

FALCON 9



DRUHÝCH 100 LET
ANEŽ LETECTVÍ 2003-2103

44. díl – Falcon 9 aneb první úspěšný návrat rakety z vesmíru

Letectví a posléze kosmonautika opanovaly a opanují lidskou představivost natolik, že se staly nevyčerpatelným zdrojem pro vědecko-fantastickou literaturu. Ta není svázána tolika omezeními jako realita, a tak v ní lze snít o bezpočtu věcí. Jedním z takových snů jsou lety raket, které se po splnění svého úkolu vrací zpět na místo startu, aby mohly později podniknout let nový. Každého nadšence sci-fi proto zcela jistě dojalo, když letos dva dny před Štědrým dnem přesně toto provedl první stupeň rakety Falcon 9. Lepší dárek k Vánocům si lze jen stěží přát.

Přestože v názvu tohoto seriálu stojí slovo letectví, není odbočka ke kosmonautice nijak v rozporu s jeho celkovým zaměřením. V dnešní době jde sice o zcela samostatné a svébytné odvětví, přesto má své počátky pevně zakotveny v letectví. A koneckonců, ať už jde o lety v zemské atmosféře či o lety do vesmíru, obě tyto aktivity sdílejí kouzlo létání.

Zatímco v letectví bereme za samozřejmost, že letadla jsou využívána opakovaně, v případě kosmonautiky jde o jev zcela výjimečný. Standardem je totiž nová raketa pro každý start. Výjimkou jsou pouze raketoplány (Space Shuttle a SpaceShipOne), které byly navrženy pro opakované užití. Ale ani v jejich případě není znovupoužitelnost stoprocentní a především se jedná o vysoce komplikované stroje. A tak se oči kosmonautiky nadále upírají k osvědčeným tubusům raket, které, pokud by se dokázaly po vynesení nákladu vrátit zpátky na zem, by mohly být ideálním prostředkem k tomu, aby se lety do vesmíru výrazně zlevnily a potenciálně se jejich provoz stal podobně rutinním, jako lety dopravních letadel. První krok na této cestě provedla americká společnost SpaceX, jejíž první stupeň rakety Falcon 9 úspěšně přistál poté, co do vesmíru vynesl soustavu jedenácti družic.

Začátek 21. století znamenal pro americký vesmírný program dobu stagnace. Nerozhodné politické kroky, zmenšující se rozpočet a vyřazení raketoplánů Space Shuttle ze služby dospěly do situace, že tato (bývalá) vesmírná velmoc není schopna vlastními silami posílat astronauty do vesmíru a musí za tyto služby platit svému nedávnému protivníkovi, Rusku. Jedním z rozhodnutí, jak tuto situaci napravit, se stal příklon k využívání služeb soukromých společností, které by jak dopravu astronautů, tak i zásobování Mezinárodní vesmírné stanice (ISS) převzaly na svá bedra. Mezi několika takovými firmami najdeme společnost Space Exploration Technologies známější pod zkratkou SpaceX.

V roce 2002 ji založil americký vizionář jihoafrického původu Elon Musk. Ten se stal známým již v dřívějšku díky úspěchu internetového bankovního systému Paypal, u jehož zrodu stál coby jeden ze zakladatelů. V současnosti jde o jednoho z nejznámějších podnikatelů na světě, který si díky svým ambiciózním plánům a nezřídka i jejich úspěšnou realizací získal přízeň milionů podporovatelů na celém světě. Kromě firem SpaceX a Paypal je jeho jméno spojeno s firmami Tesla Motors, výrobcem nejúspěšnějších elektrických automobilů, SolarCity, poskytovatelem solární energie, či iniciativou OpenAI, která má za cíl vyvinout bezpečnou umělou inteligenci. Navzdory tomu všemu zůstává Muskova vesmírná odysea největším objektem zájmu mezi veřejností. Důvod je totiž vcelku prostý. Musk realizuje to, co se dosud odehrávalo pouze na stránkách sci-fi románů. Konkrétněji řečeno, pracuje na dobytí Marsu.

Vize za celou firmou SpaceX je totiž osídlení čtvrté planety naší sluneční soustavy, rudého Marsu. K tomuto cíli postupuje malými, ale svědomitými kroky. Coby nejvhodnější začátek se Muskovi jevilo zlevnění letů do vesmíru, díky čemuž by bylo možné vynášet větší množství nákladu, a tedy i materiálu potřebného pro potenciální osídlení Marsu. Jako nejlepší cesta ke zlevnění se jeví vyvinutí vícenásobně použitelných raket, protože většinu ceny za start rakety tvoří právě cena rakety, zatímco palivo, i když hmotnostně největší položka, je jen zlomkem ceny startu. Pokud by se tedy dal tubus rakety použít několikrát, výrobní cena by se rozložila na několik startů, k nimž by se přičítaly již jen relativně malé náklady na palivo.

K oťukávání vesmírných letů sloužil nosič nazvaný Falcon 1 (Sokol 1). Jednalo se o 21 metrů vysokou dvoustupňovou raketu s průměrem 1,7 metru, na které si firma ověřovala své schopnosti. A nejednalo se právě o povzbuzující začátek. První tři lety (25. března 2006, 21. března 2007 a 3. srpna 2008) totiž skončily neúspěchem. Teprve až čtvrtý (28. srpna 2008) a pátý (14. července 2009) let slavily úspěch. Kromě raket si firma vyvíjí i vlastní raketové motory.

Poté přišla na řadu větší a výkonnější verze nazvaná Falcon 9, která slouží nejen pro vynášení družic nejrůznějších zákazníků, ale především pro zásobování ISS nákladní lodí Dragon, za což štědře platí americký Národní úřad pro letectví a kosmonautiku (NASA). V budoucnu bude díky

novému kontraktu s NASA sloužit i k vynášení pilotované lodi Dragon V2 s astronauty na ISS. Pro firmu SpaceX se jedná o vynikající způsob, jak financovat pokročilý výzkum na cestě za znovupoužitelností a výhledově i cestou na Mars. Falcon 9 je dvoustupňová raketa o průměru 3,66 metru a výšce v závislosti na verzi 54,9 respektive 68,4 metru. Svůj první let uskutečnila 4. června 2010 a slavila úspěch. Vyjma čtvrtého letu (8. října 2012), kdy bylo dosaženo jen částečného úspěchu, neboť se nepodařilo uskutečnit sekundární úkol, se mohla raketa Falcon 9 pochlubit stoprocentní spolehlivostí. Statistiku jí pokazil až devatenáctý start letos 28. června, kdy zhruba dvě minuty po vzletu došlo k destrukci nosníku heliové nádrže druhého stupně a následnému roztržení rakety, během kterého byla ztracena i nákladní loď Dragon s materiálem pro ISS. Havárie tak vedla k uzemnění raket Falcon a rozsáhlému vyšetřování příčiny selhání. Po několikerém odkladu došlo k opětovnému zahájení letů až 21. prosince 2015. A návrat to byl ve velkém stylu.

K plnohodnotnému docenění dosaženého výkonu je ale třeba zmínit i tříleté úsilí, které mu předcházelo. Jednalo se o sérii třinácti pokusných letů zkušebního exempláře do menších výšek a rovněž pět předchozích více či méně úspěšných pokusů s přistáním do vod oceánu po úspěšném vynesení nákladu do vesmíru. Nejprve se pro studium možnosti vertikálního vzletu a následného přistání (VTVL, Vertical Takeoff and Vertical Landing) používal demonstrátor nazvaný Grasshopper (kobylka luční). Ten uskutečnil celkem 8 letů v době od 21. září 2012 do 7. října 2013 nad vývojovým a zkušebním střediskem společnosti SpaceX u města McGregor v Texasu, přičemž poslední a zároveň nejdelší let trval 79 sekund a stroj během něj dosáhl výšky 744 metrů, načež úspěšně přistál. Nahradil jej větší exemplář nazvaný Falcon 9R (Reusable, znovupoužitelný). Jeho první vzlet a návrat na místo startu proběhl 17. dubna 2014, kdy raketa vystoupala do výšky 250 metrů. Následovaly další čtyři lety, kdy dosažená výška činila tisíc metrů, avšak při posledním z nich, 22. srpna 2014, došlo k řízené destrukci rakety z důvodu zablokovaného senzoru. Řídicí počítač tak z důvodu chybějících dat aktivoval sebezničení rakety. Tímto byly zkušební lety pokusného stroje F9R ukončeny. Po řízené destrukci tohoto stroje již další pokusné lety nebyly uskutečněny, protože jednak byl k dispozici dostatek dat, která šla tímto způsobem získat, a jednak pro data nová bylo zapotřebí reálných letů do vesmíru, jejichž dynamiku nelze během atmosférických letů simulovat.

Ostrých pokusů o přistání po návratu z vesmíru proběhlo před prosincovým úspěchem již pět. Pro tento úkol byla na tubus prvního stupně rakety Falcon 9 připevněna do horní části čtveřice roštů, které fungují jako řídicí plochy letadel, takže dovolují raketě při návratu atmosférou manévrovat, a na spodní části rakety se objevila čtveřice výklopných nohou, které se krátce před dosednutím vyklápějí. Tyto úpravy se pochopitelně odrážejí v navýšení hmotnosti samotného těla rakety a navíc se pro motorové přistání vyžaduje palivo, čímž dochází k určitému omezení nosnosti

rakety. V případě letů na nízkou oběžnou dráhu kolem Země to ale nečiní problém, v případě letů na geostacionární oběžnou dráhu návrat (prozatím) není možný.

První z pokusů o přistání se uskutečnil 18. dubna 2014, kdy první stupeň rakety Falcon 9 poměrně tvrdě přistál do vod Atlantského oceánu. Ale již 14. července 2014 proběhlo měkké přistání Falconu 9 na hladinu oceánu. Pro rok 2015 si firma připravila přistávací plošinu vybudovanou na lodi, kterou nazvala Autonomous Spaceport Drone Ship (ASDS, autonomní bezposádkový lodní kosmodrom). Rozměry přistávací plochy mají na délku 90 metrů a na šířku 50 metrů. Po startu a vynesení družice do vesmíru dne 10. ledna 2015 se první stupeň rakety k lodi čekající ve vodách Atlantského oceánu úspěšně přiblížil, ale pár sekund před samotným přistáním došla raketě hydraulická kapalina, kterou využívají směrové rošty, a tak nebylo dosednutí kontrolované. 11. února se měl pokus opakovat, ale velké vlny znemožnily přistání na lodi, a tak první stupeň dosedl opět na vodní hladinu. Podmínky přály při startu dne 14. dubna 2015, kdy se první stupeň opět vrátil zpět z vesmíru. Tentokrát proběhlo všechno hladce až do doby krátce před dosednutím, kdy se tubus rakety naklonil, po dotyku s palubou se zlomily dvě nohy a Falcon 9 se převrátil, následován explozí zbytku paliva. Tento výsledek přinesl klíčové zjištění. A to, že řízený návrat rakety z vesmíru a její přistání je plně realizovatelné, ale přistávací plocha, kterou nabízí paluba lodi, je příliš malá, takže nedovoluje řídicímu počítači přílišnou odchylku, a ten se proto snaží o přehnané korekce, aby se trefil na střed přistávací plochy, což vede ke škodlivému rozkymácení rakety. Pro další pokusy by tedy bylo vhodnější přistávat na větší ploše, ideálně na pevnině. Tam zamířil let 21. prosince 2015.

V pondělí 21. prosince v 20.29 hodin místního času (respektive 22. prosince v 1.29 hodin ráno, pokud budeme čas uvádět v UTC) proběhl start Falconu 9 ze startovacího komplexu 40 na Mysu Canaveral na Floridě. Po minutě letu překonal kolos o hmotnosti 500 tun rychlost zvuku a pokračoval s nákladem 11 družic firmy Orbcomm vstříc vesmíru. Ve výšce 80 km při rychlosti 5 800 km/h se oddělil druhý stupeň, který zažehl svůj motor a pokračoval s družicemi na požadovanou oběžnou dráhu, zatímco první stupeň vystoupal setrvačností až do výšky 190 km, přičemž se obrátil, provedl brzdicí zážeh a zamířil zpět k místu startu. Při vstupu do zemské atmosféry provedl druhý zážeh, který slouží ke snížení aerodynamického namáhání rakety. Poslední, třetí zážeh pak následoval přímo nad samotnou Přistávací plochou 1 (Landing zone 1), kam první stupeň Falconu 9 úspěšně dosedl deset minut po startu. A přepsal tím dějiny kosmonautiky. Fotografie pořízená krátce před dotykem přistávacích nohou se zemí je na úvodním obrázku.

Samotným přistáním ale otázka znovupoužitelnosti nekončí. Spíše naopak, teprve začíná. Teprve nyní se skutečně ukáže, zda se jedná o schůdnou cestu, protože se poprvé dostává inženýrům do

rukou raketa, která již jeden start absolvovala. Bude následovat zevrubné prozkoumání i těch nejmenších detailů, aby se získala potřebná data a informace, které poví o možných opakovaných startech více. Jaký bude osud tohoto exempláře, není zatím jasné, ale s jistotou lze říci, že se do vesmíru už nepodívá a s největší pravděpodobností zamíří do muzea, patrně do Kennedyho vesmírného střediska na Mysu Canaveral na Floridě, odkud startoval a kde přistál.

Obliba firmy SpaceX je největší měrou dána patrně tím, že nabízí generaci, která nezažila velkolepé vesmírné závody v 60. letech dvacátého století kulminující v přistání na Měsíci, možnost prožívat něco podobně významného a dechberoucího. Díky možnostem komunikačních technologií se jí to nadmíru dobře daří. Jak opakovaně zaznělo napříč celým internetem krátce po úspěšném přistání Falconu 9, žijeme v úžasné době. Připočteme-li k tomu ještě vozítka, která brázdí povrch Marsu a denně posílají fascinující snímky z tohoto cizího světa, nelze než souhlasit. Vědecká fantastika přestává být fantastikou a stává se realitou. A my ji žijeme.

Kam dál?

Video přistání prvního stupně Falconu 9: <https://youtu.be/ZCBE8ocOkAQ>

Video z ne zcela úspěšného přistání na plovoucí plošině: <https://youtu.be/BhMSzC1crr0>

Video zkušebního letu Falconu 9R do výšky tisíc metrů: <https://youtu.be/ZwwS4YOTbbw>

Marek Vanžura

(Photo © SpaceX)