s plochou dráhou letu; nejednalo se ale o klasickou raketu, ale letounovou střelu. https://www.youtube.com/watch?v=QY308O42Ur4 V-2 byly již skutečné balistické rakety. https://www.youtube.com/watch?v=WjFTN-YdK_M

rakety V-2 v SSSR. Replikované a vylepšené V-2 pod názvem R-1 se staly základem taktických balistických raket v SSSR.



Obr. 13: Raketa V-2 (A-4) na základně Kapustin Jar v SSSR v r. 1947 (vlevo). Inovovaná V-2 pod názvem R-2 jako památník v městě Koroljov (dříve Kaliningrad v Moskevské oblasti), zdroj: archiv autora



Obr. 14: White Sands Missile Range, USA, 1946, první fotografie z vesmíru z letu V-2, výška 105 km, zdroj: archiv autora

Obr. 15: Start rakety Bumper 8 (dvoustupňová raketa, složená z nosiče V-2 a druhého stupně WAC Corporal), která dosáhla rekordní výšky 400 km, 1950, USA, zdroj: archiv autora

Jak bylo řečeno, základem vývoje raketových nosičů po 2. světové válce se staly německé rakety V-2. Jak USA, tak i SSSR pochopily, že raketové nosiče budou velmi důležitým prvkem ve výzbroji, zejména s ohledem na existenci atomových zbraní. Raketová technika dostala zelenou a započaly závody ve zbrojení a závody o dobytí vesmíru. Úspěchy v dobývání vesmíru se staly politickou záležitostí, a proto na ně byly vynaloženy obrovské prostředky.

Do jisté míry tajené soutěžení obou mocností v padesátých letech minulého století silně urychlilo vývoj v kosmickém průmyslu. Zdálo se, že válkou nepostižené a technicky vyspělé Spojené státy americké budou mít navrch. A pak přišel šok.

4. října 1957 SSSR úspěšně vypustil první umělou družici Země – Sputnik 1 [9] a nedlouho potom i Sputnik 2. Očekávaný start první americké družice v prosinci 1957 se nezdařil, úspěch se dostavil až další rok, kdy Američané vypustili družici Explorer – 1 dne 31. 1. 1958. Závody o prvenství ve vesmíru běžely na plné obrátky a staly se jakousi výkladní skříní Studené války, jejíž hlavní částí byl vývoj mezikontinentálních balistických raket schopných nést jaderné hlavice. Rozdíl tu ale přece jen byl – v SSSR vše podléhalo přísnému utajení a kosmický program byl vojenský. V USA, jako reakce na vypuštění Sputniku 1, v r. 1958 vznikla NASA (*National Aeronautics and Space Administration* – Národní úřad (státní správa) pro letectví a

[9] Tento den se slaví jako Den kosmonautiky

kosmonautiku) jakožto civilní složka kosmického vývoje a výzkumu a vojenské aplikace dostala za úkol současně založená Agentura pro pokročilé výzkumné projekty (ARPA, dnes DARPA). NASA se zaměřila na lety člověka do vesmíru a zahájila v r. 1958 program Mercury, který měl zajistit start prvního Američana na oběžnou dráhu okolo Země.

Projekt Mercury

Američané zahájili svůj první kosmický program výběrem a přípravou budoucích astronautů a vývojem nosné rakety a návratové kosmické lodi pro jednu osobu. V plánu bylo vyslat amerického astronauta do vesmíru počátkem šedesátých let. Práce pokračovaly v klidném tempu, vybrána byla první „sedmička“ astronautů z vojenských pilotů (A. Shepard, W. Shirra, W. Grissom, J. Carpenter, G. Cooper, D. Slayton a J. Glenn).

Obr. 16: První „sedmička“ amerických astronautů (zleva: Grissom, Shepard, Carpenter, Schirra, Slayton, Glenn, Cooper. Zdroj: *http://upload.wikimedia.org*)

A opět přišel šok. 12. dubna 1961 obletěl Zemi v kosmické lodi Vostok -1 sovětský kosmonaut[10] Jurij Gagarin.[11]

[10] Nutno poznamenat, že Rusové mají kosmonauty, Američané astronauty a Číňané – taikonauty.
[11] Nově publikovaný záznam ze startu Jurije Gagarina *https://www.youtube.com/watch?v=JGMvpP2gGy8*

Obr. 17: Jurij Gagarin před startem (zdroj: archiv autora)

Američané se ze sovětského triumfu těžce vzpamatovávali. Dne 5. května 1961 provedl suborbitální let (tedy méně než jeden oblet Země) americký astronaut Allan Shepard, prvním skutečným Američanem ve vesmíru, jak bude zmíněno, se stal John Glenn, téměř rok po Gagarinovi, v únoru r. 1962.

Sověti měli navrch. To již bylo politicky příliš, muselo se něco stát. Od ledna 1961 se stal novým americkým presidentem J. F. Kennedy. Jeho slavný projev 25. května 1961 otevřel Američanům cestu na Měsíc.[12] Pro veřejnost je slavnější ale jeho projev ze 12. září 1962 na Riceově fotbalovém stadionu v Houstonu[13]. V projevu zaznělo:

"*We choose to go to the Moon … We choose to go to the Moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are hard; because that goal will serve to organize and measure the best of our energies and skills, because that challenge is one that we are willing to accept, one we are unwilling to postpone, and one we intend to win…*"

(*Rozhodli jsme se dosáhnout Měsíce … Rozhodli jsme se dosáhnout Měsíce v tomto desetiletí a uskutečnit i další věci – ne proto, že jsou snadné, ale proto, že jsou obtížné. Protože takový cíl poslouží k tomu, aby uspořádal a změřil naše nejlepší schopnosti a dovednosti, protože takovou výzvu jsme ochotni přijmout, a nejsme ochotni ji odkládat, a hodláme v tom zvítězit…).*

I když je jasné, že se jednalo také o politické rozhodnutí se snahou zvýšit Američanům sebevědomí po sovětských úspěších v kosmu, není to ve světle dalších událostí důležité. Dokonce řada uvolněných informací ukazuje, že J. F. Kennedy své prvotní nadšení zmírnil a později prý dokonce již nepočítal s přistáním na Měsíci do konce šedesátých let, zejména po vyřešení Kubánské krize, která mohla zničit svět. Byl si zřejmě vědom ohromných nákladů a možného neúspěchu [14]. Ale zpět k americkému vesmírnému programu.

---

[12] *https://history.nasa.gov/moondec.html*
Projev J. F. Kennedyho „The Decision to Go to the Moon“
https://www.youtube.com/watch?v=GmN1wO_24Ao

[13] *https://cs.wikipedia.org/wiki/Projev_Johna_F._Kennedyho_na_Rice_University*

[14] *https://www.jfklibrary.org/asset-viewer/archives/JFKPOF/MTG/JFKPOF-MTG-111-004/JFKPOF-MTG-111-004*

Stručně o projektu Mercury

Snaha USA vypustit do vesmíru vlastního astronauta vyústila v projektu Mercury startem prvních suborbitálních letů (méně, než jeden oblet Země) v r. 1961 a startem prvního Američana do vesmíru, kterým se stal J. Glenn (20. února 1962). Na základě osvědčené konstrukce jednomístné kosmické lodi Mercury s přistávací částí ve tvaru kužele pokračoval vývoj nové lodi pro více osob, nejprve v projektu Gemini pro dvě osoby, a dále v projektu Apollo pro tři osoby. Z prvního amerického týmu astronautů se dostali do dalších projektů jen někteří. Po problémech při prvním letu J. Carpenter dále v týmu nebyl, A. Shepard, W. Grissom, G. Cooper a W. Shirra se podíleli na projektu Gemini. W. Grissom tragicky zahynul při předstartovní přípravě Apolla 1, W. Shirra byl v posádce Apola 7 a A. Shepard se účastnil letu Apolla 14. Raritou je J. Glenn, který se po politické dráze vrátil do týmu astronautů a ve věku 77 let stal nejstarším astronautem, když byl členem posádky raketoplánu Space Shuttle (STS – 95) v roce 1998.

Obr. 18: Kosmická loď Mercury – Faith 7, Space Center Houston, muzeum (zdroj: archiv autora)

Zahájení projektu Apollo

Projekt Apollo by oficiálně zahájen již za prezidenta D. Eisenhowera v r. 1960 jako projekt pilotovaných tříčlenných kosmických lodí, který měl následovat po jednomístných kosmických lodích projektu Mercury. Po zvolení J. F. Kennedyho za prezidenta USA byl program Apollo přeměněn na prestižní přistání Američanů na Měsíci s termínem do konce šedesátých let. To byl obrovský úkol, když si představíme úroveň tehdejší techniky a fakt, že v době vyhlášení cesty na Měsíc Američané ještě neměli za sebou ani jeden oblet planety Země svým astronautem. Kennedy si získal Kongres a nadšení lidí, zapojených do programu Apollo, bylo nevídané.

Jak dostat astronauty na Měsíc a bezpečně zpět do deseti let? Selhání projektu by bylo asi vnímáno i jako politická prohra. Pro zdar projektu bylo nutno vyřešit nesčetně technických problémů. Proto byl spuštěn další projekt pod názvem Gemini, který sloužil zejména jako zkušební program pro testování technologií.

Souběžně běžel na plné obrátky vývoj měsíční rakety a kosmické lodi Apollo nové generace pro tři astronauty. Ihned na začátku bylo upuštěno z technických a energetických důvodů od představy, že astronauté poletí s jedinou kosmickou lodí přímo ze Země na Měsíc a zpět. Po řadě návrhů zvítězil model ohromné nosné třístupňové rakety, která by vynesla najednou na nízkou oběžnou dráhu kosmickou loď Apollo, skládající se ze servisního a velitelského modulu, a dále speciální dvoustupňový lunární přistávací modul.

Scénář: prozatím nevyzkoušeným manévrem kosmická loď provede spojení s lunárním modulem a v předem vypočtený čas na oběžné dráze zažehne raketový motor, který soulodí dostane na únikovou dráhu od Země. Po několikadenním letu a po úpravě dráhy soulodí bude zachyceno na oběžné dráze Měsíce, oddělí se lunární modul, který přistane se dvěma astronauty na Měsíci. Jeho část po splnění mise s astronauty odstartuje z Měsíce, spojí se s kosmickou lodí Apollo, kroužící na oběžné dráze Měsíce. Astronauté se přemístí do kosmické lodi, odhodí již nepotřebný zbytek lunárního modulu, ve vhodné chvíli loď opět zažehne raketový motor, který jí navede zpět k Zemi. U Země se oddělí servisní modul a ve velitelské přistávací části kosmické lodi, vybavené brzdícím tepelným štítem, by se astronauté po zbrzdění atmosférou snesli na padácích do vln Tichého oceánu, kde na ně bude čekat záchranný tým na letadlové lodi s vrtulníky.

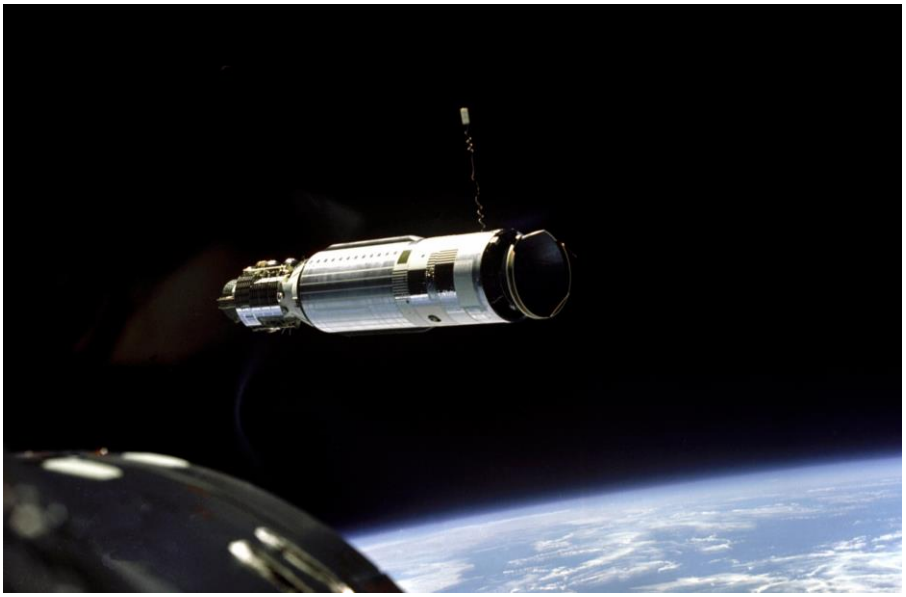
Na tehdejší dobu nesmírně složitý a ambiciózní plán dostal zelenou.

Projekt Gemini

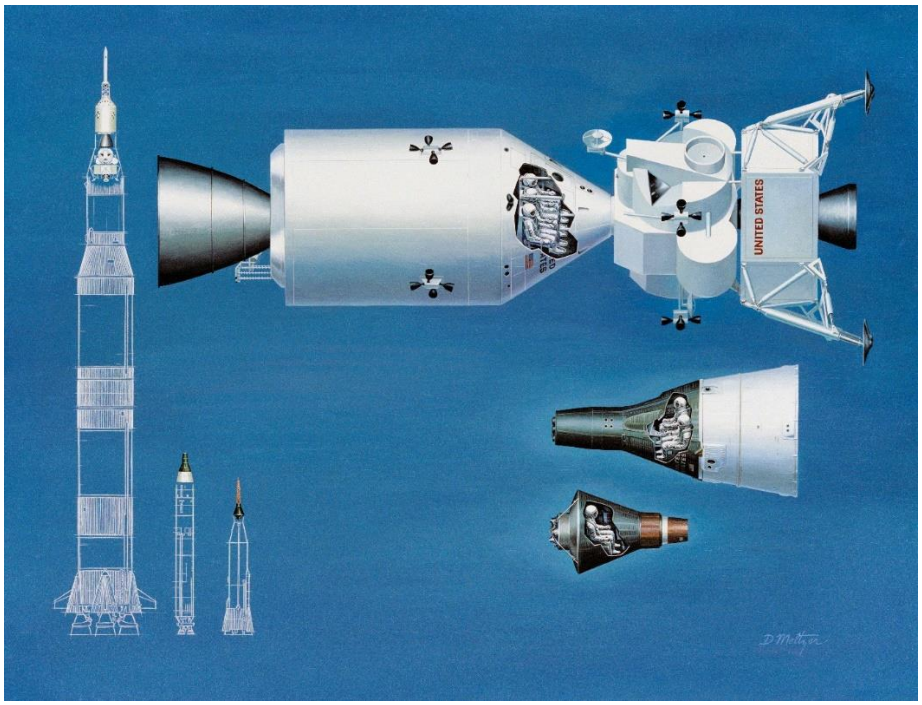
Project Gemini byl zahájen v r. 1961. Kosmická loď byla na základě poznatků z projektu Mercury zvětšena a nesla dvoučlennou posádku. Cílem pilotovaných letů bylo zejména vyzkoušet techniku, provést výstup do volného prostoru, a hlavně vyzkoušet přiblížení dvou kosmických těles a jejich spojení, nutné pro budoucí měsíční mise programu Apollo. Program byl neuvěřitelně rychlý, po dvou bezpilotních startech v letech 1964-1965 se úspěšně vydalo do vesmíru mezi léty 1965-1966 celkem deset posádek, kterým se podařilo splnit všechny potřebné úkoly i přes řadu technických problémů. Jako nosič byla úspěšně použita modifikace vojenské mezikontinentální balistické rakety Titan II.

Obr. 19: Výstup astronauta E. Whita do volného prostoru, Gemini 4, 1965, vpravo astronauti McDivitt a White v kosmické lodi (zdroj: archiv autora)

Obr. 20: Setkání Gemini 7 a Gemini 6A na oběžné dráze v prosinci 1965 (zdroj: archiv autora)



Obr. 21: První spojení ve vesmíru – Agena (upravený poslední stupeň rakety) a Gemini 8; základní podmínka pro budoucí misi Apolla (zdroj: archiv autora)



Obr. 22: Srovnání nosných raket a kosmických lodí v amerických kosmických programech (Saturn V., Titan II. a Atlas, kosmické lodě Apollo – LM, Gemini a Mercury (zdroj: archiv autora)

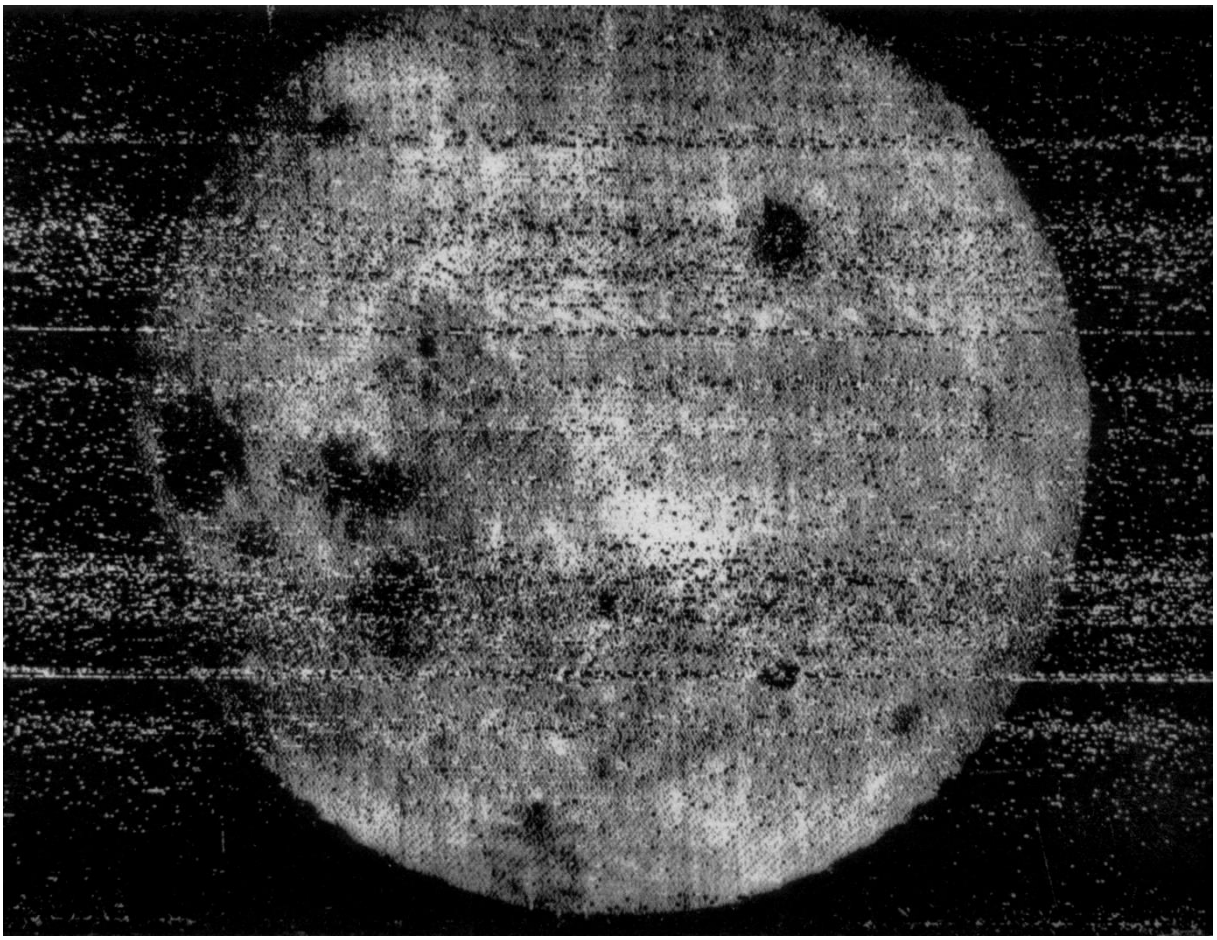
Projekt Gemini byl fenomenálně úspěšný. Sovětský kosmonaut Alexej Leonov[15] sice jako první vystoupil na jaře 1965 do volného prostoru z kosmické lodi Voschod 2, ale bylo jisté, že USA dohonily, a v r. 1966 předběhly sovětský kosmický program. Zdálo se, že v cestě na Měsíc již

[15] Pozn. Alexej Leonov zemřel 11. října 2019

nic nestojí. Průmysl se nadšeně věnoval kosmickým aplikacím, vyvíjely se nové materiály, elektronika, spojová technika a mnoho dalších nutných věcí.

Měsíční sondy

Nelze opomenout, že pro úspěšné přistání Američanů na Měsíci bylo třeba povrch Měsíce podrobně zmapovat[16]. To provedly automatické sondy. Jako první vyslal měsíční sondu SSSR již 12. září 1959 (Luna 2), ta tvrdě dopadla na měsíční povrch; Luna 3 odstartovala 4. října 1959 k výročí startu první družice Země (Sputniku 1). Pomocí tzv. fototelegrafu (skenovaný analogový snímek z klasické fotografické komory) poslala sonda na Zemi první snímek odvrácené strany Měsíce. Byť se jednalo o velký úspěch, podrobnost přenesených dat byla velmi malá. Ani americké sondy typu Pioneer nebyly v soutěži o zásah Měsíce v první fázi úspěšné.



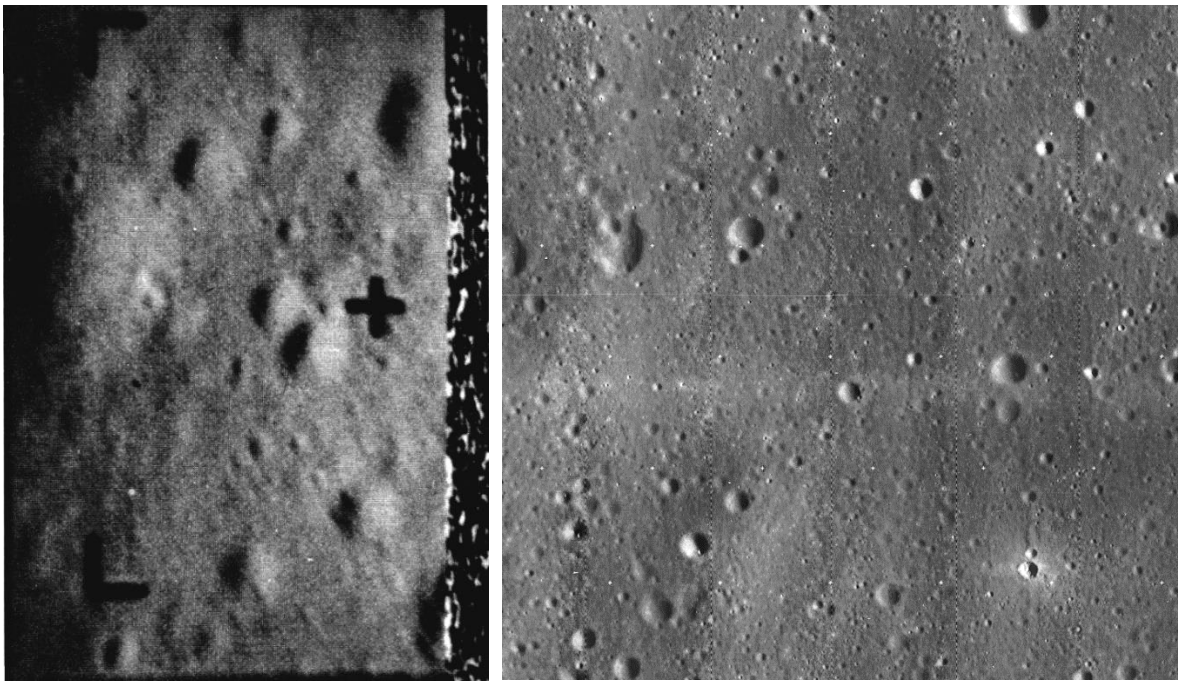
Obr. 23: První snímek odvrácené strany Měsíce z r. 1959 (zdroj: archiv autora)

[16] Přehled sond k Měsíci *http://spaceprobes.kosmo.cz/index.php?sekce=prehled&kind=target&target=m*

Po slavných projevech J. F. Kennedyho z r. 1961-62, kdy vyhlásil za cíl přistání Američanů na Měsíci (a jejich bezpečný návrat na Zemi) do konce šedesátých let, americká NASA potřebovala zmapovat velmi podrobně celý měsíční povrch pro budoucí plánované přisání. Proto byly spuštěny tři podpůrné projekty pro mapování Měsíce před plánovaným přistáním na Měsíci.

Ranger

Automatické sondy typu Ranger byly prvními americkými sondami k Měsíci. Zprvu se jim příliš nedařilo, první zásah Měsíce se povedl až v dubnu r. 1962. Plně úspěšné byly až sondy Ranger 7-9 v letech 1964-1965. Snímkovaly měsíční povrch až do tvrdého dopadu sondy na povrch.



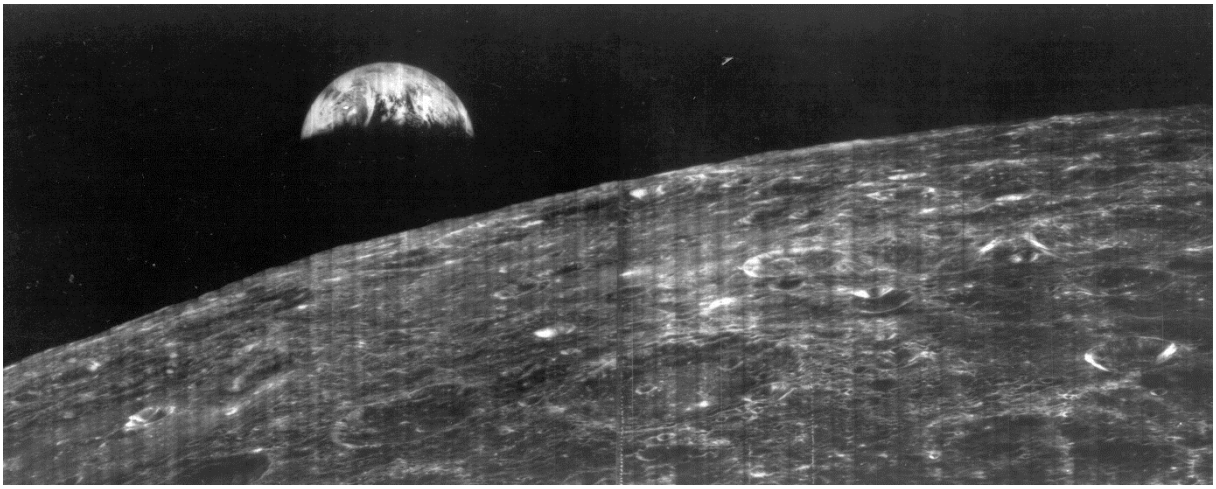
Obr. 24: Jeden z posledních snímků, vyslaných sondou Ranger 7 z r. 1964 před tvrdým dopadem na měsíční povrch; srovnejme tento snímek se snímkem z konce šedesátých let – zde je vidět skutečně technický pokrok (vpravo snímek ze sondy Surveyor 5, 1967), zdroj: archiv autora

Lunar Orbiter

Sondy typu Lunar Orbiter sloužily k mapování povrchu Měsíce a zejména plánovaných míst přistání lunárních modulů misí Apollo. Byly úspěšně vypouštěny od r. 1966 do r. 1967. Hlavním přístrojem družice byla kamera, pořizující snímky s rozlišením lepším než 1 m; originální analogové snímky byly na palubě skenovány a posílány na Zemi. [17], [18]

[17] Mezi léty 2007 až 2014 byly originální video nahrávky snímků digitalizovány a zpracovány do výrazně lepší kvality v rámci projektu Lunar Orbiter Image Recovery Project (LOIRP)
[18] Seznam misí k tělesům sluneční soustavy je přehledně uveden např. https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_Solar_System_exploration

Obr. 25: Kamera družice a Lunar Orbiter, zdroj: archiv autora

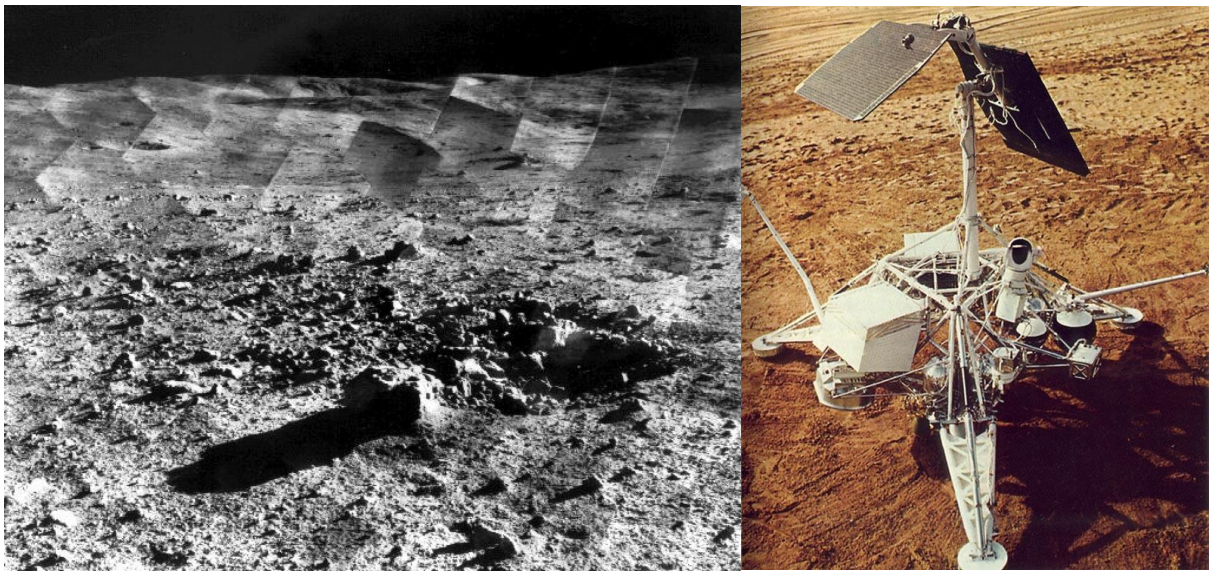


Obr. 26: První obrázek Země z blízkosti měsíčního povrchu (Lunar Orbiter 1, 23. srpna 1966, zdroj: archiv autora

První snímek z povrchu Měsíce po měkkém přistání na jeho povrchu se podařil opět Rusům, a to v 3. února 1966 (Luna 9). Zřejmě nejdůležitějším poznatkem z této mise bylo, že je možno přistát na pevném povrchu; tudíž se nepotvrdila teorie o silné vrstvě jemného prachu, do které by se mohla sonda propadnout. Lze tedy přistát na pevném povrchu.

Surveyor

Američané ale kontrovali úspěšnými sondami typu Surveyor, které měkce přistály na měsíčním povrchu a pracovaly na něm po dlouhou dobu. Surveyor 1 byl vynesen nosičem (raketou) Atlas – Centaur 30. května 1966 a přistál na měsíci 2. června 1966; přistávací modul pracoval přes 7 měsíců.



Obr. 27: Panorama kráteru Tycho, Surveyor 7, 10. ledna 1968, vpravo sonda Surveyor při testech v poušti, zdroj: archiv autora

Projekt Apollo

Tragédie Apolla 1

Vše probíhalo až neuvěřitelně rychle, po úspěšném programu Gemini byly testovány komponenty pro projekt Apollo během roku 1966 u tří startů bezpilotních misí (AS-201, AS-202 a AS-203). Již začátkem r. 1967 NASA naplánovala pilotovaný start nové kosmické lodi Apollo, která byla určena pro přepravu astronautů k Měsíci. Cílem mise bylo vyzkoušet novou kosmickou loď na oběžné dráze okolo Země. Při předstartovní přípravě Apolla 1 dne 27. ledna 1967 vznikl v kabině velitelské sekce požár elektrického vedení. Naneštěstí Američané používali k dýchání v hermetické kabině kosmické lodi pouze čistý kyslík a požár se bleskově rozšířil. Demontáž vstupního otvoru trvala přes 70 vteřin. Astronauté neměli šanci, Virgil Grisomm, Roger Chaffee, Edward White po několika desítkách vteřin v kabině uhořeli. Amerika byla v šoku, po vyšetřování katastrofy došlo ke změnám v konstrukci kosmické lodi i dýchací směsi. Projekt Apollo byl tak opožděn o celý rok a řada kritiků nevěřila, že do konce šedesátých let opravdu Američané na Měsíci přistanou. Nyní velmi záleželo na každém dni a každém zkušebním letu. Nejen úspěšné starty raket byly nutné pro zdar amerického kosmického programu.

Pro úspěch mise Apolla bylo třeba připravit řadu dalších věcí; vyprojektovat a odzkoušet do té doby nejsilnější nosnou raketu, schopnou dopravit astronauty a náklad na dráhu k Měsíci, dále postavit montážní halu na tyto obří rakety a startovací komplex. To vše bylo naplánováno na druhou polovinu šedesátých let.

Obr. 28: VAB – montážní budova pro rakety Saturn V. (NASA Vehicle Assembly Building and Launch Control Center); svého času největší budova na světě objemem (3,6mil m^3), jednopatrová, 160 m vysoká, zdroj: archiv autora

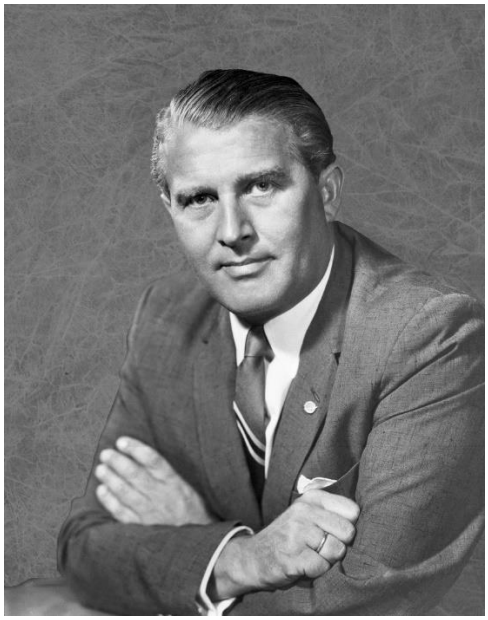
Jednoduché číslování misí Apollo nebylo použito u prvních třech bezpilotních letů, ačkoli se zvažovalo přejmenování misí AS-201, AS-202 a AS-203 na Apollo 1-A, Apollo 2 a Apollo 3[19].

Apollo 4

První oficiální start po tragédii Apolla 1 se uskutečnil 9. listopadu 1967 a poprvé byla vyzkoušena nová obří „měsíční“ nosná raketa Saturn V. Její vývoj nebyl jednoduchý, Američané vsadili na jedinou kartu a vybrali konstrukci německého raketového konstruktéra Wernhera von Brauna. Obří raketa vynesla mimo kosmickou loď i atrapu lunárního modulu, který ještě nebyl připraven. Bezpilotní mise proběhla bez závad, což umožnilo zrychlit tempo příprav měsíční mise.

[19] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Apollo_missions

Obr. 29: Letecký pohled na nový startovací komplex (Kennedy Space Center, Complex 39, rampy 39A a 39B), zdroj: archiv autora



Obr. 30: Wernher von Braun, konstruktér „měsíční“ rakety Saturn V., zdroj: archiv autora

Obr. 31: Apollo 4 na nosné raketě Saturn V., zdroj: archiv autora

Apollo 5

Bezpilotní mise Apolla 5 měla vyzkoušet nový lunární modul a novou nosnou raketu Saturn 1B, která byla určena pro nebohou posádku Apolla 1 a nebyla porušena požárem. Mise započala úspěšným startem 22. ledna 1968 a byla po testech ukončena i přes menší technické problémy jako úspěšná.

Obr. 32: Montáž lunárního modulu, mise Apollo 5, zdroj: archiv autora

Obr. 33: Saturn 1B na rampě 37B, Kennedy Space Center, mys Caneveral, Florida,

zdroj: archiv autora

Apollo 6

Bezpilotní zkušební let kosmické lodi Apollo 6 a modelu lunárního modulu byl pojat jako další test obří nosné „měsíční rakety“ Saturn V a test dalších částí systému – např. přechod soulodí na translunární dráhu a test tepelného štítu velitelského modulu kosmické lodi Apollo při návratu do zemské atmosféry. Raketa nesla 80% předpokládané hmotnosti měsíční mise. Start proběhl 4. dubna 1968 (asi ne zcela náhodně na Den kosmonautiky) a byl úspěšný, z důvodu časové tísně byl další plánovaný bezpilotní let zrušen.

Apollo 7

Po úspěšných bezpilotních misích Apolla 4-6 se NASA rozhodla pro první pilotovaný let kosmické lodi Apollo. Přepracovaná loď Apollo 7 odstartovala 11. října 1968 a let skončil velkým úspěchem[20]. Objevila se další novinka – poprvé bylo provedeno přímé televizní vysílání z paluby kosmické lodi na oběžné dráze okolo Země. Loď obstála a po desetidenním letu úspěšně přistála ve vlnách Pacifiku na předpokládaných souřadnicích.

Obr. 34: Astronauté Walter M. Schirra, Donn F. Eisele a R. Walter Cunningham během přímého televizního vysílání na Zemi, zdroj: archiv autora

[20] https://www.youtube.com/watch?v=wolBYX84Efk

Vzhůru k Měsíci

Apollo 8

Testování většiny prvků bylo ukončeno, pokud chtěli Američané stanout na Měsíci do konce šedesátých let, bylo nutno zahájit přípravu měsíční mise, i když ne vše bylo odzkoušeno a perfektně fungovalo. Další v pořadí byl naplánován let Apolla 8 okolo Měsíce s lidskou posádkou, který měl testovat již skutečné cestování v meziplanetárním prostoru mezi kosmickými tělesy. Jelikož ještě nebyla doladěna výroba lunárního modulu, mise byla změněna na oblet Měsíce v kosmické lodi Apollo. 21. prosince 1968 se vydali jako první lidé k Měsíci Frank F. Borman, James A. Lovell, William A. Anders. Po takřka třídenním letu se na Vánoce r. 1968 stali prvními pozemšťany, kteří se dostali až k Měsíci. Posádka s kosmickou lodí desetkrát obletěla Měsíc na Štědrý večer a živě vysílala četbu prvních deseti veršů z knihy Genesis. Toto vysílání se stalo nejsledovanějším televizním programem do té doby a lze ho nalézt na webu v mnoha podobách. [21]

Obr. 35: Apollo 8 na raketě Saturn V. přejíždí z montážní budovy VAB na rampu 39A;

9. října 1968, zdroj: archiv autora

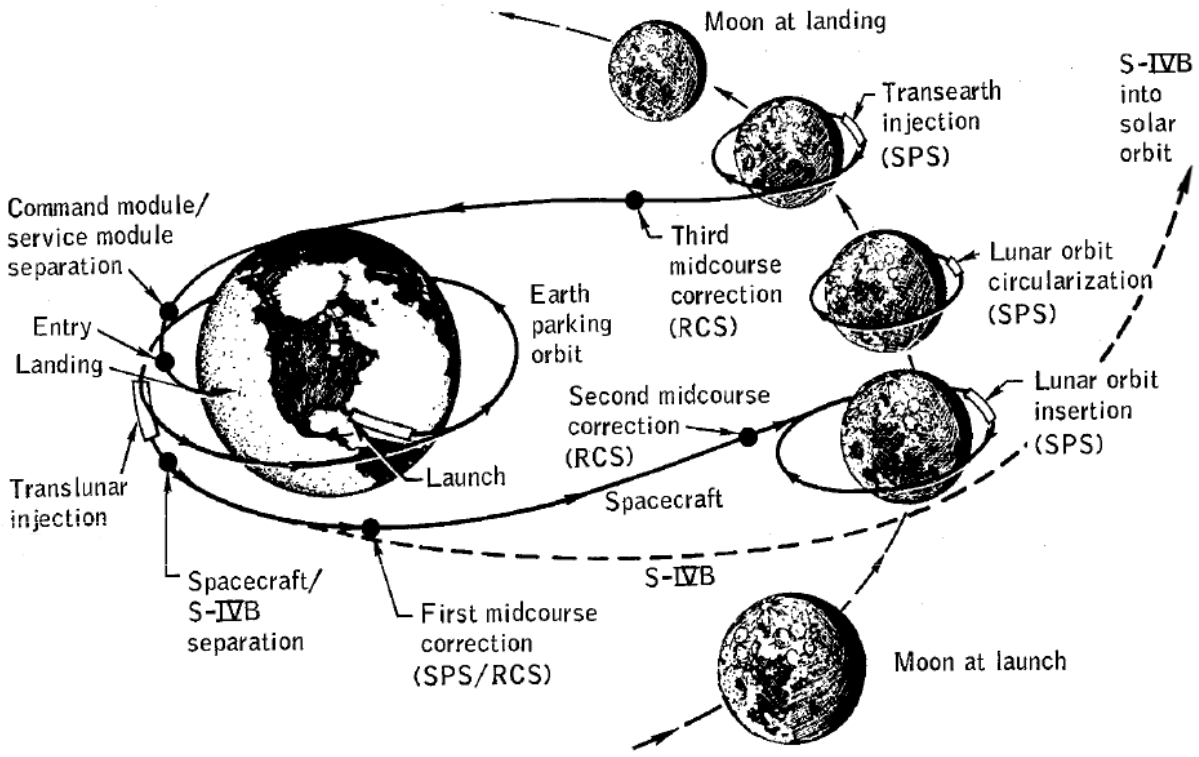
[21] https://en.wikipedia.org/wiki/File:Apollo_8_genesis_reading.ogg

Obr. 36: Jedna z nejznámějších fotografií z letu Apolla 8 – pohled na Zemi od Měsíce, fotografii pořídil astronaut W. A. Anders 24. prosince 1968, zdroj: archiv autora

Mise Apolla 8 byla nadmíru úspěšná a otevřela NASA cestu k přistání na Měsíci. Kosmická loď, nosná raketa a zejména přesná navigace a manévry v kosmu se staly základem pro úspěšné přistání na Měsíci.

Obr. 37: F. Borman na záznamu z 16mm kamery během letu okolo Měsíce, zdroj: archiv autora

Obr. 38: Mise Apollo 8, detailní pohled na část odvrácené strany Měsíce, zdroj: archiv autora

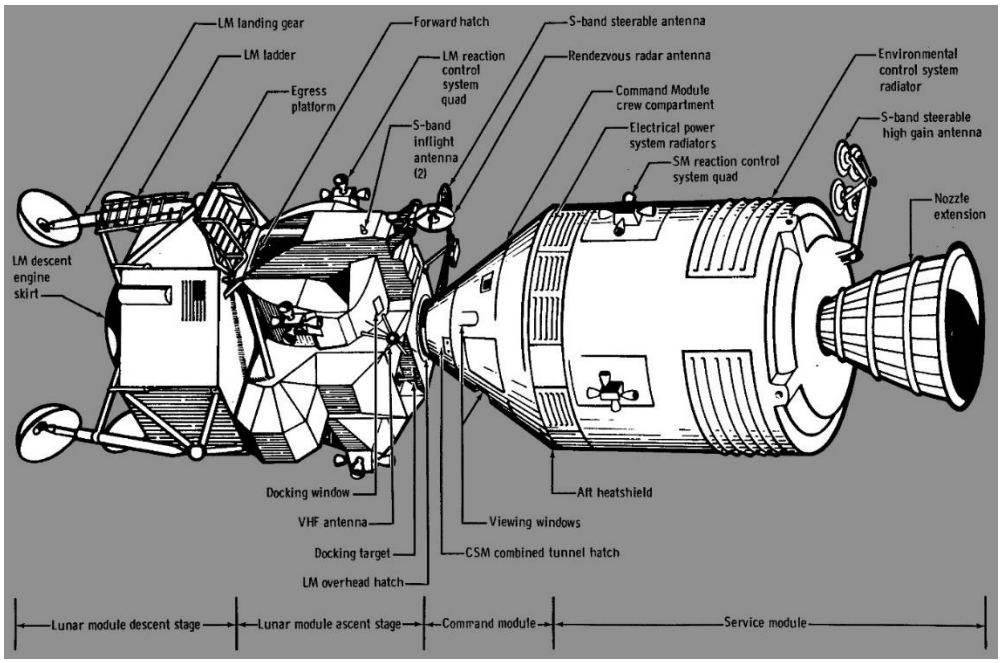


Obr. 39: Schéma letu Apolla 8 (zdroj: https://www.kosmonautix.cz/2016/12/poprve-k-mesici/)

Apollo 9

Nyní bylo nutno naostro vyzkoušet lunární modul a jeho spojení a kosmickou lodí Apollo. Naplánován byl jeden z posledních testů na zemské oběžné dráze; dne 3. března 1969 startovala mise Apollo 9 s posádkou James A. McDivitt, David R. Scott a Russell L. Schweickart. Během letu bylo provedeno vystoupení do volného prostoru se speciálním oblekem a systémem EMU (Extravehicular Mobility Unit) a další testy, nutné pro měsíční misi. Vše proběhlo podle plánu.

Veškeré systémy byly otestovány, mise byla úspěšná, vzhůru k Měsíci!



Obr. 40: Schéma plánovaného letu k Měsíci – konfigurace lunárního modulu a kosmické lodi Apollo, zdroj: archiv autora

Obr. 41: Astronaut R. Schweickart s modulem EMU (Extravehicular Mobility Unit), zdroj: archiv autora

Obr. 42: Apollo 9, astronaut R. Schweickart s modulem EMU, Apollo 9, zdroj: archiv autora

Obr. 43: Astronaut D. Scott ve volném prostoru s výbavou EMU, Apollo 9; fotografováno z připojeného lunárního modulu Spider, zdroj: archiv autora

Obr. 44: Mise Apollo 9 – lunární modul „Spider“, zdroj: archiv autora

Obr. 45: Apollo 9 úspěšně přistává 13. března 1968 do Pacifiku, zdroj: archiv autora

Apollo 10

Poslední zkouškou před plánovaným přistáním na Měsíci byl let Apolla 10. Posádku tvořili Thomas P. Stafford, John W. Young a Eugene A. Cernan [22]; Apollo 10 odstartovalo 18. května 1969. Hlavním úkolem bylo vyzkoušet manévr těsně nad povrchem Měsíce. Let proběhl klidně, po 1,5 oběhu Země soulodí přešlo zážehem raketového motoru na translunární dráhu a po třech dnech letu astronauté dosáhli oběžné dráhy Měsíce ve výšce cca 111 km. Zde T. Stafford s E. Cernanem přestoupili do lunárního modulu, odpojili se od mateřské lodi a sestoupili až přibližně 14 km nad měsíční povrch, kde provedli podrobné snímkování a zkoušku přistávacího radiolokátoru.

Traduje se, že přistávací lunární modul cíleně neměl palivo pro bezpečný návrat tak, aby náhodou astronauté nezkusili bez povolení a mimo plán přistát (nádrže pro vzlet z Měsíce byly naplněny cca jen na 50%, tedy asi 2.600kg oproti potřebným 5.200kg paliva); to se nezakládá na pravdě, přistání by bránily technické důvody – méně paliva bylo pro vyzkoušení přesného stavu při manévrování, palubní počítač nebyl na přistání naprogramován, lunární modul byl těžší, než budoucí „Eagle“ a na palubě byl jen jeden skafandr pro výstup do prostoru. Tedy, vše bylo plánované a připravené, stejně i astronauté, kteří výtečně plnili dané úkoly.

Po experimentech byla odhozena přistávací část lunárního modulu a po úspěšném přestoupení astronautů zpět do mateřské lodi byla zbylá část lunárního modulu odpojena a navedena na heliocentrickou dráhu, kde krouží dodnes[23]. I zpáteční let proběhl bez problémů a astronauté přistáli bezpečně 26. května 1969 do vod Tichého oceánu.

---

[22] Eugene Cernan měl česko – slovenský původ, po otci slovenský, po matce český. Československo a Českou republiku navštívil několikrát. Poprvé v r. 1974, kdy se s ním odmítli setkat představitelé státu, podruhé v r. 1994, dále v r. 2001, kdy byl pozván tehdejším náčelníkem generálního štábu J. Šedivým (kuriózně při letu vrtulníku MI-8 na místo rodiště jeho dědečka se vrtulník zřítil zřejmě z důvodu nedostatku paliva a E. Cernan, i první kosmonaut ČSSR V. Remek, vyvázli bez zranění!), naposledy v r. 2008. E. Cernan byl posledním mužem na Měsíci při letu Apolla 17 v r. 1972. Zemřel v r. 2017 ve věku 82 let.

[23] Podle nedávné zprávy se týmu astronomů podařilo v červnu 2019 ztracený modu nalézt a čeká se na vhodnou konfiguraci modulu „Snoopy“ a Země, aby nález mohl být plně potvrzen.

https://www.novinky.cz/veda-skoly/clanek/ztraceny-modul-z-apolla-10-po-50-letech-asi-nasli-krouzi-kolem-slunce-40281988

Obr. 46: Předletová příprava, tzv. White room; astronauté Apolla 10

T. Stafford a E. Cernan (vpravo), zdroj: archiv autora

Obr. 47: Apollo 10 – velitelský modul, fotografovaný z lunárního modulu „Snoopy“,

zdroj: archiv autora

Obr. 48: Fotografie z letu Apolla 10, kráter Arago, fotoaparát Hasselblad, zdroj: archiv autora

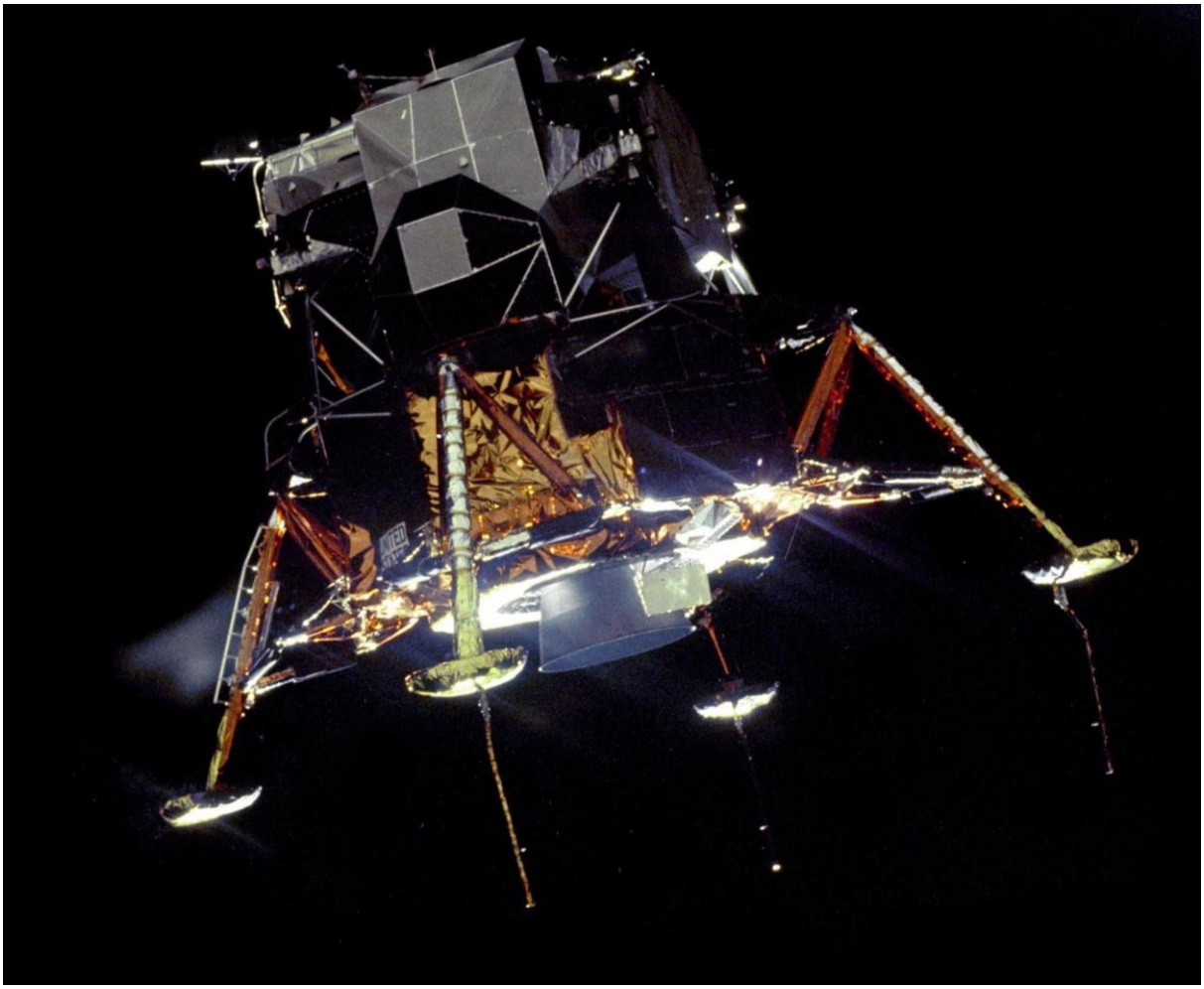
Apollo 11

Nadešel čas, den D, hodina H. Po všech testech, námaze, vypětí a technickém umu stála dne 16. července 1969 raketa Saturn V. na rampě 39A s kosmickou lodí Apollo a lunárním modulem[24]. Astronauté Neil Armstrong, Michael Collins a Edvin Buzz Aldrin byli připraveni k jednomu z největších dobrodružství lidstva – k letu a přistání na Měsíci[25].

[24] Start a let Apolla 11: *https://www.youtube.com/watch?v=G6A72ufn3l4*
[25] NASA speciální web-stránka o Apollu 11: *https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/apollo-11.html*

Mise měla své dnes legendární volací znaky – velitelský modul – Columbia (podle obřího děla Columbiad Julese Verna z románu „Ze Země na Měsíc“ a také s odkazem na původní pojmenování USA, a též s odkazem na Kryštofa Kolumba) a Eagle pro lunární modul (podle loga mise, přistávajícího orla, amerického národního symbolu).

Let probíhal klidně, 20. července se na oběžné dráze okolo Měsíce do lunárního modulu Eagle přemístili N. Armstrong a E. Buzz Aldrin, odpoutali se od mateřské lodi a pomalu klesali k měsíčnímu povrchu[26]. Po odpoutání Eaglu opět zazněla věta, která vstoupila do historie (N. Armstrong): "*The Eagle has wings!*" (*Orel má křídla!).*

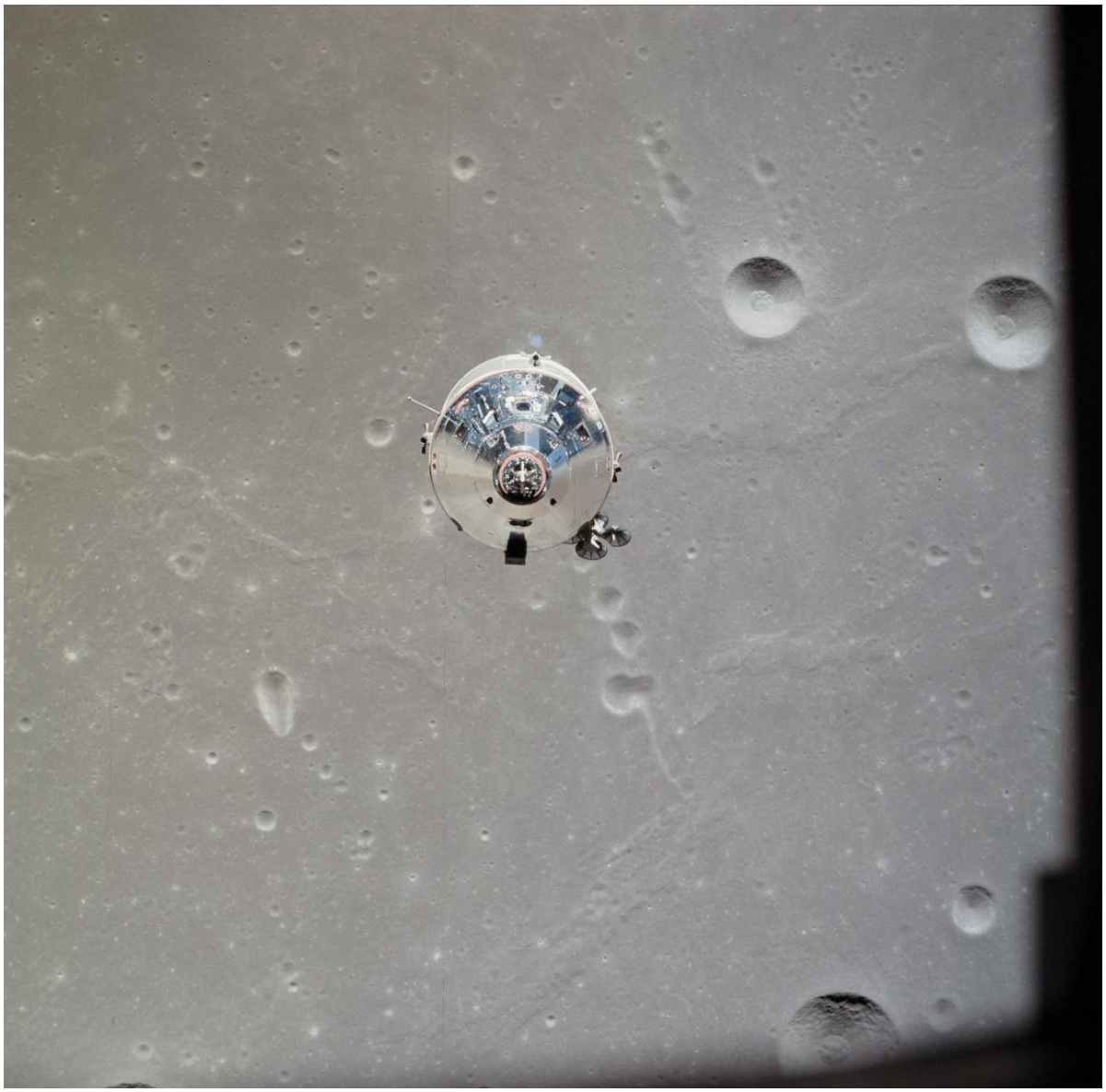


Obr. 49: Lunární modul „Eagle“ po odpojení od mateřské lodi „Columbia“,

fotografovaný M. Collinsem, zdroj: archiv autora

[26] Na internetu lze nalézt řadu informací o letu Apolla11, např.:
http://abyss.uoregon.edu/~js/space/lectures/lec15.html

https://special.novinky.cz/pristani-na-mesici-50/



Obr. 50: Loď „Columbia“, fotografovaná z lunárního modulu „Eagle“. Vpravo dole část kráteru Taruntius H, Moře Plodnosti / Hojnosti (Mare Fecunditatis); zdroj: archiv autora

Samotné přistání se zdramatizovalo, zřejmě kvůli předem připravenému manévru ke kontrole přistávacího modulu po jeho odpoutání bylo plánované místo přistání minuto, ve výšce cca 1800 m nad povrchem zahlásil palubní počítač (LM guidance computer – LGC) závažné chyby, způsobené (jak se později ukázalo) přetížením počítače. Poslední fáze přistání tak proběhla ručním řízením lunárního modulu, astronauté vizuálně vybírali vhodné místo pro přistání křehkého modulu ve změti kamení a kráterů. Málokdo si dovede představit nejistotu situace a chladnokrevnost astronautů.

Nakonec Eagle šťastně přistál v neděli 20. července 1969 v 20:17:40 UTC s minimálním zbytkem paliva (cca 100 kg na 25 vteřin letu![27]) na základně v Moři Klidu (Mare Tranquillitatis – Tranquility Base).

Opět slavná věta (N. Armstrong):

"*Houston, Tranquility Base here. The Eagle has landed.*"

(Houstone, zde základna Tranquility. Orel přistál.)

Armstrongova neobjasněná změna volacího znaku z „Eagle“ na „Tranquility Base“ zdůraznila posluchačům, že přistání bylo kompletní a úspěšné[28].

První strohou větu z povrchu Měsíce ale ve skutečnosti pronesl pilot lunárního modulu E. Aldrin (*"light contact",* tedy kontrolka kontaktu přistávací podpěry s povrchem svítí).

Obr. 51: LM guidance computer; miniaturizace počítače pro lunární modul odstartovala epochu osobních počítačů, zdroj: archiv autora

[27] Pozdější kontrola zjistila, že řada ukazatelů nefungovala správně a odhad zbytku paliva měl být na cca 50 vteřin.

[28] Videozáznam z přistání včetně komunikace s řídícím střediskem lze nalézt na: *https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3AAP11_FINAL_APPROACH.ogv*

Charles Duke odpověděl z řídícího střediska, kde by se napětí dalo krájet, těžce přeložitelnou větou:

"Roger, Twan– Tranquility, we copy you on the ground. You got a bunch of guys about to turn blue. We're breathing again. Thanks a lot."

...máme vás na povrchu. Je tu spousta kluků, kteří se zbarvili do modra. Znovu dýcháme. Díky moc.

Obr. 52: Astronaut Charles Duke, CAPCOM (capsule communicator) – komunikace s přistávacím modulem Eagle, Johnson Space Center, Houston, Texas; zdroj: archiv autora

Existují věty, které vyjadřují ono extrémní napětí i po padesáti letech[29].

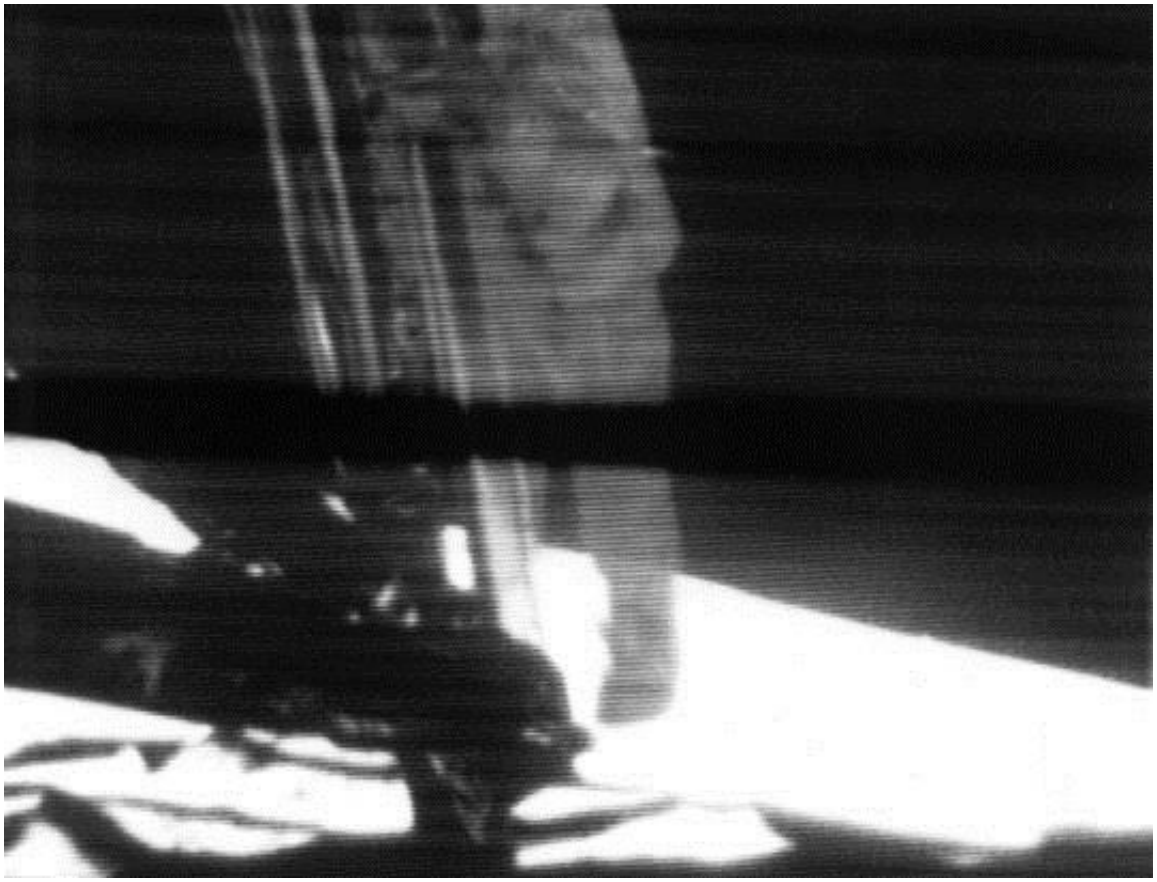
Podle plánu měli astronauté jít spát před výstupem na povrch, ale nakonec bylo rozumně rozhodnuto, že by asi astronauté jen tak neusnuli. Oblékání skafandrů ale trvalo déle, než se plánovalo, přeci jen stísněné prostory a šestinová gravitace na Měsíci hrály svou roli. V 2:51 UTC dne 21. července byl otevřen poklop a N. Armstrong sestoupil na měsíční povrch.

[29] Překlad komunikace s řídícím centrem lze nalézt např. na: https://mek.kosmo.cz/pil_lety/usa/apollo/ap-11/lk6.htm

Asi jeden z nejznámějších citátů 20. století vyřkl při výstupu z lunárního modulu na měsíční povrch N. Armstrong, první člověk na Měsíci:

"That's one small step for a man, one giant leap for mankind"[30], [31]

(*Je to malý krok pro člověka, ale obrovský skok pro lidstvo*)



Obr. 53: Záznam sestup N. Armstronga na měsíční povrch z televizní kamery, zdroj: archiv autora

Po sestupu odkryl plaketu na přistávacím modulu, která nese text:

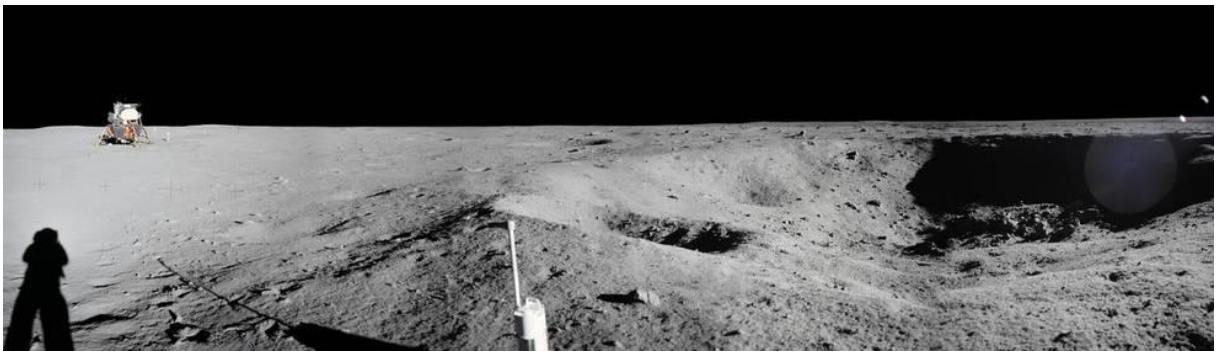
Here men from the planet Earth first set foot upon the Moon July 1969, A.D. We came in peace for all mankind.

(Zde se lidé z planety Země poprvé dotkli nohama Měsíce. Červenec L. P. 1969. Přišli jsme v míru jménem celého lidstva.)

---

[30] Originální záznam https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Frase_de_Neil_Armstrong.ogg

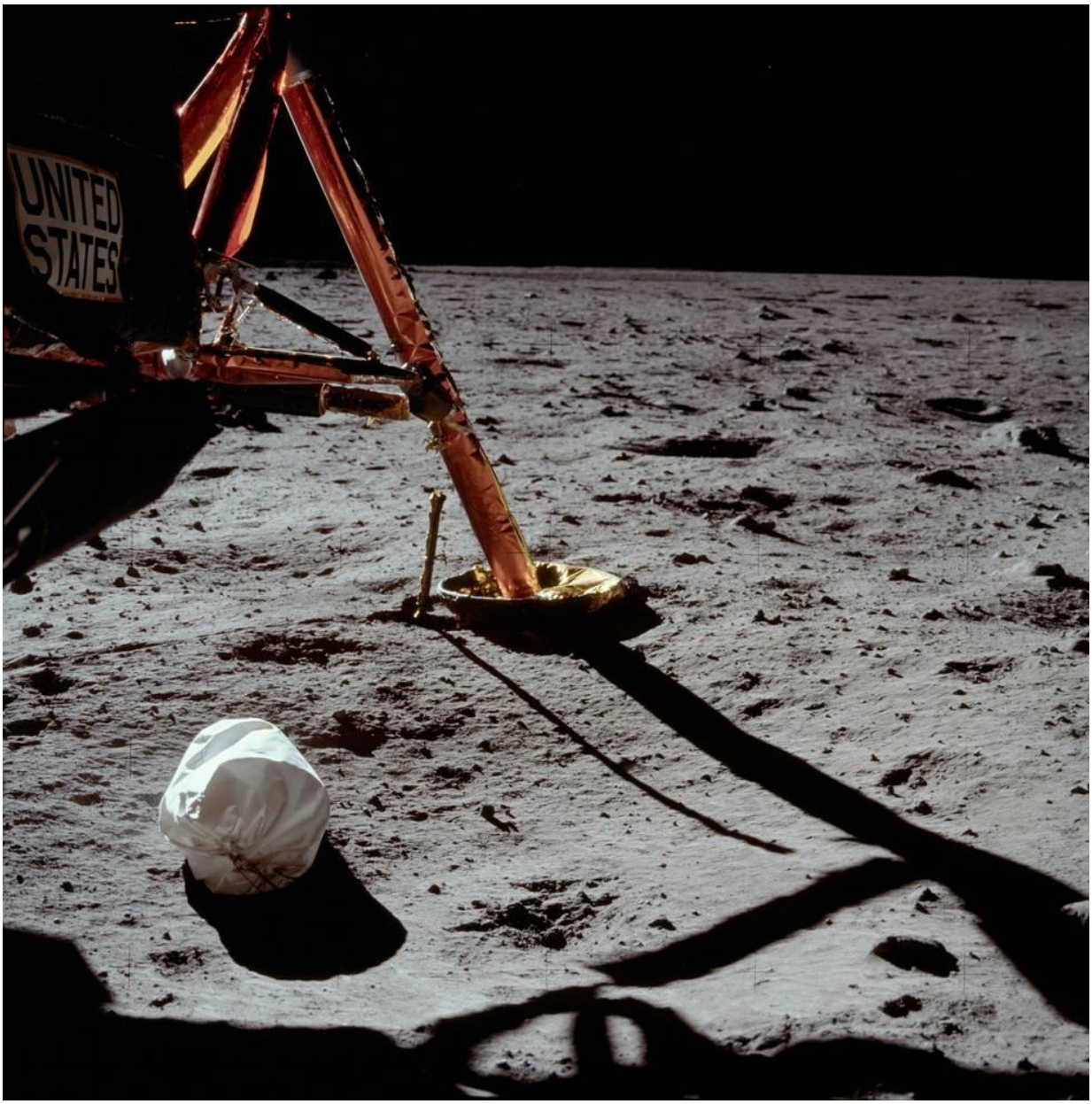
[31] Řada odborníků se dodnes pře, jestli N. Armstrong ve větě řekl „a man" nebo jen „man"; v druhém případě by udělal gramatickou chybu nebo by bylo možno i celou větu vyložit jinak. Jisté je, že stres, únava, nervozita a špatná kvalita přenosu mohla hrát roli a mohl se jen přeřeknout. To nic nemění na významu pro miliony lidí na Zemi.



Obr. 54: Panoramatická mozaika snímků, pořízených N. Armstrongem v okolí místa přistání Apolla 11; vpravo západní malý kráter; zdroj: archiv autora

Obr. 55: Snímek, pořízený E. Aldrinem z okna lunárního modulu; N. Armstrong sbírá ihned po výstup záložní vzorky hornin pro případ nuceného přerušení mise, zdroj: archiv autora

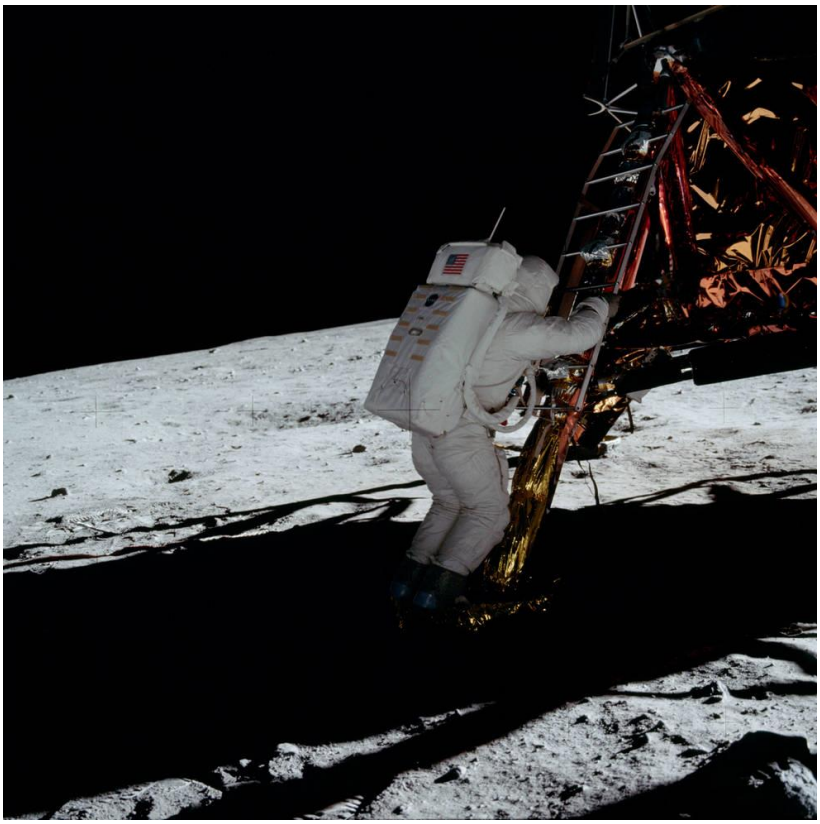
O



Obr. 56: Snímek N. Armstronga po sestupu z lunárního modulu, na obrázku je odhozený vak s materiálem, zdroj: archiv autora

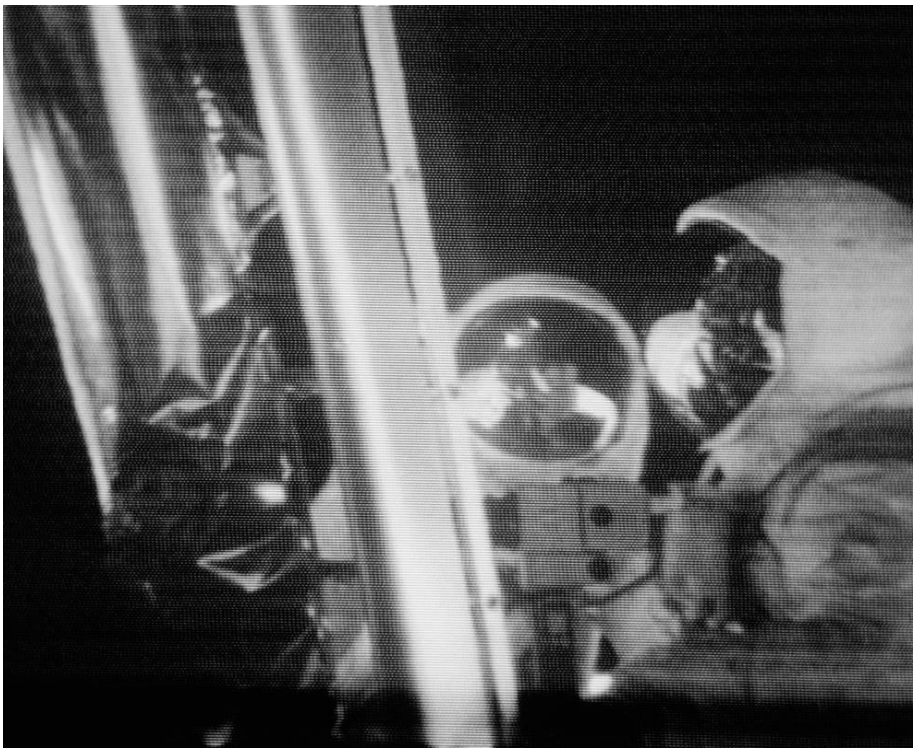
Obr. 57: Známá sekvence snímků, pořízená N. Armstrongem; výstup E. Aldrina z lunárního modulu Eagle. Snímek č. 1, zdroj: archiv autora

Obr. 58: Snímek č. 2, zdroj: archiv autora

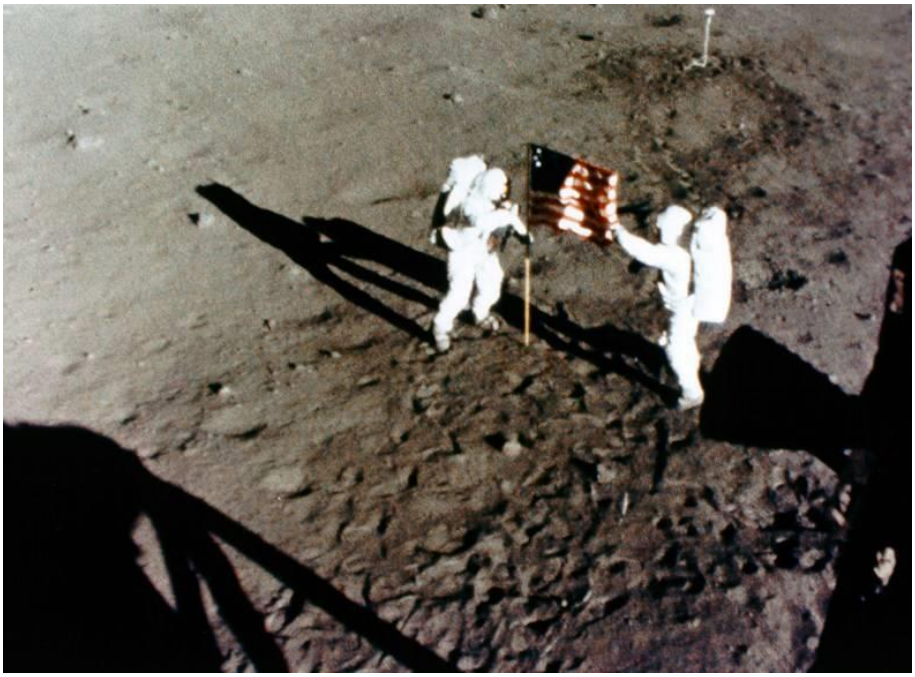


Obr. 59*:* Snímek č. 3, zdroj: archiv autora

Obr. 60: Plaketa na přistávacím modulu Apolla 11, zdroj: archiv autora



Obr. 61: Aldrin (vlevo) a Armstrong čtou plaketu, umístěnou na přistávací podpoře modulu Eagle, zdroj: archiv autora

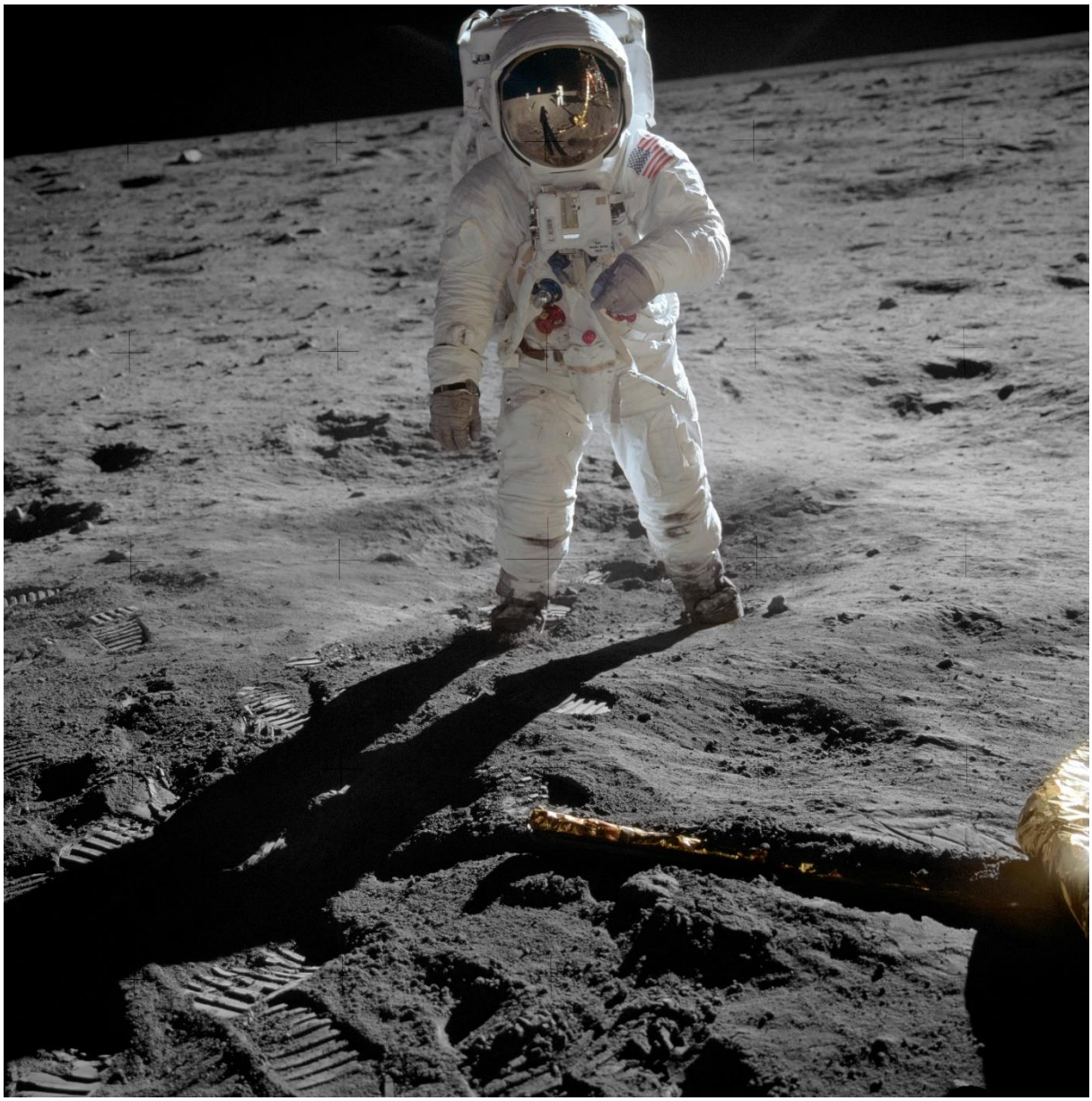


Obr. 62: Snímek z kamery v okně lunárního modulu (16 mm barevný film) Eagle; vlevo N. Armstrong a vpravo E. Aldrin vztyčují americkou vlajku, zdroj: archiv autora

Astronauté při výstupu vztyčili vlajku USA, přijali telefonát a gratulaci presidenta R. Nixona. Celkem strávili na měsíčním povrchu přes 2,5 hodiny, umístili v okolí řadu vědeckých přístrojů (pasivní seismograf, koutový odražeč, experiment na zachytávání částic slunečního větru, fotografovali a filmovali okolí) a sesbírali přibližně 21,5 kg měsíčních hornin.

Přestože přímý přenos na Zemi nebyl příliš kvalitní a rozostřený, přistání sledovalo na celém světě odhadem 600 milionů lidí, vysílala ho tehdy i Československá televize.

Obr. 63: N. Armstrong fotografoval po celou dobu výstupu z lunárního modulu. Zde snímek E. Aldrina u americké vlajky těsně po výstupu z modulu, zdroj: archiv autora

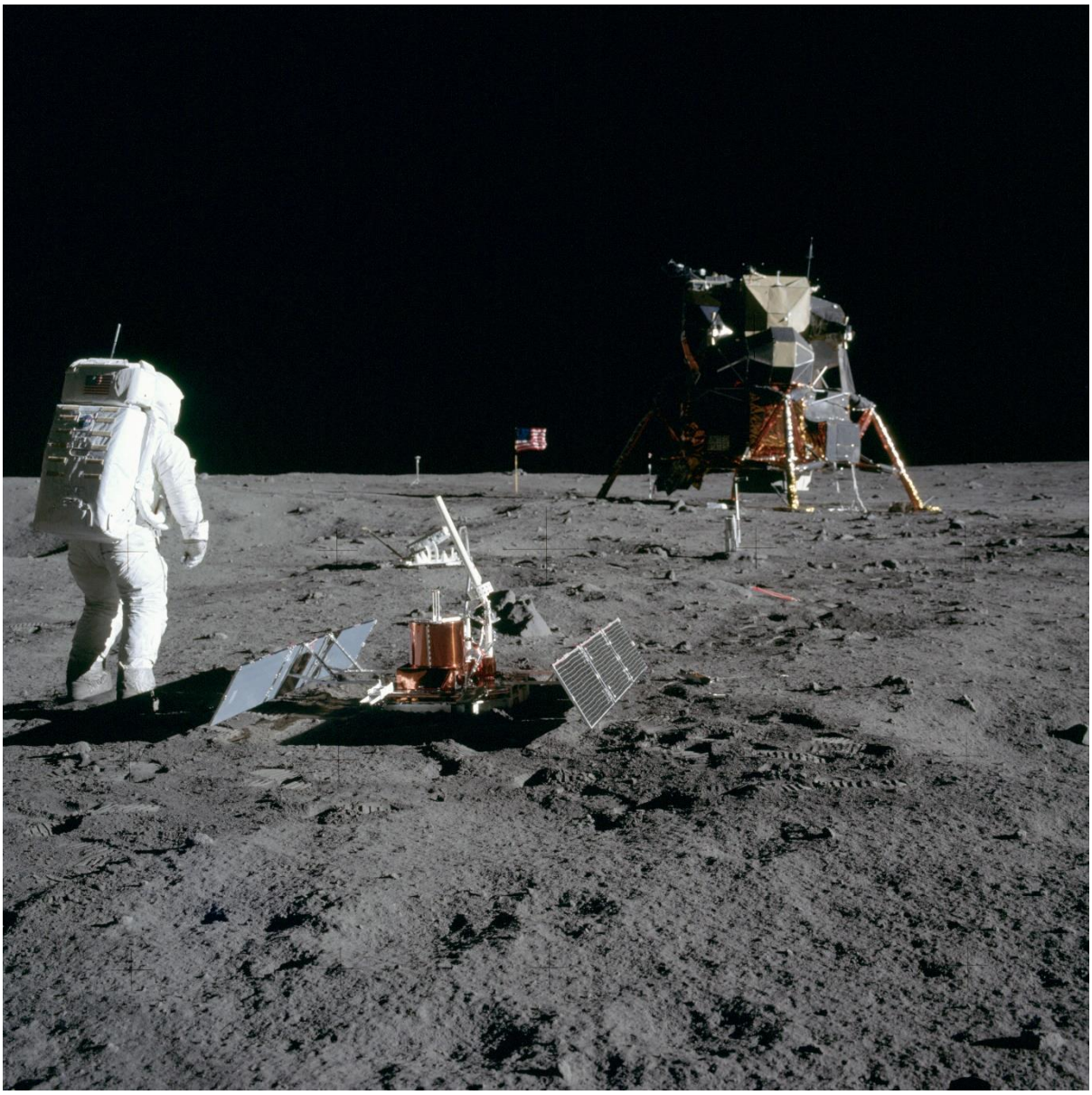


Obr. 64: Jedna z nejslavnějších fotografií všech dob: astronaut E. Buzz[32] Aldrin, pilot lunárního modulu, fotografovaný na měsíčním povrchu N. Armstrongem, velitelem mise (70 mm „měsíční“ kamera), zdroj: archiv autora

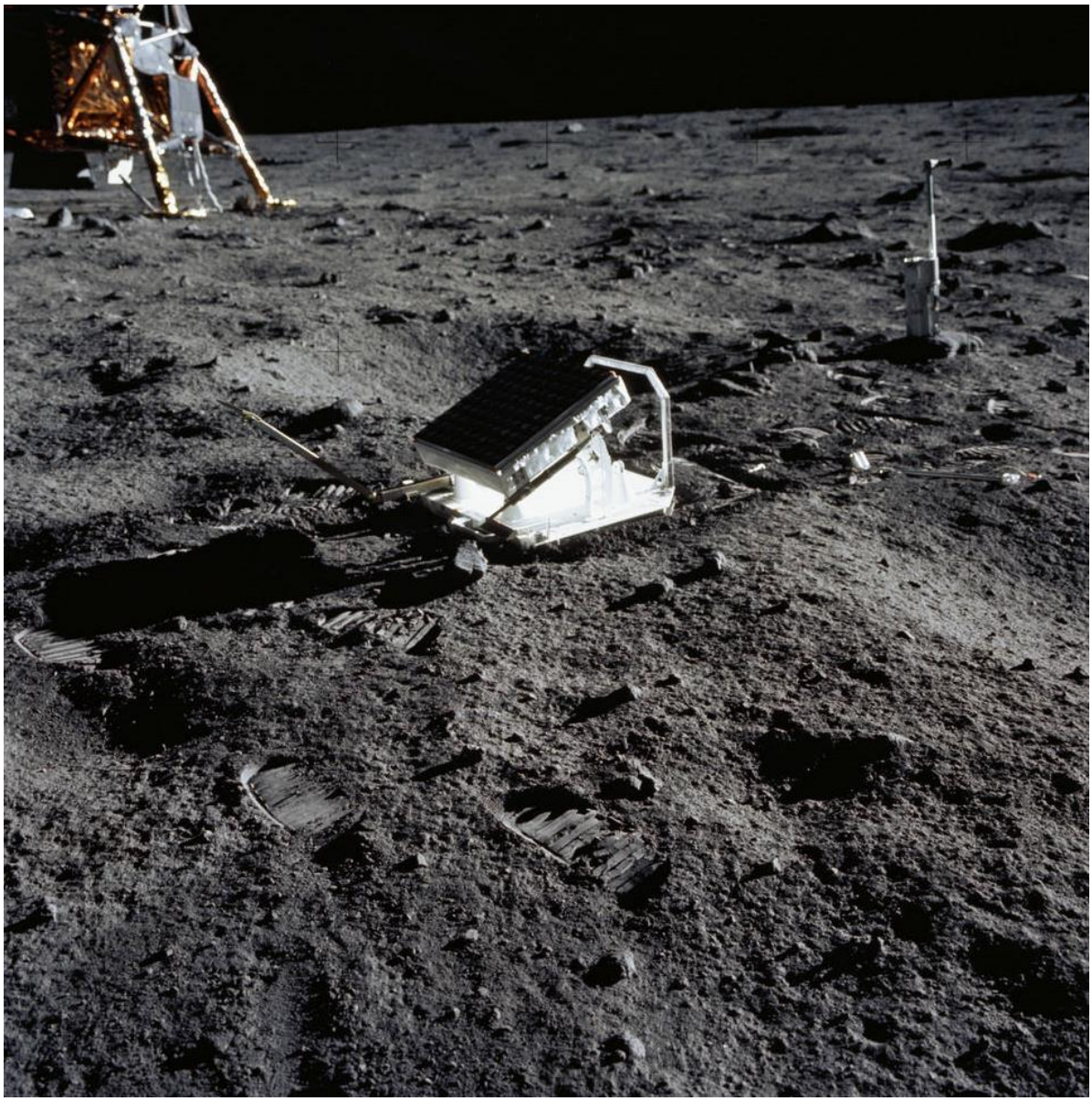
[32] V rodině Edwinovi odmalička říkali Buzz – od buzzer, dětské zkomoleniny anglického slova „brother“ (bratr) – a Aldrin se tak dokonce v roce 1988 nechal oficiálně přejmenovat (*https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/3033011-buzz-aldrin-druhy-muz-na-mesici-slavi-90-let-veri-ze-lidstvo-bude-letat-ke-hvezdam*). E. Buzz Aldrin se dožil 20.1. 2020 neuvěřitelných 90ti let.

Obr. 65: Stopa E. Buzze Aldrina v měsíčním regolitu se stala symbolem,

zdroj: archiv autora

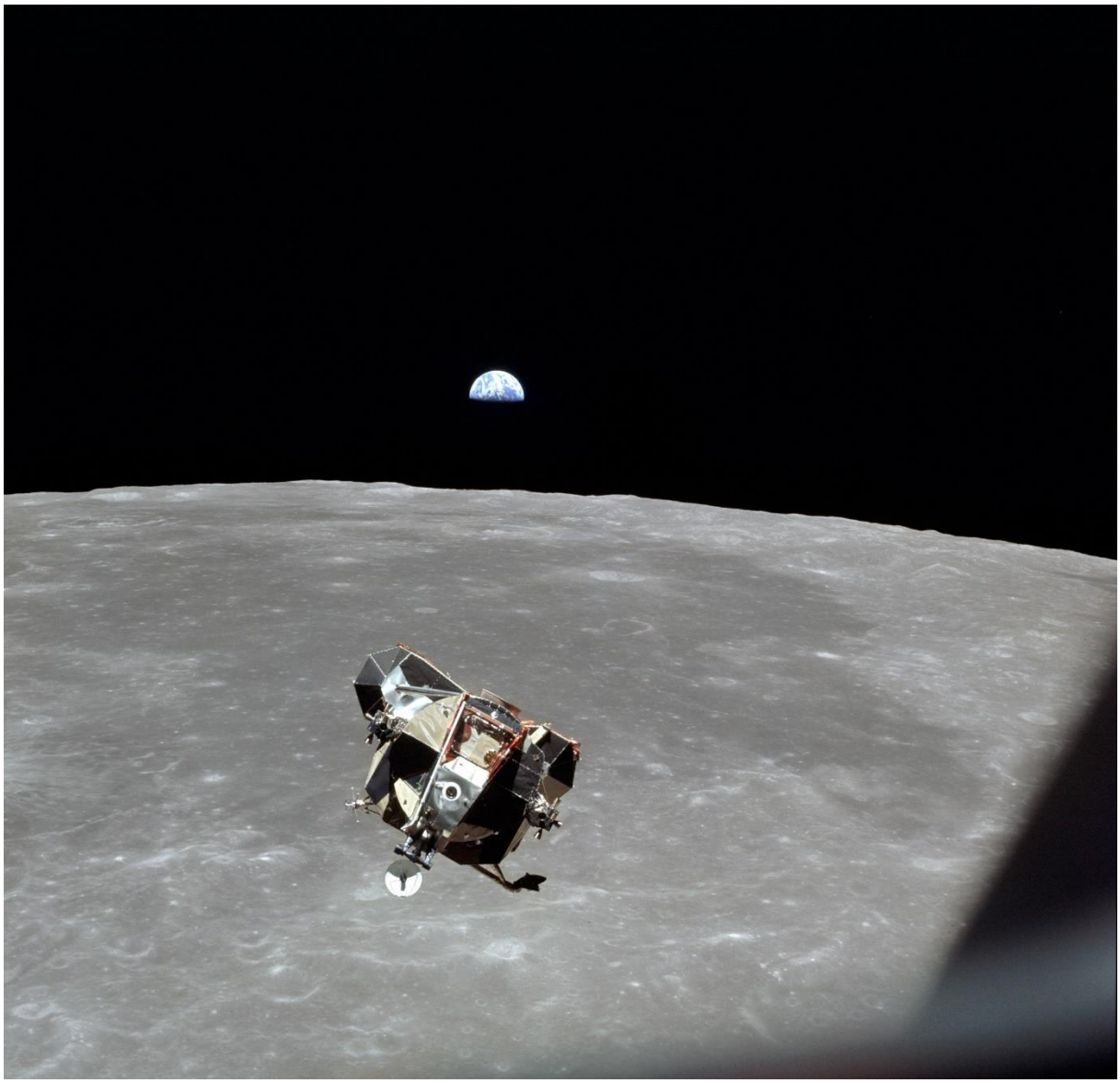


Obr. 66: E. Buzz Aldrin při instalaci seismometru na Měsíci, základna Tranquility, Apollo 11, zdroj: archiv autora



Obr. 67: Instalace koutového odražeče pro přesné měření vzdálenosti Země – Měsíc. Díky němu lze stále velmi přesně měřit vzdálenost ze Země na Měsíc pomocí výkonného laseru, zdroj: archiv autora

Mise Apolla 11 byla plánována jako krátká, astronauté zanechali na Měsíci přístroje a nepotřebné věci (např. televizní kameru), a odstartovali zpět s návratovou částí lunárního modulu na oběžnou dráhu Měsíce, kde se úspěšně spojili s lodí „Columbia“, řízené M. Collinsem, a opustili modul „Eagle“, který patrně dopadl na měsíční povrch na dosud neznámém místě.



Obr. 68: Návratová část lunárního modulu „Eaglu“ při přibližování k mateřské lodi „Columbia“, zdroj: archiv autora

Po zážehu motorů kosmické lodě Apollo 11 se astronauté dostali na zpětnou dráhu k Zemi, přesunuli se do velitelského modulu (servisní modul byl deaktivován a shořel v zemské atmosféře), s kterým na padácích dne 24. července úspěšně přistáli do vod Tichého oceánu blízko letadlové lodi USS Hornet. Po přistání velitelského modulu zůstal modul otočen několik minut, než se nafoukly plováky a modul se vzpřímil. Z vrtulníků vyskákali potápěči, kteří stabilizovali modul, otevřeli poklop a přinesli astronautům oděvy na převlečení z obavy z možné kontaminace z Měsíce. Po převozu na mateřskou letadlovou loď byli umístěni do speciálního karanténního modulu, kde strávili poměrně dlouhou dobu, až do 11. srpna. Dále je čekalo slavnostní turné po USA a dalších pětadvaceti státech světa.

Obr. 69: Ohořelý návratový velitelský modul Apolla 11 po úspěšném přistání v Tichém oceáně poblíž ostrova Wake, zdroj: archiv autora

NASA opakovaně zdůrazňovala, že hlavním cílem mise Apolla 11 bylo řešení a odzkoušení technických otázek, nikoliv čistý výzkum Měsíce. Přesto měla mise samozřejmě také vědecký přínos ve formě měsíčních hornin a instalaci vědeckých přístrojů[33].

[33] Přistání Apolla11
https://www.youtube.com/watch?v=xc1SzgGhMKc
https://www.youtube.com/watch?v=G6A72ufn3l4

Obr. 70: Posádka Apolla 11, zleva Neil Armstrong, Michael Collins a Edwin Buzz Aldrin,

zdroj: archiv autora

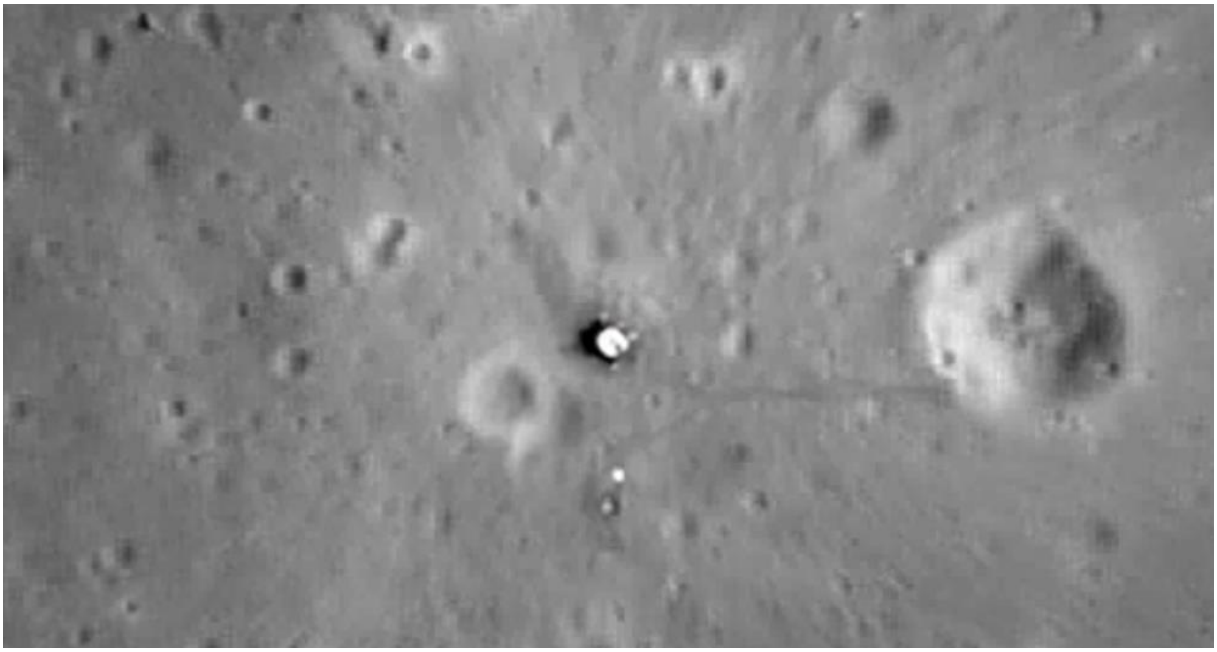
Sovětský svaz se pokoušel na poslední chvíli v závodě o Měsíc získat nějaký triumf, ale vývoj obřího nosiče, srovnatelného se Saturnem V., se zpozdil a zaobíral se technickými problémy.

Zoufalá snaha o zajištění nějakého významného výsledku, využitelného v propagandě, vedla k urychlení příprav a technickým závadám. To se stalo při startu sondy dne 19. února 1969, kdy nosná raketa vybuchla; jak se o mnoho let později ukázalo, nesla první verzi Lunochodu, dálkově řízeného robotického průzkumníka. Sovětský svaz tuto nezdařenou mise úspěšně tajil, jako řadu jiných pokusů.

Další akcí těsně před přistáním Apolla 11 na Měsíci byla sovětská automatická sonda Luna 15. Ta statovala 13. července 1969 a měla zpět na Zemi přivézt vzorky hornin před Američany. Při sestupu na měsíční povrch došlo ale k závadě a sonda se odmlčela. Po americkém triumfu se SSSR začal věnovat ve vesmírném výzkumu nejen z propagandistických důvodů jiným cílům. Závod o Měsíc byl ukončen vítězstvím USA a zájem o něj zanedlouho opadl na dlouhou dobu.

Technika a rozlišovací schopnost kosmických obrazových záznamů se od šedesátých let nesmírně zlepšila. To dokazují moderní záběry povrchu Měsíce.

45 let po přistání Apolla 11 v Moři Klidu byla oblast snímána americkou sondou Lunar Reconnaissance Orbiter a na snímcích bylo místo přistání včetně detailů nalezeno. Tedy snad konec různých konspiračních teorií, že přistání Apolla na Měsíci bylo natočeno v Hollywoodu.



Obr. 71: Výřez snímku ze sondy Lunar Reconnaissance Orbiter s nalezením místa přistání Apolla 11. Uprostřed je vidět spodní přistávací část lunárního modulu Eagle a dále stopy astronautů k oběma instalovaným přístrojům a kráteru vpravo, zdroj: archiv autora

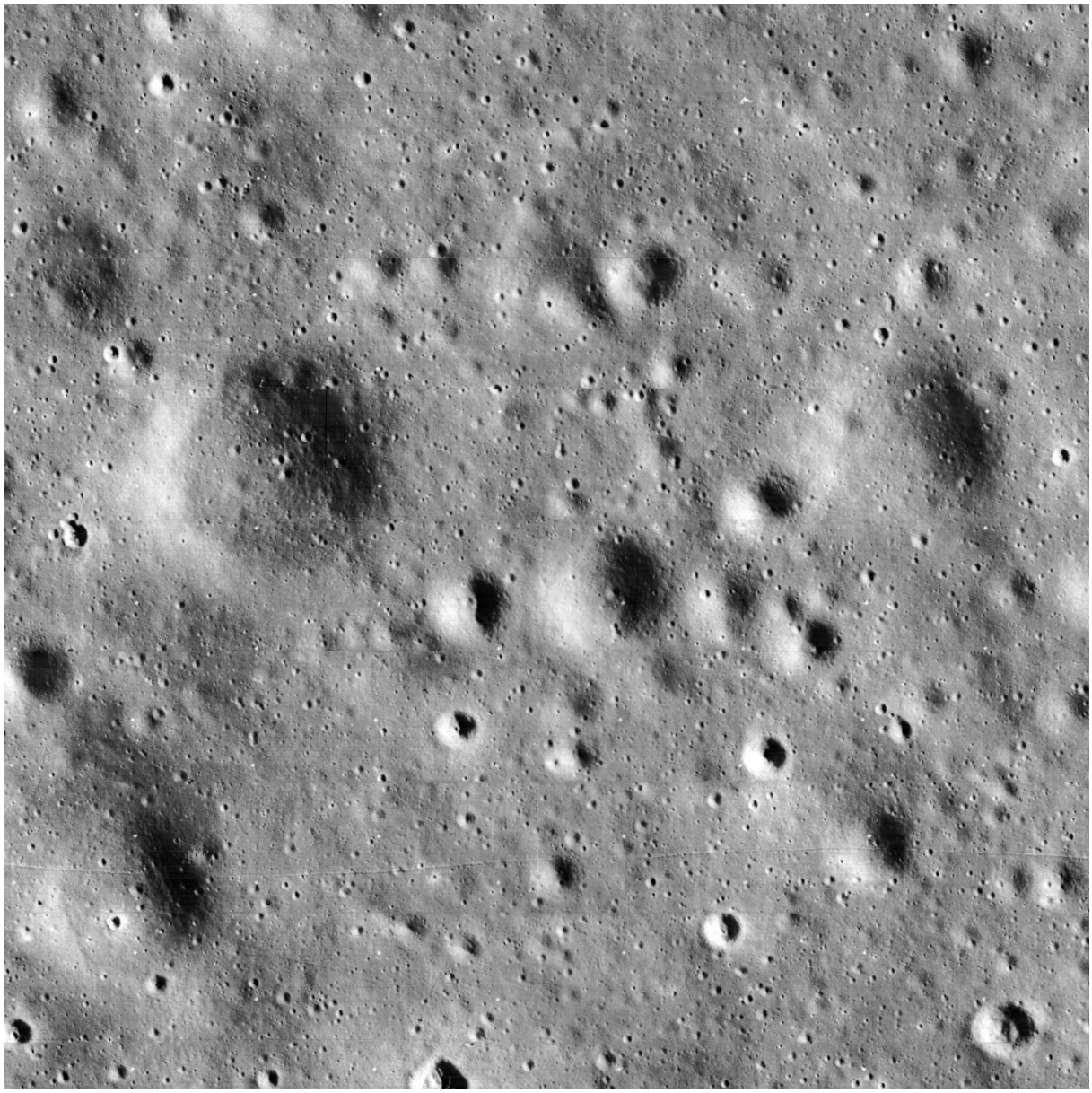
Více na: *https://en.wikipedia.org/wiki/File:A_New_Look_at_the_Apollo_11_Landing_Site.ogv*

Po neuvěřitelném úspěchu Apolla 11 byly plánovány další navazující mise programu Apollo.

Apollo 12

Mise Apolla 12 statovala k Měsíci 4. listopadu 1969. Posádku tvořili Ch. Conrad, R. Gordon a A. Bean. Cílem byla oblast jihovýchodně v Oceánu Bouří. Let i přistání měly stejný scénář, jako u Apolla 11. Volací znaky byly pro kosmickou loď Apollo 12 „Yankee Clipper“ a pro lunární modul „Interpid“. Lunární modul přistál velmi přesně v dochozí vzdálenosti od americké sondy Surveyor 3, která zde přistála v r. 1967.

Posádka lunárního modulu Ch. Conrad a A. Bean strávili na povrchu Měsíce 1,5 dne, dvakrát vystoupili na povrch (extravehicular activity EVA-1 a EVA-2), kde strávili skoro 8 hodin[34]. Poprvé byla při letu Apolla využita barevná televizní kamera, kterou ale nešťastně A. Bean zničil natočením do Slunce; i to se stává. Mise skončila úspěšně přistáním do vod Tichého oceánu 24. listopadu 1969. Při výstupu z velitelského modulu utrpěl A. Bean lehké zranění nepřipoutanou kamerou, což spravily čtyři stehy nad obočím ihned na letadlové lodi Hornet.



Obr. 72: Snímek s vysokým rozlišením ze sondy Lunar Orbiter 3, r. 1967; plánované místo přistání Apolla 12, cca 1,8x1,8 km. Kvalita snímků se prudce zvýšila v porovnání s prvními snímky Měsíce počátkem šedesátých let (srovnej s obr. 24 ze sondy Ranger či Lunar Orbiter 1, obr. 26), zdroj: archiv autora

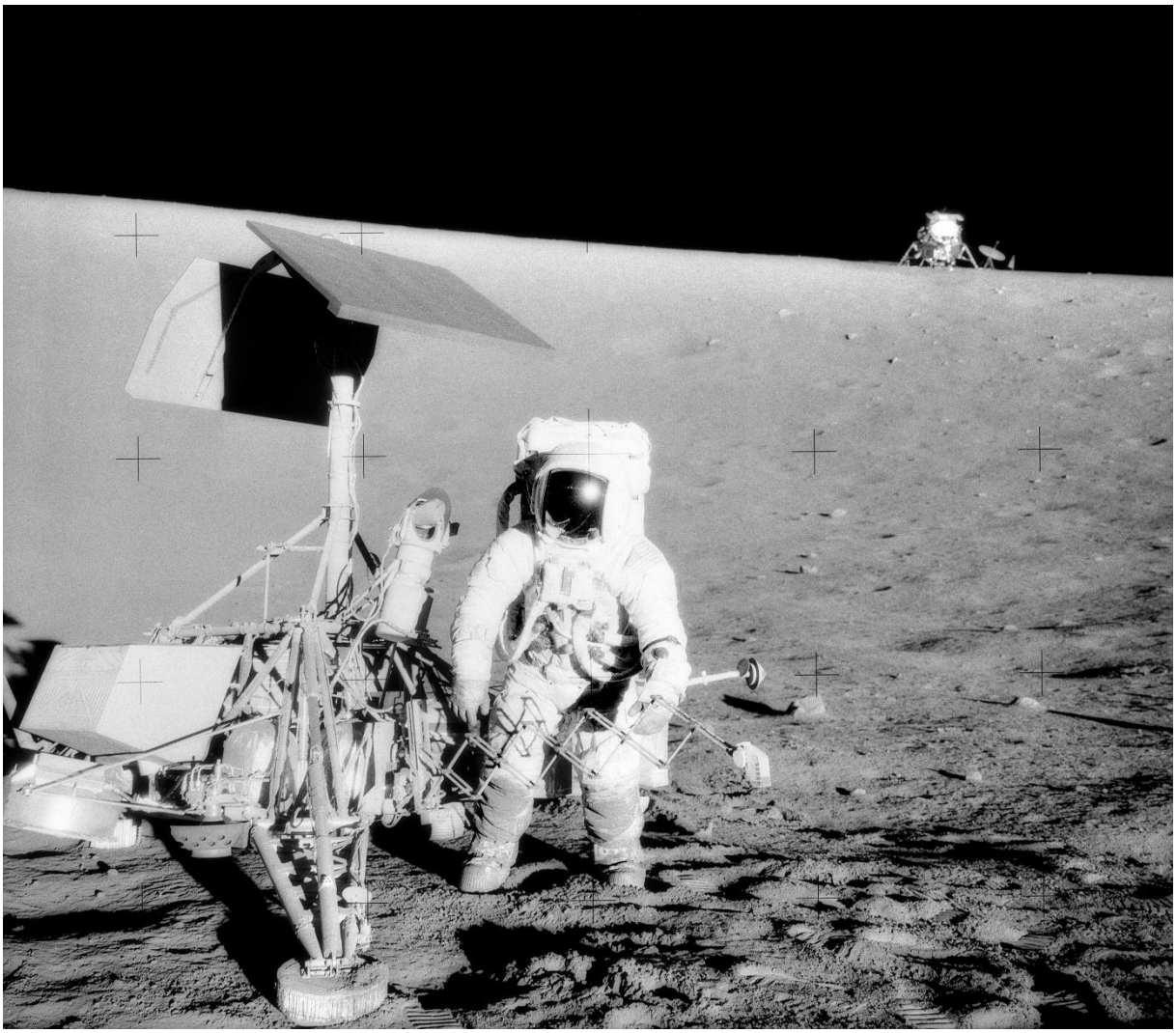
[34] Velmi dobrý sestřih z letu Apolla 12 je k dispozici na webu, viz *https://www.youtube.com/watch?v=FBhIDjWaByg*

Obr. 73: Lunární modul Intrepid nad Měsícem; malý kráter vlevo je Ammonius, velký vpravo Herschel. Fotografii pořídil R. Gordon z lodi Yankee Clipper,

zdroj: archiv autora

Obr. 74: Ch. Conrad při výstupu z lunárního modulu,

zdroj: archiv autora

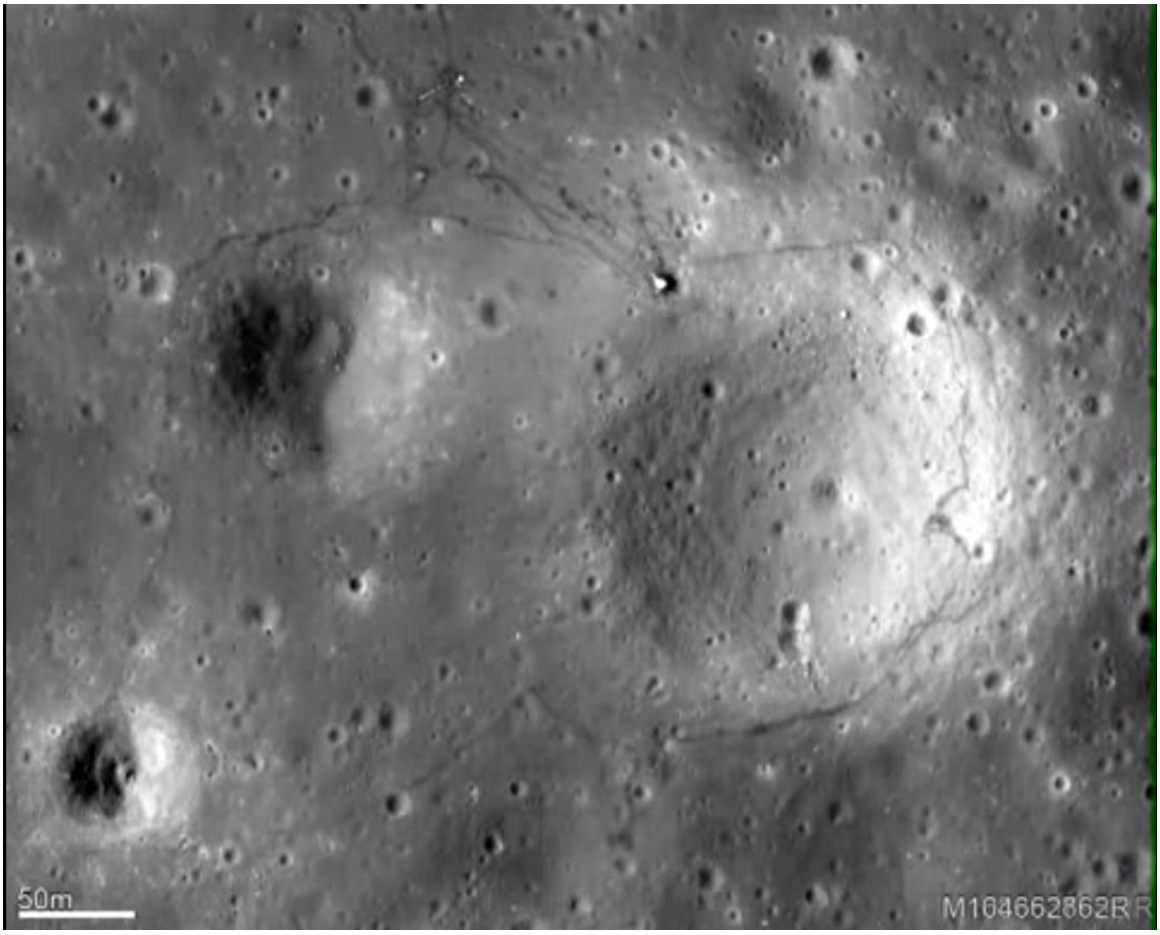


Obr. 75: Fotografie Ch. Conrada u sondy Surveyor 3, která přistála na Měsíci 15. dubna 1967. Snímek pořídil A. Bean, pilot lunárního modulu „Interpid“ (v pozadí) během druhého výstupu (extravehicular activity, EVA-2), zdroj: archiv autora

Přesnost místa přistání Apolla 12 bez současných možností byla neuvěřitelná, astronauté ze sondy odmontovali kameru a další součástky pro výzkum působení mezihvězdného prostoru.

Záhadou stále zůstává pozdější nález živých bakterií jednoho druhu streptokoka na součástkách z odmontované kamery; pravděpodobně byla bakteriemi kontaminována kamera již před startem sondy Surveyor, ale to, že bakterie vydržely dva roky na Měsíci, je neuvěřitelné.

Obr. 76: Posádka Apolla 12: zleva Ch. Conrad, R. Gordon a A. Bean, zdroj: archiv autora



Obr. 77: Místo přistání a stopy astronautů z mise Apolla 12 na snímku ze sondy Lunar Reconnaissance Orbiter, zdroj: archiv autora

Apollo 13 – vítězství týmu a improvizace

Nadšení z měsíčních misí sice trvalo, ale sledovanost byla nižší. Na řadu přišla mise Apolla 13; nešťastná třináctka – dokonce byl návrh třináctku pro lety nepoužít. Start byl proveden 11. dubna 1970. Posádku tvořili J. Lovell, J. Swigert a F. Haise. Volací znaky pro kosmickou loď Apollo byly zvoleny „Odyssey“ a „Aquarius“ pro lunární modul. Cílem mise byl výzkum oblasti Fra Mauro včetně sběru hornin a detailního průzkumu přístroji.

Zpočátku vše vypadalo dobře – a pak přišel nečekaný problém. Po dvou dnech letu explodoval palivový článek na servisním modulu. Astronauty ani loď sice výbuch přímo nepoškodil, soulodí ale ztratilo mnoho důležitého kyslíku pro dýchání i výrobu elektrického proudu a bylo špatně ovladatelné. Přistání na Měsíci bylo vyloučeno, nyní šlo o holé přežití[35]. Z expedice se stal boj o záchranu života tří astronautů; jejich osudy sledovaly desítky milionů diváků, zájem o program Apollo opět prudce stoupl. V Houstonu se sešel krizový štáb a spolu se záložní posádkou procházel všechny možnosti návratu.

Opět zazněly věty, které vstoupily do historie:

Haise, Swigert a Lovell oznámili závadu 14. dubna 1970 ve 2:59 UTC.

Haise: "Okay, Houston- "

Swigert: "I belive, we've had a problem here".

Houston (Lousma): "This is Houston. Say again please."

Lovell: "Houston, we've had a problem. We've had Main B Bus undervolt."

(Ok, Houstone. Jsem přesvědčen, že jsme zde měli problém. Zde je Houston, řekněte to ještě jednou. Houstone, měli jsme problém. Měli jsme na hlavním B modulu podpětí.)

Originál lze vyslechnout na:

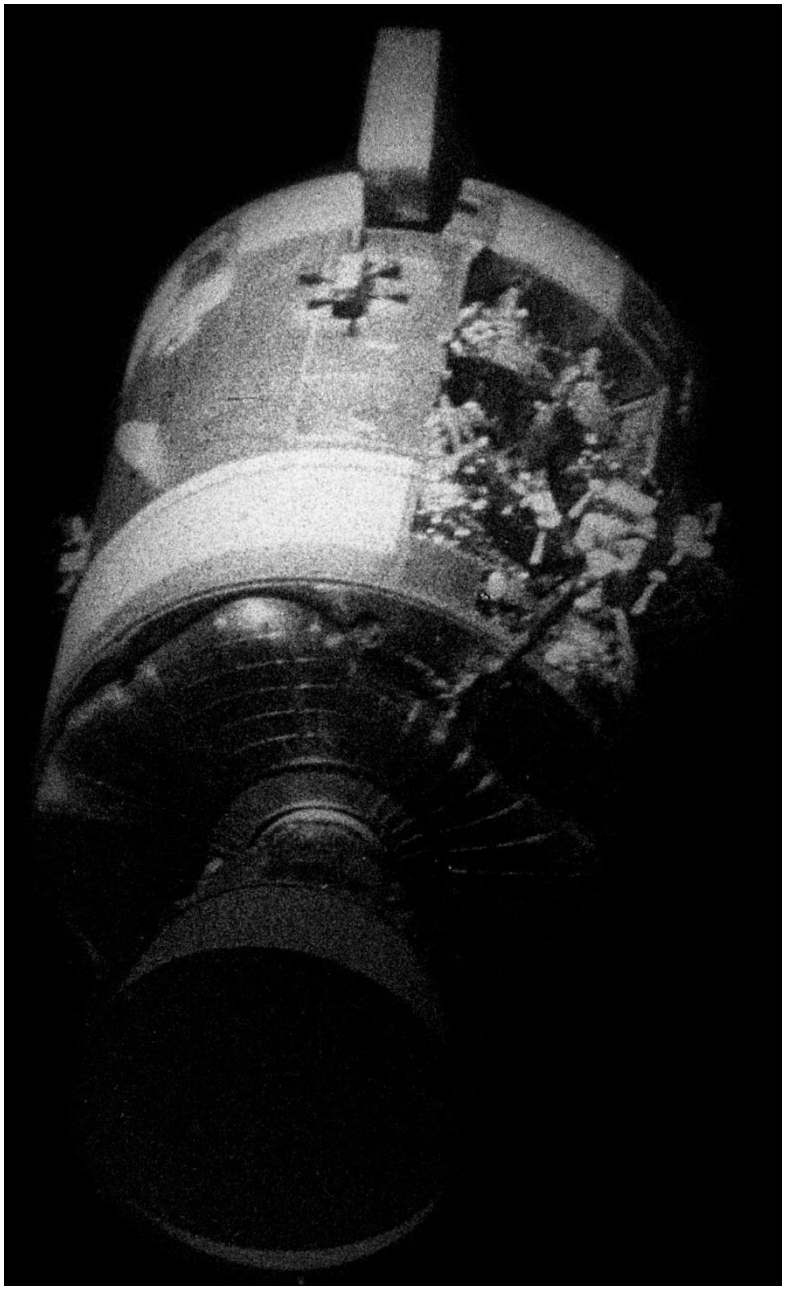
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Apollo13-wehaveaproblem.ogg

Tato věta, ovšem trochu pozměněná (Houstone, máme problém...), se stala synonymem pro závažný problém a používá se možná na celém světě.

Loď nebylo možno jednoduše otočit a vrátit se k Zemi – byla již na translunární dráze. Jako jediné řešení byl oblet Měsíce a návrat k Zemi; k tomu bylo třeba ale elektrického proudu. Servisní i velitelský modul byly vypnuty (hibernovány), posádka se přestěhovala do lunárního modulu, který ale byl koncipován pro dva členy a maximálně na dva dny; nyní v něm byly tři osoby na čtyři dny. Z důvodu nedostatečné zásoby elektrické energie bylo vše vypnuto, pozemní tým vymýšlel desítky možných řešení; zpočátku to vypadalo na katastrofu – na zpáteční let a zejména manévry v blízkosti Země bylo třeba určitého množství elektrické

[35] Na základě skutečných událostí byl natočen v r. 1995 vysoce hodnocený film „Apollo 13“ s hvězdným obsazením a v hlavní roli s Tomem Hanksem.

energie, které se nedostávalo. Bylo nutno ušetřit tolik, aby bylo možno pro bezpečné přistání zapnout nejnutnější přístroje a brzdicí motory. V kabině bylo vypnuto topení, teplota klesla na několik stupňů nad nulou, osvětlení bylo vypnuto; zásadním problémem se ukázalo hromadění CO_2 v kabině. Pomocí neuvěřitelných improvizací se podařilo ve spolupráci s pozemním týmem vše vyřešit, Apollo 13 obletělo Měsíc, podařilo se zapálit motory a ručně korigovat dráhu (!) bez dalších nutných přístrojů. U Země astronauté přešli do velitelského modulu, byl odhozen již nepotřebný lunární a servisní modul a posádka šťastně přistála v Tichém oceánu.



Obr. 78: Snímek poškozeného servisního modulu Apolla 13, zdroj: archiv autora

Obr. 79: Snímek Moskevského moře na odvrácené straně Měsíce, fotoaparát Hasselblad, film 70 mm. Z letu Apolla 13, pořízeno z lunárního modulu Aquarius,

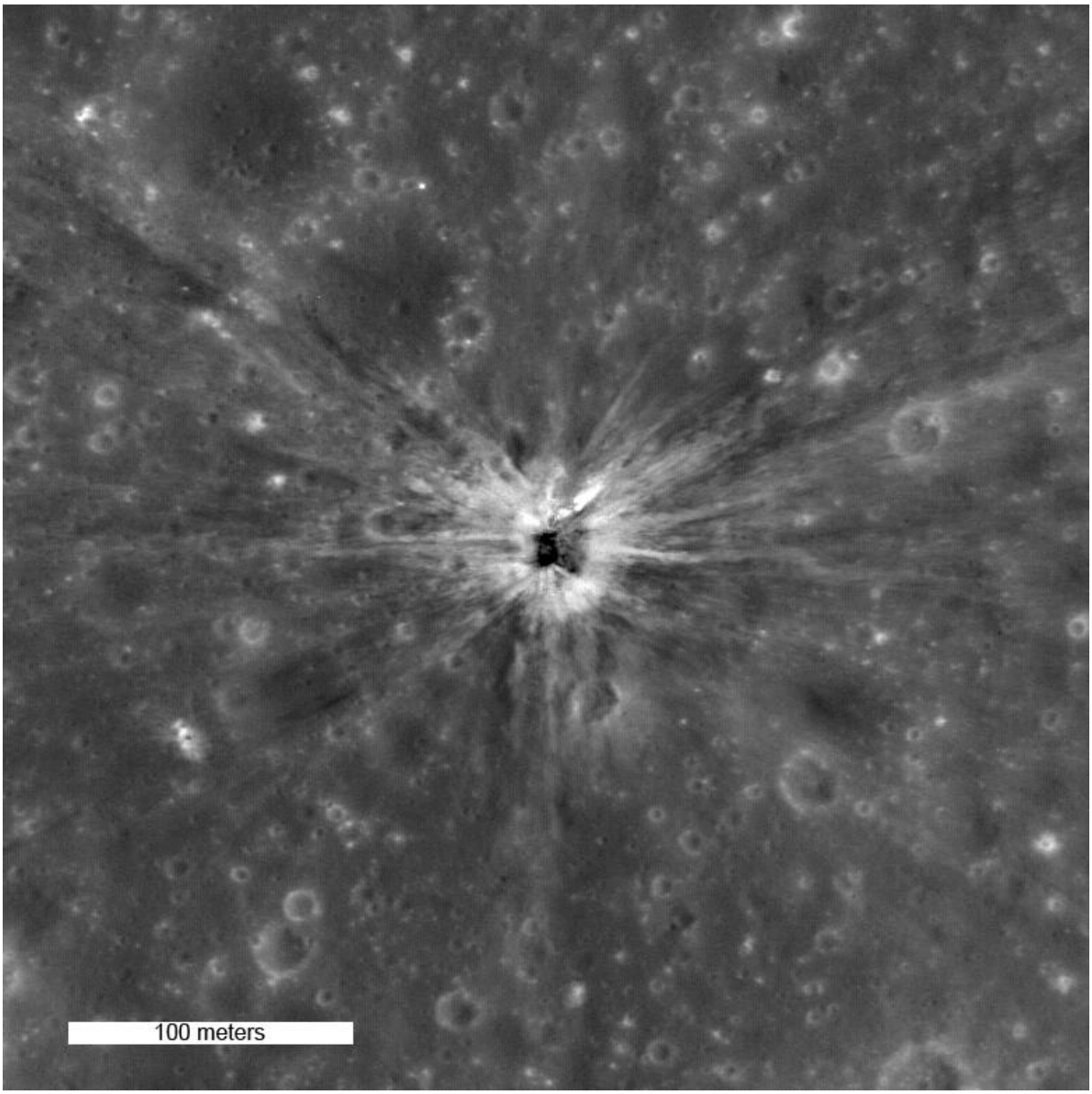
zdroj: archiv autora

Obr. 80: Odpojení lunárního modulu Aquarius před přistáním na Zemi, fotoaparát Hasselblad, zdroj: archiv autora

Obr. 81: Hořící servisní modul a lunární modul Apolla 13 při pádu na Zemi. Snímek od neznámého autora z letadla při letu Air New Zealand z Fidji do Aucklandu, 18. dubna 1970, zdroj: archiv autora

Obr. 82: Šťastní a zachránění astronauté zleva F. Haise, J. Lovell a J. Swigert na mateřské letadlové lodi Iwo Jima, výraz F. Haise mluví za vše; zdroj: archiv autora

Obr. 84: J. Swigert během letu Apolla 13 se snaží připojit hadice k improvizovanému zařízení na pohlcování CO_2 z vydýchaného vzduchu (improvizovaný výtvor, tzv. „mailbox“ v pozadí), zdroj: archiv autora



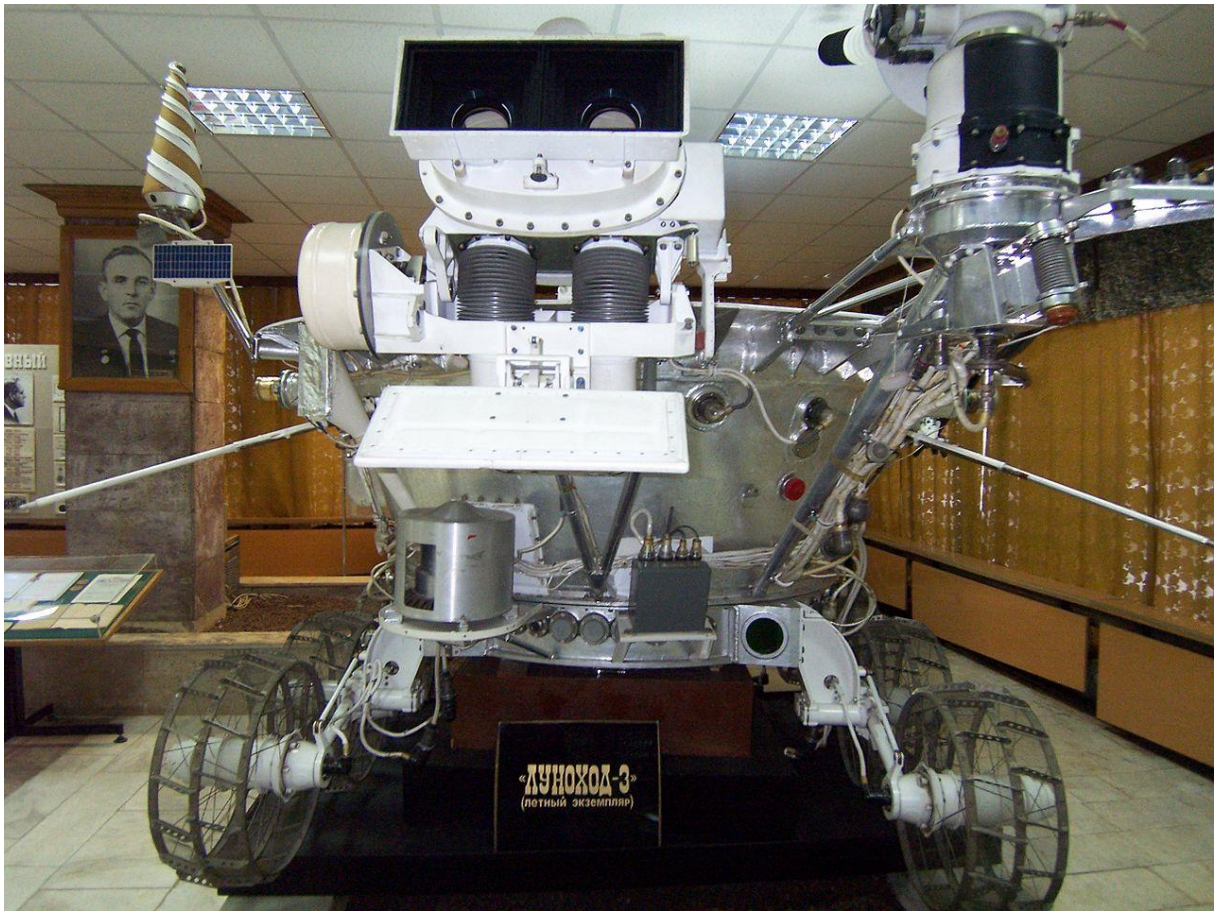
Obr. 83: Snímek ze sondy Lunar Reconnaissance Orbiter: 14. dubna 1970 dopadl třetí stupeň Saturnu IVB z mise Apolla 13 na měsíční povrch a vytvořil kráter o průměru 30 m v oblasti Moře Poznání (Mare Cognitum). Dopad byl plánován vysláním stupně rakety k Měsíci tak, aby bylo možno impakt využít k měření seismometrem, instalovaným při misi Apolla 12, vzdáleným od místa předpokládaného dopadu přibližně 120 km, zdroj: archiv autora

Konec dobrý – všechno dobré. Všichni – Amerika a s ní celý svět – si oddechli, podařilo se skoro nemožné. Američanům stouplo sebevědomí, že se dá vždy a vše vyřešit. Bohužel, pravda to není, jak se ukázalo daleko později při letech raketoplánů.

I tak ale program Apollo čelil velkým problémům – finančním. Změny nastaly již koncem r. 1970, kdy byly oficiálně zrušeny některé plánované lety programu Apollo, nejprve Apolla 20 (Saturn V. se měl přeměnit na stanici Skylab) a dále Apolla 18-19 z finančních důvodů.

Lunochod 1 / Luna 17

Mezitím slavil úspěch také Sovětský svaz. Dne 10. listopadu 1970 přistála na Měsíci sonda Luna 17 s robotickým vozidlem Lunochod 1. To bylo poměrně velké překvapení, Lunochod vážil 800 kg a jednalo se plně robotické vozidlo s vědeckými přístroji, dálkově řízené. Stalo se vzorem pro mnoho dalších úspěšných robotických vozidel na Měsíci i na Marsu.



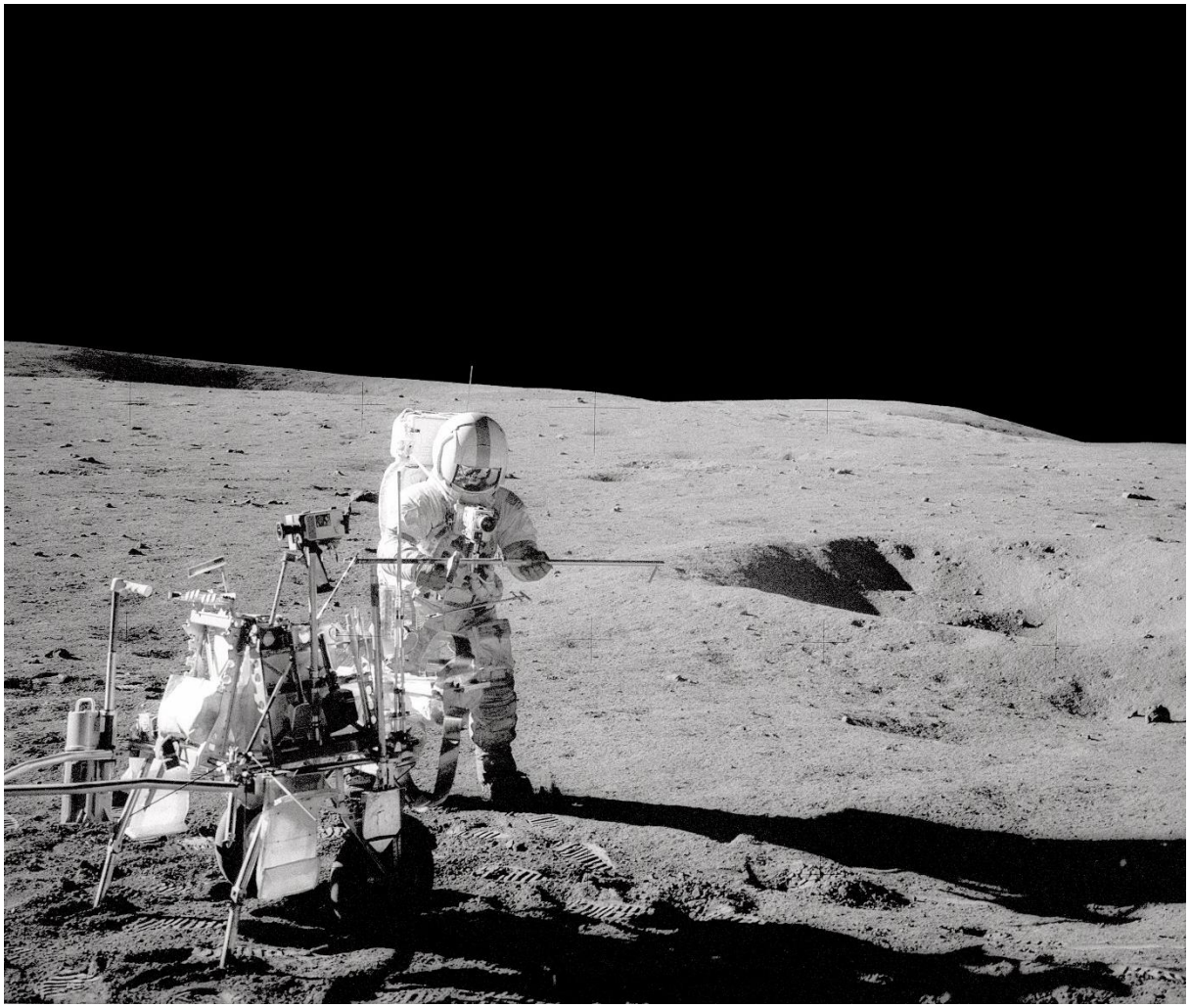
Obr. 85: Lunochod 3 v muzeu, zdroj: archiv autora

Obr. 86: Panoramatický záběr z měsíčního povrchu zachycuje přistávací plošinu sondy Luna 17, která nesla Lunochod-1 (Zdroj: kniha Russian Lunar Exploration (Brian Harvey) a *https://www.kosmonautix.cz*)

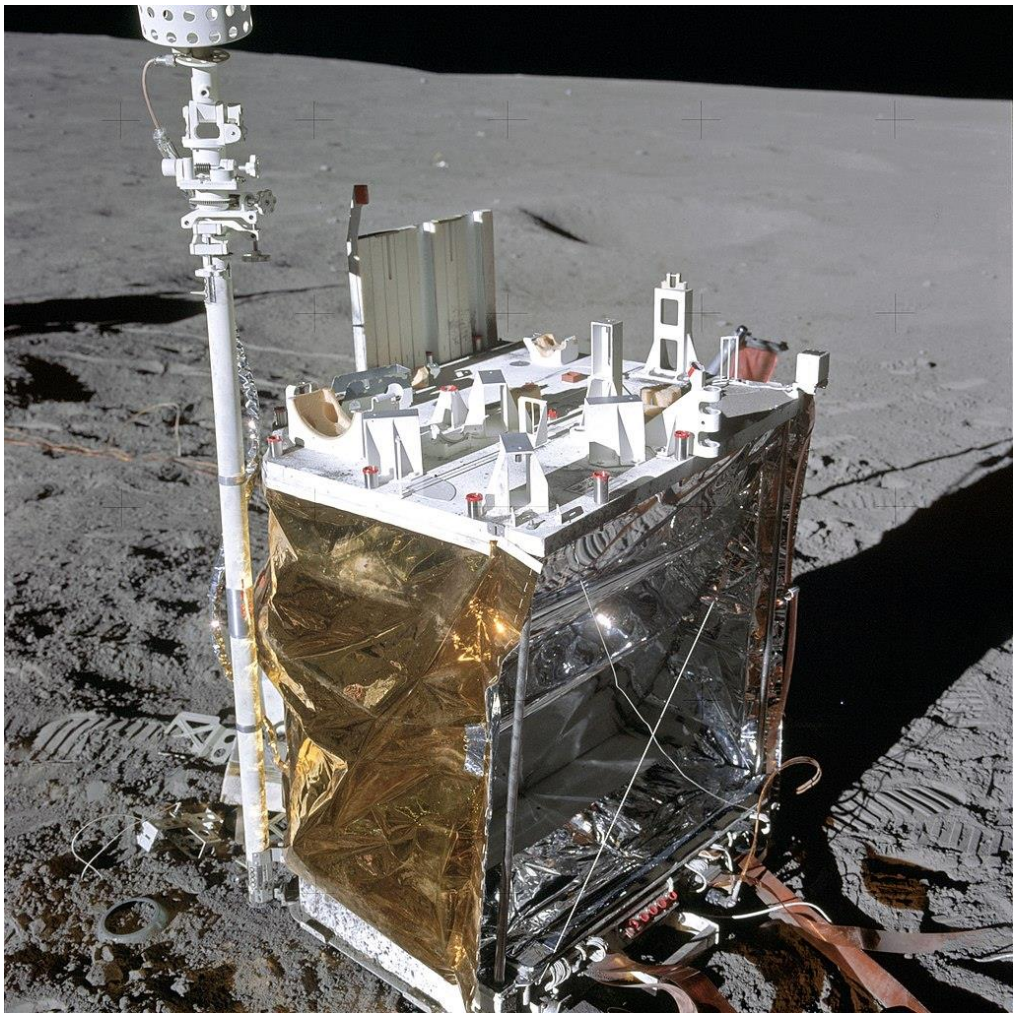
Lunochod 1 pracoval přes 10 měsíců (!), urazil více než 10 km po povrchu a pořídil řadu vědeckých dat včetně 20 tisíc snímků, chemických rozborů a měření povrchu.

Apollo 14

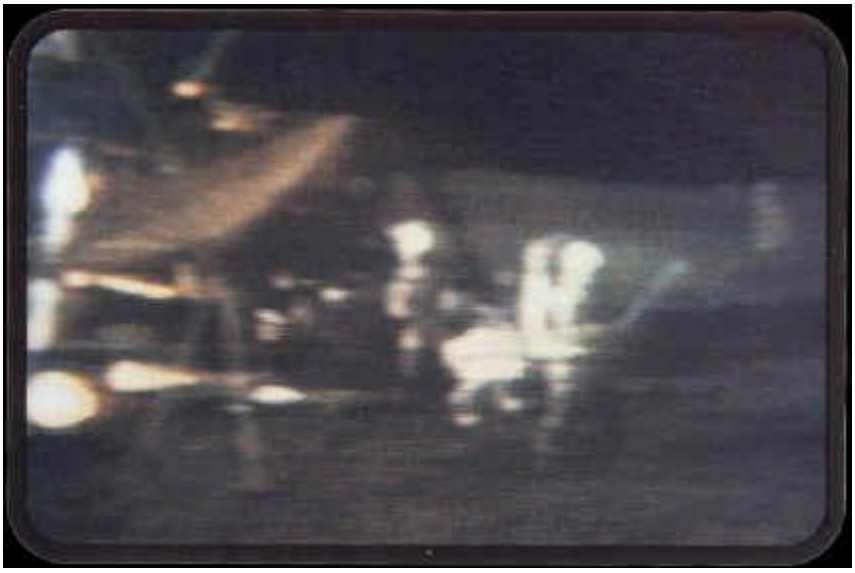
Po závadě u Apolla 13 došlo k řadě technických vylepšení, aby se možná závada (nejen) na palivových článcích neopakovala. Další mise byla tedy odložena o čtyři měsíce a startovala 31. ledna 1971 s vylepšenými prvky. Posádku tvořili A. Shepard, S. Roosa a E. Mitchell. Cílem byla oblast původně pro misi Apolla 13, Fra Mauro. Volací znaky byly pro kosmickou loď „Kitty Hawk“ a „Antares“ pro lunární modul. Let proběhl perfektně, přistání lunárního modulu se událo 5. února 1971. Astronauté A. Shepard, S. Roosa sesbírali rekordních téměř 43 kg vzorků měsíčních hornin a provedli řadu experimentů s přístroji. Během dvou vycházek strávili na měsíčním povrchu více než 9 h. Veterán A. Shepard se stal nejstarším astronautem, byl jediným astronautem z projektu Mercury a do týmu se dostal po delších zdravotních problémech. Na povrchu Měsíce pro pobavení diváků dokonce improvizovanou pálkou odpálil dva golfové míčky. Mise byla ukončena úspěšným přistáním do Tichého oceánu 9. února 1971.



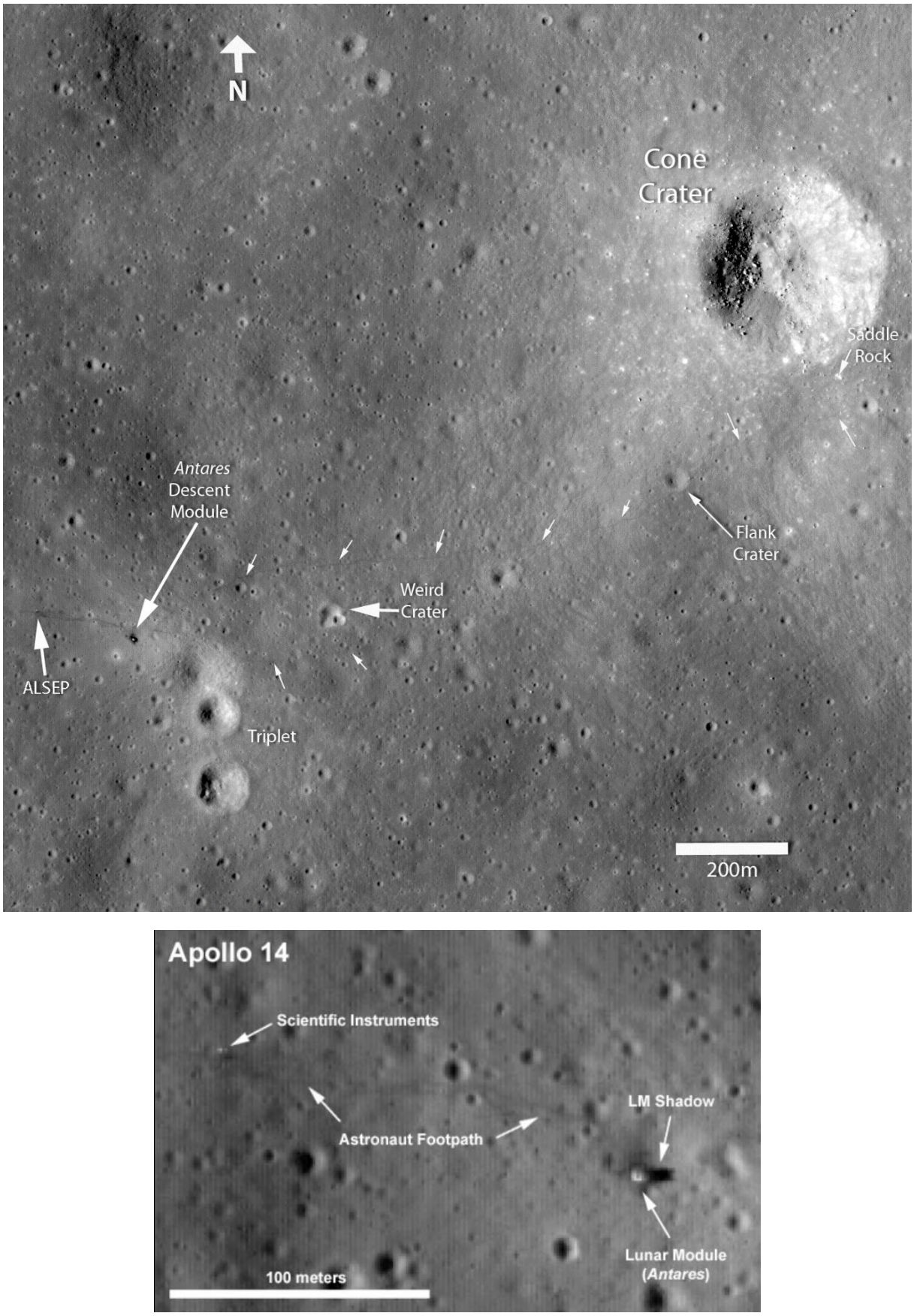
Obr. 87: Modular Equipment Transporter (MET) – speciální vozík, který sloužil posádce k převozu materiálu. A. Shepard má na skafandru viditelné tmavší (červené) pruhy, které slouží k odlišení velitele na snímcích, zdroj: archiv autora



Obr. 88: Fotografie zařízení Apollo lunar surface experiments package (ALSEP), zdroj: archiv autora



Obr. 89: A. Shepard odpalující golfové míčky na základně Fra Mauro, zdroj: archiv autora



Obr. 90: Opět na snímcích LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) lze vidět ve vysokém rozlišení stopy po činnosti astronautů i část lunárního modulu Antares, zdroj: archiv autora

Obr. 91: Posádka Apolla 14: S. Roosa, A. Shepard a E. Mitchell, zdroj: archiv autora

Apollo 15

Další mise programu Apollo startovala 26. června 1971 s posádkou ve složení D. Scott, A. Worden a J. Irwin. Volací znaky byly pro kosmickou loď „Endeavour“ a pro lunární modul „Falcon“. Na Měsíci přistáli astronauté D. Scott a J. Irwin, kteří na měsíčním povrchu poblíž Hadleyho brázdy strávili rekordních 19 hodin a sesbírali 77 kg vzorků hornin. Jednalo se dosud o nejdelší měsíční misi (67 hodin na Měsíci) a vylepšený lunární modul včetně novinky – měsíčního rooveru, vozidla, které bylo součástí lunárního modulu[36]. Astronauté pracovali s řadou vědeckých přístrojů, specialitou byla plošina SIM na kosmické lodi Endeavour, obsahující panoramatickou kameru, gama spektrometr, mapovací kameru, laserový výškoměr, hmotnostní spektrometr a lunární subsatelit, vypuštěný na konci mise.

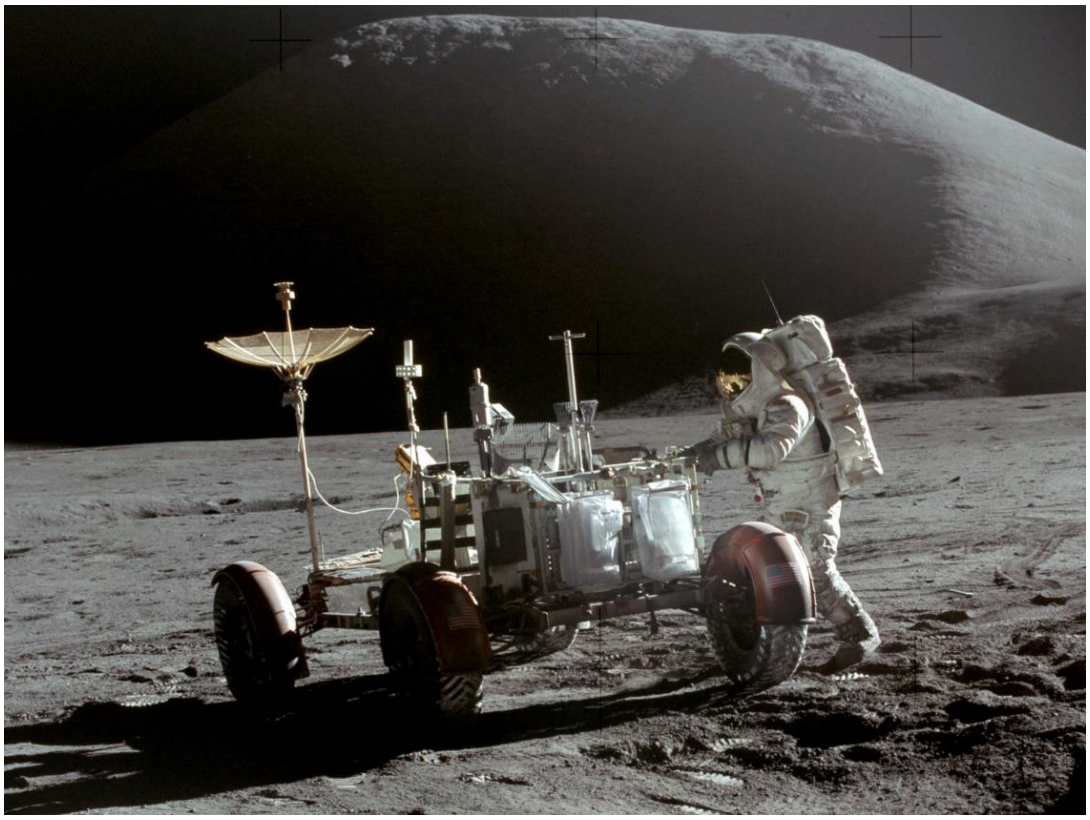
Obr. 92: Přistání lunárního modulu Falcon u Hadleyho brázdy[37], zdroj: archiv autora

[36] Ukázka jízdy rooveru je např. na:
https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3AApollo_15_lunar_rover_EVA2.ogv

[37] Přistání lunárního modulu Falcon na:
https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3AApollo_15_landing_on_the_Moon.ogv

Obr. 93: J. Irwine u lunárního modulu zdraví americkou vlajku, vpravo měsíční roover, zdroj: archiv autora

Obr. 94: D. Scott jako pošťák, razítkující dopisy, zdroj: archiv autora



Obr. 95: Astronaut J. Irwine s měsíčním rooverem u Hadleyho hory během EVA-1 (etravehicular activity), zdroj: archiv autora

Známé bylo předvádění Galileovy gravitační teorie, že předměty jsou přitahovány stejným tíhovým zrychlením bez vlivu jejich hmotnosti, pokud neexistuje odpor vzduchu. Názorně to předvedl D. Scott s peřím a kladívkem.

Obr. 96: D. Scott ukazuje pokus s kladívkem a peřím[38], zdroj: archiv autora

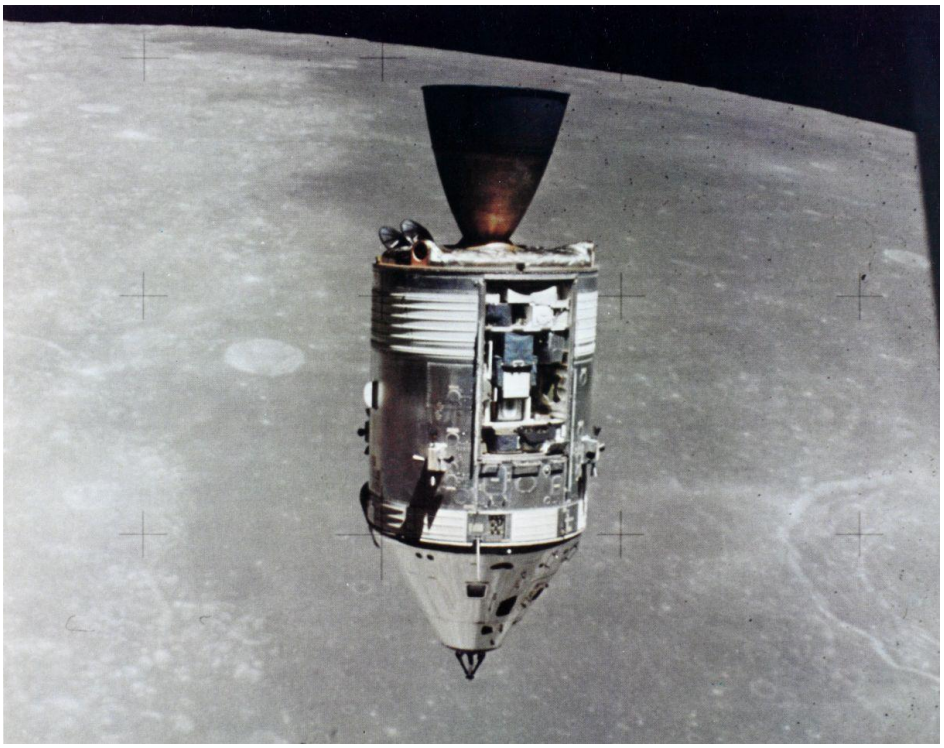
[38] Celé video s pokusem, dokazujícím Galileovu teorii, je možno najít na: *https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3AApollo_15_feather_and_hammer_drop.ogv*

Astronauté též uložili k Hadleyho brázdě pamětní desku, jakýsi pomníček, připomínající astronauty a kosmonauty, kteří zahynuli při dobývání vesmíru.

Obr. 97: Pamětní deska u Hadleyho brázdy, zdroj: archiv autora

Během obletů okolo Měsíce astronaut A. Worden[39] prováděl řadu experimentů z přístrojové plošiny SIM na boku Apolla 15.

[39] Alfred Worden zemřel 18.3.2020 ve věku 88 let.



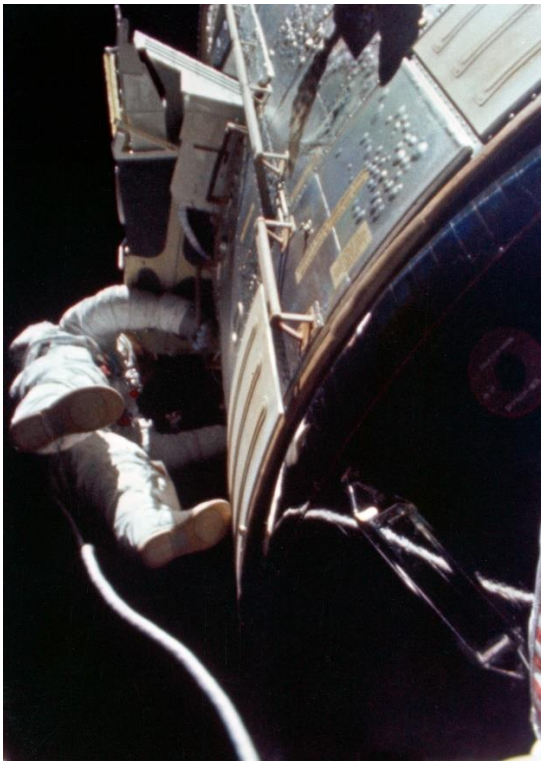
Obr. 98: Apollo 15 a SIM plošina během samostatného letu A. Wordena kolem Měsíce, zdroj: archiv autora

Obr. 99: Záběr lunárního modulu Falcon a okolí se stopami po rooveru, zdroj: archiv autora

Zajímavé bylo zanechání kamery na měsíčním povrchu, která natočila start návratové části lunárního modulu.

Obr. 100: Start návratové části lunárního modulu z Měsíce[40], zdroj: archiv autora

Na zpáteční cestě uskutečnil astronaut A. Worden výstup do volného kosmického prostoru, kdy měnil v SIM kazety s filmem. Jednalo se o unikátní výstup do skutečně meziplanetárního prostoru, nikoliv o výstup na oběžné dráze okolo Země.



Obr. 101: A. Worden při výstupu do meziplanetárního prostoru při výměně kazet s filmy v SIM, zdroj: archiv autora

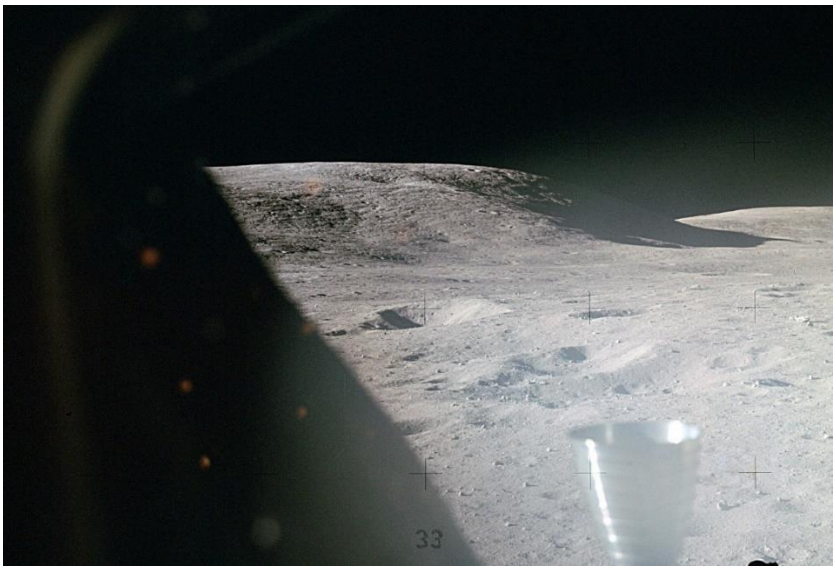
[40] Celý start na:
https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3AApollo_15_liftoff_from_the_Moon.ogv

Mise skončila úspěšným přistáním 7. září 1971, i když se neotevřel jeden ze tří padáků. Bohužel později došlo k nepříjemné události, když vyšlo najevo, že posádka vezla s sebou neautorizované obálky se známkami, které astronauté později v aukci prodali či předprodali západoněmeckému překupníkovi. Na základě toho pak byli vyřazeni z týmu a do vesmíru již neletěli. Jak napsal A. Chalkin (1998), mýtus perfektního astronauta byl značně pošramocen.

Obr. 102: Posádka Apolla 15 po převozu na USS Okinawa, zdroj: archiv autora

Apollo 16

Předposlední mise projektu Apollo startovala 16. dubna 1972 ve složení J. Young, T. Mattingly a CH. Duke. Mise měla k dispozici opět vylepšený lunární modul s měsíčním rooverem. Volací znaky byly „Casper“ pro kosmickou loď a „Orion“ pro lunární modul. Plánované místo přistání leželo v Moři Nektaru, ve vysočině Descartes.



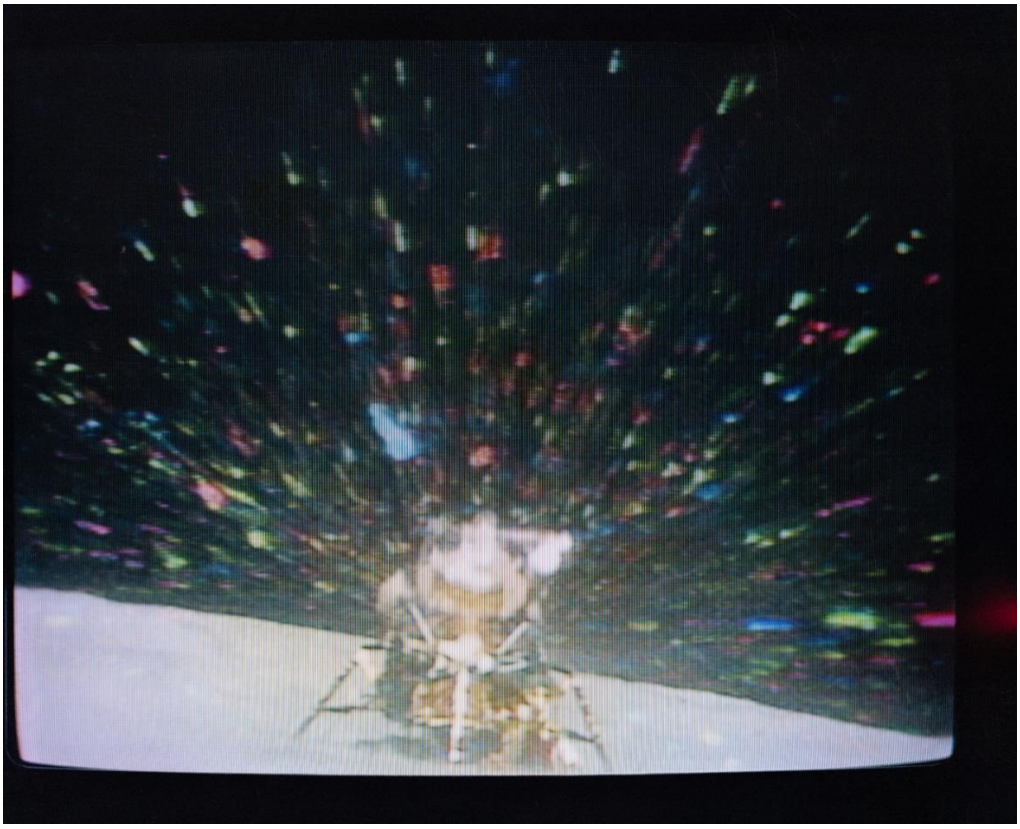
Obr. 103: Pohled z lunárního modulu Casper těsně po přistání, zdroj: archiv autora

Orion přistál na Měsíci 21. dubna 1972 a odstartoval zpět až 24. dubna. J. Young a Ch. Duke strávili na měsíčním povrchu téměř 3 dny, s rooverem najezdili plných 27 km, sesbírali opět rekordních téměř 100 kg vzorků hornin. Během EVA strávili na měsíčním povrchu přes 20 hodin. Přivezené vzorky z Descartesovy a Cayleyovy formace vyvrátily hypotézu, že formace jsou vulkanického původu. Také je pravdou, že J. Young omylem při šestinové gravitaci a tvarové paměti kabelů na měsíčním povrchu při pohybu vytrhl kabel ze zařízení ALSEP; na rooveru též nefungoval pohon zadních kol, ale jezdit se s ním dalo. I to se stává, nejen na Zemi, i na Měsíci.

Obr. 104: J. Young u balvanu, pojmenovaného „Kámen stínu“, zdroj: archiv autora

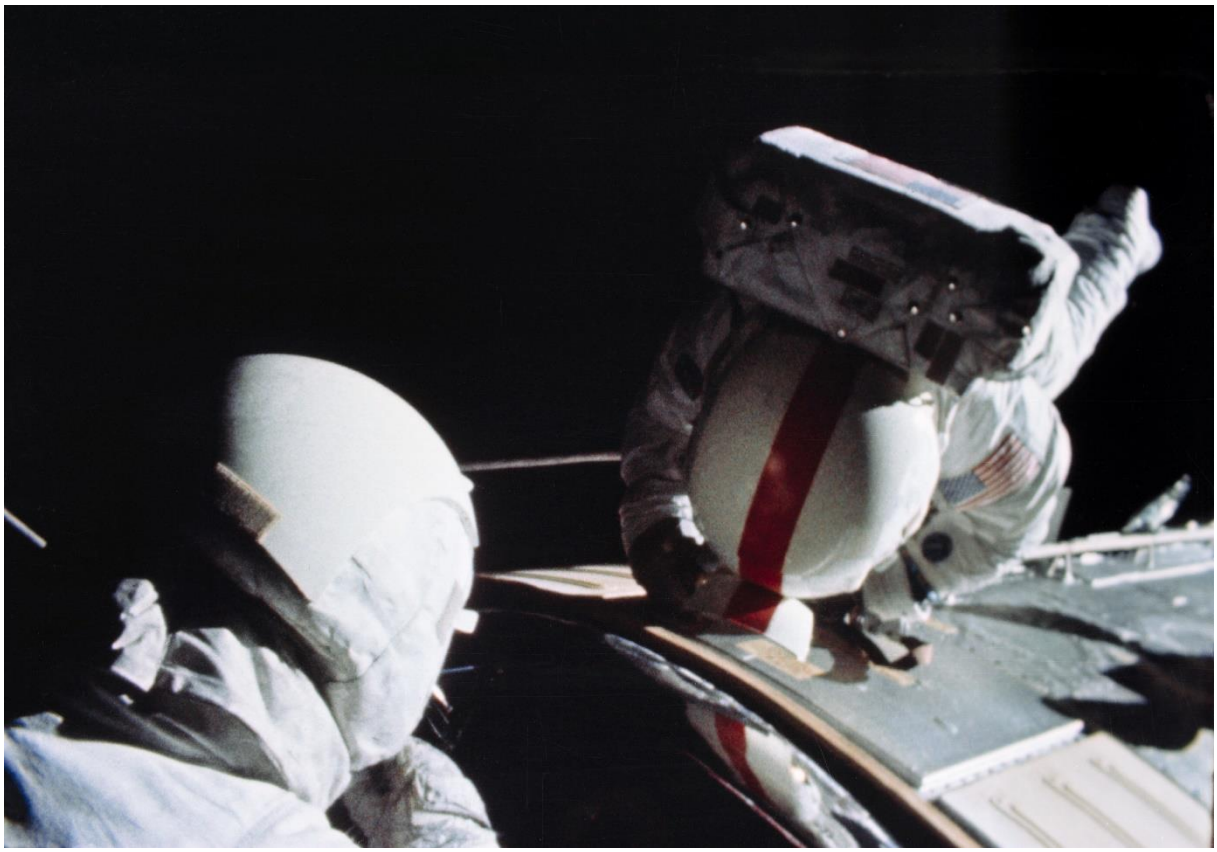
Obr. 105: Fotografie rooveru a astronauta J. Younga (extravehicular activity, EVA-2) poblíž vysočiny Descartes, zdroj: archiv autora

Obr. 106: Posádka Apolla 16; zleva T. Mattingly, J. Young a Ch. Duke, zdroj: archiv autora



Obr. 107: Start návratové části lunárního modulu Orion z Měsíce barevnou televizní kamerou, zdroj: archiv autora

Na konci mise byl opět vypuštěn subsatelit a T. Mattingly opět provedl na zpáteční cestě výstup do meziplanetárního prostoru při výměně kazet s filmy.



Obr. 108: T. Mattingly při výstupu do meziplanetárního prostoru; Mattingly má na hlavě měsíční přílbu velitele J. Younga z důvodu oslnění Sluncem (označenou červeným pruhem z důvodu identifikace astronautů), snímkováno Mauer kamerou, zdroj: archiv autora

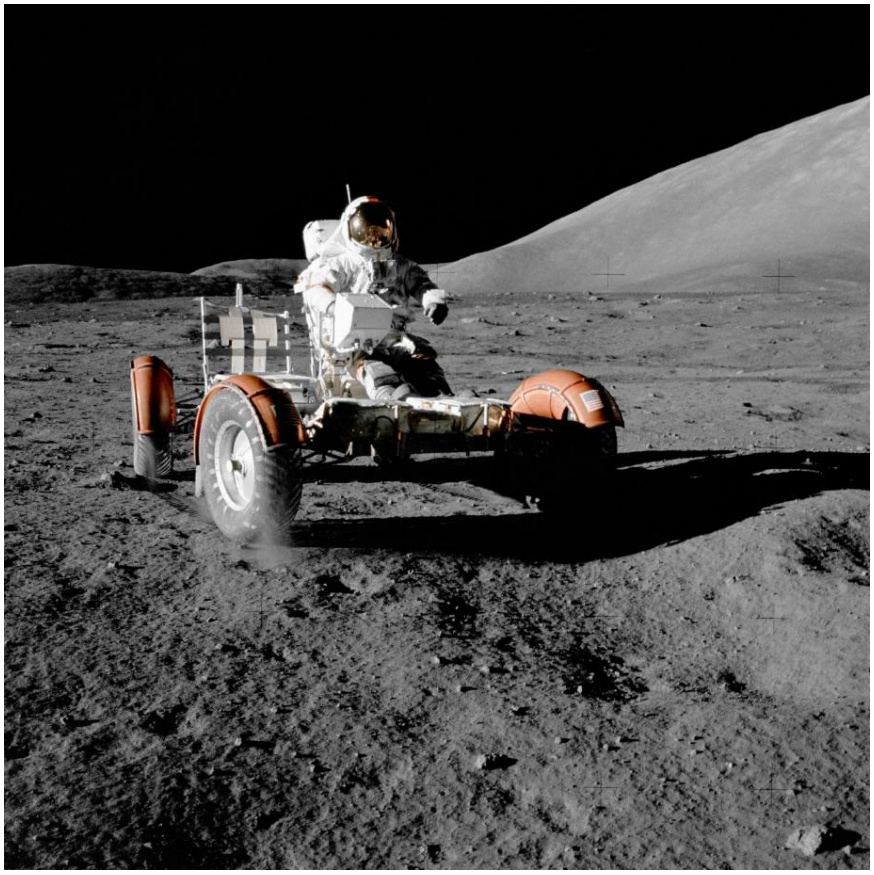
Mise byla ukončena úspěšným přistáním do Tichého oceánu dne 27. dubna 1972, astronauté byli převezeni na USS Ticonderoga.

Apollo 17

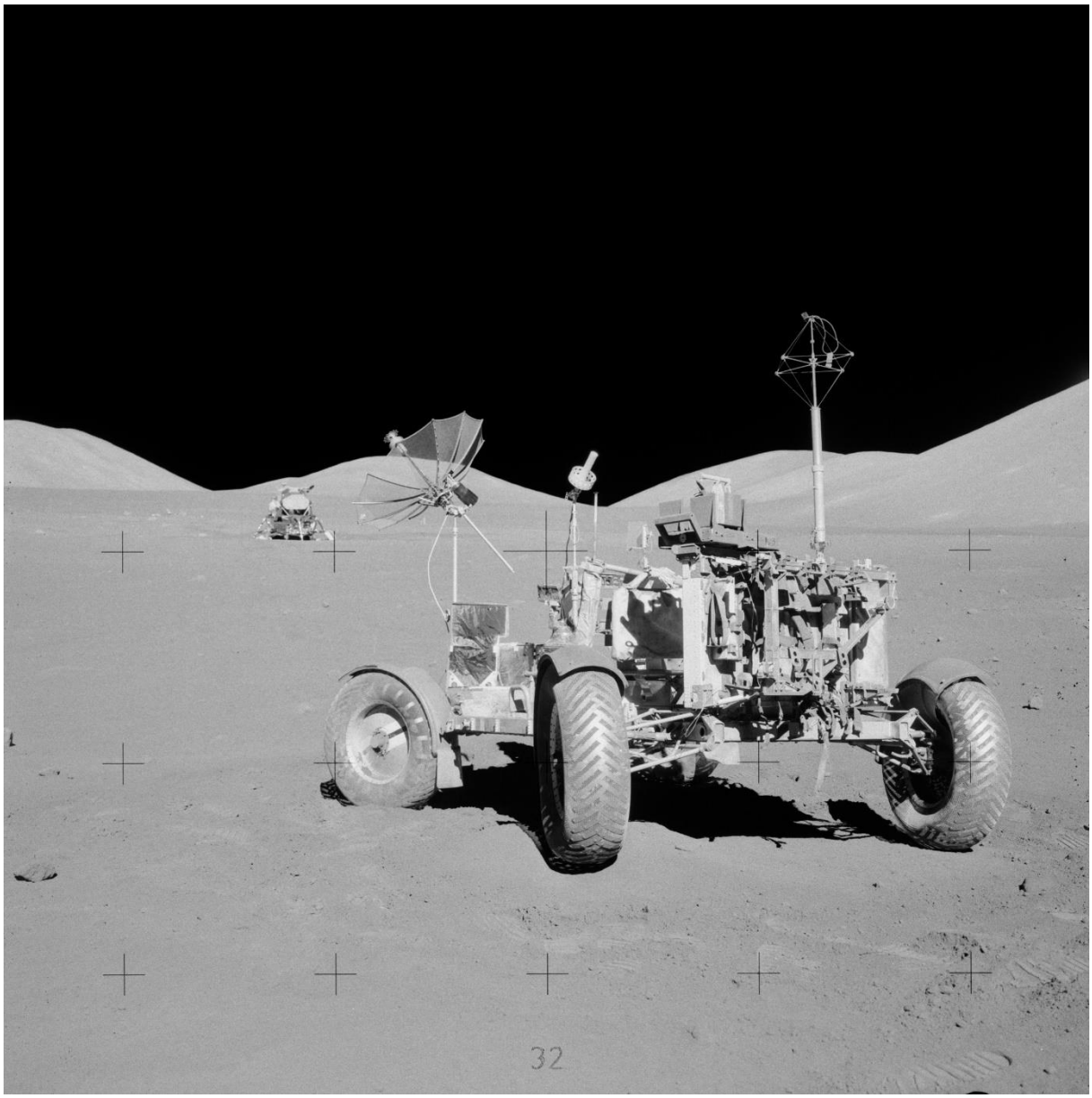
Nadlouho poslední misí k Měsíci byl let Apolla 17. Start proběhl 7. prosince 1972, posádku tvořili E. Cernan, R. Evans a H. Schmitt. Volacími znaky byl „America“ pro kosmickou loď a „Challenger“ pro lunární modul. Let proběhl podle plánu a Challenger přistál 11. prosince v oblasti údolí Taurus–Littrow v Moři dešťů (Mare Imbrium), aby astronauté prozkoumali recentní vulkanismus. Na palubě Challengeru byl opět osvědčený roover, se kterým měsíční posádka E. Cernan a H. Schmitt ujeli 36 km a strávili na měsíčním povrchu při třech vycházkách 22 hodin[41].

[41] O letu Apolla 17 více na:
https://www.youtube.com/watch?v=0nqrEE_AErc
nebo: https://www.youtube.com/watch?v=TU6QzMItdZA

Obr. 109: Měsíční raketa Saturn V před startem s poslední misí Apolla 17 k Měsíci na rampě 39A fotografovaná dne 21. listopadu 1972, zdroj: archiv autora

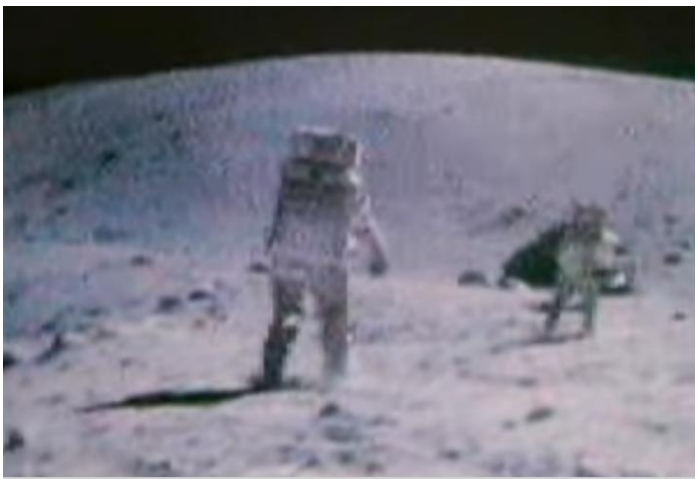


Obr. 110: E. Cernan s rooverem při poslední misi projektu Apollo (Apollo 17, údolí Taurus–Littrow v Moři Dešťů), zdroj: archiv autora



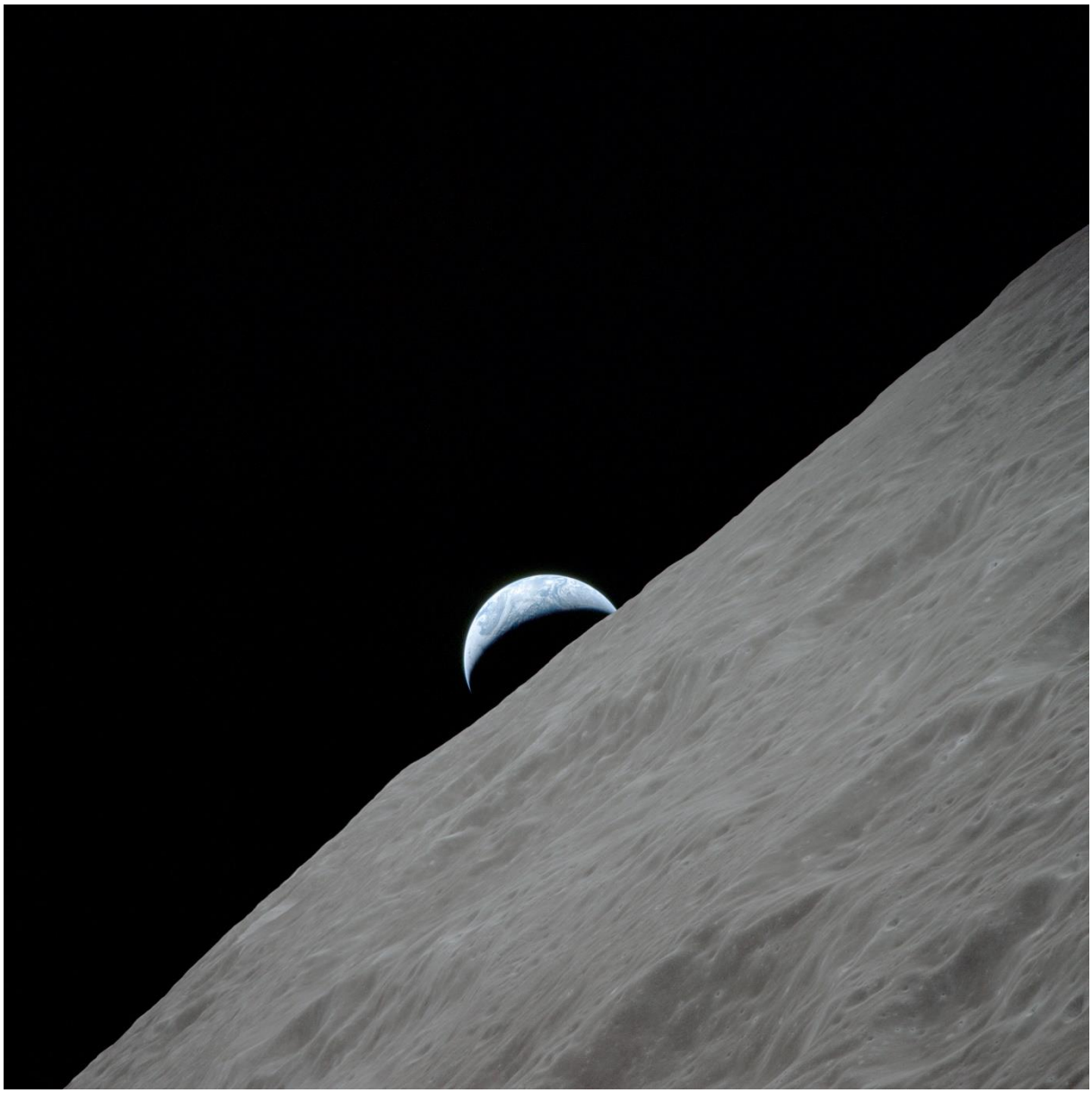
Obr. 111: Konečná poloha rooveru Apolla 17 s SEP (surface electrical properties – anténa vpravo), zdroj: archiv autora

Obr. 112: H. Schmitt pózuje s americkou vlajkou, v pozadí planeta Země, zdroj: archiv autora



Obr. 113: Astronauté E. Cernan a H. Schmitt si vesele zpívají při poslední misi na Měsíci ("*I was strolling on the Moon one day*" na nápěv písně "*While Strolling Through the Park One Day*" od Ed Haleyho)[42], zdroj: archiv autora

[42] Originální přenos na: *https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3AAp17_strolling.ogv*



Obr. 114: Nádherný záběr planety Země nad měsíčním povrchem, v pozadí kráter Ritz.

Foto R. Evans z kosmické lodi America, zdroj: archiv autora

Obr. 115: Astronaut geolog H. Schmitt u prasklého balvanu v oblasti Taurus–Littrow pri EVA-3, zdroj: archiv autora

Obr. 116: Zvláštní oranžová půda, nalezená a zkoumaná při misi Apolla 17, zdroj: archiv autora

Obr. 117: Moře Dešťů a kráter Koperník, zdroj: archiv autora

Obr. 118: E. Cernan po vycházce (EVA-3) se skafandrem znečistěným od měsíčního regolitu, zdroj: archiv autora

Dne 13. prosince po poslední EVA-3 opouštěl E. Cernan, poslední člověk, který byl na Měsíci, měsíční povrch se slovy:

"... I'm on the surface; and, as I take man's last step from the surface, back home for some time to come – but we believe not too long into the future – I'd like to just [say] what I believe history will record. That America's challenge of today has forged man's destiny of tomorrow. And, as we leave the Moon at Taurus-Littrow, we leave as we came and, God willing, as we shall return, with peace and hope for all mankind". "Godspeed the crew of Apollo 17."

(... jsem na povrchu; a když nyní dělám poslední krok člověka na povrchu, vraceje se domů, abychom se za nějaký čas vrátili – ale věříme, že ne v příliš daleké budoucnosti – rád bych právě teď (řekl), v co věřím, že se zapíše do historie: že americká výzva dneška předznamenává lidský osud zítřka. A, zatímco opouštíme Měsíc v (údolí) Taurus-Littrow, odcházíme stejně, jako jsme přišli a, s pomocí Boží, se vrátíme (domů), v míru a naději pro celé lidstvo. Pozdrav na rozloučenou od posádky Apolla 17.)

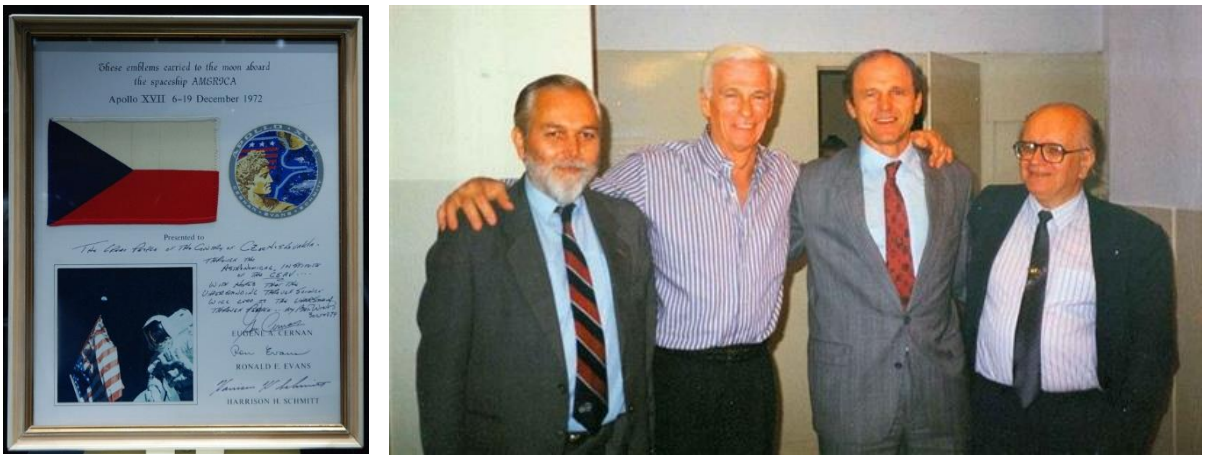
Obr. 119: Apollo 17 SIM plošina s vědeckými přístroji, zdroj: archiv autora

Obr. 120: Vesmírná procházka astronauta R. Evanse při cestě zpět na Zemi (výměna kazet s filmy), zdroj: archiv autora

Obr. 121: Planeta Země, fotografovaná při návratu poslední mise Apolla ze vzdálenosti téměř 30 tis. km dne 7. prosince 1972, zdroj: archiv autora

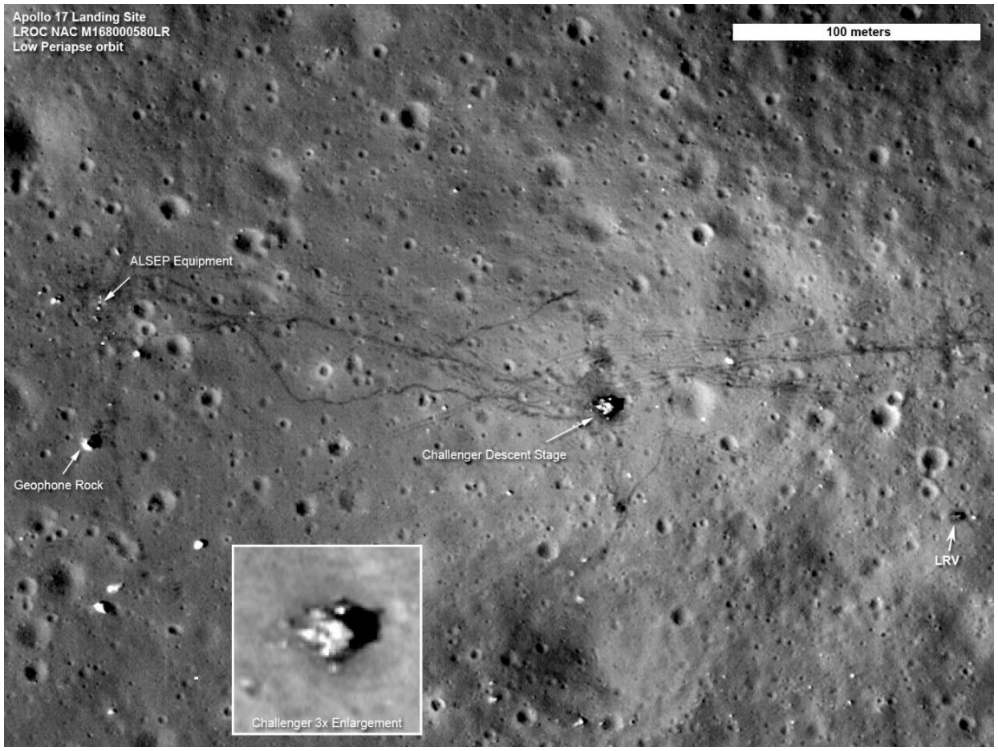
Obr. 122: Transport astronautů na USS Ticonderoga, zdroj: archiv autora

Obr. 123: Poslední mise na Měsíc – posádka Apolla 17: E. Cernan (sedící), R. Evans (vpravo) a H. Schmitt s měsíčním rooverem na KSC na Floridě, zdroj: archiv autora



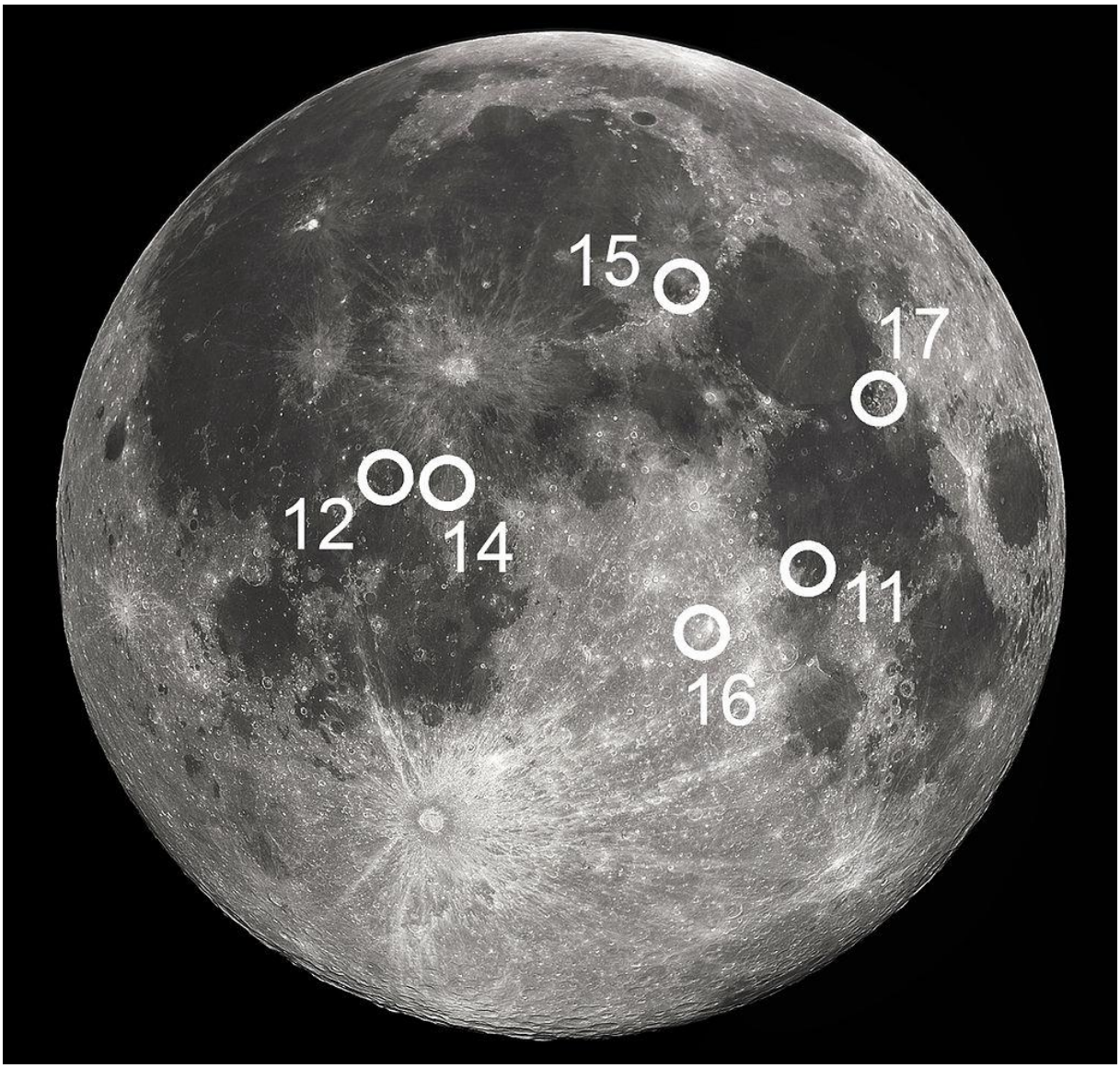
Obr. 124: Československá vlajka, kterou měl velitel Apolla 17 E. Cernan na palubě lodi; tu později věnoval Astronomickému ústavu ČSAV, kde ji měl odvahu převzít tehdejší ředitel docent Luboš Perek[43]. Vpravo: fotografie z návštěvy E. Cernana v Čechách: (zleva) J. Kroulík, E. Cernan, J. Kolář, K. Pacner, r. 1994, Ondřejov. Obdobná fotografie existuje též z r. 1974.

(Zdroj: *https://www.idnes.cz/technet/vesmir/astronaut-eugene-cernan-posledni-muz-mesic.A170116_213741_tec_vesmir_kuz*)



Obr. 125: Na snímku sondy Lunar Reconnaissance Orbiter jsou zřetelně vidět stopy po rooveru Apolla 17, zdroj: archiv autora

[43] E. Cernan zemřel 16. ledna 2017 ve věku 82 let. 4x navštívil Českou republiku a tehdejší Československo; minulému režimu ale jako Američan českého původu nebyl po chuti.



Obr. 126: Místa přistání misí Apollo na Měsíci, zdroj: archiv autora

Astronauté, kteří se účastnili kosmických letů, byli ve své době slavní. Málokdo ale zná jména klíčových osob, které provázely celý americký pilotovaný kosmický program.

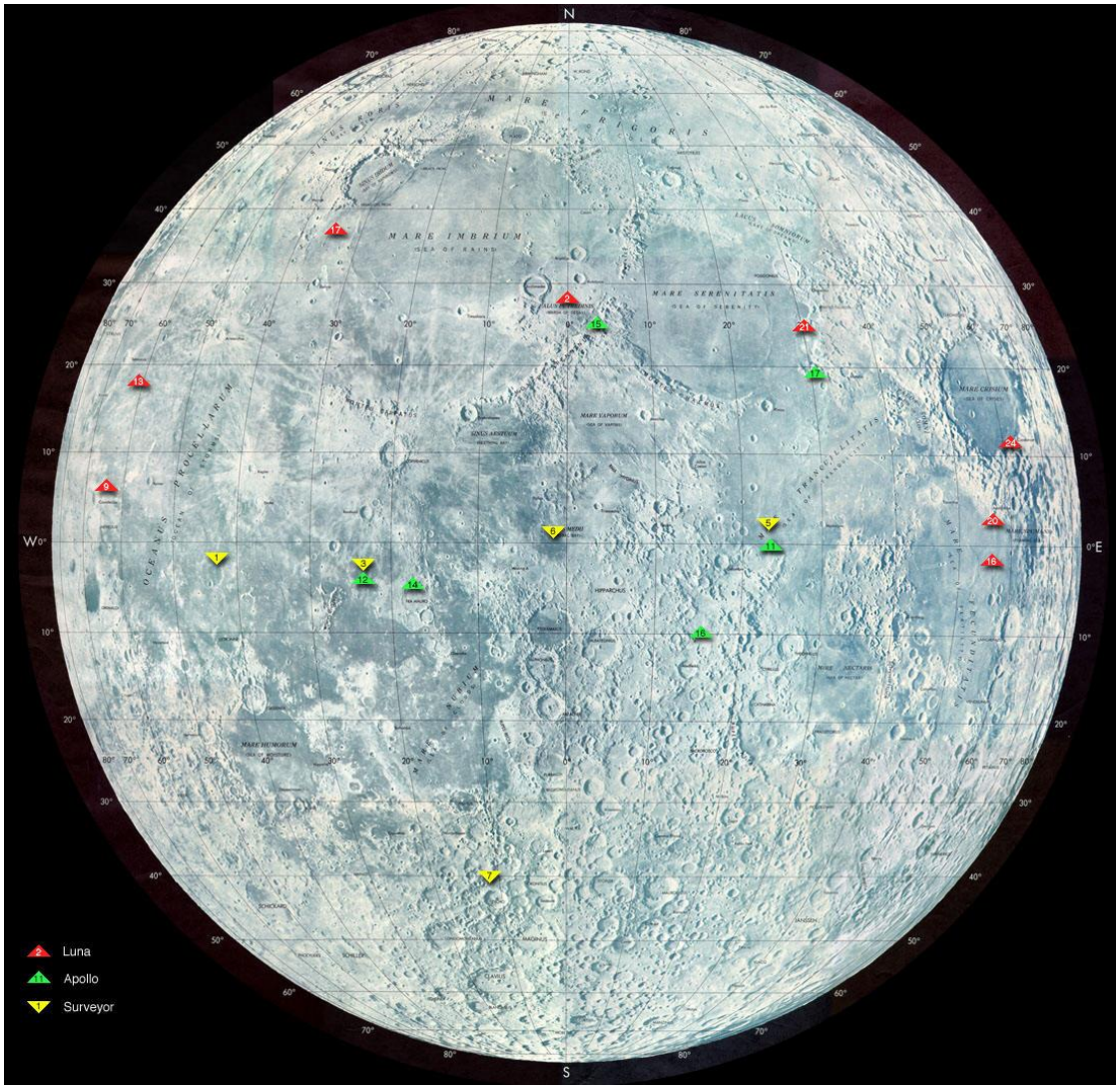
Nepochybně jednou z nich byla matematička amerického Národního úřadu pro letectví a kosmonautiku (NASA) Katherine Johnsonová[44]. Právě ona počítala trajektorie raket a oběžných drah od prvních amerických kosmických letů a její práce pomohla uskutečnit přistání astronautů na Měsíci. O jejím věhlasu a renomé jasně hovoří úsměvná historka, kdy John Glenn, první americký astronaut, si před svým letem vyžádal, aby Katherine Johnsonová

[44] Katherine Johnsonová zemřela 24.2.2020 ve věku 101 let. Za svou práci obdržela nejvyšší civilní vyznamenání, medaili Svobody, od amerického prezidenta B. Obamy. K. Johnsonová byla afroamerického původu, o její práci a práci dalších žen v NASA vypráví životopisný snímek Skrytá čísla, který si vysloužil nominaci na Oscara.

ručně překontrolovala letové údaje stanovené počítačem. “*Pokud řekne, že jsou v pořádku, pak jsem připraven letět*“, řekl J. Glenn.

Nepochybně dalšími významnými osobami byli letoví ředitelé NASA. Christopher Kraft[45] pracoval jako letový ředitel již od programu Mercury, za svou práci byl několikrát vyznamenán. Dále to byl jistě charismatický Gene Kranz, který pracoval také jako letový ředitel v programech Gemini a Apollo a byl znám svou bílou vestou, kterou si oblékal před každým letem; i on obdržel medaili Svobody; jeho postavu ztvárnil v úspěšném filmu Apollo 13 herec Ad Harris.

Nelze vyjmenovat všechny významné osobnosti, které se zasloužily o kosmické lety, ale bez nich a bez tisíců dalších osob by se žádný astronaut do vesmíru nedostal.

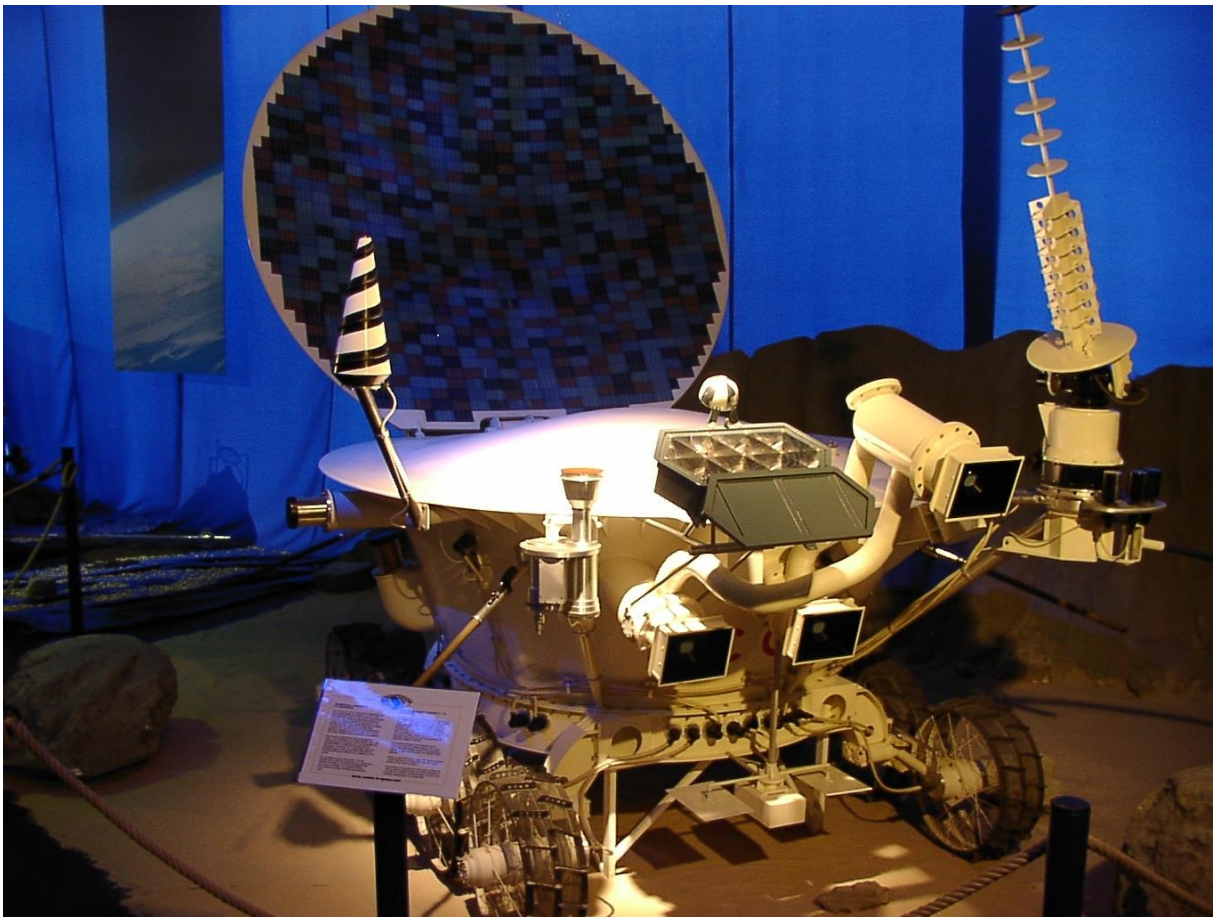


Obr. 127: Mapa Měsíce s místy přistání sond Luna, Surveyor a lunárních modulů programu Apollo, zdroj: archiv autora

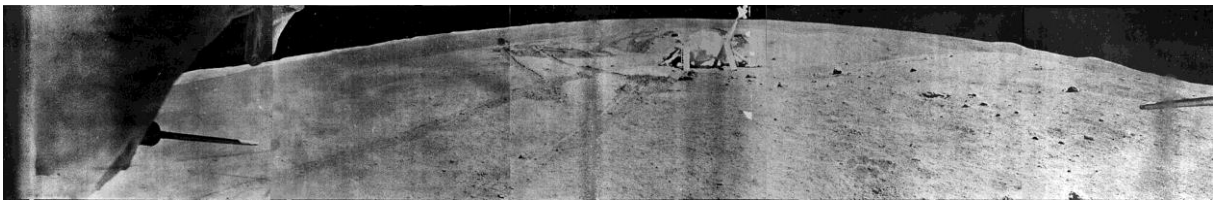
[45] Christopher Kraft zemřel ve věku 95 let 22.7. 2019, těsně po půlstoletí od přistání Apolla 11 na Měsíci. Je po něm pojmenováno Mission Control Center (Christopher C. Kraft Jr. Mission Control Center).

Lunochod 2 / Luna 21

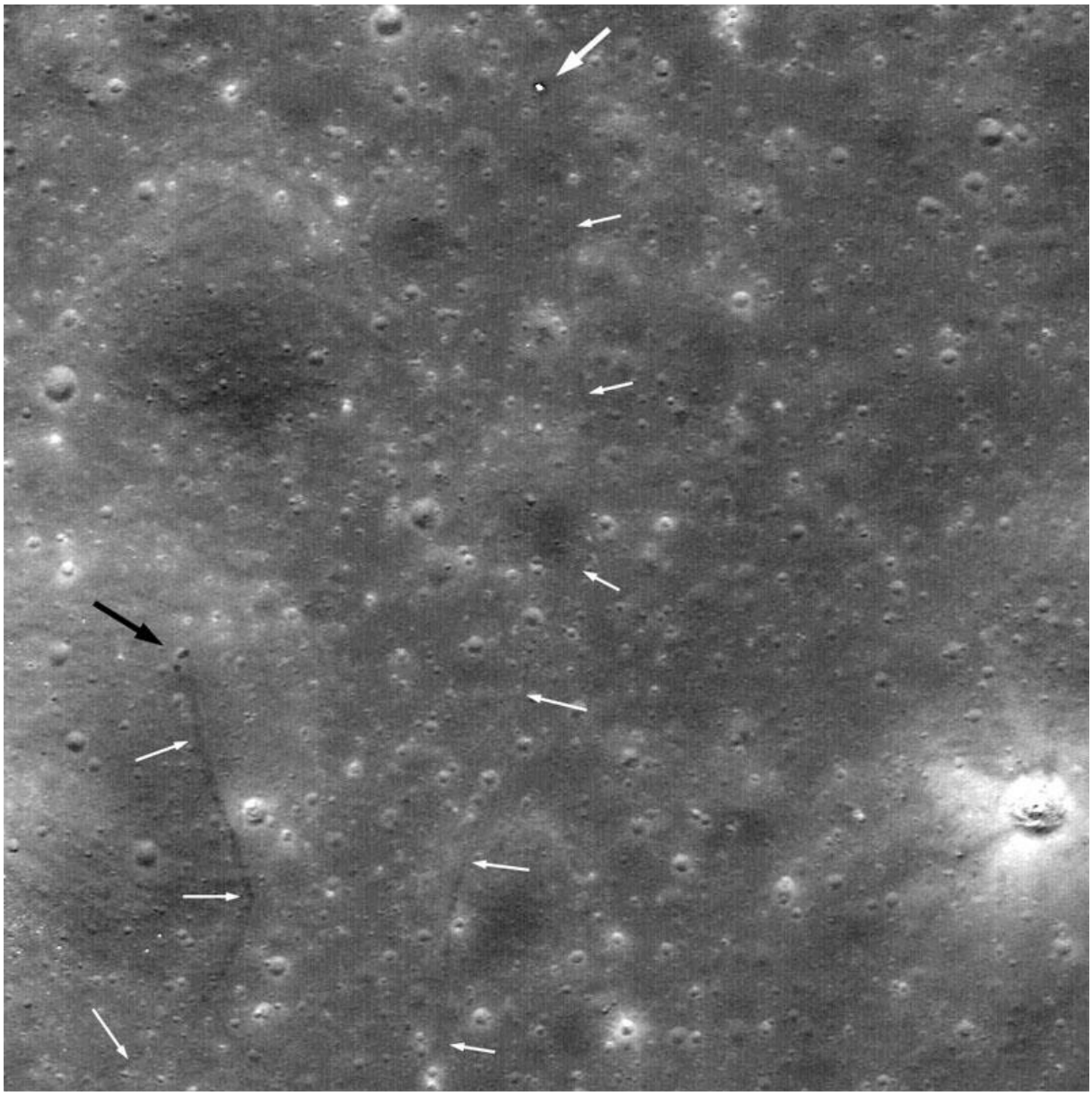
Další výzkum Měsíce po astronautech prováděly již jen sondy. Lunochod 2 byl vysazený sondou Luna 21 (15. ledna 1973) v měsíčním kráteru Le Monnier (u jeho jižního okrajového valu) na západním okraji pohoří Montes Taurus, pracoval 4,5 měsíce, pořídil kolem 80 000 snímků a ujel 37 km. Pak ale nastal problém se zaprášenými radiátory, systém se přehřál a mise skončila, což bylo zveřejněno mnohem později. I tak Lunochody předběhly svou dobu a byly následovány daleko menšími a kvalitnějšími vozítky jak na Měsíci, tak na Marsu.



Obr. 128: Lunochod-2 v muzeu, zdroj: archiv autora



Obr. 129: Přistávací plošina sondy Luna 21 a stopy kol, panorama z kamer Lunochodu-2 (Zdroj: Lunar and Planetary Rovers, A.Young, 2006)



Obr. 130: LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) byl opět úspěšný a na snímcích byly v r. 2010 nalezena Luna 21 a Lunochod-2 včetně jeho stop na měsíčním povrchu, zdroj: archiv autora

A co dál?

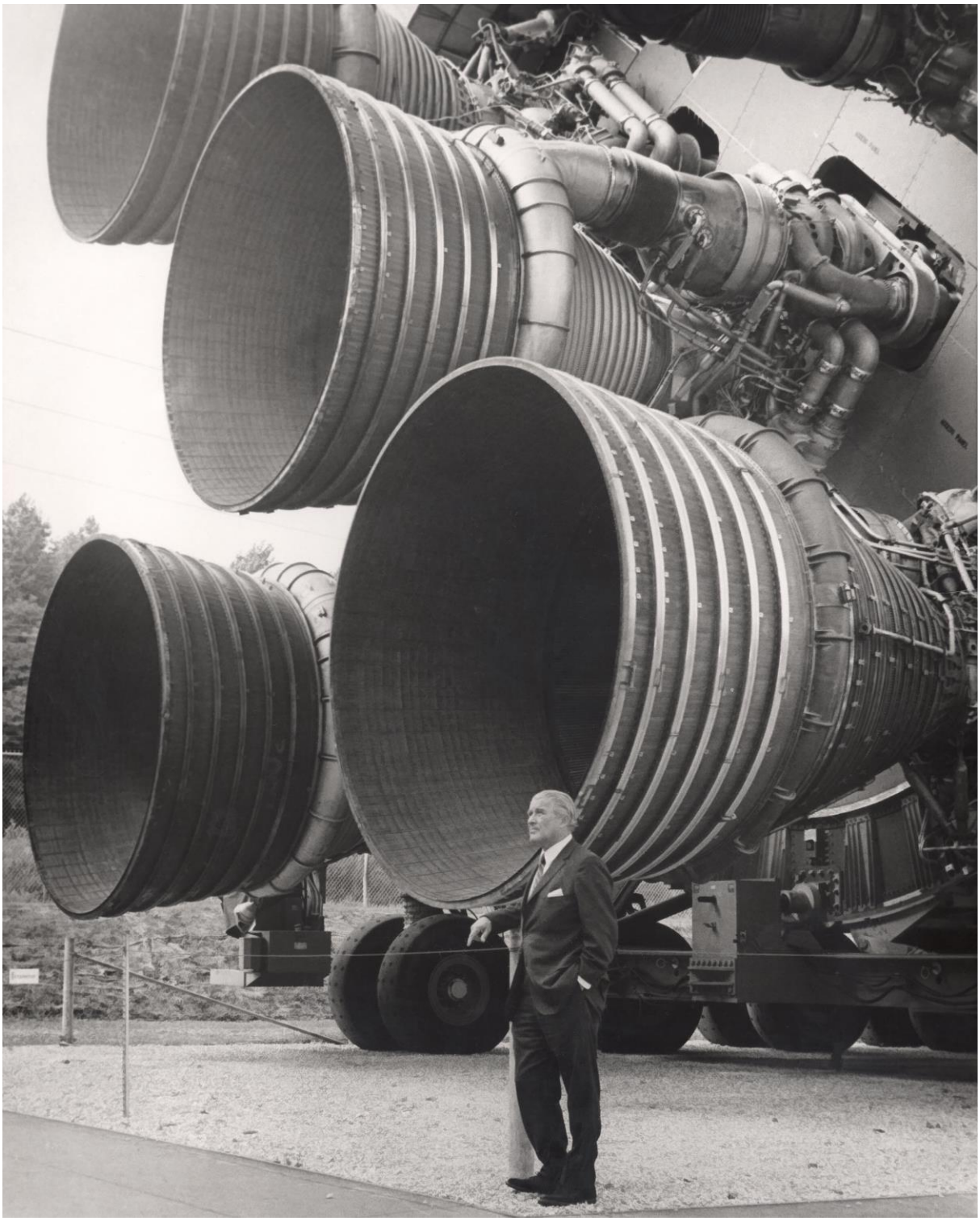
Prvotní nadšení poměrně rychle vychladlo. Wernher von Braun se neúnavně snažil o misi na Mars, ale finanční i technická náročnost takového podniku byla v tu dobu neúnosná a stárnoucí von Braun v r. 1972 odešel z NASA a v r. 1977 zemřel ve věku 65 let. Ohromné technické i finanční vypětí USA (v době největšího rozvoje projektu Apollo na něm pracovalo přes 100 tisíc lidí a celý projekt stál v dnešních cenách přes 170 miliard dolarů) si vybralo svou daň v podobě útlumu kosmických aktivit. Na Měsíci jsme již byli, nic tam není, bylo slyšet. Další plánované

mise Apollo s čísly 18-20 byly zrušeny; důvodem byl nedostatek financí a již zcela malý zájem veřejnosti. Lety do kosmu zdomácněly, kýženého cíle bylo pro veřejnost dosaženo a větší sledovanost v televizi měl opět fotbal.

Daňoví poplatníci i politici poukazovali na příliš vysoké výdaje a rozbujelou administrativu NASA. Plány na osídlení Měsíce stálou posádkou a další smělé plány v dobývání kosmu lidmi byly odloženy.

Obr. 131: Nadšení po přistání lidí na Měsíci bylo nesmírné. Za 10 let se podařilo skoro nemožné – z prvních začátků kosmonautiky po přistání na Měsíci. Řada osob z toho usuzovala, že za dalších dvacet let se bude na Měsíci bydlet a poletíme k dalším planetám, či ke hvězdám; nestalo se, ale kupř. zde ukázané dobové hrací karty dokumentují obrovské nadšeni – na pravé kartě je pod obrázkem „*Observatoř na Měsíci*“ text: „má *být postavena nejpozději do r. 1975. Problémy jejího budování jsou už řadu let posuzovány na Mezinárodních astronautických kongresech. V budoucnu se má rozrůst ve velké vědecké stanice, kde budou pracovat stovky a tisíce vědců*.“ Je jisté, že cesty do vesmíru a k dalším planetám hned tak nebudou, ale cesta k nim vede právě možná přes Měsíc, jako přestupní stanici.

Zdroj a karty: archiv autora



Obr. 132: Werhner von Braun u motorů obří měsíční rakety Saturn V., zdroj: archiv autora

Ale jak tomu již bývá, není to tak úplně celá pravda. Amerika sice v závodech o Měsíc vyhrála, ale Sověti se snažili a slavili další úspěchy jinde – např. při konstrukci družicových stanic. Již v r. 1971 vypustili první kosmickou družicovou stanici pro pobyt kosmonautů ve vesmíru na nízké oběžné dráze Saljut 1 o váze kolem 19 tun. Významné byly zcela určitě mise Saljut 6 (životnost 5 let, celkem 33 členů posádek, 638 letových dnů s posádkou) a Saljut 7 (9 let životnost, 26

členů posádek a 816 letových dnů s posádkou). O úspěšném sovětském (či dále ruském) vesmírném programu by se toho mohlo napsat velmi mnoho a je to námět např. na další publikaci, již v r. 2021 to bude 60 let od startu prvního člověka do vesmíru.

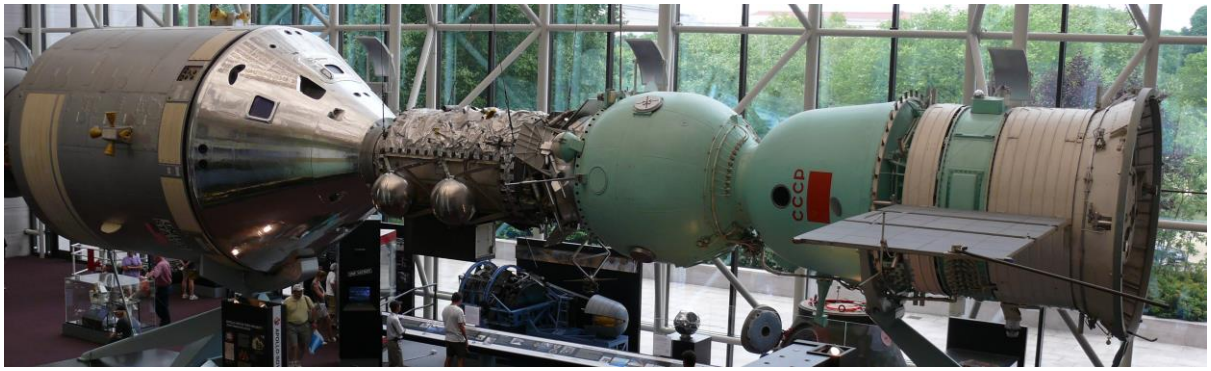
Na výsledky misí stanic Saljut navázala posléze nová a impozantní sovětská kosmická vesmírná stanice Mir, jejíž základní část statovala 19. února 1986. Na stanici se vystřídalo mnoho posádek – celkem 104 kosmonautů, z toho 62 jiné, než ruské národnosti (celkem 4591 dnů s posádkou na palubě), včetně amerických astronautů při společných letech s americkým raketoplánem Space Shuttle, a dále řada interkosmonautů. Stanice řízeně zanikla v r. 2001. Nebývalé zkušenosti včetně např. rekordní doby letu kosmonauta V. Poljakova (1,5 roku nepřetržitě ve vesmíru, celkem 678 dní!) vedly k pozdější konstrukci mezinárodní kosmické stanice ISS (International Space Station), jejíž základní blok Zarja je vlastně obdobou základního modulu stanice Saljut.

Obr. 133: Stanice Mir v největší konfiguraci předznamenala vývoj mezinárodní stanice ISS, zdroj: archiv autora

Američané v reakci na sovětské aktivity vyslali svou zatím jedinou družicovou stanici, která byla vyrobena z neobsazeného posledního stupně zbylé měsíční rakety Saturn V. Stanice startovala do vesmíru na nízkou oběžnou dráhu v r. 1973 a měla úctyhodných 77 tun, tedy mnohem více než sovětské Saljuty. Stanice s názvem Skylab měla ale provozní potíže, neotevřel se např. jeden ze slunečních panelů a stanice se přehřívala. Podařilo se ji zprovoznit, ale vystřídaly se na ní ale jen tři posádky a družicová stanice Skylab nakonec zanikla v r. 1979 v atmosféře, když její části dopadly nedaleko australského města Perth. Radnice města v reakci na to poslala NASA pokutu za znečisťování veřejného prostranství a úsměvný konflikt, při kterém se nikomu nic nestalo, řešil omluvným telefonátem až sám tehdejší prezident USA J. Carter.

Obr. 134: Stanice Skylab s utrženým slunečním panelem a s dodatečně instalovanou plachtou odrážející sluneční paprsky, zdroj: archiv autora

Dalším úspěchem, spíše politickým, byl společný let Sojuz – Apollo v červenci 1975 (astronauté Thomas Stafford, Vance Brand, Donald Slayton a kosmonauté Alexej Leonov, Valerij Kubasov). Na oběžné dráze došlo k symbolickému spojení kosmických lodí obou velmocí a známý je snímek, kdy si astronaut T. Staffort a kosmonaut A. Leonov potřásli rukami symbolicky při přeletu nad řekou Labe, tedy 30 let po setkání na Labi, které předznamenalo konec 2. světové války.



Obr. 135: Vystavené soulodí Sojuz – Apollo, zdroj: archiv autora

Obr. 136: T. Stafford a A. Leonov při společném letu Sojuz – Apollo, zdroj: archiv autora

Neměly by ale být opomenuty další kosmické aktivity, a to zejména meziplanetární automatické kosmické sondy, které prozkoumaly již všechny planety sluneční soustavy a řadu dalších těles (planetky, komety) v posledních třiceti letech. Veleúspěšné byly americké sondy k planetě Mars i sondy k vnějším planetám, ale to je již jiná historie. V určitých případech se tak ukazuje, a řada

odborníků to doporučuje, že k letům do vesmíru je lépe využít právě automatických sond, které jsou levnější a bezpečnější než pilotované lety.

Kosmický raketoplán – nový dopravní prostředek?

Kosmické raketoplány byly plánovány již koncem sedmdesátých let 20. století jako vícenásobně použitelné dopravní prostředky. Jejich provoz ale nebyl levný.

Space Shuttle

USA vypustily první raketoplán programu Space Shuttle Columbia dne 12. dubna 1981 (k 20. výročí letu J. Gagarina do vesmíru, na Den kosmonautiky). Jednalo se nepochybně o ohromný technický pokrok. Raketoplány Space Shuttle startovaly jako raketa svisle[46] svými motory (palivo odebíraly z obří přídavné nádrže), ke startu byly potřebné ještě dvě pomocné rakety na pevné palivo, které se po startu na padácích snesly do moře, kde byly vyloveny. Po ukončení mise raketoplán přistával jako letadlo. Americký raketoplán byl primárně určen k dopravě materiálu a pro lety na nízkou oběžnou dráhu s nosností téměř 20 tun. Celkem bylo ve službě pět raketoplánů: Columbia, Challenger, Atlantis, Discovery a Endeavour. Dohromady strávily ve vesmíru 1330 dní, pracovalo na nich 849 osob (!) a vynesly stovky tun materiálu, též řadu dílů pro mezinárodní kosmickou stanici ISS.

Projekt byl úspěšný, a to i přes ztrátu raketoplánu Challenger v r. 1986, kdy zahynulo všech 7 členů posádky; důvodem havárie byla netěsnost části rakety na pevné palivo, prohoření materiálu mimo těleso a následný výbuch celého systému, který raketoplán rozmetal na kousky. To nikdo nečekal, neexistovaly ani scénáře pro takovouto situaci. USA si zvykly na vesmírné lety a prozatím, i když problémy nastaly, se vždy vše vyřešilo. Po vyšetřování se přijala nová opatření, nové technické a záchranné prvky a lety byly na dlouhou dobu zastaveny.

Vše se opět rozběhlo v r. 1988. Raketoplány prováděly následujících dvacet let desítky letů, až do osudného dne 1. února 2008. Při další havárii byl zničen raketoplán Columbia, zahynulo opět 7 členů posádky včetně prvního izraelského astronauta. Raketoplán se rozpadl při návratu do atmosféry díky odpadlému kusu keramické tepelné izolace, která se poškodila při startu. Lety byly obnoveny až v r. 2005, kdy ale rozbujelá NASA již velmi zápolila se snižováním rozpočtu. Raketoplány zestárly, na další finance nebyly, a tak byl projekt nakonec ukončen 8. července 2011. Nebylo se co divit, nejmladší raketoplán Endeavour byl vyroben v r. 1987, většina z nás také nejezdí autem starým 24 let a více. Od té doby USA nemají pilotované kosmické lodě a musí se spolehnout na soukromé dopravce či Rusko.

[46] Např. start Space Shuttle Atlantis STS – 132, viz https://www.youtube.com/watch?v=5KygwcZ545U

Obr. 137: Start prvního raketoplánu Columbia 12. dubna r. 1981, zdroj: archiv autora

Obr. 138: Nešťastná posádky raketoplánu Challenger před startem: zadní řada zleva Ellison S. Onizuka, Sharon Christa McAuliffe[47], Greg Jarvis a Judy Resnik. V první řadě zleva Michael J. Smith, Dick Scobee, and Ron McNair, zdroj: archiv autora

[47] Christa McAuliffe, učitelka, prošla výběrovým řízením z více než 11 tisíc uchazečů na základě projektu, který vyhlásil president R. Reagan v r. 1984 („učitel do vesmíru“). Startu nešťastného raketoplánu přihlížela i celá její třída žáků.

Obr. 139: Zděšený J. Green v řídícím středisku po výbuchu raketoplánu Challenger, zdroj: archiv autora

Obr. 140: Posádka zničeného raketoplánu Columbia STS-107 Shora (modrá směna): Brown, McCool, Anderson, dole (červená směna): Chawlaová, Husband, Clarková a Ramon, zdroj: archiv autora

NASA se dále více zaměřila na bezpilotní vesmírné sondy a z důvodu úspor je často vyvíjejí soukromé společnosti. Není ale pravda, že by se USA přestaly zajímat o kosmické pilotované lety. Novou kosmickou loď Orion po mnoha změnách a škrtech v rozpočtu vyvíjí pro NASA firma Lockheed Martin. Orion má sice výrazné zpoždění, ale první testy byly již provedeny v r. 2019. Dále jsou ve hře soukromí dopravci, loď Crew Dragon (SpaceX) bezpilotně úspěšně letěla do vesmíru, připojila se k mezinárodní stanici ISS v březnu 2019, a v plánu jsou dále pilotované lety, loď CTS-100 Starliner společnosti Boeing startovala k testovacímu letu koncem r. 2019 a v roce 2020 by měla letět též s posádkou. Lze tedy předpokládat, že USA znovu zahájí vlastní pilotované kosmické lety, nejspíš ale plně na komerční bázi.

Buran a Eněrgija

Také SSSR vyvíjel raketoplán od sedmdesátých let; v době studené války se jednalo o ryze vojenský projekt, schopný nést jaderné zbraně[48]. Vzhledem podobný, ale konstrukčně odlišný raketoplán využíval ke startu obří nosnou raketu Eněrgija, schopnou ve své největší konfiguraci vynést až 100 tun na nízkou oběžnou dráhu. Sovětský raketoplán měl oproti americkému protějšku řadu výhod; neměl těžké nosné motory v zadní části, mohl být nesen libovolnou vhodnou raketou a byl vyvíjen nezávisle na nosiči. Vhodná raketa ale nebyla a nově vyvíjený silný nosič Eněrgija měl zpoždění. Nakonec se uskutečnil jeden jediný a bezpilotní let Buranu 15. listopadu 1988. Různé nedostavěné či testovací exempláře se nacházejí v muzeích. Formálně byl program ukončen po krizi a rozpadu SSSR a nedostatku financí v r. 1993.

Obr. 141: Model Buran – Eněrgija a raketoplán Buran v Technickém muzeu ve Speyeru (Německo), zdroj: archiv autora

A co Čína?

Čína se stala třetí velmocí, která vyslala do vesmíru své kosmonauty (tedy lépe taikonauty) vlastními silami. Stalo se tak v r. 2003, kdy z kosmodromu ve vnitřní Číně odstartovala nosná

[48] Více např. https://www.idnes.cz/technet/vesmir/raketoplan-buran-bor.A160224_120120_tec_vesmir_kuz

raketa s kosmickou lodí odvozenou od sovětských kosmických lodí. V roce 2011 pak Čína vyslala na oběžnou dráhu i první vlastní družicovou stanici. V r. 2013 úspěšně přistála na Měsíci i první čínská sonda, další pak nedávno, v květnu 2019 na odvrácené straně Měsíce, a přinesla řadu zajímavých snímků i vědeckých poznatků. Plány Číny jsou smělé, přistát kolem r. 2030 na Měsíci s lidskou posádkou.

Obr. 142: Panoramatický záběr z čínské sondy s rooverem Chang'e 4, která přistála na odvrácené straně Měsíce 15. února 2019, zdroj: archiv autora

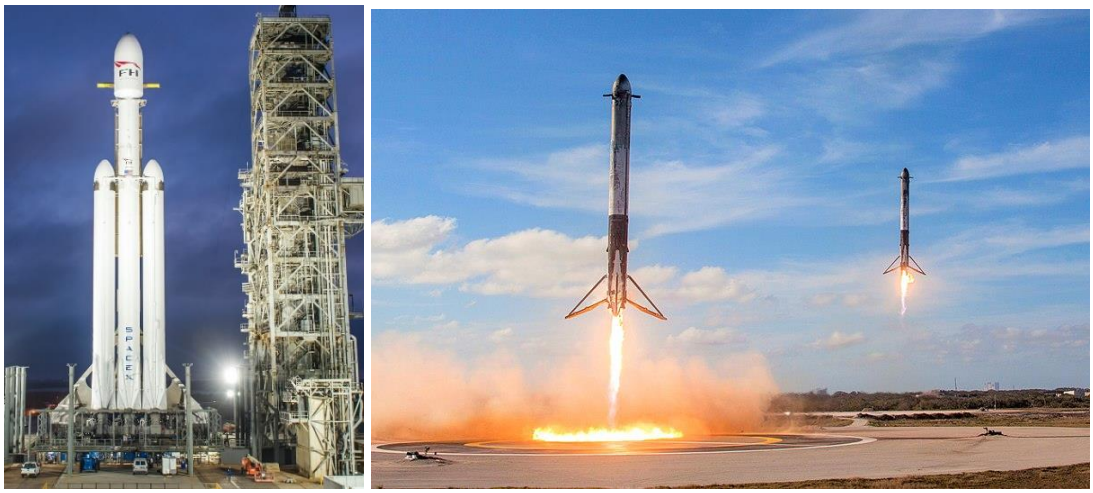
Obr. 143: Jak ten čas letí – (zleva) astronauté E. Buzz Aldrin, M. Collins, N. Armstrong a letový ředitel Ch. Kraft se sešli ku příležitosti 40. výročí přistání na Měsíci v roce 2009, National Air and Space Museum, Washington; zdroj: NASA a archiv autora

Vesmír dobývají soukromé společnosti

Space X

Společnost Space X vlastní a financuje miliardář Elon Musk. Nejsilnější raketa Falcon Heavy je 70 metrů vysoká, váží 1450 tun (!) a je schopná dopravit až 64 tun na nízkou oběžnou dráhu Země, až šestnáct tun na translunární dráhu, což jí dnes dává velký potenciál pro lety do

vesmíru. První let proběhl v r. 2018, další, komerční, 12. dubna 2019 a 25. června 2019. Při prvním letu A. Musk nechal do vesmíru vyslat elektrický automobil Tesla. Specialitou je neuvěřitelně akční přistávání dvou pomocných raket kolmo zpět na raketodrom (!), které skutečně vypadá jako z nějakého sci-fi filmu. Další stupeň přistává na plošinu v moři, což se prozatím ne vždy daří.[49] Je pravděpodobné, že právě Space X má velký potenciál stát se významným dopravcem do vesmíru. Její kosmická loď Crew Dragon by měla s posádkou startovat v květnu 2020.



Obr. 144: Falcon Heavy na rampě 39A, KSC, Florida (vlevo), souběžné kolmém přistání pomocných raket zpět na kosmodrom je skutečně fantastickým technickým výkonem (vpravo), zdroj: Space X a archiv autora

Virgin Galactic

Společnost, kterou založil britský miliardář R. Branson, se zabývá zejména vývojem techniky pro suborbitální lety a jejich prodejem. Letenku si lze zakoupit asi za 200 tisíc dolarů, ale prozatím i přes množství prodaných letenek komerční lety nejsou, budou prý v r. 2020. Byly ale již provedeny úspěšně dva suborbitální lety v r. 2018, a r. 2019 již s náhradou zákazníka v podobě skutečné osoby.

Obr. 145: Virgin Galactic SpaceShipTwo, zdroj: *www.virgingalactic.com*

[49] Start a přistání lze shlédnout např. na:
https://www.youtube.com/watch?v=A0FZIwabctw&feature=youtu.be

Obr. 146: Virgin Galactic SpaceShipTwo "Unity" provedla první suborbitální let 13. prosince 2018, zdroj: Virgin Galactic a archiv autora

Blue Origin

Společnost Blue Origin vlastní jeden z nejbohatších mužů planety Jeff Bezos, president Amazonu. Návratové rakety New Shepard jsou úspěšné, mají ale provádět též pouze suborbitální lety pro budoucí turisty. Již v r. 2019 měly následovat lety s lidskou posádkou, prozatím je zde zpoždění, nicméně zdá se, že vše je již funkční, nosná raketa efektně přistává zpět kolmo na malý kosmodrom a návratová část na padácích[50].

Obr. 147: Suborbitální vícenásobně použitelná raketa New Shepard (zdroj: Blue Origin, *http://spacenews.com/blue-origin-gearing-up-for-next-new-shepard-test-flight/*)

[50] Efektní testovací let lze shlédnout na *https://www.youtube.com/watch?v=6KWGxt-DXAQ*

A co dál? Poletí lidé v dohledné době k Marsu? Vybuduje se nakonec obyvatelná základna na Měsíci? Asi ano, řada odborníků říká, že cesta k Marsu povede přes Měsíc. Prozatím ale mají vyspělé státy jiné preference a tyto cesty jsou možná hudbou budoucnosti – možná ale již relativně blízké. Svůj podíl na nich asi ponesou i soukromé společnosti. A velmi pravděpodobně do kosmu s pilotovanými lety zasáhne i Čína.

Závěr

Před pěti sty lety, v r. 1519, vyplul portugalský mořeplavec Fernão de Magalhães na cestu kolem světa; z pěti lodí a 234 mužů se za tři roky vrátila loď jediná s 18 muži posádky. Sám Magalhães zahynul na Filipínách.

Před padesáti lety, v r. 1969, přistáli lidé na Měsíci. Cesta tam a zpět jim trvala přibližně týden až deset dní, ze sedmi výprav se šesti povedlo na Měsíci přistát, všichni se šťastně vrátili zpět.

Touha člověka, spojená s objevováním nových světů, je bezmezná.

Neboť **„navigare *necese est…“***

…neboť plouti jest nutno.[51]

Čest památce těm, kteří zahynuli při dobývání vesmíru.

Nejznámější nehody, spojené s vesmírnými lety, při níž zemřeli kosmonauté (astronauté):

- 23. března 1961 po požáru v přetlakové komoře Valentin Bondarenko,
- 27. ledna 1967 (při požáru kabiny Apolla 1) Virgil Ivan Grisomm, Roger Chaffee, Edward White,
- 24. dubna 1967 (Sojuz 1) Vladimir Komarov se stal prvním kosmonautem na světě, který zahynul přímo při kosmickém letu,
- 27. března 1968 Jurij Gagarin,

[51] Navigare necesse est, vivere non necesse. Překlady se různí- „je nutné plouti, žít není nutné“, (G.Pompeius, 56 př.n.l)

- 30. června 1971 (Sojuz 11) Georgij Dobrovolskij, Vladislav Volkov a Viktor Pacajev,
- 28. ledna 1986 (Challenger) Francis Scobee, Michael Smith, Judith Resnik, Ronald McNair, Ellison Onizuka, Gregory Jarvis a Christa McAuliffe,
- 1. února 2003 (Columbia) Rick Husband, William Cameron McCool, Michael Philip Anderson, Kalpana Chawla, David McDowell Brown, Laurel Blair Clark a Ilan Ramon,
- 31. října 2014 – Michael Alsbury, soukromá vesmírná loď SpaceShipTwo společnosti Virgin Galactic (Peter Siebold byl těžce zraněn),
- … a řada dalších, zejména zkušebních pilotů z doby prvních kosmických letů

Literatura

Harvey, B. 2007. Soviet and Russian Lunar Exploration, Springer-Verlag New York Inc., ISBN13 9780387218960, 318 stran

Havlíček, A., Havlíček, M. Přehled sond, vyslaných k Měsíci a dalším tělesům Sluneční soustavy (15-10-2019). *http://spaceprobes.kosmo.cz/index.php?sekce=prehled&kind=target&target=m*

Chaikin, A. 1998. A Man on the Moon: The Voyages of the Apollo Astronauts

NASA – web: informace z misí a přehled aktivity. Odkaz na výročí 50ti let od přistání na Měsíci. (15-10-2019) *https://www.nasa.gov/feature/50-years-ago-one-small-step-one-giant-leap*

Pacner, L., Vítek, A. 2008. Půlstoletí kosmonautiky, Epocha, Praha

Vítek, A., Lála, P. 1982. Malá encyklopedie kosmonautiky, Mladá fronta, Praha

Wikipedia, Project Apollo (15-10-2019). *https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_program*

Wikipedia, Project Gemini (15-10-2019). *https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Gemini*

Wikipedia, Project Mercury (15-10-2019). *https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Mercury*

Young, A. 2006. Lunar and Planetary Rovers: The Wheels of Apollo and the Quest for Mars. Springer-Verlag New York Inc., ISBN 9780387307749, 306 stran

ZČU. (15-10-2019). *http://astronomia.zcu.cz/kosmolety/apollo/2460-cesta-na-mesic*

Zoommagazin, iPrima, Vesmírné tragédie (15-10-2019). *https://zoommagazin.iprima.cz/zajimavosti/nejvetsi-tragedie-vesmirnych-programu-slyseli-jste-o-vsech*