

Michael Voplatka

A person in a white space suit is walking on a reddish, rocky planet surface. The suit is highly detailed with various pockets and equipment. The person's helmet has a large, clear visor reflecting the surrounding environment. The background shows a vast, desolate landscape with low hills under a hazy, orange sky. The overall scene is bathed in warm, golden light, suggesting a sunrise or sunset.

DO KOSMU
krok za krokiem

Do kosmu krok za krokem

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.xyz.cz
www.albatrosmedia.cz



Michael Voplatka
Do kosmu krok za krokem – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2020

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA**

Michael Voplatka

DO KOSMU
krok za krokem

ÚVOD

Zamysleli jste se někdy nad tím, čeho všeho už lidstvo v kosmu dosáhlo? Nejspíš každý zná Sputnik a Jurije Gagarina. Většina lidí zpravidla ví i to, že na Měsíci přistál Neil Armstrong, že po Marsu jezdí nějaká robotická vozítka nebo že nám nad hlavami krouží jakási kosmická stanice. Dokázali byste ale říci, kolik dalších astronautů kromě Armstronga se po Měsíci procházelo, co přesně tam dělali nebo jako dlouho tam pobývali? Víte o tom, že Sputnik byl jen vedlejším produktem zbrojení ve studené válce, a nebýt jednoho zapáleného konstruktéra, kosmický věk by začal jindy a vyvíjel se úplně jinak? Znáte kromě marsovských vozítek i jiné robotické průzkumníky, které jsme vyslali takřka do všech koutů našeho planetárního sousedství? Dokážete si představit, jak vypadá takový běžný den kosmonauta pracujícího právě teď 400 kilometrů nad vámi na palubě Mezinárodní kosmické stanice?

Pokud jste na většinu těchto otázek nedokázali odpovědět, je kniha, kterou držíte v ruce, právě pro vás. Zběžně vás provede celou historií kosmonautiky od prvních, často neúspěšných kroků přes prudký rozvoj až po slibně se vyvíjející současnost.

Knihy systematicky, krok za krokem, provádí čtenáře atraktivním odvětvím kosmonautiky tak, jak se v průběhu času vyvíjela. Nejde přitom o suchý výčet všech historických událostí. Nejedná se ani o dějepisnou či technickou encyklopedii. Cílem knihy je podat lidem, které tento obor zajímá a chtěli by se o něm dozvědět více, čtenářsky přívětivé a atraktivní seznámení s kosmonautikou a jejími hlavními rysy. K četbě této knihy tudíž nepotřebujete absolutně žádné znalosti týkající se vesmírných letů. Naopak, po jejím přečtení byste se měli spolehlivě orientovat v jakýchkoliv zpravodajských či populárně-naučných textech a bez váhání můžete přejít k četbě náročnější kosmonautické literatury. V knize si přitom mohou přijít na své i čtenáři, kteří už se v oboru víceméně orientují. Mohou zde najít napínavé příběhy, jež ještě neznají, či vysvětlení technologií, se kterými se prozatím neseznámili nebo jim úplně nerozumí.

Knihy je sestavena ze dvou typů kapitol, které se postupně střídají. Můžeme si je jednoduše nazvat třeba kapitoly příběhové a kapitoly vysvětlovací. Příběhové kapitoly, jak už název napovídá, vyprávějí skutečné příběhy z kosmonautických dějin a sahají od startu první umělé družice po dnešní každodenní práci na palubě kosmické stanice. V těchto vyprávěních je dbáno na maximální faktickou přesnost a příběhy nejsou nijak dramtizovány či přikrášlovány. I tak se ale zajisté přesvědčíte, že v nich nebude nouze o napětí či dojemné události. Na každou takovou příběhovou kapitolu naváže kapitola vysvětlovací. Ty mají spíše výkladovou formu a jejich cílem je zaměřit se na určitou oblast kosmonautiky, jež v předchozí příběhové kapitole hrála významnou roli, a tak trochu nahlédnout za její oponu

a vysvětlit ji. Čeká vás tedy například objasnění pohybu po oběžné dráze a vysvětlení stavu beztíže, popis fungování kosmických stanic a výčet nejvýznamnějších zástupců nebo seznámení s takovými záłudnostmi stavu beztíže, jako je chození na toaletu, stříhání vlasů a nehtů či cvičení. Kapitoly jsou seřazeny víceméně chronologicky, a i když je možné je číst v libovolném pořadí, doporučuji zejména začátečníkům číst knihu postupně. Jednotlivé kapitoly totiž předpokládají znalost získanou v předcházejících částech knihy.

Kosmonautika je fascinující obor, který stojí na samotném vrcholu technologického pokroku lidstva. Její praxe, jež neodpouští chyby a jde často až za limity toho, co považujeme za možné, vyžaduje nesmírnou preciznost, předvídavost, důvtip a vynálezavost. Přitom v ní není nouze o obyčejné lidské příběhy, které jsou tak silné a napínavé, že se staly předlohou nejednoho úspěšného filmu či knihy.

Doufám a věřím, že vám četba této knihy poskytne nejen odpočinek a zábavu, ale také vydatnou, avšak lehce stravitelnou dávku znalostí. Necht' se stane vaší startovní rampou při budoucí cestě za dalším kosmickým poznáním!

1

NA PRAHU NOVÉHO VĚKU

Sergej Pavlovič Koroljov nervózně postával v řídicím bunkru několik desítek metrů od startovního komplexu a občas se periskopem podíval na raketu čekající na rampě. Na první pohled to na něm nebylo znát, ale uvnitř ho šířala nervozita. Za chvíli se mělo do kosmu vydat jeho největší životní dílo, ale pravděpodobnost úspěchu byla hluboko pod 50 procenty. Přemítal, jestli tentokrát všechno udělali správně a raketa bude fungovat, jak má. Zároveň se mu hlavou honily vzpomínky na události jeho strastiplné životní cesty, která jej dovedla až do tohoto historického okamžiku, jenž se může navždy zapsat tučným písmem do lidských dějin.

Sergej nikdy neměl na růžích ustláno. V jeho životě se střídala období zdaru a úspěchů s obdobími, na něž by jeden raději zapomněl. Už ve 2 letech se jeho rodiče rozvedli a mladý Sergejova svého otce víckrát nespátřil. Vyrůstal bez přátel obklopen nepochopeným světem dospělých. Když mu bylo devět, jeho matka se znovu vdala a společně s novým otčímem se všichni přestěhovali z menšího města nedaleko Kyjeva na pobřeží Černého moře do přístavního města Oděsa, které slibovalo lepší

budoucnost. Ta však ještě mnoho let nepřicházela a dospívající Serjoža byl nucen prožívat těžkosti občanské války mezi nově vzniklými rudými sověty a carskými přívrženci. Aby toho nebylo málo, v zimě roku 1919 zachvátil Sergeje i jeho rodinu tyfus. Následujícího roku, když chlapec oslavil své třinácté narozeniny, se však konečně začalo blýskat na lepší časy.

Občanská válka utichla a vlády se ujala sovětská moc. Sergej začal studovat stavební průmyslovou školu a postupně odhalil svůj talent a zálibu v technických oborech. Jeho zájem o techniku byl kromě studia živěn především hydroplány, které pozoroval na místní základně 3. leteckého oddílu Černomořské flotily v oděském přístavu. Sergej totiž bydlel nedaleko přístavu a pozorováním fascinujících letounů trávil stále více času a jeho budoucnost se začala stáčet od stavařství směrem k letectví. Později se stal členem leteckého spolku a četl jednu odbornou knihu za druhou. Následovalo studium na Vysokém učení technickém v Moskvě, první zkušenosti s létáním, a dokonce i návrhy a konstrukce lehkých kluzáků i složitějších motorových letounů. Sergej zkrátka zářil a byl považován za skutečný talent. Bezesporu jej čekala slibná kariéra. Jak už ale bylo řečeno, Koroljovův život byl jako na houpačce, a tak následoval tvrdý pád. Lékaři u něj odhalili zanedbaný vnitřní tyfus, a aby toho nebylo málo, přidala se také infekce ucha, kvůli které mu byla trepanována lebka.

Začátkem 30. let, kdy už byl Sergej Koroljov držitelem vysokoškolského diplomu, se jeho myšlení začalo stáčet od motorových letounů novým směrem, kterým se doposud nikdo nevydal. Uvědomoval si, že soudobé pohony i konstrukce letadel měly



Sergej Koroljov v kokpitu kluzáku, na kterém pracoval v roce 1930.

určitá omezení, jež nebylo možné nijak obejít. Let v atmosféře Sergeje stále zajímal, ale čím dál více jej přitahovalo cestování mnohem výš – až za hranice našeho světa, do kosmu a k planetám. Spolu s několika podobně smýšlejícími nadšenci založil skupinu s názvem GIRD, která se věnovala studiu reaktivních

pohonů. Její zapálení členové projektovali, konstruovali a testovali stále pokročilejší raketové motory a zanedlouho začali vypouštět i první malé rakety, jež dokázaly vylétnout do několika set metrů. Není divu, že si této jedinečné skupiny brzy všimla Rudá armáda a začala je nejen bedlivě sledovat, ale také finančně podporovat. Jenže jak Koroljovova hvězda v novém oboru znovu prudce stoupala, přišel její další pád. Tentokrát tvrdší než všechny předchozí. Josif Stalin v Sovětském svazu ve 30. letech organizoval několik vln přísných represí a perzekucí známých jako Velká čistka, které měly za cíl odstranit zbývající opozici a upevnit diktátorovu moc. Tisíce obyvatel všech společenských vrstev se ze dne na den stalo nepřáteli státu a v předem rozhodnutých soudních procesech byli odsuzováni. Jednoho pozdního červnového večera roku 1938 tajná policie zabušila i na dveře Sergeje Koroljova. Během výslechnů, kdy byl nucen k doznání, byly nebohému konstruktérovi zlomeny obě čelisti a mnohokrát byl zbit k nepoznání. Rozsudek? 10 let v pracovním táboře a 5 let ztráty občanských práv. To vše za naprosto smyšlené obvinění ze členství v antisovětské teroristické a diverzně-sabotážní skupině.

Následující dlouhé měsíce Sergej Koroljov strávil na daleké Sibiři v lágru na Kolymě, kde musel v nelidských podmínkách tvrdě pracovat ve zlatém dole Malďak. Se svými spoluvězni trpěl hladem a zimou. S jeho zdravotním stavem to šlo pomalu, ale jistě z kopce. Mimo jiné přišel téměř o všechny své zuby. Krátce poté už v Evropě zuřila světová válka a Stalin si uvědomil, že to jeho tajná policie se zatýkáním přehnalá. Do lágrů putovalo příliš mnoho vysokých důstojníků, vědců, konstruktérů a dal-

ších odborníků, které teď jejich vlast zmítaná válkou nutně potřebovala. Koroljovův případ byl přezkoumán a došlo k dalším výslechům, tentokrát bez násilí. V polovině roku 1940 byl z lágru přeřazen do zvláštní konstrukční kanceláře pro vězně, zvané šaraška, jež soustředila vzdělané vězně a odborníky, kteří se podíleli na vývoji nových zbraní. Sergeje Koroljova si do šarašky s označením CKB-29 osobně vyžádal jiný vězeň a špičkový konstruktér – jeho dávný přítel Andrej Tupolev. Společně pak pracovali na vývoji nových bombardérů. Sergej se tedy chopil nabídnuté možnosti a opět se naplno ponořil do práce, což mu alespoň částečně pomohlo zapomenout na to, že byl stále vězněm.

V létě roku 1944, to už byl Koroljov členem jiné konstrukční kanceláře, kde pracoval na vývoji raketových motorů, byl vydán rozkaz o předčasném propuštění mnoha vězňů – mezi nimi i Sergeje Koroljova. Ten byl však do své práce natolik ponořen, že ještě další rok dobrovolně zůstal, aby dokončil své projekty. Brzy nato bylo nacistické Německo poraženo a mezi světovými mocnostmi se rozběhly závody o to, kdo z padlé technologické velmoci ukořistí co nejvíce vojenských technologií, jež byly oproti zbytku světa o mnoho let napřed. Snad největším lákadlem byla raketa V-2, která v posledních měsících války devastovala města v západní Evropě a proti níž neexistovala žádná účinná obrana. Koroljov se spolu s dalšími raketovými odborníky vydal do Německa, aby prozkoumal a ukořistil co nejvíce materiálu a dokumentace ke zmíněným raketám. Stejně se zachovali i západní spojenci v čele s USA. Na základě ukořistěných německých technologií pak mezi USA a Sovětským svazem

začal tajný závod o stavbu silných mezikontinentálních raket. Od počátku 50. let se vývoj raket stal v Sovětském svazu prioritou. Raketa totiž byla jediným prostředkem, který byl na území amerického rivala schopen dopravit jaderné zbraně. Od testů a zkoumání nacistických V-2 sovětsí konstruktéři postupně přešli k raketám vlastní konstrukce. Do čela raketového vývoje se postupně dostal Sergej Koroljov, čímž pro něj začala další etapa jeho života. Etapa plná tvrdé práce a mnoha nezdarů, jež ale slibovala vstup do nové éry lidstva.

Koroljovovy rakety byly příznačně označovány písmenem R, po němž následovalo číslo vývojového typu. R-1 byla ještě víceméně kopií německé V-2, ale od rakety R-2 se už Koroljov na základě získaných zkušeností vydal vlastní cestou. 50. léta byla charakteristická prudkým rozvojem raketové techniky a velkým množstvím neúspěšných testovacích letů. Vrcholem tohoto vývoje měla být raketa R-7. Jednalo se o první sovětskou mezikontinentální raketu, která byla schopná dopravit jadernou bombu přes polovinu zeměkoule až na americké území. Její vývoj začal v roce 1954 a konstruktéři v čele s Koroljovem dostali zadání, aby byl stroj schopen dopravit náklad o hmotnosti 5,5 tuny na vzdálenost 8000 kilometrů.

Byť Sergej Koroljov pracoval pro armádu, jeho osobní cíl byl jiný. Toužil vyvíjet rakety pro cesty do kosmu. Uvědomoval si ale, že bez armádních zdrojů a financí se mu to nepodaří. Díky svému brilantnímu umu vyhovět nadřízeným, podsouvat jim své nápady a organizovat své podřízené byl schopen ovlivňovat vývoj směrem k cíli, který si vytyčil už na konci 20. let, kdy začal poprvé přemýšlet o cestách mimo hranice naší planety. A tak se

ambiciózní a nesmírně pracovitý Sergej Koroljov nakonec ocitl v řídicím bunkru nové zkušební raketové základny s krycím označením Taškent-90. Základna se nacházela uprostřed kazašské stepi nedaleko vesničky Ťuratam. Rusové ji ale kvůli zmaření nepřátelských zpravodajců pojmenovali po 300 kilometrech vzdáleném hornickém městečku Bajkonur.

Sergej Koroljov opět nahlédl do periskopu. Raketa R-7 byla připravená ke startu a na několika místech z ní stoupala oblaka páry. „Jen ať všechno funguje, jak má,“ modlil se v duchu. A měl k tomu dobrý důvod. Raketa R-7, přezdívaná Semjorka, poprvé odstartovala na svůj zkušební let teprve před pěti měsíci. Kvůli požáru v motorové sekci však po necelých 2 minutách explodovala. Druhý exemplář se o měsíc později pro změnu téměř neodlepil od rampy. Motory naběhly, raketa se zvedla o pouhých několik centimetrů, načež následovalo zhasnutí motorů a dosednutí rakety zpátky na rampu. Selhalo tlakování palivových nádrží dusíkem. Naštěstí tehdy nedošlo k žádné nehodě. O další měsíc později odstartoval třetí kus, který ale po půl minutě postihl zkrat v automatické jednotce řídicí stabilizaci rakety. Semjorka začala rotovat a za letu se rozpadla. Teprve čtvrtý a pátý pokus v následujících 2 měsících vyšly na výbornou a „er-sedmička“ pracovala podle předpokladů. Generální tajemník komunistické strany Sovětského svazu Nikita Chruščov měl tehdy velkou radost. Sergej Koroljov toho využil a získal od něj povolení využít jeden exemplář Semjorky pro vynesení první umělé družice na oběžnou dráhu Země. Mírně upravená raketa R-7 s označením M1-PS1 tak nyní odpočítávala poslední sekundy do svého startu. Na jejím vrcholu se nacházela osm-



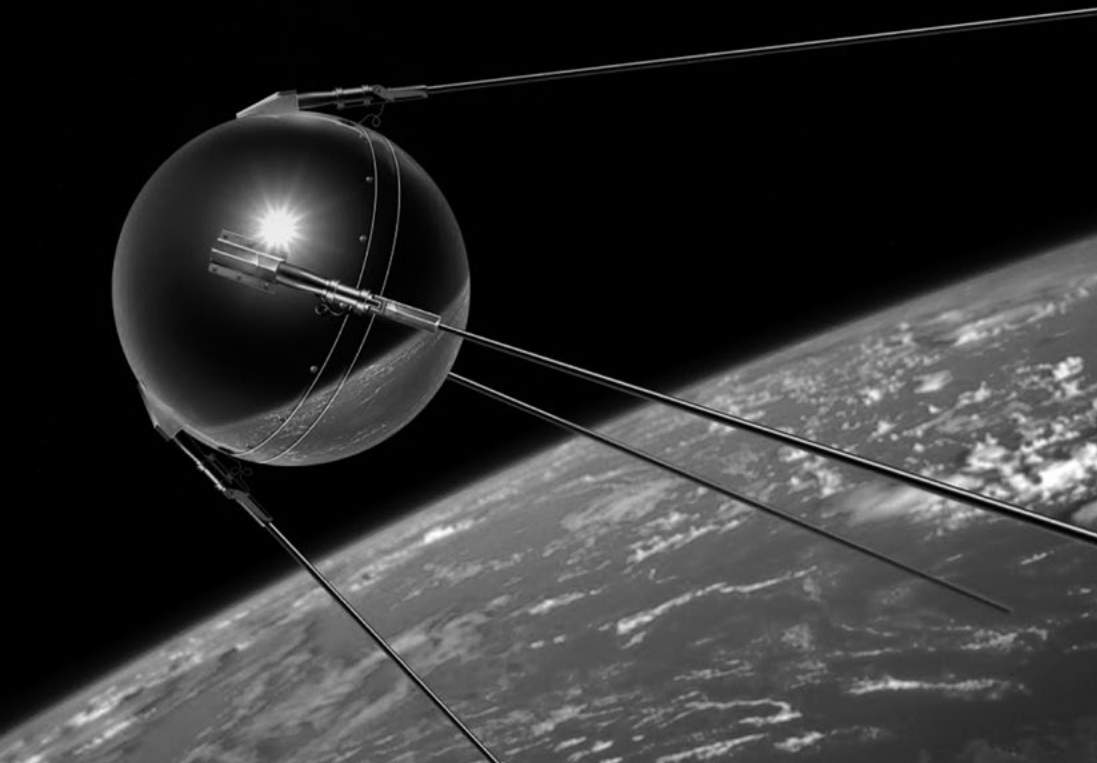
Raketa R-7 na vzletové rampě nové raketové základny Bajkonur.

desátikilová hermetická koule se čtyřmi prutovými anténami, rádiovým vysílačem a bateriemi. Koroljovovi konstruktéři ji sestrojili v posledních měsících. Měla jméno Sputnik. Kalendář tehdy ukazoval 4. října 1957.

Pouhých několik sekund před startem se k životu probudil hlavní motor spolu s dalšími čtyřmi motory na bočních raketových stupních. Krátce nato se zažehlo i několik malých manévrovacích motorků, které se dokázaly naklánět, a aktivně tak raketu řídit. Jakmile motory naběhly na plný tah, raketa se zvedla z rampy a čtyři ramena, na kterých byla vlastní vahou zajištěna, se odklopila. Téměř 30 metrů vysoký kolos, jehož hmotnost dosahovala 273 tun, začal pomalu stoupat k noční obloze nad Kazašskou socialistickou republikou. Zanedlouho se záře plamenů vytratila v dáli a operátoři v řídicím bunkru činnost rakety sledovali pouze prostřednictvím příchozích telemetrických dat. Po 10 minutách bylo po všem. Rádiový signál donesl zprávu o ukončení práce rakety a úspěšném oddělení Sputniku. Vše nasvědčovalo tomu, že první umělá družice Země dosáhla oběžné dráhy. Mnoho přihlížejících propuklo v jásot, avšak Sergej Koroljov se snažil své nadšení tlumit. Absolutní jistotu bude mít teprve poté, co Sputnik oběhne celou planetu. To ale potrvá hodinu a půl. Je tedy třeba čekat.

Mezitím se ve výšce kolem 200 kilometrů nad Zemí malý Sputnik skutečně oddělil od rakety. Ihned poté roztáhl své ikonické prutové antény a rádiový vysílač v jeho útrokách začal vydávat pravidelné pípání o vysokém tónu. Pípání, které si následně mohl poslechnout celý svět a být tak svědkem sovětského triumfu. V tuto chvíli o něm ale ještě nikdo nevěděl. Jako první

Sputnik - první umělá družice Země.



jeho signál zachytila pozemní sledovací stanice na Kamčatce. Její operátoři okamžitě předali na kosmodrom zprávu o funkčnosti Sputniku. Po 90 minutách od startu Koroljovův tým netrpělivě poslouchá. Už by se měl ozvat. A pak to skutečně přišlo! Ve sluchátkách operátorů i v amplionu se rozeznělo rytmické pípání. Pro Koroljova to byla ta nejkrásnější píseň v životě. Znamenalo to, že Sputnik oběhl celou planetu a nachází se na stabilní oběžné dráze. Kosmický věk lidstva právě začal.

2

RAKETA A JEJÍ OTCOVÉ

Co je to vlastně raketa? Jak vypadá, jak je velká, co ji pohání, na jakém principu se pohybuje kosmem? Možná vás tyto otázky napadly, možná víte, možná jen tušíte. Pojdme si tedy tento pojem důkladně vysvětlit, aby v následujících kapitolách knihy bylo každému nad slunce jasné, o čem je vlastně řeč.

Rozeberme si nejdříve pojem samotný. Slovo raketa stejně jako jeho anglický ekvivalent „rocket“ (čti [rakit]) či ruský „ракета“ (čti [rakjéta]) pochází z italského slova „rocchetto“, což je zdobnělina slova „rocca“, které známe pod českým výrazem přeslice. Ale upřímně, kdo v dnešní době ví, co je to přeslice? Jedná se o nástroj tyčovitého tvaru se špičatým zakončením, na který se zavěsil chomáč vlny, konopí nebo lnu. Z přeslice pak předlana ručně odebírala vlákna, z nichž vyráběla přízi. Opravdu zajímavá historie slova, které je dnes pojmem patřícím mezi nejvyspělejší technologie lidstva.

Poprvé bylo slovo raketa použito na začátku 20. století pro označení zařízení, které při ohňostroji létalo do velkých výšek, kde se proměňovalo v explozi barev. Zařízení samotné už však bylo známo téměř 1000 let. Jeho vznik se připisuje Číně 10. sto-



*No uznejte sami – nepřipomíná vám přeslice v ruce
přadleny tradiční ohňostrojevou raketu?*

letí, kde se rakety používaly nejen k zábavným ohňostrojům, ale také jako smrtící „ohnivé šípy“ pro lučištníky. Četnější záznamy o raketách se objevují až ve 13. století, kdy se s mongolskou invází rozšířily napříč Asií až do Evropy.

Raketa, jak ji především známe dnes, však spatřila světlo světa až v moderním věku 20. století. Lidé ovládli technologii na takové úrovni, že vyměnili své koně za motorizované automobily a splnili si též odvěký sen a začali létat. Pokrokem byli inspirováni i spisovatelé jako Jules Verne nebo Herbert George Wells, kteří vytvářeli vědecko-fantastická díla o cestách k Měsíci a planetám. Ruku v ruce s tímto smýšlením a s technologickým pokrokem se začaly objevovat i první vážně míněné vědecké úvahy o cestách mimo naši planetu. Jak ale cestovat prostorem, kde nejsou cesty ani přitažlivost, která by na nich dopravní prostředek udržela? Jak létat prostředím bez vzduchu, do něhož by se opřela křídla a ze kterého by motory čerpaly kyslík pro své spalování? Odpověď na tyto otázky našel v roce 1861 skotský astronom a matematik William Leitch. Ten si uvědomil, že jediným možným řešením je reaktivní pohon fungující na principu akce a reakce.

Zákon akce a reakce, což je třetí Newtonův pohybový zákon, říká, že každá dvě tělesa na sebe vzájemně působí stejně velkými silami opačného směru. Co to znamená v praxi? Pokud právě teď sedíte na židli nebo třeba ležíte na posteli, vaše tělo svou vahou na židli či postel vyvíjí díky přitažlivosti určitou sílu. Židle na vás ale působí přesně stejně velkou silou v opačném směru. Kdyby tomu tak nebylo, židli byste propadli. Kdyby byla síla židle větší nebo by působila v jiném směru, vymrštila by vás nahoru

nebo shodila do strany. Nic z toho se ale neděje a vy nyní klidně sedíte nebo ležíte, což potvrzuje platnost zákona akce a reakce. Jak ale tento poznatek využít k pohybu mezi planetami? Zkusme si to opět vysvětlit na všem dobře známém příkladu. Nejspíš každý z nás měl někdy nafukovací balonek z poutě. Co se stane, pokud na nafouknutém balonku dokonale neutěsníme hrdlo, jímž se nafukuje? Ano, ulétne. Proč? Protože z něj vysokou rychlostí proudí nahromaděný vzduch, který pružný balonek tlačí ven. A právě tomu se říká reaktivní pohon. Na jeho základě fungují všechny rakety světa, ať už jsou určeny k čemukoliv. Místo stlačeného vzduchu však používají vysoce hořlavá paliva, ve kterých je ukryto velké množství energie. Hořením paliva v raketovém motoru pak vzniká enormní množství spalin, jež z motoru unikají tryskou (u nafukovacího balonku je tryska hrdlo, kterým se nafukuje), a to ve výsledku pohání motor i celou raketu opačným směrem.

Na počátku 20. století se tři učenci nezávisle na sobě zabývali raketami a s nimi souvisejícími možnostmi cestování do kosmu. Tito velikáni z Ruska, USA a Německa jsou dnes pokládáni za otce kosmonautiky a díky jejich teoretickým i praktickým poznatkům se cesty za hranice našeho světa proměnily ze snů v realitu.

Prvním velkým průkopníkem raketové techniky byl ruský učitel matematiky Konstantin Ciolkovskij, který v roce 1903 publikoval práci s názvem *Průzkum kosmického prostoru pomocí reaktivního pohonu*. V ní položil teoretické základy kosmonautiky a raketové techniky, na kterých dnes průzkum vesmíru stojí. Jedním z jeho největších odkazů je tzv. Ciolkovského rovnice,

jež popisuje vztah mezi celkovou hmotností rakety, hmotností jejího paliva a rychlostí, jaké je taková raketa schopna dosáhnout. Z rovnice je patrné, že čím více paliva raketa spotřebovává, tím se stává lehčí, a tím pádem je schopna stále více a více zrychlovat, dokud všechno palivo nespotřebuje. Logicky tedy při stejném tahu motoru těžká raketa s plnými nádržemi zrychluje pomaleji než lehká raketa, ve které zbývá už jen zbytek paliva. Z rovnice taktéž vyplývá, že pokud má raketa paliva více, vyvine větší konečnou rychlost. Pokud tedy chceme letět rychleji, potřebujeme více paliva. Ovšem s tím, jak hmotnost rakety roste, motor při stejném tahu poskytuje stále menší zrychlení. Nekonečné zvyšování objemu paliva tudíž nemá smysl a existuje určitá hranice, při níž se už palivo přidávat nevyplatí, jelikož by raketa poskytla jen nepatrné zrychlení za cenu obrovského nárůstu hmotnosti.

Druhým otcem kosmonautiky byl americký inženýr Robert Goddard, který roku 1919 publikoval vědeckou práci s názvem *Metoda dosahování extrémních výšek*. V té se zabýval především vztahy mezi různými druhy paliv, hmotností rakety, tahem a dosahovanou rychlostí. Goddard ale na rozdíl od Ciolkovského nejen teoreticky bádá a počítal, ale hlavně prakticky zkoušel. Jeho jednoduché rakety byly stále pokročilejší, až se startem jedné z nich v roce 1926 navždy zapsal do historie. Jeho motor hořel 2,5 sekundy a raketa dosáhla výšky 12 metrů. To se někomu možná může zdát jako směšně malé hodnoty. Důležitost tohoto startu ovšem tkví v tom, že se jednalo o první raketu na kapalná paliva na světě. Tradiční rakety na pevná paliva jsou relativně jednoduché a mají své prapředchůdce

v raketách dávné Číny na střelný prach. Naopak rakety na paliva kapalná jsou nepoměrně složitější, vyžadují nesmírně komplikovanou konstrukci motoru a přinášejí velké množství dalších komplikací. Jejich výhody ale rakety na pevná paliva válcují téměř ve všech směrech.

Poslední velkou osobností, na jejichž ramenou stáli raketoví konstruktéři první poloviny 20. století, byl německý fyzik a inženýr Hermann Oberth. Poněkud úsměvně dnes působí zamítnutí jeho dizertační práce, kterou napsal při doktorandském studiu fyziky. Práce nesla jméno *Raketa v meziplanetárním prostoru* a byla odmítnuta pro svou údajnou utopičnost. Oberth však na vedení své univerzity nedal a práci v roce 1923 publikoval svým nákladem. Kniha se posléze stala velkou inspirací a základní příručkou pro skupinu amatérů zabývajících se konstrukcí raket, které Oberth později sám předsedal a stal se jejím mentorem.

Při experimentálním zážehu prvního německého raketového motoru na kapalná paliva Oberthovi v roce 1929 asistoval mladý talentovaný student Wernher von Braun. Ten od dětství snil o cestách do kosmu a na Měsíc a byl si vědom faktu, že rakety jsou jediným možným prostředkem, jak tento sen přetvořit ve skutečnost. Pro spolek amatérských raketových konstruktérů však bylo nesmírně těžké shánět finanční podporu na jejich stále ambicióznější projekty. Až jim jednoho dne v roce 1932 po jejich veřejném zkušebním raketovém startu nabídli finanční kontrakt a dlouhodobou spolupráci příslušníci německé armády, kteří v raketách shledávali nadějnou technologii budoucnosti. Jak později Wernher von Braun uvedl, neexistoval



Robert Goddard vedle startovní konstrukce první rakety na kapalná paliva na světě.

nejmenší důvod takovou nabídku odmítat. Snahy o dobývání kosmického prostoru vyžadovaly nemalé peníze a nejenže tehdy nacisté nebyli u moci, ale i jakákoliv válka se zatím zdála být absurdní. Nikdo v té době neměl tušení, kolik mrtvých bude mít tato spolupráce za následek. Von Braun a jeho tým tedy začali částečně pracovat pro armádu a zanedlouho se jejich skupina stala tajnou a podléhala vojenskému dozoru.

Koncem 30. let už Wernher von Braun a jeho tým, který čítal kolem 80 specialistů, pracovali na 3 velkých bojových raketách současně. Největší z nich, označovaná jako A-4, na výšku měřila úctyhodných 14 metrů a vážila necelých 13 tun. Bojovou hlavicí o hmotnosti jedné tuny dokázala dopravit až na vzdálenost přesahující 300 kilometrů. A-4 se tak stala první balistickou řízenou střelou s dlouhým doletem na světě. Byla jednou z Hitlerových tajných zbraní, které měly na poslední chvíli zvrátit průběh druhé světové války. Nazval ji Vergeltungswaffe 2 neboli zbraň odplaty, zkráceně V-2. Rakety byly použity k bombardování belgických a britských měst, ale mnoho jich dopadlo i na Francii, Holandsko či Německo. V-2 byla smrtící a nebylo proti ní obrany. Léetala tak vysoko a tak rychle, že ji zkrátka žádný letoun ani protiletadlová obrana nemohly dostihnout či sestřelit. Během testů v roce 1944 dokonce pokořila výškovou hranici 100 kilometrů, což je dnes mezinárodně uznávaná hranice kosmu. V-2 se tak stala prvním lidmi vyrobeným objektem, který dosáhl kosmického prostoru. I přes svou neporazitelnost však V-2 naštěstí průběh války nezvrátila. Bylo už příliš pozdě.

Po konci války se nejvyšší vojenská vedení všech mocností o V-2 pochopitelně intenzivně zajímala. Na německém území