

TOMÁŠ PŘIBYL

# DOBYTIE MESIACA

PRÍBEH PROGRAMU APOLLO



 Linden

# Dobytie Mesiaca

Vyšlo aj v tlačovej podobe

Objednať môžete na  
[www.lindeni.sk](http://www.lindeni.sk)  
[www.albatrosmedia.sk](http://www.albatrosmedia.sk)

## Ljndeni

**Tomáš Příbyl**  
**Dobytie Mesiaca – e-kniha**  
Copyright © Albatros Media a. s., 2019

Všetky práva vyhradené.  
Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť rozširovaná  
bez písomného súhlasu majiteľov práv.

**ALBATROS**  **MEDIA**

TOMÁŠ PŘIBYL

# DOBYTIE MESIACA

PRÍBEH PROGRAMU APOLLO



**Ljndeni**



*Markovi, Mišovi a ich snom*



## OBSAH

<b>PROLÓG</b>	<b>6</b>
<b>PRI KOLÍŠKE PROGRAMU APOLLO</b>	<b>11</b>
<b>APOLLO 1 CESTA NA MESIAC SA ZRODILA V OHNI</b>	<b>25</b>
<b>APOLLO 4 OBOR LETÍ</b>	<b>33</b>
<b>APOLLO 5 ČLN PRE CESTU NA MESIAC</b>	<b>41</b>
<b>APOLLO 6 KRÔČIK OD KATASTROFY</b>	<b>47</b>
<b>APOLLO 7 VZBURA NA PALUBE</b>	<b>51</b>
<b>APOLLO 8 PRVÍ ĽUDIA PRI MESIACI</b>	<b>61</b>
<b>APOLLO 9 NAJVÄČŠÍ A NAJPRIATEĽSKEJŠÍ PAVÚK</b>	<b>75</b>
<b>APOLLO 10 MLÁDEŽI NEPRÍSTUPNÉ</b>	<b>91</b>
<b>APOLLO 11 DOBYTIE MESIACA</b>	<b>101</b>
<b>APOLLO 12 ZNOVA A PRESNEJŠIE</b>	<b>145</b>
<b>APOLLO 13 HOUSTON, MALI SME PROBLÉM</b>	<b>165</b>
<b>APOLLO 14 BOLA TO DLHÁ CESTA</b>	<b>177</b>
<b>APOLLO 15 NA HRANICI SEBAOBETOVANIA</b>	<b>193</b>
<b>APOLLO 16 NA DRASLÍKOVEJ DIÉTE</b>	<b>213</b>
<b>APOLLO 17 GEOLÓG NA MESIACI</b>	<b>231</b>
<b>APOLLO: JE DOKONANÉ</b>	<b>247</b>
<b>EPILÓG</b>	<b>253</b>

# PROLÓG

*Verím, že tento národ by sa mal zaviazat k dosiahnutiu cieľa skôr, ako sa skončí toto desaťročie, a to k pristátiu človeka na Mesiaci a jeho bezpečnému návratu späť na Zem. Žiadny iný kozmický program uskutočnený v tomto období neurobí taký dojem na ľudstvo alebo nebude taký dôležitý z hľadiska dlhodobého prieskumu vesmíru. A žiadny tiež nebude také náročné vykonať.*

*Navrhujeme urýchliť vývoj vhodnej lunárnej lode. Navrhujeme vyvíjať nové motory na kvapalné a pevné pohonné látky, a to omnoho výkonnejšie ako dnes pripravované, kým nebudeme mať tie najlepšie. Navrhujeme pridať ďalšie finančné zdroje na vývoj nových motorov a na bezpilotný prieskum – na prieskum, ktorý je obzvlášť dôležitý z jedného dôvodu, ktorý tento národ nesmie nikdy prehliadnuť: prežitie človeka, ktorý podnikne tento odvážny let.*

*V skutočnosti ale na Mesiac nepoletí jeden človek. Ak sa pre tento krok rozhodneme, bude to celý národ. Každý z nás sa bude podieľať na tom, aby sa tam dostal.*

prezident Spojených štátov John Fitzgerald Kennedy, 25. mája 1961





*V počiatkoch kozmickej éry ľudstva zbieral Sovietsky zväz prvenstvá ako na bežiacom páse.*

Keď správa o lete prvého kozmonauta na svete, sovietskeho pilota Jurija Gagarina, dorazila za oceán, bolo neskoro po polnoci 12. apríla 1961. Napriek tomu si John Warner pracujúci pre agentúru UPI trúfol zdvihnúť telefón a zavolať s prosbou o komentár tlačovému hovorcovi NASA Johnovi Powersovi. Ten nemal ani trochu náladu na rozhovor a do slúchadla iba zavrčal: „Všetci tu dole spíme!“ Warner ale dostal, čo potreboval – ako oficiálne vyjadrenie NASA to stačilo. Titulné strany novín tak mohli informovať, že „Rusi sú vo vesmíre a NASA priznáva, že zaspala“.

Pre Ameriku predstavoval problém už štart prvej družice, Sputniku. Dovtedy vnímala Sovietsky zväz síce ako protivníka, ale zároveň ako zaostalého, nekultúrneho a neschopného nepriateľa. A zrazu Sovieti poslali do vesmíru družicu. Teda niečo, čo bolo doteraz najširšej verejnosti prezentované ako vrchol techniky. Nešlo pritom len o družicu: malý bod na oblohe (hoci vlastný Sputnik videl málokto, to, čo všetci pozorovali, bol mnohonásobne väčší vyslužený stupeň rakety, ktorý sa s ním dostal do vesmíru) prelietal celé kontinentálne USA a tiež časť Aljašky. Snáď každý Američan si tak kládol

otázku: „Čo ak to bude nabadúce atómová bomba?“ Niet sa teda čo čudovať, že médiá hovorili o „technologickom Pearl Harbour“. Toto slovné spojenie dodnes v amerických ušiach silno rezonuje. Nieto ešte vtedy, iba pár rokov po skončení druhej svetovej vojny.

A aby toho nebolo málo, Sovieti len o mesiac neskôr vyslali na obežnú dráhu prvého živého tvora, psa Lajku. Keď sa s nimi Amerika pokúsila držať krok a pozvala na mys Canaveral začiatkom decembra 1957 desiatky novinárov, raketa Vanguard s prvou družicou „Made in USA“ letela len pár desiatok centimetrov, potom jej zlyhal motor a v mori plameňov sa zrútila na štartovaciu rampu. Sarkastická tlač neváhala prekrstiť pokus podľa vzoru Sputniku na „Kaputnik“.

ZSSR potom poslal do vesmíru prvého živého tvora, prvú sondu na Mesiac, po prvýkrát ho dosiahli, získali fotografiu jeho odvrátenej strany, vrátili družicu z obežnej dráhy, a potom pripravili aj let Gagarina. Amerika musela prehĺtať jednu horkú pilulku za druhou. V Bielom dome pritom sedel John Fitzgerald Kennedy, ktorý v priebehu svojej volebnej kampane (úradu sa ujal v januári 1961, teda tri mesiace pred Gagarinom) vykrikoval: „Zastavím ten cirkus Mercury!“



Hovoril o pilotovanom programe NASA, ktorého cieľom bolo dostať človeka do vesmíru, ale ktorý sa boril s nekonečnými technickými aj finančnými problémami. Kennedy plánoval zrušiť celú kozmickú agentúru NASA.

Inštitúcia bola podľa neho len duplicitnou voči armáde a odčerpávala ľudské i materiálne zdroje z dôležitejších projektov. Napriek tomu si história Kennedyho pamätá ako veľkého zástancu kozmonautiky a muža, ktorý vyhlásil let na Mesiac.

Keď Kennedy zasadol do prezidentského kresla, zmenil rétoriku, čo ale neznamená, že zmenil názor. Program Mercury mu bol trňom v oku a NASA bola pre neho stále zbytočnou inštitúciou. Poradcovia mu ale odporučili, nech veci nechá tak, ako sú. Buď bude program Mercury zavŕšený úspechom a on bude pri ňom, alebo nezdarom, a pre Kennedyho nebude nič jednoduchšie, ako prehlásiť, že ide o zlyhanie predchádzajúcej administratívy.

Táto politická vypočítavosť sa Kennedymu vyplácala. Keď Amerika žila krátkym letom svojho astronauta Alana Sheparda (5. mája 1961), pochopil skutočný propagandistický význam kozmonautiky. Rovnako ako omnoho skôr sovietsky vodca Nikita Chruščov. Navyše, už v tomto čase zasadala skupina jeho poradcov a riešila otázku ako na ďalší sovietsky veľkolepý

úspech – Gagarinov let – odpovedať. Zvažovali sa rôzne možnosti, napríklad nereagovať vôbec, či postaviť veľkú kozmickú stanicu.

Nakoniec experti dospeli k záveru, že kozmonautika je natoľko citlivou oblasťou pre americkú verejnosť, že ju nemožno ignorovať. A že je nutné obnoviť americkú technickú a technologickú prevahu za každú cenu. Ale ako?

Bolo potrebné nájsť program, ktorý zmaže všetky doterajšie úspechy Sovietskeho zväzu, neumožní z nich ťažiť, a ktorý bude predstavovať výzvu, ktorú nebude možné odmietnuť. Skrátka niečo, čo ZSSR i USA postaví na novú štartovaciu čiaru, kedy budú musieť obaja rivali začínať úplne od nuly.

Ako takýto plán sa javilo pilotované pristátie na Mesiaci, ktoré Kennedy stanovil za národný cieľ nasledujúceho desaťročia. Písal sa máj 1961 a Amerika nemala za sebou žiadny pilotovaný let na obežnú dráhu, iba kratučký „skok“ Alana Sheparda. Mimochodom, práve on, ako jediný z vtedajších astronautov, nakoniec na Mesiaci stál.

Let na Mesiac predstavoval úplne novú výzvu, nikto a nič nebolo pripravené. Bolo logické, že bude potrebné vytvoriť novú kozmickú loď. A raketu. A kozmodróm. A vôbec vymyslieť, ako sa na ten Mesiac vlastne dostať.

*„Pozval nás všetkých do vesmíru,“ napísal o niekoľko rokov neskôr Neil Armstrong o Jurijovi Gagarinovi do pamätnej knihy Hviezdného mestečka.*



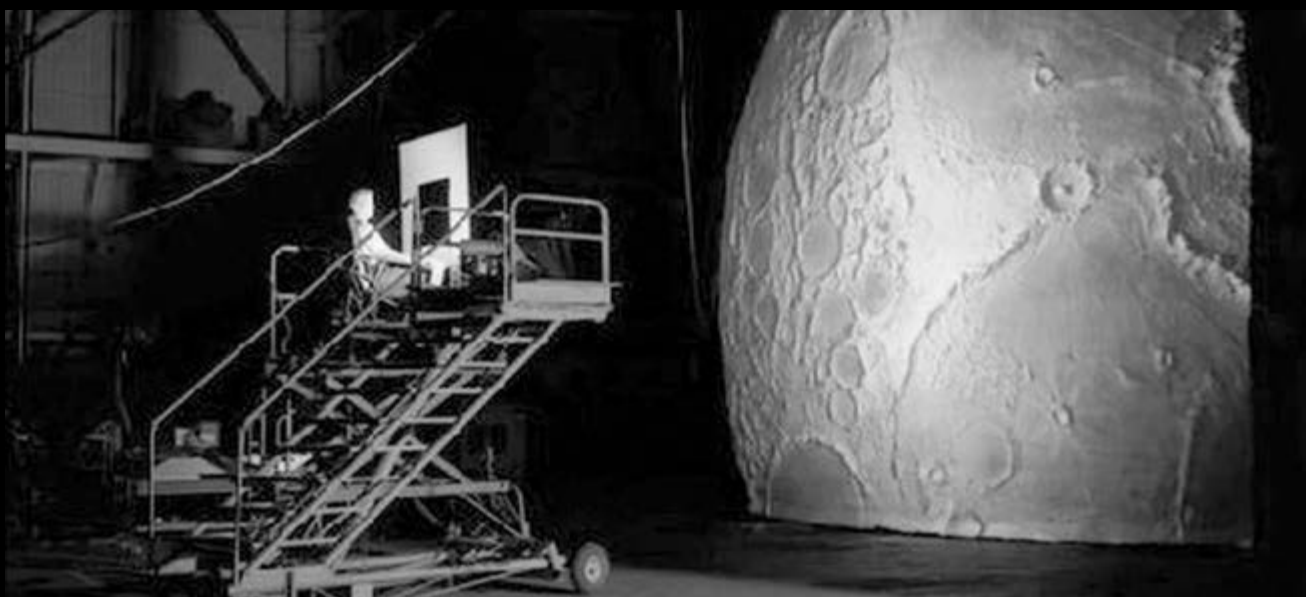


# PRI KOLÍSKE

## PROGRAMU APOLLO

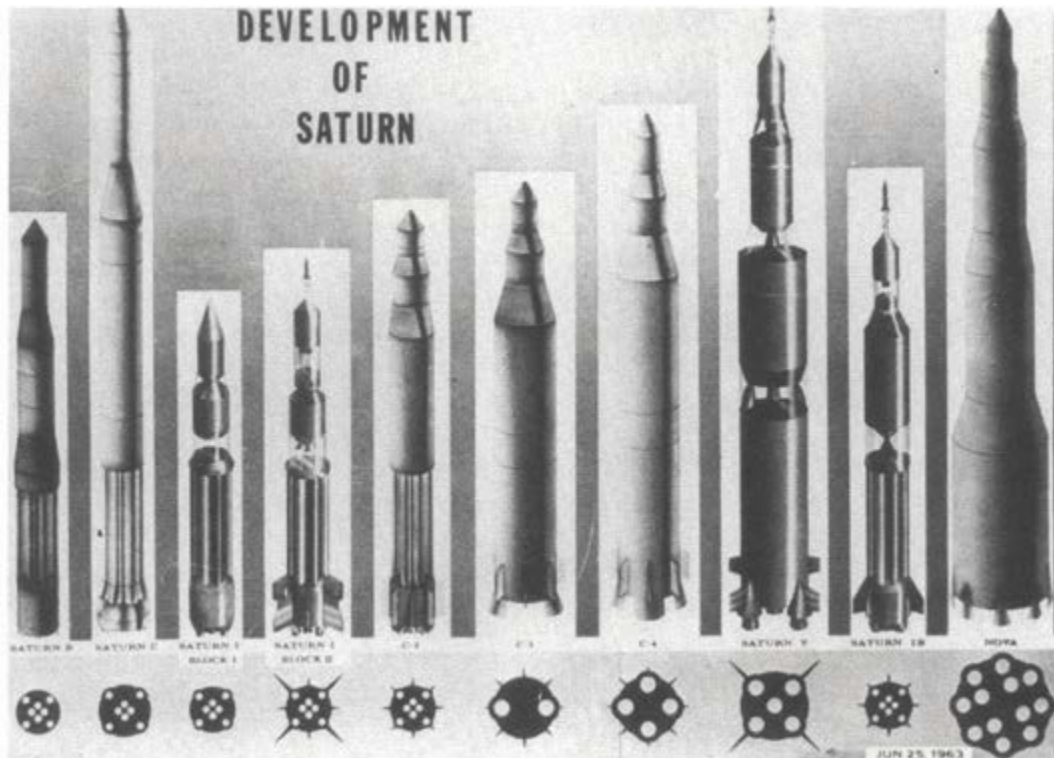
Letieť na Mesiac sa skrátka jednoduchšie povie, ako urobiť. Žiadny precedens neexistoval. Teda žiadny použiteľný: o letoch na Mesiac hovorili staré báje mnohých národov, farbisto ich popísal Jules Verne a nemenej farbisto vykreslil belgický kreslič Hergé v Tintinových dobrodružstvách. Inžinieri sa ale rozhodli spoľahnúť sami na seba.

Do úvahy pripadali tri základné scenáre označované ako priamy let (Direct Ascent, DA), stretnutie na obežnej dráhe Zeme (Earth Orbit Rendezvous, EOR) a stretnutie na lunárnej obežnej dráhe (Lunar Orbit Rendezvous, LOR). Každý mal svoje výhody a tiež zásadné nevýhody, žiadny nebol dokonalý. Priamy let počítal so štartom kompletnej lode na jednej rakete, pristátím na Mesiaci a cestou späť na Zem. Žiadne pripájanie alebo oddelovanie lodí: len odhadzovanie vyhorených stupňov. Teoreticky bol tento model najjednoduchší, lebo kozmonauti mali stráviť celý čas v jednej lodi. V čom bol háčik? Výprava by vyžadovala vskutku obriu raketu so štartovacou hmotnosťou 8 až 15-tisíc ton. Pre porovnanie: nakoniec realizovaný Saturn V nemal pri štarte ani 3-tisíc ton, a to bol neskutočný obor, akému sa dodnes nič nevyrovná. Takáto raketa by predstavovala ohromnú výzvu z hľadiska výroby, testovania, dopravy, prípravy, štartovacích operácií, spoľahlivosti...

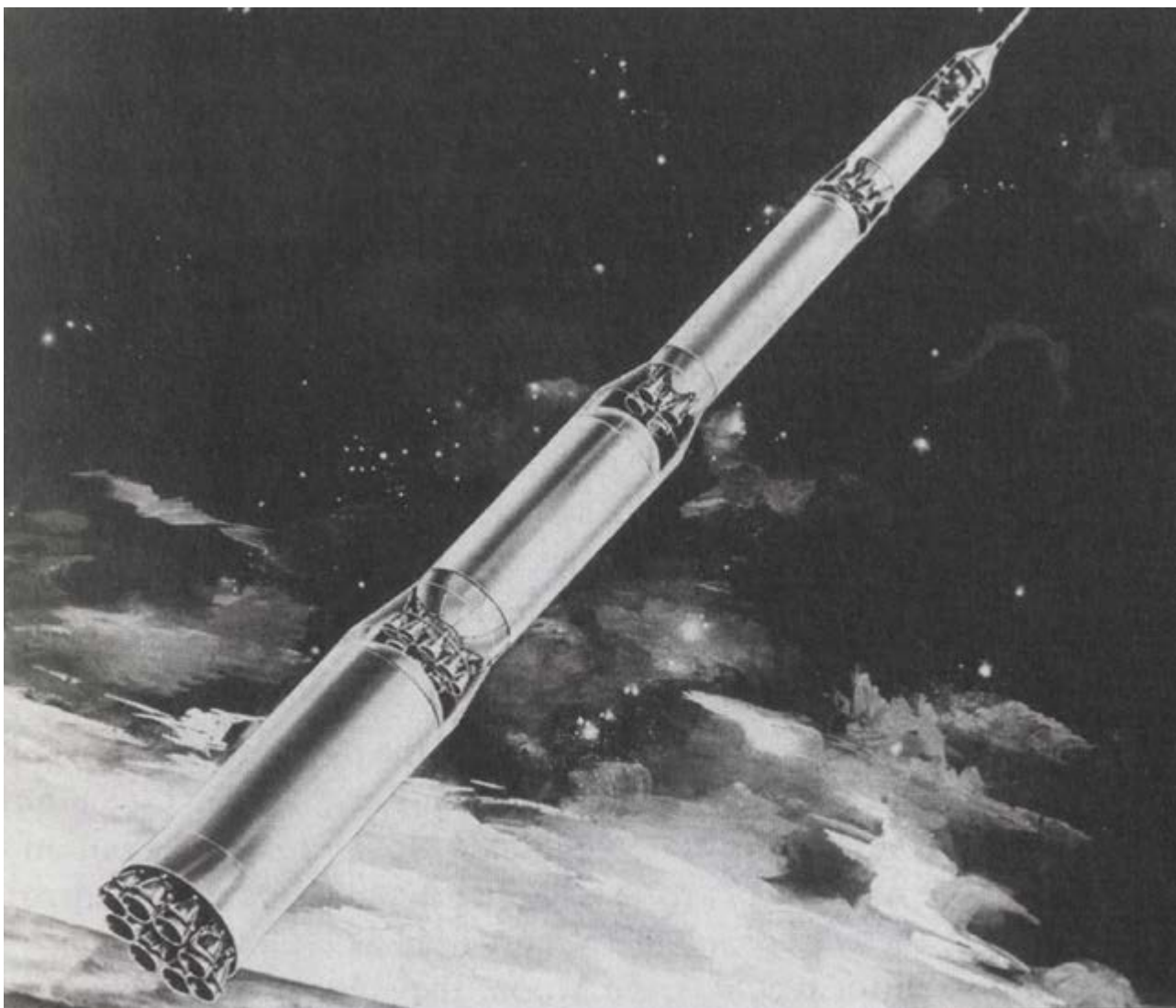


*Pre naštudovanie základných charakteristík manévrovania pri Mesiaci a pristátia na ňom vznikol v Langleyovom výskumnom stredisku NASA (štát Virginia) simulátor LOLA (Lunar Orbit and Landing Simulator) za, na vtedajšiu dobu astronomické, 2 milióny dolárov.*

*Návrh lunárneho plavidla od konštruktéra Wernhera von Brauna z roku 1952 s výškou 48 metrov pre dvadsaťčlennú posádku.*



*Pre lunárnu výpravu bola naštudovaná široká rodina nosných rakiet.*



*Jeden zo zvažovaných variantov obrej rakety neskutočných parametrov pre techniku priameho letu.*

Preto bol favorizovaný druhý model, stretnutie na obežnej dráhe Zeme. Výsledná loď by bola opäť rovnaká, ale neletela by na jednej rakete. Postupne by ju kus po kuse na obežnú dráhu dopravilo niekoľko nosičov po sebe, vo vesmíre by sa zostavila ako stavebnica. Výhodou bolo odbúranie nepredstaviteľne rozmernej rakety, nevýhodou nevyriešené otázky okolo stretávania sa vo vesmíre, zostavovania kozmickej lode, skladovania pohonných hmôt na obežnej dráhe či pristátia na Mesiaci s rozmernou loďou. Variant bol preferovaný aj preto, že vrcholil vývoj rakety Saturn I. Tá mala štartovať už o niekoľko mesiacov a mohla hneď začať skúšať technológie a manévry pre tento let. Navyše sa dalo neskôr metódu použiť aj na budovanie kozmických staníc.

Tretí variant cesty počítal so stretnutím sa na obežnej dráhe Mesiaca. Leteli by vlastne dve spojené lode, ktoré by začali krúžiť okolo Mesiaca. Piloti by prešli do výsadekovej plavidla, pristáli by na Mesiaci a zasa sa vrátili na obežnú dráhu k materskej lodi. V nej by potom leteli domov. Na Mesiac by tak so sebou nevláčili tony pohonných látok na návrat na Zem (čo neznamená, že ďalšie tony by neboli potrebné na ich pristátie na povrchu a na ich štart z povrchu), ale napríklad aj odolný tepelný štít, všetky zásoby a mnoho ďalších systémov. Dvojité loď by bola rozhodne najjednoduchšia. Čertovo kopytko

sa skrývalo v onom stretávaní sa lodí na obežnej dráhe Mesiaca. Bolo to v čase, keď mnohí inžinieri pochybovali o reálnosti stretnutia dvoch lodí na obežnej dráhe Zeme. A teraz si niečo podobné predstavte pri Mesiaci, bez dát z pozemných radarov, bez pomoci riadiaceho strediska a s obmedzenými komunikačnými možnosťami (lode budú polovicu času pri pohľade zo Zeme „za Mesiacom“, teda bez rádiového spojenia).

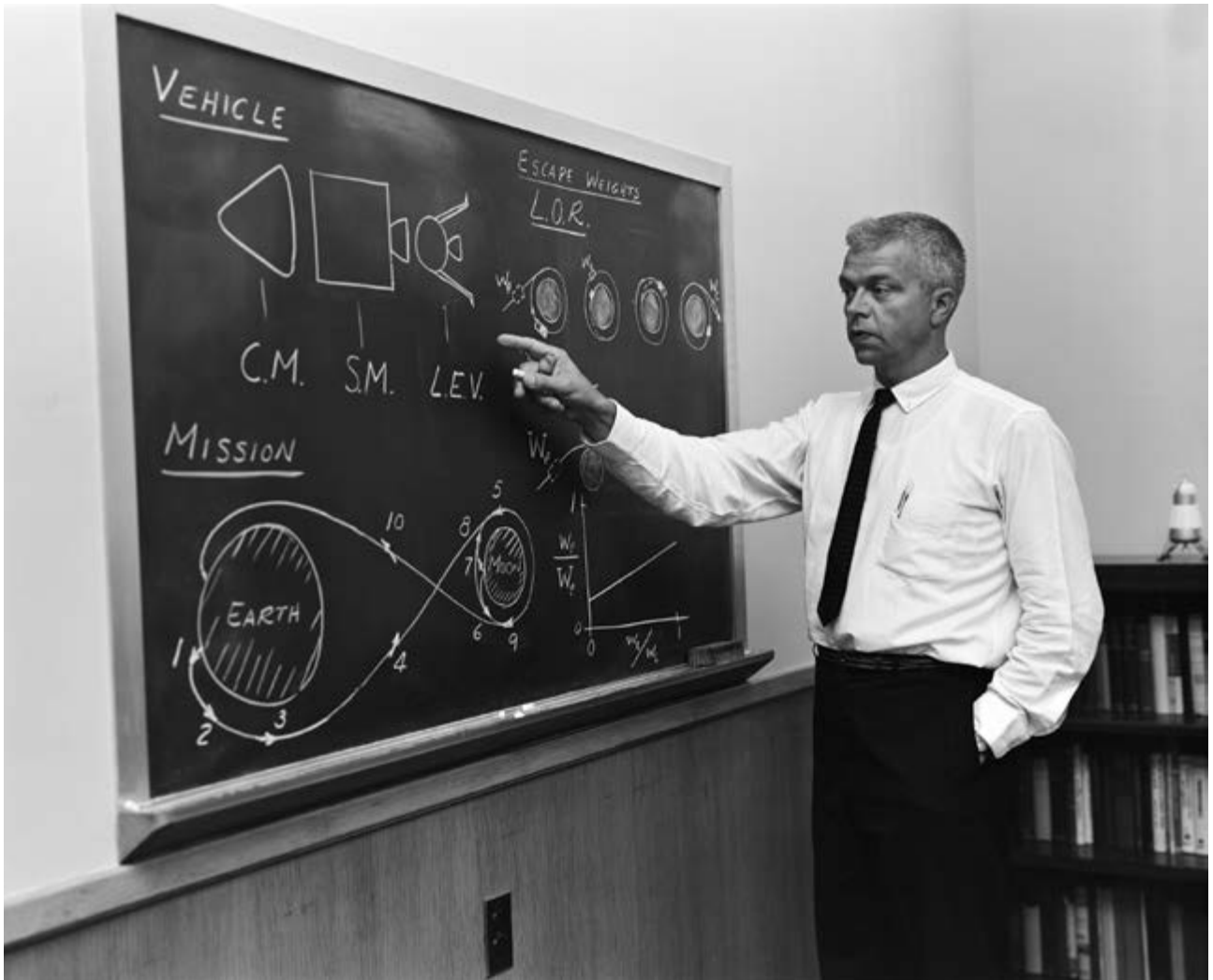
Metóda stretnutia na obežnej dráhe Mesiaca tak bola v rozhodovaní fakticky len do počtu. Nešlo pritom o žiadnu novinku: historicky ju po prvýkrát popísali nezávisle od seba Jurij Kondratjuk z Ukrajiny (1919) a Hermann Oberth z Nemecka (1923).

V NASA sa s ňou stotožnil inžinier John Houbolt. Uvedomoval si, že ponúka obrovské hmotnostné, časové a finančné úspory. Hoci za cenu nutnosti zvládnutia vtedy nepredstaviteľného stretnutia pri Mesiaci. Všetci jeho víziu označovali za riskantnú až nepraktickú, niektorí priam za nemožnú. Max Faget, uznávaný konštruktér lode Mercury, to dokonca nevydržal a v jednej debate vystúpil: „Neverte mu, jeho čísla klamú. Vôbec netuší, o čom hovorí.“ Iní sa vyjadrovali v posmešných číslach: „Houbolt nám ponúka päťdesiatpercentnú šancu pristátia človeka na Mesiaci a jednopercenťnú šancu jeho návratu späť.“

## NÁRODNÝ ÚRAD PRE LETECTVO A VESMÍR

NASA (National Aeronautics and Space Administration) alias Národný úrad pre letectvo a vesmír je americká vládna agentúra, ktorá je zodpovedná za kozmický program a všeobecný výskum v letectve. Vznikla 29. júna 1958 prijatím zákona o vesmírnom výskume, ktorý v Kongrese USA pretlačil vtedajší prezident Dwight Eisenhower. Reálne začala fungovať od 1. októbra toho istého roka (v USA sa totiž rozpočtový rok neprekrýva s kalendárnym a začína sa už 1. októbra). NASA prevzala laboratóriá, zamestnancov i program Národného poradného výboru pre letectvo (NACA, National Advisory Committee for Aeronautics), ktorý vznikol už v roku 1915. Jeho záber činností ale pochopiteľne rozšírila, a to predovšetkým práve o vesmír. Celkovo má NASA v USA 155 rôznych stredísk a zariadení.





John Houbolt (1919 – 2014) technike stretnutia na lunárnej obežnej dráhe od začiatku plne dôveroval.



Wernher von Braun (1912 – 1977) vo svojej pracovni; za povšimnutie stojí jeden z návrhov lunárneho plavidla na plagáte.

John Houbolt ale koncepcii veril, pracoval na nej v NASA od roku 1959. Písal listy, počítal, presviedčal, riskoval kariéru. A postupne na svoju stranu získaval jedného zodpovedného činiteľa NASA či kozmického priemyslu za druhým. Všetko malo vyriešiť stretnutie v Huntsville (Alabama) v júni 1962, kde proti sebe stáli vlastne len tábory priaznivcov stretnutia na obežnej dráhe Zeme a na obežnej dráhe Mesiaca. Priamy let bol už mimo hry. Nakoniec si vzal slovo konštruktér Wernher von Braun, inak skalný zástanca stretnutia na obežnej dráhe Zeme. Pätnásť minút hovoril o postupe spojenia kozmickej lode práve na obežnej dráhe Zeme. Neexistuje doslovný záznam schôdzky a jej účastníci sa v presnej formulácii po rokoch rozchádzali, ale von Braun hovoril o technike stretnutia na obežnej dráhe Zeme, jej výhodách a výzvach. Svoju reč ale uzavrel slovami: „A preto sa nazdávam, že jediný spôsob, ako dostať človeka v dohľadnej dobe na Mesiac, je stretnutie na lunárnej obežnej dráhe.“

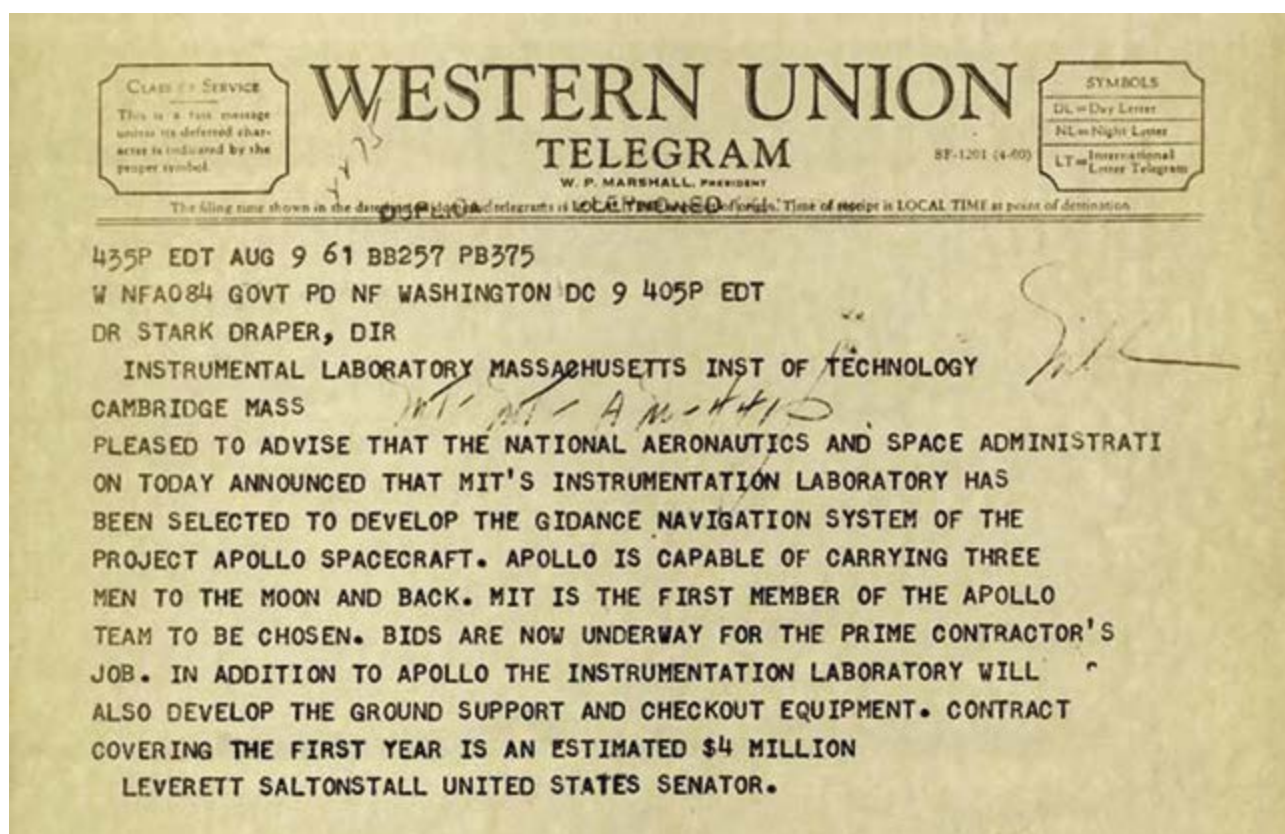
Človek, ktorý ešte pred chvíľou prisahal na variant stretnutia na obežnej dráhe Zeme, prešiel na druhú stranu barikády. Bolo rozhodnuté. Hoci nie je uvádzaný popri iných významných dátumoch, štvrtok 7. júna 1962 patrí k najdôležitejším medzníkom v programe Apollo. Kocky boli hodené, a predsa v nasledujúcich mesiacoch strávil 700 špecialistov viac ako milión hodín výpočtami, ktoré výhodnosť rozdelenia misie do dvoch lodí definitívne potvrdili.

Lunárny program sa ale rodil priebežne. Už 28. januára 1960 NASA prezentovala Kongresu desaťročný plán vesmírneho prieskumu. Počítal po misiách Mercury s omnoho sofistikovanejšou loďou, v roku 1968 pasívny (teda bez navedenia na jeho orbite) obletom Mesiaca

a niekedy po roku 1970 aj s pristátím na jeho povrchu. Je zaujímavé, že už vtedy dostal program meno Apollo.

Dávno predtým, ako bolo rozhodnuté o podobe cesty na Mesiac, bol už 9. augusta 1961 uzavretý historicky prvý kontrakt v americkom lunárnom programe s Massachusettským technologickým inštitútom (Massachusetts Institute of Technology, MIT). Jeho predmetom bol počítačový systém lode Apollo. Bol na štyri milióny USD. Hlavným konštruktérom na strane MIT sa stal Charles Stark Draper. Systém mal zaisťovať vedenie lode po vybranej trajektórii (Guidance), stanovovať jej presnú polohu v priestore vo vzťahu k budúcemu cieľu (Navigation), smerovať pohyby lode v klonení (roll), bočení (yaw), klopení (pitch) a aj rýchlosť (Control).

O kontrakt na výrobu lode Apollo sa uchádzala päť firma. Ako najlepší bol výberovou komisiou odporučený variant predložený spoločnosťou Martin Company. Stalo sa tak 24. novembra 1961 a v rovnaký deň táto správa dorazila do firmy a vzápätí bola vyhlásená vnútropodnikovým komunikačným systémom. Lenže na druhý deň Kozmická pracovná skupina (Space Task Group, STG) ako nadriadený orgán rozhodnutie zvrátila a rozhodla sa zadať kontrakt druhej firme v poradí. Teda North American Aviation (NAA). Dôvodom boli predchádzajúce skúsenosti s raketovou technikou (napr. raketoplán X-15, okřídlená raketa Navajo či križujúca strela Hound Dog). Viac ako pol roka pred rozhodnutím o scenári letu sa tak začala vyvíjať vlastná loď: vzhľadom na rozdelenie na veliteľský modul a servisnú sekciu bolo isté, že veliteľský modul (ktorý sa začal vyvíjať prednostne) nájde uplatnenie, nech už bude zvolený akýkoľvek variant.



Telegram, ktorým NASA informovala o pridelení kontraktu na počítačový systém lode Apollo.

## KOZMICKÁ LOĎ APOLLO



Lod sa skladala z troch hlavných častí: kuželovitého „veliteľského modulu“ (Command Module), pod ním sa nachádzajúceho valcovitého „servisného modulu“ (Service Module) a výraznej dýzy hlavného motora SPS (Service Propulsion System). Tieto časti spoločne tvorili celok označovaný ako CSM (Command/Service Module). Veliteľský modul mal priemer 3,9 a výšku 3,5 metra, vo vnútri mal všetky systémy a trojicu kresiel pre posádku: v prípade núdze však mohol na svoju palubu vziať až päť astronautov. Táto možnosť ale nebola nikdy využitá. Mal hmotnosť 5,5 tony. Ako jediný bol schopný návratu na Zem (chránil ho 850 kilogramov ťažký tepelný štít), pristával na trojici hlavných padákov (každý s priemerom 25,5 metra). Servisný modul mal dĺžku 7,6 metra a priemer 3,9 metra. Jeho prázdna hmotnosť bola 6,1 tony (z toho polovicu tvoril motor SPS), pričom do svojich nádrží mohol poňať až 18,4 tony pohonných látok. Servisný modul zaisťoval predovšetkým motorické manévry, pretože mal možnosť zmeniť rýchlosť lode o takmer 3 km/s. To poslúžilo predovšetkým na navedenie na lunárnu obežnú dráhu a následne na odlet späť k Zemi. Okrem toho ale slúžil aj ako podporný systém veliteľského modulu, ktorému dodával napríklad elektrickú energiu, vodu a kyslík pre posádku, zaisťoval tepelnú reguláciu, komunikáciu a ďalšie služby. Dýza motora SPS mala dĺžku 3,9 metra a priemer 2,5 metra.



*V dielňach firmy Boeing vznikla najskôr rozmerová maketa prvého stupňa S-IC rakety Saturn V.*

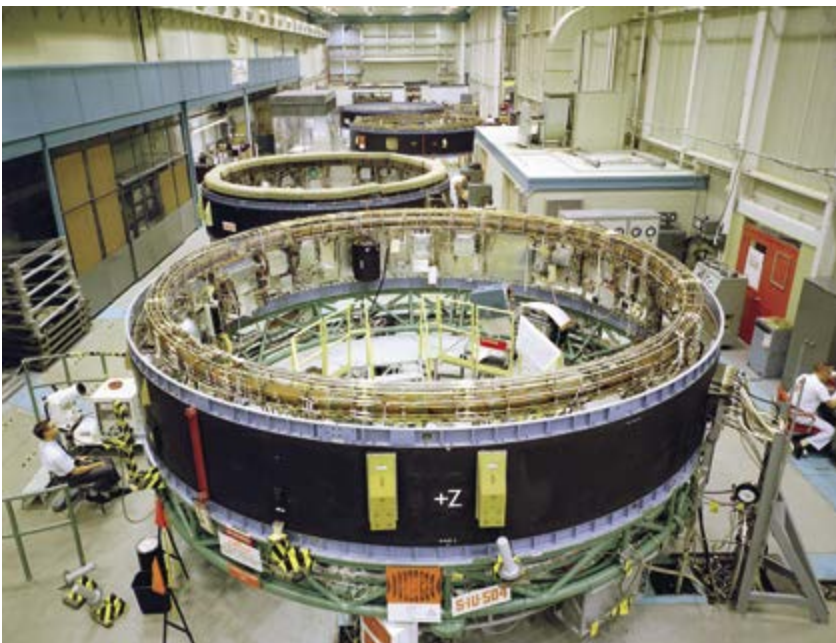




*Sériová výroba nosičov Saturn V sa odohrávala v továrni Michoud Assembly Facility (Louisiana).*

Rovnako tak bol rozdelený kontrakt na gigantickú raketu Saturn V, ktorá mohla nájsť využitie ako pri metóde stretnutia na obežnej dráhe Zeme, tak aj na obežnej dráhe Mesiaca. A keby nakoniec predsa len došlo k variantu priameho letu a bolo by potrebné stavať gigantický nosič, Saturn V mal poslúžiť ako testovací medzičlánok. V každom prípade zmluvy na raketu si odnášalo päť priemyselných partnerov. Rocketdyne bude vyrábať všetky hlavné motory (F-1 pre prvý a J-2 pre druhý a tretí stupeň), IBM zas prístrojový prstenec Instrument Unit (IU) posadený na tretí stupeň a tvoriaci vďaka väčšine elektroniky „mozog“ celého systému.

Kontrakt na prvý stupeň S-IC získava v decembri 1961 Boeing. Prvé dva testovacie a dva letové exempláre má vyrobiť v Marshallovom kozmickom stredisku (Alabama), sériové (plus ďalšie testovacie) potom v továrni Michoud Assembly Facility (Louisiana). Aj keď o sériovosti nemôže byť tak úplne reč, pretože každý stupeň bol unikátny a úpravy či modernizácie prebiehali po celý čas prevádzky Saturnu V. Továrň Michoud v každom prípade mala výhodu prístupu vodnou cestou do Mexického zálivu, odkiaľ bolo možné rozmerné stupne dopravovať do Mississippi Test Facility (dnes Stennisovo kozmické stredisko NASA) a následne na kozmodróm na Floride.



*Výroba prístrojových prstencov IU pre Saturn V: vpredu je pre raketu s výrobným číslom 504 (nakoniec Apollo 9), za ním pre 503 (Apollo 8).*



*Príprava druhého stupňa Saturnu V S-II pred skúškami v Mississippi Test Facility (Dnes Stennisove stredisko NASA).*

Už v septembri 1961 získava North American Aviation kontrakt na výrobu druhého stupňa S-II. Ten sa bude vyrábať v Seal Beach (Kalifornia), k testovacím stavom a na kozmodróm putuje lodnou cestou cez Panamský prielav. Kontrakt na tretí stupeň S-IVB získava v decembri 1961 Douglas Aircraft Company, keďže už vyrába podobný S-IV pre Saturn I. Aj tento vzniká v Kalifornii, kde je tiež neďaleko mesta Sacramento testovaný. Na kozmodróm ale putuje na palube upraveného lietadla Super Guppy.

Nakoniec z celej lunárnej skladačky prichádza na rad lunárny modul. Je to logické, lebo dlho nie

je jasné, či sa vôbec bude vyrábať. Ale zároveň je to absurdné, pretože ide o úplne neznámy článok reťazca. Ako bude vyzeráť raketa je jasné. Ako bude vyzeráť kozmická loď je jasné. Ale lunárny modul nikdy nikto predtým nerobil. Veď výsledný produkt sa aj napokon diametrálne líšil od predstavy, na ktorú NASA podpísala kontrakt. V júli 1962 oslovila NASA jedenásť firiem, či by nemali záujem uchádzať sa o dodávku lunárneho modulu. Do uzávierky v septembri ich reagovalo deväť. V novembri 1962 potom bolo oznámené, že kontrakt získava firma Grumman Aircraft.



*Pri manipulácii s rozmernými stupňami Saturnu V boli niekedy naozaj ťažkosti. Na snímke testovací exemplár druhého stupňa putujúci na skúšky do kalifornskej Santa Susany.*

*Výstavba testovacích stavov v Marshallovom kozmickom stredisku (Alabama). Na snímke zariadenie 4670 alias S-IC Test Stand. Na ňom potom 16. mája 1965 došlo k prvému zážihu zväzkov piatich motorov F-1.*





*Joseph Shea z NASA ukazuje zamýšľanú loď Apollo s lunárnym modulom; ten ju do značnej miery zrkadlovo kopíruje (snímka bola urobená v júli 1962).*



*Takto bol prezentovaný lunárny modul pri návšteve prezidenta Kennedyho v Stredisku pilotovaných letov 12. septembra 1962.*

*Rozmerová maketa lunárneho modulu podľa návrhu spoločnosti General Dynamics.*



V čom bolo čaro jej návrhu? V rámci interného výskumu sa už v päťdesiatych rokoch zaoberala teoretickou podobou ľahkého lunárneho výsadkového plavidla – a posledné dva roky pred udelením kontraktu práce zintenzívnila. A dospela k názoru, že z hľadiska hmotnosti bude najlepším riešením dvojestupňový modul: jeden stupeň bude určený na pristátie a druhému stupňu, slúžiacemu na návrat na obežnú dráhu, zároveň posluží ako vzletová rampa. Všetci ostatní konkurenti vychádzali z jednostupňového referenčného lunárneho modulu, ktorý obvykle prezentovala aj NASA. Ten bol zobrazovaný ako menšia loď Apollo: valcovitá servisná sekcia pre pristátie

i štart, návrhu kuželovité loď à la Apollo, a to celé vybavené pristávacím podvozkom. Riešenie síce bolo jednoduché, ale zároveň vychádzalo hmotnostne najhoršie. Dvojestupňová koncepcia bola bezkonkurenčne najľahšia.

Oficiálny názov zariadenia znel LEM (Lunar Excursion Module). V júni 1966 došlo na popud oddelenia pre vzťahy s verejnosťou NASA k jeho premenovaniu na LM (Lunar Module). Slovo „Excursion“ totiž nemá len význam „expedičný“, ale tiež „zájazdový“ či „výletný“ – a niekomu napadlo, že označenie modulu ako „výletného“ by mohlo celý program letu na Mesiac znevažovať.



*Vítězný návrh lunárneho modulu od firmy Grumman, ktorý sa však ešte dočkal mnohých zmien.*

## STREDISKO PILOTOVANÝCH LETOV

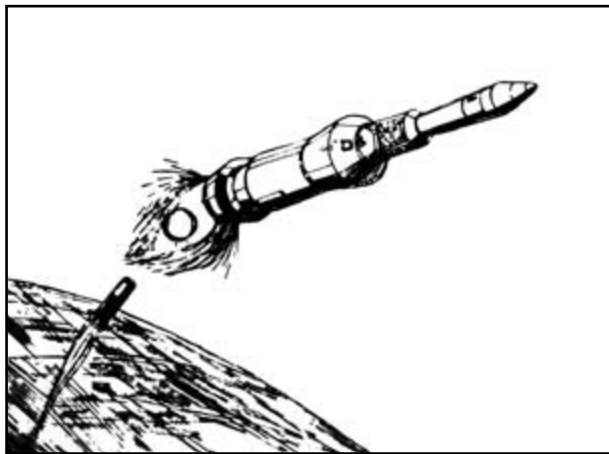
Uprostred mokradí, rafinérií, v oblasti často sužovanej hurikánmi, ďaleko od priemyselných oblastí aj od kozmodrómov. V takýchto podmienkach začalo v šesťdesiatych rokoch minulého storočia vyrastať Manned Spacecraft Center (MSC, Stredisko pilotovaných letov) v Houstone. „Nedokážete si predstaviť menej vhodné miesto,“ trpkو poznamenal už vtedy jeden z astronautov. Ako je možné, že špičkové stredisko vzniklo v takej neprívetivej oblasti? Odpoveď je pomerne jednoduchá: s rozvojom pilotovanej kozmonautiky v Spojených štátoch počiatkom šesťdesiatych rokov minulého storočia vznikla naliehavá potreba vytvoriť centralizované stredisko výcviku a prípravy astronautov. Samozrejme, že záujem o vytvorenie výcvikového strediska, čerešničky na torte NASA, bol po celých štátoch. A pretože bol vtedy na čele kozmických programov USA formálne viceprezident Lyndon Johnson, a pretože bol z Texasu, padla voľba práve na Houston. Výber bol oznámený v septembri 1961, stavba na území s rozlohou 656 hektárov (pozemky venovala Rice University) sa začala v apríli nasledujúceho roka. Oficiálne stredisko začalo prevádzku v septembri 1963 (ale prvá misia plne riadená odtiaľ bola až Gemini 4 v júni 1965). Vtedy sa stredisko volalo MSC. Svoj názov zmenilo 19. februára 1973 na Lyndon B. Johnson Space Center (Kozmické stredisko Lyndona B. Johnsona) – štyri týždne po smrti muža, ktorý mal najväčšiu zásluhu na výbere jeho lokality.



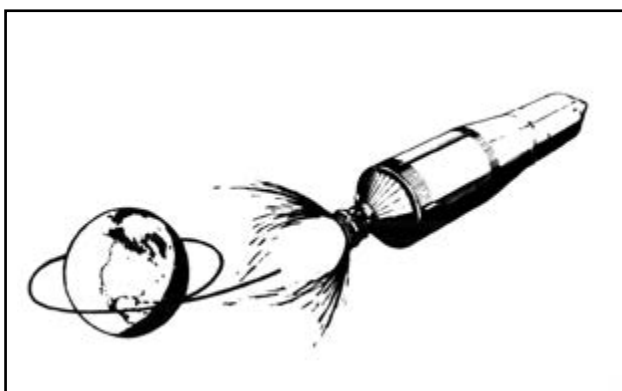
# PRISTÁTIE METÓDOU STRETNUTIA NA LUNÁRNEJ OBEŽNEJ DRÁHE



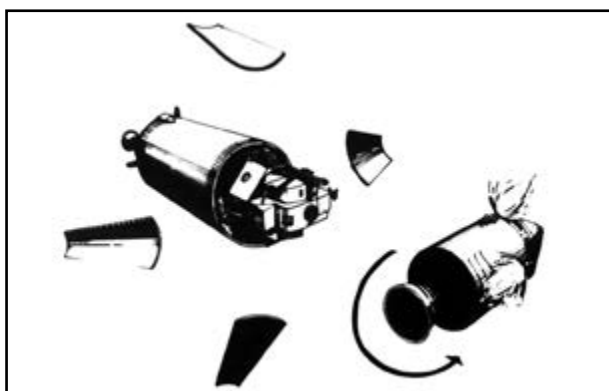
NÁSTUP POSÁDKY DO LODE



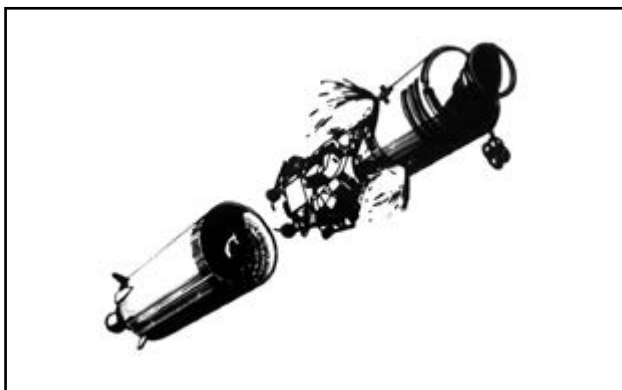
ŠTART RAKETY SATURN V



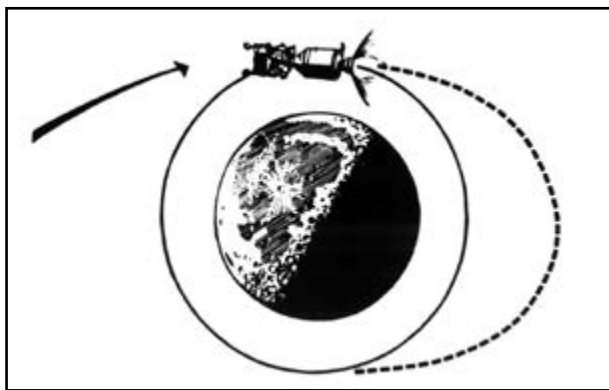
NAVEDENIE NA DRÁHU K MESIACU



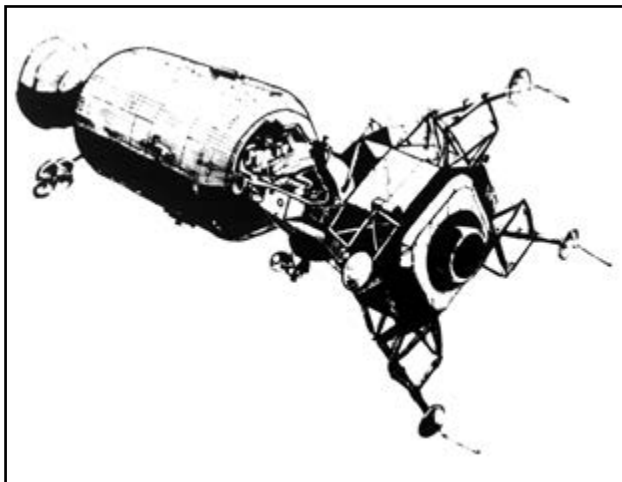
UVOĽNENIE A OTOČENIE LODE APOLLO



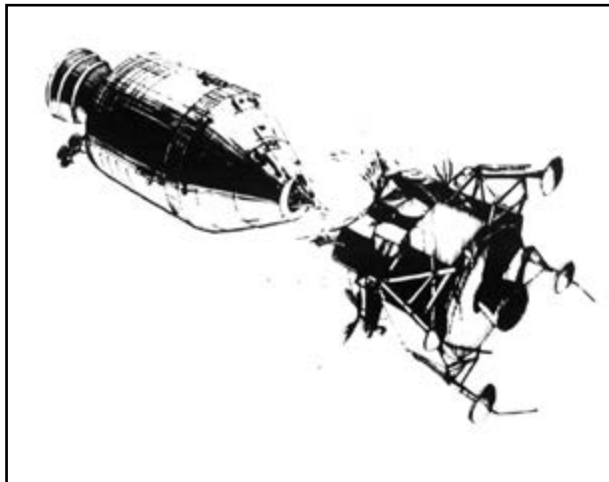
NAVEDENIE NA LUNÁRNU OBEŽNÚ DRÁHU



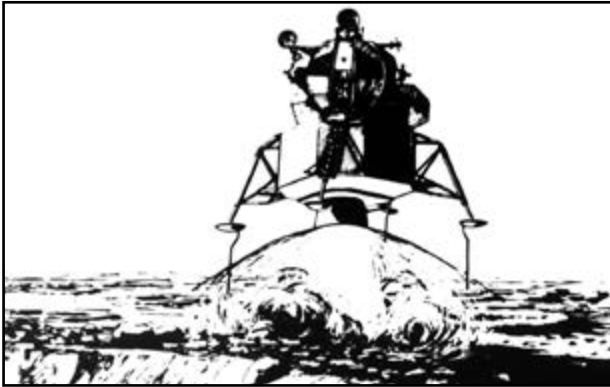
SPOJENIE S LUNÁRNYM MODULOM



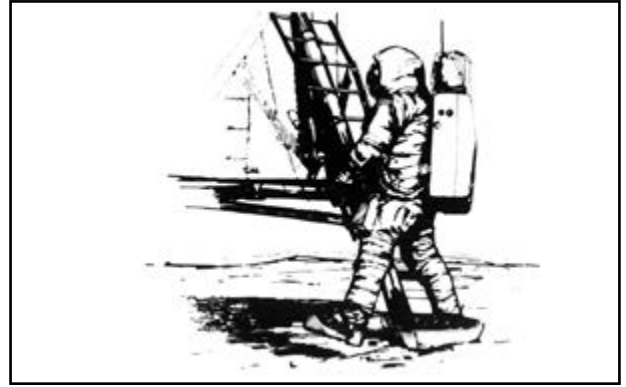
PRECHOD DO LUNÁRNEHO MODULU



ODDELENIE LUNÁRNEHO MODULU  
OD MATERSKEJ LODE



PRISTÁTIE NA MESAČI



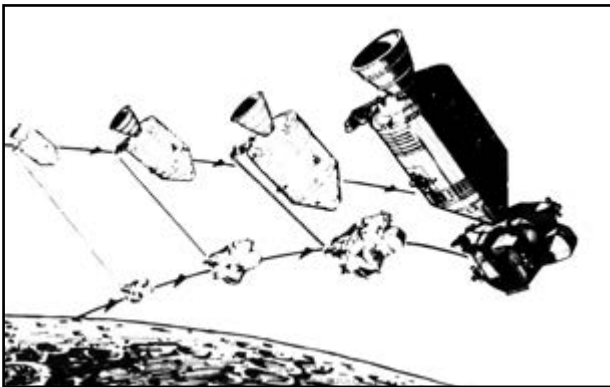
VÝSTUP NA POVRCH MESAČA



NÁVRAT DO LUNÁRNEHO MODULU



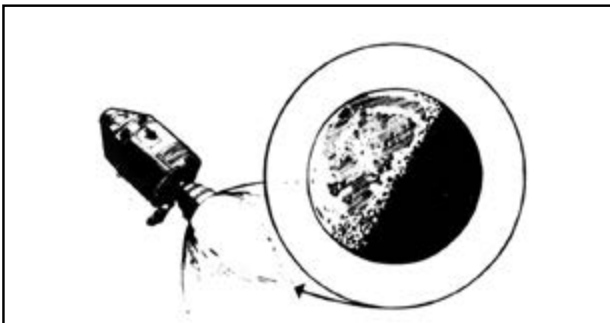
VZLET ŠARTOVACIEHO STUPŇA



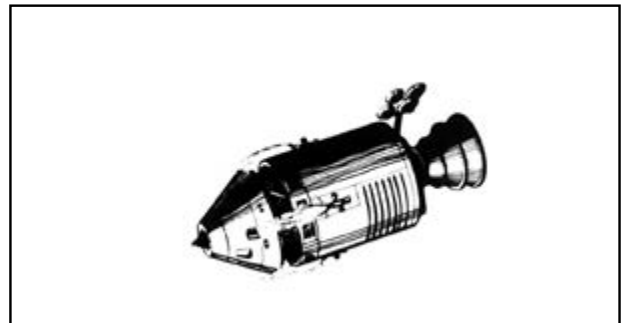
STRETNUTIE A SPOJENIE S MATERSKOU LOŽOU



ODHODENIE LUNÁRNEHO MODULU



NAVEDENIE NA DRÁHU K ZEMI



ROZDELENIE VELITEĽSKÉHO A SERVISNÉHO MODULU



PRELET ATMOSFÉROU



PRISTÁTIE



UNITED STATES

DANGER  
HARMFUL GASES  
EMITTED  
SEE SAFETY DATA SHEET  
FOR DETAILS

ORDNANCE AREA  
AUTHORIZED PERSONNEL  
ONLY

NO SMOKING  
EATING  
OR  
DRINKING  
IN THIS AREA  
AT ANY TIME



# APOLLO 1

## CESTA NA MESIAC SA ZRODILA V OHNI

Americká NASA mala v druhej polovici šesťdesiatych rokov dôvod sa ponáhľať. V nevyhlásených „kozmickej pretekoch“ bojovala so Sovietskym zväzom o métu najvyššiu, o vyslanie prvého človeka na Mesiac. Tomu nakoniec zodpovedal aj rozpočet NASA: napríklad v roku 1966 predstavoval takmer 6 miliárd dolárov, čo bolo približne 4,4 percenta DPH! Kým Američania ale hrali s otvorenými kartami a scenár svojho lunárneho programu vrátane jednotlivých postupných krokov zverejnili, sovietsky program bol zahalený rúškom tajomstva. Niet sa teda čo čudovať, že americkí predstavitelia mali zo svojho soka obavy. Sovieti opakovane predviedli, že dokážu prekvapiť.

Preto je pochopiteľné, že prvá pilotovaná loď Apolla bola „šitá horúcou ihlou“. Pôvodné plány počítali s jej štartom ešte v priebehu roka 1966 (dokonca sa mala na obežnej dráhe stretnúť s poslednou kabínou Gemini), ale stovky technických problémov si vynútili posun na nasledujúci rok. Koncom januára 1967 sa počítalo s vypustením lode 21. februára, ale tento dátum je potrebné brať len ako orientačný. Obrovské množstvo problémov pretrvávalo.

Aby sme si urobili predstavu o tempe vývoja: veliteľ letu Virgil Grissom sa svojou posádkou pripravoval na tréningoch, pretože v lodi Apollo bolo uskutočnených toľko zmien, že simulátory jej neboli podobné. A tak v januári 1967 zamierila trojica astronautov Virgil Grissom, Edward White a Roger Chaffee na floridský mys Canaveral, aby sa tu pripravovala v skutočnej lodi umiestnenej na vrchole rakety Saturn IB.

Jedným z takýchto testov bolo 27. januára 1967 simulované odpočítavanie. Bolo zhodné ako v prípade ostrého štartu, len s tým rozdielom, že raketa nebola natankovaná pohonnými hmotami. Z tohoto dôvodu nebol test považovaný za riskantný, a tak neboli poruke kompletné záchranné

tímy. V rámci objektivity však dodajme, že aj keby poruke boli, na priebehu udalostí by nič nezmenili.

Už pri vstupe do kabíny Apollo zaznamenali astronauti zvláštny zápach. Preto bol hneď urobený rozbor vzoriek vzduchu, technici ale nezistili nič mimoriadne. S hodinovým meškaním tak mohol skúšobný test začať. Spreádzali ho ale ťažkosti, okrem iného hnevala komunikácia. Po troch hodinách už to veliteľ Grissom nevydržal: „Ako nás chcete počuť na Mesiaci, keď nás nepočujete na pár metrov tu na Zemi?“

Uplynuli ďalšie dve a pol hodiny, keď lekárske senzory zaznamenali nárast srdcového tepu u Whitea a zrýchlený dych. Zrejme sa mu niečo nezдалo. Túto skutočnosť si ale, samozrejme, všimla až dodatočne vyšetrovacia komisia – inak je to nepodstatný údaj, ktorý nie je sústavne monitorovaný. Zhruba v rovnakej chvíli sa začal vo svojom kresle na všetky strany prudko otáčať Grissom. Ani to nebolo nič divné: po šiestich hodinách v kabíne prakticky bez pohnutia.

Vzápätí bol zaznamenaný prudký pokles napätia v jednom rozvodnom okruhu elektriny v lodi. Skrátka niekde na tridsiatich kilometroch kabeláže v Apolle došlo ku skratu. Po desiatich sekundách ale prichádza Chaffeeho výkrik: „Požiar! Máme požiar na palube!“

White nemeškal a začal otvárať vstupný prielez. Nemal ale šancu: prielez sa skladal z dvoch častí (vlastne z troch, ale tretia bola súčasťou pláštia chrániaceho loď pri prípadnej aktivácii „záchranné vežičky“ a nebola nainštalovaná). Vnútorňa časť prielezu sa pritom otvárala dovnútra lode, pričom vďaka požiaru rástol tlak na palube a ten prielez pevne „držal“. Navyše bol v lodi zámerne vyšší tlak, ktorý zodpovedal 110 percentám pozemského tlaku. To nebol bežný prevádzkový tlak na palube Apolla, na túto hodnotu bol zvýšený len na účely tohto testu. Zvýšený tlak v kabíne mal umožniť zaznamenať prípadné netesnosti lode.



### APOLLO 1 V KOCKE

Zamýšľaný prvý pilotovaný let lode Apollo.

Použitá loď Apollo CSM-012.

Tragický požiar počas testu na rampe 27. januára 1967, počas ktorého zahynuli traja astronauti. Posádka: Virgil Grissom (Command Pilot), Edward White (Senior Pilot) a Roger Chaffee (Pilot).



*Posádka prvého pilotovaného Apolla (zľava) Virgil Grissom, Edward White a Roger Chaffee.*



*Posledná fotografia astronautov urobená dňa 27. januára 1967 pri nastupovaní do lode Apollo: Virgil Grissom vpravo, za ním Roger Chaffee.*

*Prvý stupeň rakety Saturn IB dorazil na kozmodróm na premiérovú pilotovanú misiu.*





Porovnanie prvej generácie vstupného prielezu lode Apollo, ktorý mal dvere otvárané dovnútra aj von, s druhou generáciou s jednodielnymi dverami (ako demonštruje astronaut Walter Schirra).

Grissom sa snaží otvoriť vyrovnávajúci ventil, pretože si dobre uvedomuje, že čistá kyslíková atmosféra je pre oheň skutočným požehnaním. Dúfa, že ventil vyrovná zloženie atmosféry vnútri kabíny a vonku. Oheň mu ale rýchlo blokuje prístup k ventilu.

„Máme tu hrozný požiar! Dostaňte nás odtiaľto! Horíme!“ To bol hlas Chaffeeho.

Uplynuli ďalšie tri sekundy, ozval sa zúfalý výkrik. A potom už je v éteri len praskanie statickej elektriny. V tomto okamihu je v Apolle vďaka spalínám tlak na hodnote 200 až 275 percent bežného pozemského tlaku. Konštrukcia lode takýto pretlak nevydržala a praskla. Von sa vyvalili oblaky čierneho dymu.

Následne požiar sám vyhasína, pretože spotreboval všetok kyslík v kabíne. Astronauti sú v tomto okamihu už v bezvedomí. Utrpeli popáleniny, ale tie neboli smrteľné. Skafandre ich pomerne dobre ochránili, ale nemali čo dýchať. O niekoľko sekúnd neskôr boli mŕtvi.

Technici na štartovacej rampe bojovali päť minút v žiare a dyme, kým sa im podarilo kozmickú loď otvoriť. Ani nemuseli použiť hasiace prístroje: oheň v kabíne už sám vyhasol, privítal ich len žiar ako z pece. Väčšina technikov za svoju statočnosť zaplatila otravou, nadýchali sa jedovatých splodín a skončili v nemocnici.

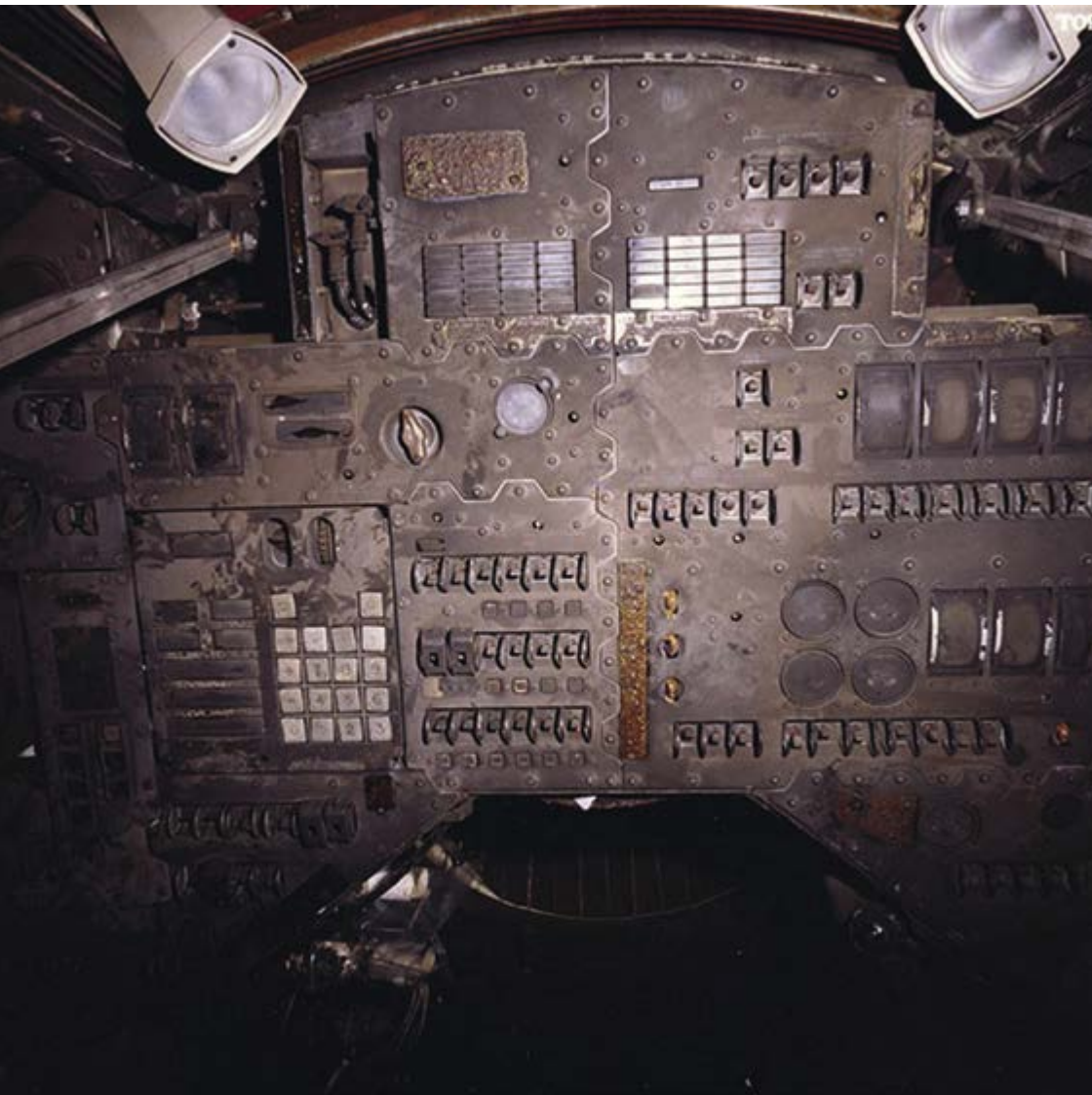
## NIE SOM ŽIADNY ASSTRONAUT!

Muži, ktorí usadali do prvých amerických lodí Mercury, boli označovaní ako „astronauti“, hoci im samotným sa to príliš nepáčilo. Chceli byť naďalej titulovaní ako piloti. Prečo? Jasne to vysvetlil Gus Grissom: „Som pilot, nie som žiadny ASSTRonaut.“ „Ass“ je anglické slovičko označujúce tú časť tela, kde chrbát prestáva mať svoje slušné meno. Keď sa ale toto označenie stalo veľmi prestížnym, s titulom astronauta sa rýchlo a radi zmierili. V lodiach Gemini potom leteli dvojčlenné posádky, pričom piloti si medzi sebou rozdelili tituly „veliteľ“ a „pilot“ (teda druhý pilot). V Apollách boli posádky trojčlenné. Pri verzii lode Block I (čo mali byť prvé dve pilotované Apollá, ale nakoniec nikdy neodštartovali ani jedno z nich) bolo rozdelenie funkcií „veliaci pilot“ (Command Pilot), „starší pilot“ (Senior Pilot) a „pilot“ (Pilot). Pri verziách Block II to bol „veliteľ“ (Commander), „pilot veliteľského modulu“ (Command Module Pilot) a „pilot lunárneho modulu“ (Lunar Module Pilot). Čo bolo trochu proti logike pri dvoch prvých letoch Apollo 7 a 8, ktoré leteli bez lunárneho modulu. Napriek tomu sa astronauti Walt Cunningham a William Anders touto funkciou mohli pyšiť.



## DONALD „DEKE“ SLAYTON (1924 – 1993)

Máloktorý človek mal taký vplyv na podobu pilotovaných kozmických misí v šesťdesiatych rokoch ako práve on. Napriek tomu ho to príliš netešilo: bol vybraný na cesty do vesmíru, ale zo zdravotných dôvodov sa ich nemohol zúčastniť. Medzi astronautov NASA prišiel v prvej legendárnej „sedmičke“ pre program Mercury (apríl 1959) a mal sa v máji 1962 stať druhým Američanom na obežnej dráhe. Lenže dva mesiace predtým bol z misie odvolaný kvôli problémom so srdечnou fibriláciou. Tá však bola lekárom u Slaytona známa už dlho, no napriek tomu ho nominovali na kozmický let. Dodnes sa špekuluje o tom, že v prípade jeho odvolania išlo skôr o „pomstu“ vedenia NASA, ktorému oddiel astronautov začal trochu prerastať cez hlavu. A tak sa Slayton stal prvým „šéfastronautom“ (ako sa funkcia neoficiálne nazýva, inak ide o „riaditeľa výcviku astronautov“). V popise práce mal na starosti výber astronautov, ich prípravu a predovšetkým menovanie posádok. Sám ale po vesmíre túžil: nakoniec sa mu to podarilo, keď ho lekári vzali na milosť. V júli 1975 sa zúčastnil medzinárodného letu Apollo-Sojuz. Mal 51 rokov, stal sa vtedy najstarším človekom vo vesmíre.



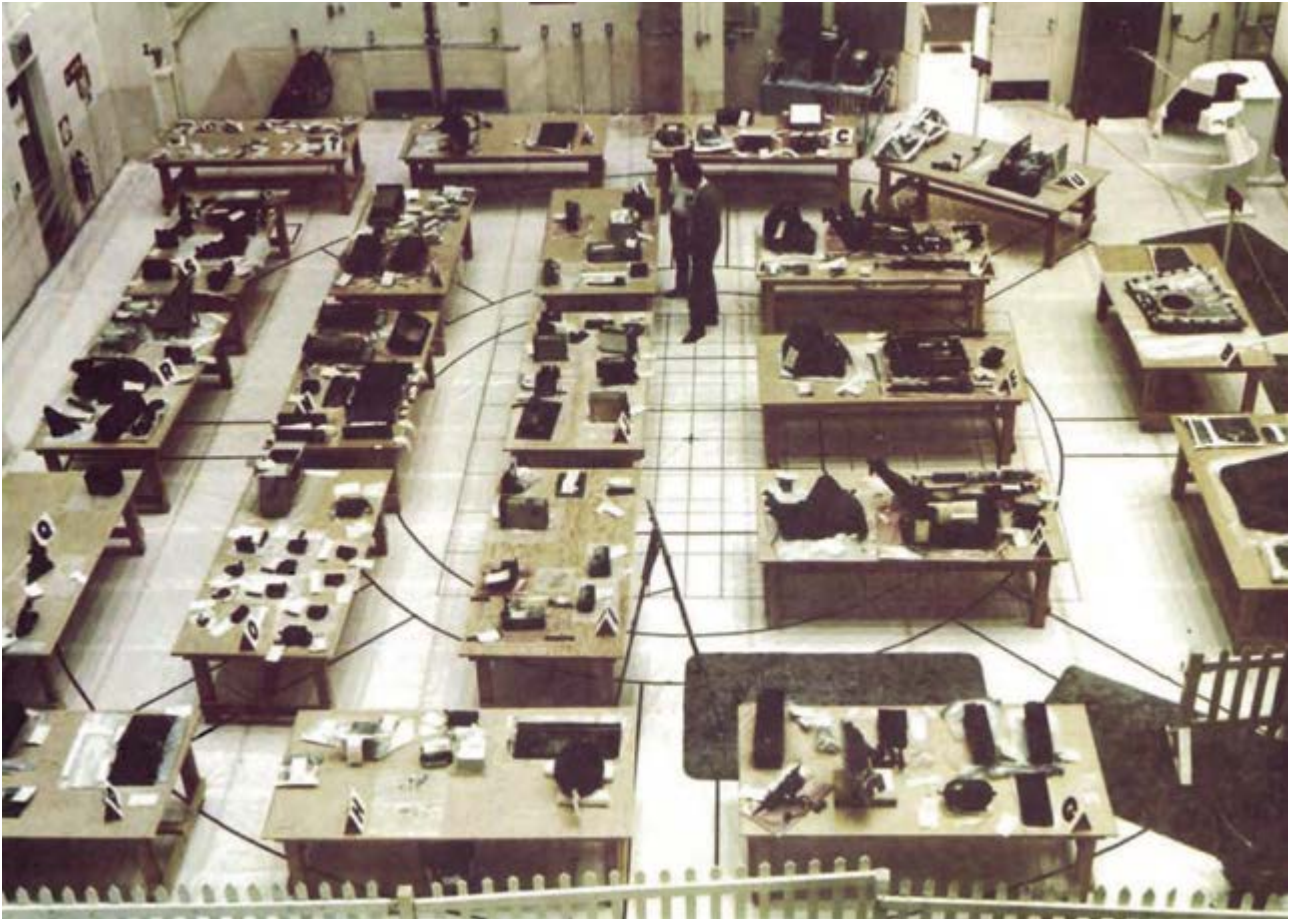
*Takto vyzerala hlavná prístrojová doska lode Apollo po požiari.*



*Detailný pohľad do kabíny Apollo po tragickom požiari.*



*Vedúci rampy Donald Babbitt si krátko po požiari ešte na štartovacej rampe prezerá vyhorenú loď Apollo.*



*Rozložené jednotlivé časti lode Apollo pri vyšetrovaní príčiny požiaru.*



*Zo štartovacej rampy 34, kde zahynuli astronauti Grissom, White a Chaffe, dnes zostala len betónová päta (v pozadí rampa 37 s raketou Delta IV).*

Príčinou požiaru v lodi Apollo sa údajne stali drobné okoviny. Teda nečistoty v jednom kábli elektrického rozvodu, ktoré spôsobili lokálne zvýšenie prúdu a prehriatie kábla. Kabína bola plná horľavých látok, ktoré sa od prehriateho kábla vznietili. Kabeláž bola zrejme poškodená aj odieraním kvôli nevhodnému umiestneniu. A rovnako tak bolo v lodi zaznamenaných už skôr niekoľko únikov vysoko horľavého glykolu

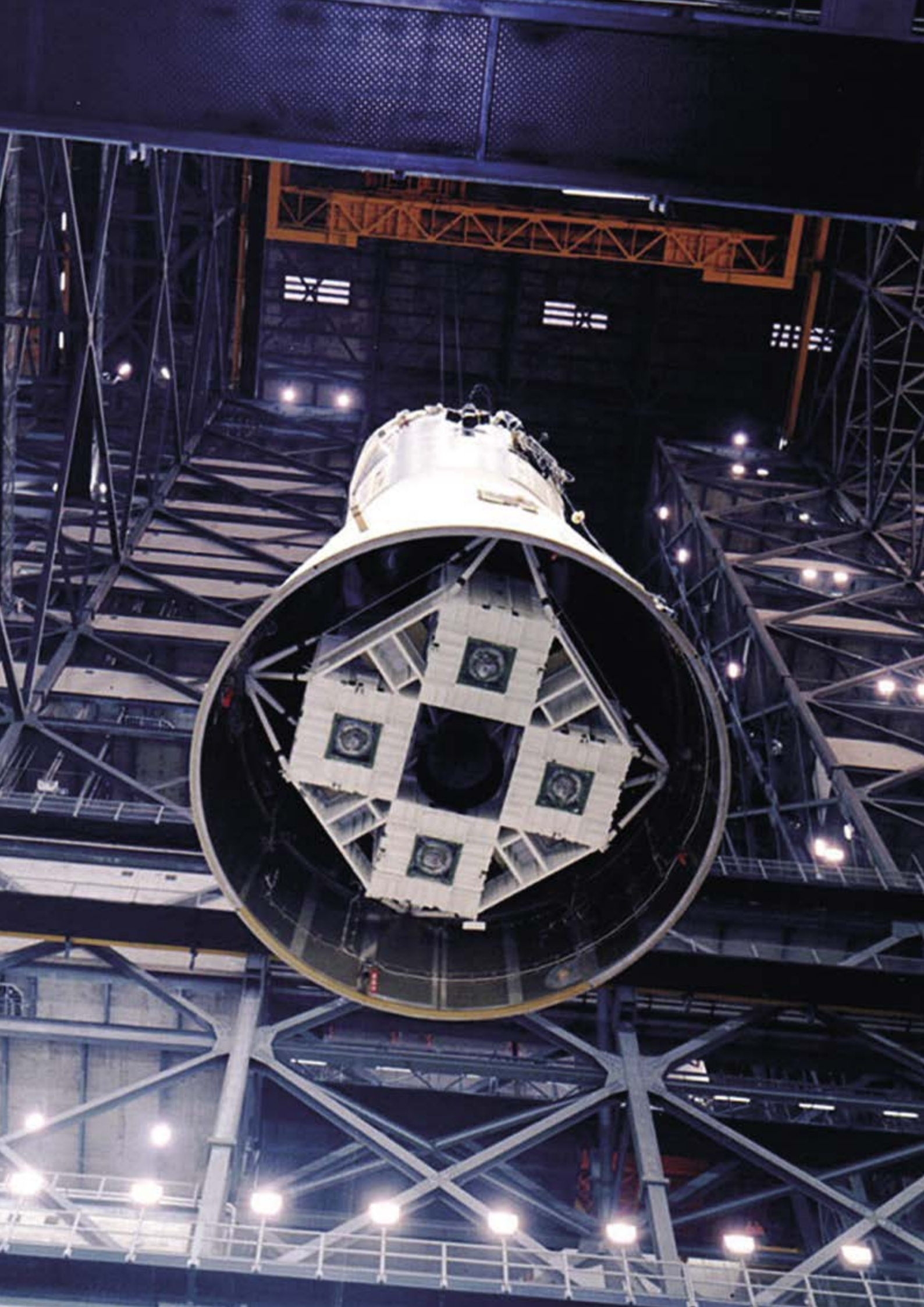
používaného ako chladiaca kvapalina. Kombinácia týchto faktorov (prehriatie, skrat, horľavina) viedla k tragédii.

Obeť posádky prvej lode Apollo v každom prípade nebola zbytočná: kabína sa dočkala kompletného prepracovania, rovnako nastalo mnoho zmien v celom lunárnom programe. Bezpečnosť sa začala konečne brať vážne a životy troch astronautov boli daňou za to, že sa do konca desaťročia podarilo na Mesiaci pristáť.

## TAKÝ MALÝ SATURN

Pre program Apollo vznikla nielen obria raketa Saturn V, ale aj dva menšie nosiče Saturn I a IB. Tie umožnili lacnejšiu, rýchlejšiu a jednoduchšiu realizáciu testovacích misií – a tiež letové overenie mnohých technológií, ktoré sa potom stali základom pre obrá a úspešný Saturn V. Prvý stupeň pre Saturn I a IB bol zhodný, pričom vznikol zaujímavým spôsobom. Išlo totiž o zväzok deviatich valcovitých nádrží poskladaných paralelne vedľa seba. V strede bola nádrž z rakety Jupiter, ktorá niesla kvapalný kyslík. Okolo nej potom bolo osem nádrží z rakety Redstone: štyri natreté nabielo slúžili tiež na kvapalný kyslík, ďalšie štyri natreté načierno potom na kerozín (letecký petrolej). Obe rakety sa líšili hornými stupňami: zatiaľ čo Saturn I v ňom mal šesť motorov RL10 na kvapalný vodík a kyslík, IB mal stupeň S-IVB s motorom J-2 (tiež na kvapalný vodík a kyslík). Stupeň S-IVB bol pritom takmer identický s tretím stupňom Saturnu V. Saturn IB poslužil k bezpilotným skúškam lode Apollo i lunárneho modulu. Z pilotovaných výprav mal vyniesť Apollo 1, potom letel s Apollom 7 – a na záver svojej kariéry ešte štyrikrát odštartoval s astronautmi (trikrát letel s posádkami stanice Skylab, raz s americkou loďou programu Apollo-Sojuz).







# APOLLO 4

## OBOR LETÍ

Je 9. november 1967 a v hmlovom opare vychádzajúceho floridského slnka sa k nebu majestátne týči prvá skúšobná raketa Saturn V. Dnes sa vydá na svoju premiérovú a zároveň aj derniérovú cestu. Celý mohutný kolos totiž zanikne pár minút po štarte, zostane po ňom len relatívne malá kozmická loď.

Málokto ale verí v úspech na prvý pokus. Čo sa dalo otestovať, bolo otestované. No jednako sú veci, ktoré skrátka ani najlepšie skúšky simulovať nedovolia. Rizikom je aj to, že celá raketa hneď po prvý raz štartuje plne funkčná. Pôvodne sa počítalo s tým, že aktívny bude len prvý stupeň a druhý a tretí budú len makety. V tejto konfigurácii mala byť raketa

vyskúšaná najmenej dvakrát. Ak by bolo všetko v poriadku, dostala by aj druhý stupeň a testy by sa opakovali. A ak by aj tentokrát všetko fungovalo, mala byť pre ďalšie skúšky zostava doplnená aj o tretí stupeň.

Lenže v roku 1964 rozhoduje George Mueller, námestník administrátora NASA pre pilotované lety, inak. Hneď prvý Saturn V má letieť kompletný. Je to veľká stávka: na jednej strane je riziko straty veľmi drahého hardvéru, napríklad v prípade zlyhania hneď prvého stupňa, na druhej strane je možné ušetriť nemalé finančné čiastky a mnoho času v prípade, že všetko bude fungovať.



Administrátor NASA Thomas Paine (vľavo) a riaditeľ Strediska pilotovaných letov Robert Gilruth: medzi nimi je model názorne ukazujúci uloženie lode Apollo a lunárneho modulu na rakete Saturn V

### APOLLO 4 V KOCKE

Prvý test rakety Saturn V a kompletnej lode Apollo.

Štart 9. novembra 1967.

Okrem lode Apollo CSM-017 bol nákladom model lunárneho modulu LTA-10R.

Dĺžka letu 8 hodín 36 minút 59 sekúnd.

Loď bola bez posádky.

*Prvý Saturn V niesol len hmotnostnú a rozmerovú maketu lunárneho modulu.*



*Kontrakt na výstavbu obrieho hangára VAB (Vehicle Assembly Building) pre rakety Saturn bol podpísaný 9. júla 1963 a ešte v ten istý deň sa začalo stavať!*



*Na konštrukciu hangára VAB sa spotrebovalo 98 590 ton ocele. Vpredu je potom vidieť breh plavebného kanálu slúžiaceho na zásobovanie stavby. Ten má šírku najmenej 38 m, hĺbku 3 m, dĺžku aj s odbočkami 20 km a pre jeho vybudovanie bolo premiestnených milión ton zemin.*



*Dokončená budova VAB je s výškou 160 metrov dodnes najvyššou jednoposchodovou stavbou na svete.*



*Testovací exemplár rakety Saturn V.*

*Montáž trojice odpaľovacích plošín, na ktorých boli rakety zostavované a po prevoze na rampu z nich aj štartovali.*

*Prvý letový exemplár Saturnu V na štartovacej rampe.*

Teraz teda pre Muellera, predovšetkým však pre samotný Saturn V, nastáva okamih pravdy. Odpočítanie dosahuje čas nula: motory už niekoľko sekúnd nabiehajú na plný výkon, len na rozjazd z nula na sto percent potrebujú deväťdesiat ton pohonných látok!

„Štart!“

Ťah motorov prekročil hmotnosť rakety, a tá sa lenivo odlepila od zeme. Najprv naberá výšku veľmi pomaly: v prvej sekunde letu prekonal vzdialenosť len dvoch centimetrov!

Presne 11 minút a 6 sekúnd po opustení Zeme je Saturn V na obežnej dráhe. Jeho skutočná rýchlosť sa od plánovanej odlišovala len o šesťdesiat centimetrov za sekundu! Okolo našej planéty teraz obieha teleso vážiace 127 ton. Najťažšie zariadenie, aké kedy človek poslal do kozmu.

Saturn V bol pritom gigantom, akému sa dodnes nič nevyrovná. Prvý stupeň rakety niesol technické označenie S-IC. Mal dĺžku 42,5 metra a priemer 10,1 metra. Jeho „suchá“ hmotnosť (bez pohonných hmôt) bola 137 ton. Tých mohol natankovať až 2 010 ton, z čoho 700 ton pripadlo na letecký petrolej (kerozín) a zvyšok na okysličovadlo. Tým bol kvapalný kyslík skladovaný pri teplote mínus 183 stupňov Celzia. Pohon prvého stupňa zaisťovala päť motorov F-1.

Po tom, ako prvý stupeň ukončil vo výške 65 kilometrov po 160 sekundách práce svoju činnosť, prišiel na rad druhý stupeň, označovaný S-II. Ten bol o poznanie menší, vážil „len“ 450 ton, z čoho deväťdesiat percent pripadlo na pohonné hmoty (kvapalný vodík a kvapalný kyslík). Stupeň mal dĺžku 25 metrov (priemer rovnaký ako prvý) a poháňala ho päť motorov J-2. Druhý stupeň pracoval šesť a pol minúty a po jeho vyhorení sa raketa nachádzala vo výške 186 kilometrov.

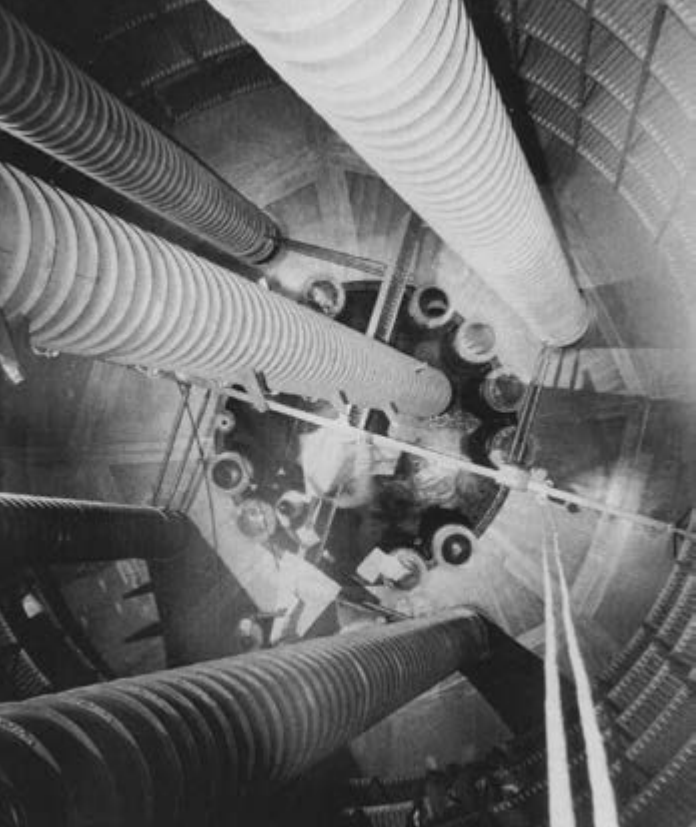
Ani tieto dva stupne nestačili na to, aby vynášali náklad (väčšinou kabína s trojčlennou posádkou plus lunárny výsadkový modul) začal lietať na obežnej dráhe. Preto sa dostal k slovu tretí stupeň, S-IVB. Mal dĺžku 17,8 metra a priemer 6,6 metra. Prázdny vážil 11,4 tony a mohlo sa doň natankovať 104,5 tony pohonných hmôt. Tie boli rovnaké ako v druhom stupni, pričom bol použitý aj zhodný motor J-2, avšak iba v jednom exemplári. Stupeň S-IVB naviedol loď na dráhu okolo Zeme a potom ju odosielať aj k Mesiacu, celkovo mohol pracovať 520 sekúnd.

*Výroba raketových motorov F-1 (bez nástavca dýzy, ktorý menil expanzný pomer z 10 : 1 na 16 : 1 a zvyšoval účinnosť motora).*



*Je 9. november 1967, Saturn V po prvýkrát štartuje.*

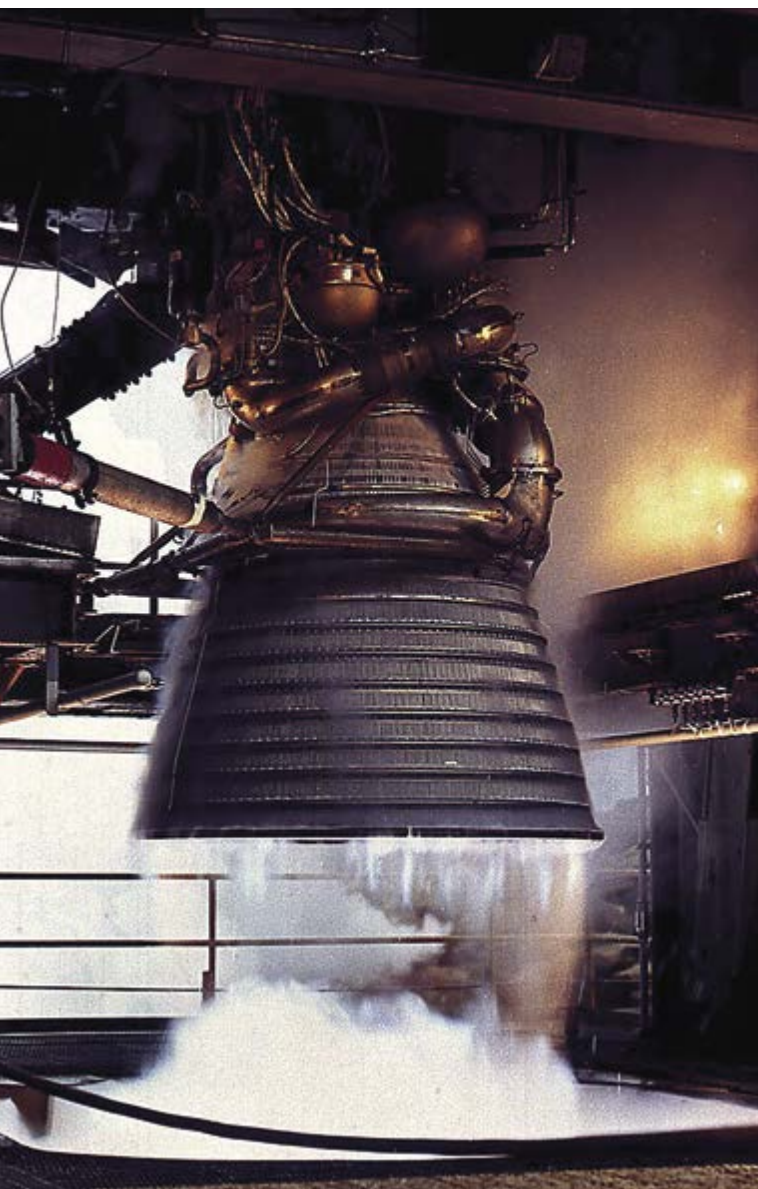




*V tuneloch s priemerom 63,5 centimetra bolo vedené potrubie na prívod kvapalného kyslíka cez nádrž kerozínu.*



*V nádrži kvapalného kyslíka na prvom stupni Saturnu V boli štyri valcovité nádrže hélia, pričom každá mala dĺžku 5,5 metra.*

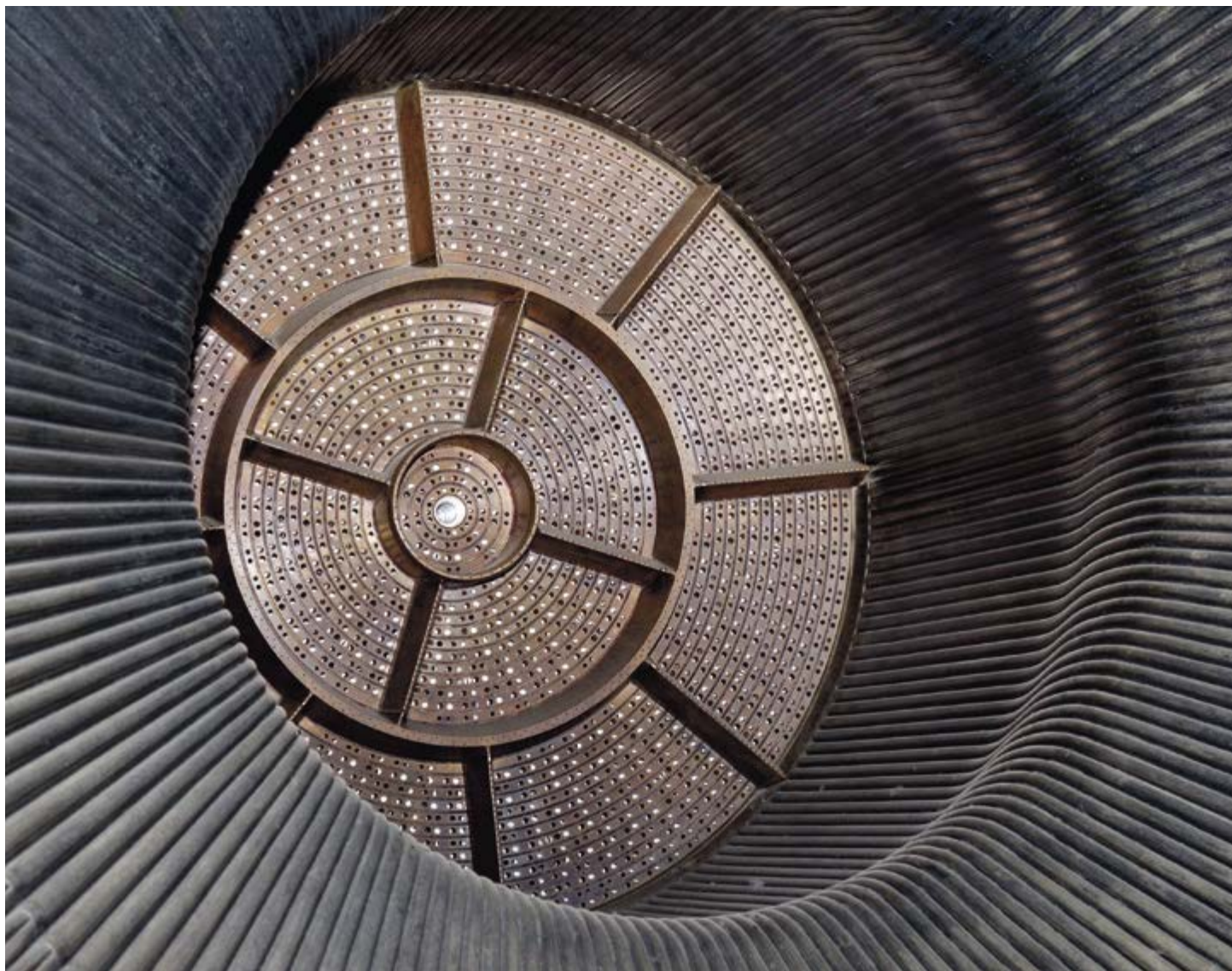


## MILOVANÝ AJ NENÁVIDENÝ VODÍK

Druhý a tretí stupeň Saturnu V využíval ako pohonné látky kvapalný kyslík a vodík. O tejto kombinácii uvažovali už Konstantin Ciolkovskij (1857 – 1935) aj Robert Goddard (1882 – 1945), ale obaja ju svorne odmietli. Jediný z kozmických pionierov, ktorý ju vzal na milosť (hoci jedine v teoretických prácach), bol Hermann Oberth. Príčin odmietania vodíka týmito aj ďalšími priekopníkmi raketovej techniky bolo niekoľko. Predovšetkým fakt, že je ho nutné skladovať pri teplote mínus 253 stupňov Celzia. Ak sa ohreje, veľmi rýchlo expanduje. Preto na jeho skladovanie aj používanie potrebujete systém na podobné teploty stavaný, plus veľmi kvalitnú izoláciu nádrží. Navyše, horením vodíka vzniká plameň s teplotou viac ako 3 000 stupňov Celzia. Tú žiaden materiál nevydrží a motor je nutné aktívne chladiť (zvyčajne práve časťou vodíka odoberanou z nádrže), nehovoriac o schopnosti vodíka difúzne prenikať cez mnoho materiálov (kovy, plasty...), jeho vysokej reaktívnosti alebo schopnosti meniť vlastnosti materiálov. Aj „otec“ rakety Saturn V Wernher von Braun ho dlho odmietal, lebo už v tridsiatych rokoch bol na nemeckej strelnici Kummersdorf svedkom testov s malým vodíkovým motorom: „Najväčší dojem na mňa urobili nekonečné úniky vodíka a ťažkosti pri manipulácii s ním.“ Lenže vodík má aj výhody. Vďaka vysokej teplote spaľovania a vysokej výtokovej rýchlosti spalín z motorov má neskutočnú účinnosť. V strohej reči čísel má vodíkový raketový stupeň nosnosť o 35 až 40 percent vyššiu v porovnaní s inými palivami. Preto nakoniec manažéri NASA do Saturnu V kombináciu kvapalný kyslík – vodík presadili. Vyvinutý motor J-2 mal dĺžku 3,38 metra, priemer 2,1 metra a hmotnosť 1,4 tony. Z J-2 neskôr vznikol motor SSME (Space Shuttle Main Engine) pre kozmické raketoplány, následne sa mal vrátiť v podobe modernizovanej verzie J-2X v programe nosičov Ares, ktorý bol ale zrušený. Teraz sa zdá, že sa comebacku predsa len dočká, lebo by mal nájsť uplatnenie na hornom stupni EUS (Exploration Upper Stage) novo vyvíjanej superrakety SLS.

## MOTOR, AKÉMU NIET PÁRU

Prvý stupeň Saturnu V niesol päť motorov F-1. Názov nemá nič spoločné s pretekmi monopostov formuly 1, to výrobca (Rocketdyne) svoje motory označoval abecedne. Na tomto obra tak náhodou vyšlo práve písmeno „F“. F-1 je dodnes najvýkonnejším používaným jednokomorovým raketovým motorom vôbec. Jeho vývoj sa uskutočnil v roku 1955 na objednávku amerického letectva (nakoniec ho pre lunárny program prevzala NASA). Prvé skúšobné zážihy prebehli už o dva roky neskôr, o ďalšie dva roky neskôr už bol na testovacom stave kompletný prototyp motora. Prvý letový exemplár ale uzrel svetlo sveta v roku 1965. Motor F-1 mal výšku 5,79 metra a maximálny priemer 3,76 metra. Jeho hmotnosť bola 8 353 kilogramov a ťah 6,67 MN na úrovni hladiny mora. V pomere 2,27 : 1 spaľoval kyslíčovadlo (kvapalný kyslík) a palivo (kerozín). Uvedené hodnoty platia pre prvé v praxi použité motory: pretože sa vývoj nezastavil, dosahovali neskoršie jednotky ešte lepšie parametre.



*Pohľad do spaľovacej komory motora F-1: kvôli stabilite horenia bola vstrekovacia hlava rozdelená priehradkami na trinásť častí.*

Medzi tretím stupňom a vlastnou kozmickou loďou bol ešte riadiaci systém rakety uložený v prístrojovom prstenci IU s priemerom 6,6 metra, výškou 0,9 metra a hmotnosťou bezmála 2 tony! Tu sa nachádzal hlavný počítač IBM, elektrické batérie, navigačné prístroje, komunikačná aparátúra a iné. Každú polsekundu odtiaľ bolo vysielaných na Zem 1 400 údajov o technickom stave jednotlivých častí rakety.

Podotýkame, že tieto parametre, rovnako ako vyššie uvedený popis štartu, platili len pre prvý nosič. Saturn V sa priebežne modernizoval, prakticky každá raketa sa od svojej predchodkyne líšila. Zvyšoval sa výkon motora, predlžovala

sa doba chodu, menila sa hmotnosť jednotlivých komponentov. A neboli to len kozmetické zmeny: napríklad doba horenia pri prvom stupni sa postupne predĺžila o 20 sekúnd, čo je viac ako desať percent. Alebo prvý stupeň postupne „schudol“ o deväť ton.

Náklad prvého Saturnu V tvorila loď Apollo 4. Po dvoch obletoch Zeme ju reštart tretieho stupňa nasmeroval na dráhu s hodnotou apogea 18 092 kilometrov, z ktorej potom vstúpila do atmosféry rýchlosťou 11,139 km/s. Teda takmer rovnakou ako pri návrate od Mesiaca. Apollo 4 hladko pristálo po lete dlhom 8 hodín 36 minút 59 sekúnd.

## NASA A PRÍPAD „STRATENÝCH“ LETOV APOLLO 2 A 3

Ak nepočítame skúšobné lety rakiet Saturn I s maketami lodí Apollo, tak prvú plnohodnotnú letovú skúšku v programe cesty na Mesiac predstavovala misia označovaná AS-201. Išlo o suborbitálny let uskutočnený 26. februára 1966. Nasledoval ďalší testovací let rakety Saturn IB (AS-203) bez nákladu a potom misia AS-202. Štartovala 25. augusta 1966 a išlo o suborbitálny let lode Apollo, tentokrát aj so skúškou raketových motorov servisného modulu. Potom mal prísť prvý pilotovaný let Apollo, ktorý bol pracovne označovaný ako AS-204. Ten mal po dosiahnutí obežnej dráhy získať označenie Apollo 1.

Zaujímavé je, že astronauti a časť manazhmentu NASA presadzovali, aby sa čísla začalo už od bezpilotných skúšok. Podobne to nakoniec bolo aj v programe Gemini: „Jednotka“ a „Dvojka“ leteli bez posádky, až do Gemini 3 usadli astronauti. Podľa tejto logiky by prvá pilotovaná loď dostala označenie Apollo 3 alebo Apollo 4 (podľa toho, či by sa počítal aj test AS-203, ktorý predstavoval iba skúšku nosiča).

Nakoniec po tragickom požiari získal na pranie pozostalých test AS-204 predsa len označenie Apollo 1. Zaujímavé je, že nasledovala skúška Apollo 4 (prvý let obrej rakety Saturn V aj s loďou Apollo), Apollo 5 (bepilotný test lunárneho modulu) a Apollo 6 (druhý let Saturnu V), ale nikdy neletelo žiadne Apollo 2 a 3. V marci 1967 sa totiž objavil návrh, aby boli misie AS-201, AS-202 a AS-203 dodatočne premenované na Apollo 1A, 2 a 3. Preto nasledujúci let dostal označenie Apollo 4. K premenovaniu však nikdy nedošlo. Zrejme preto, že dodatočné označovanie letov iným spôsobom by doň vnieslo chaos. V programe Apollo už ale navždy zostala medzera: žiadne „Apollo 2“ a „Apollo 3“ nikdy neexistovalo – a žiadna misia takto nebola ani dodatočne označená.

