



#### **45. díl – Lockheed Martin Samarai aneb další přírodou inspirovaný létající stroj**

Procházka lesem může nabývat nejrůznějších podob a každý jeho návštěvník v něm může hledat něco jiného. Někdo v lese hledá únik od civilizace, někdo estetický zážitek a někdo jiný třeba zdroj obživy. Najdou se však i tací, kteří v něm hledají zdroj inspirace pro své vynálezy. Do této skupiny lze zařadit letecké inženýry společnosti Lockheed Martin, kteří si za vzor vzali okřídlené semeno javoru, jež můžeme vidat, jak se spirálovitě snáší k zemi a při závanu větru cestuje daleko od svého mateřského stromu. Tento rostlinnou říší inspirovaný námět přetavili do podoby létajícího aparátu s názvem Samarai, který lze v mnoha ohledech prohlásit za revoluční.

V očích veřejnosti často démonizovaná americká Agentura pro výzkum pokročilých obranných projektů (DARPA) vypsal v roce 2005 program nazvaný Nano Air Vehicle (NAV, vzdušný prostředek velice malých rozměrů), jenž požadoval létající stroj, který by nebyl větší než 7,5 cm a jeho maximální vzletová hmotnost nepřesáhla 10 gramů. Z toho mělo 8 gramů připadnout na stroj samotný a zbylé dva gramy pak na náklad. Zároveň by takový stroj měl mít výdrž až 20 minut a dolet 1 km. V žádném případě se tedy nejednalo o skromné požadavky. Úspěch nakonec slavila firma AeroVironment, která v minulosti opakovaně proslula svou schopností vyvinout výkonné a zároveň lehké konstrukce letadel. Ta vsadila na mávající křídla a pro projekt NAV vyvinula, sestrojila a úspěšně zalétala miniaturní ornitoptéru nazvanou Nano Hummingbird (kolibříček). Jak má DARPA ve zvyku, požadavky na technická řešení bývají téměř vždy za hranicí aktuálních možností, což ale výtečně funguje a skoro každý takový program přinese nějakou pozoruhodnou

inovaci. Kolibříček s rozpětím křídel 16 cm, hmotností 19 gramů tak sice úplně nenaplnil výchozí požadavky, přesto znamenal velice významný pokrok, takže se rázem stal ikonou programu NAV. Zastínil tak své konkurenty, kterým coby poraženým již média tolik pozornosti nevěnovala. A to i navzdory tomu, že se mezi nimi objevila jedna koncepce, která je podstatně zajímavější než ona vítězná. Průmyslový gigant Lockheed Martin totiž otestoval do té doby neprobádanou oblast, kterou byl let okřídleného semena (takzvané nažky), kterou můžeme vidat u některých stromů.

Okřídlená nažka je rostlinné semeno, se kterým se setkáváme například u javoru, a slouží ke zvýšení reprodukčních schopností stromu tím, že je díky svému tvaru snadno šířitelné větrem. V zásadě jde o jedno semeno, které je opatřeno poměrně rozměrným křídélkem, které napomáhá ještě ne zcela zralému semeni využít větru a doletět dále od mateřského stromu. V případě javoru se semena vyvíjejí v podobě dvounažek, tedy symetricky srostlých semen s křídélky, které se od sebe po dozrání oddělují. Vidáme-li tedy při procházce přírodou padat javorové nažky, pak právě v podobě srostlých dvounažek. Za vzor výzkumníkům posloužilo semeno (nažka, anglicky samara) javoru ďábelského (latinsky *acer diabolicum*). Okřídlená nažka trochu připomíná bumerang.

Lockheed Martin, respektive jeho oddělení Advanced Technology Laboratories (Laboratoře pokročilých technologií), vytvořil návrh stroje ve tvaru nažky, který by využíval reaktivního pohonu (miniaturní proudový motor, respektive z následné analýzy vyšel jako nejvhodnější pulzační motor, který známe například z létající střely Fieseler Fi 103 alias V-1, a to především díky jednoduchosti a úspornosti), přičemž jeho celková velikost činila 7 cm a hmotnost 10 g. Na místě semena měla největší část zabírat kulovitá palivová nádrž, dále akumulátor pro napájení palubní elektroniky, samotné řídicí výpočetní zařízení, komunikační zařízení a snímací zařízení v podobě kamery. K této části bylo upevněno křídélko, na jeho odtokové hraně se pak nacházela klapka sloužící k ovládní směru letu a na jeho úplném konci pohonný systém, který by zajišťoval rotaci celého aparátu. Nejvyšší otáčky byly vypočítány až na 12 tisíc otáček za minutu a stroj by měl být schopný nejen klesat, jako je tomu u přírodní nažky, ale také stoupat, viset a pohybovat se všemi směry.

Tomuto projektu se Lockheed Martin věnoval v letech 2006 až 2008, během nichž provedl jak počítačové simulace Samaraie, tak i jeho rozsáhlé zkoušky v aerodynamickém tunelu Národního úřadu pro letectví a kosmonautiku (NASA) v Langley ve Virginii. Při vyhodnocování předložených návrhů v roce 2009 upřednostnila DARPA firmu AeroVironment s konceptem Nano Hummingbird, kterou následně vyzvala k realizaci návrhu a jeho dalšímu rozpracování. Návrh stroje Samarai odešel z klání jakožto poražený, takže projekt NAV opustil. Tato situace ale naštěstí neznamenala zastavení prací na tomto vsutku neortodoxním létajícím aparátu, neboť Lockheed Martin v něm správně rozpoznal jednak zdroj nesmírně cenných dat o novém způsobu létání a jednak základ pro potenciální stroj budoucnosti, až dospějí potřebné technologie. V dalším rozvíjení návrhu proto

pracoval již plně ve své režii.

Na rozdíl od letadel běžných rozměrů, kdy se před realizací samotného stroje v plné velikosti nejprve zkouší zmenšený model, například v aerodynamickém tunelu, v případě Samaraie byl postup přesně opačný. Před realizací aparátu v plné velikosti byl postaven zvětšený demonstrátor, na kterém se prováděly zkoušky. Kategorie NAV je totiž natolik technologicky ambiciózní, že je výrazně jednodušší pracovat s většími stroji předtím, než se přikročí k realizaci plnorozměrné, v tomto případě miniaturní verze. Dalším důvodem je pak to, což Lockheed Martin otevřeně přiznal, že se současnými schopnostmi není předložený návrh jejich Samaraie dle požadavků NAV realizovatelný. To ale nijak nebrání tomu, aby se zjistilo maximum možných informací prostřednictvím nadrozměrných verzí.

Koncepce ztělesněná ve stroji Samarai sice není úplně nová, neboť v roce 1952 úspěšně zalétal Američan Charles McCutchen stroj nazvaný Charybdis, který rovněž čerpal inspiraci z okřídlené nažky, ale prozatím nikdo tomuto druhu letu nevěnoval takovou teoretickou pozornost jako Lockheed Martin. Takže tento typ létajícího aparátu, označovaný také jako monokoptéra, který by během letu kompletně celý rotoval, byl opravdovou novinkou, o níž toho bylo známo jen opravdové minimum. V případě rozměrů definovaných v požadavcích NAV pak chyběly jakékoli informace úplně. To znamenalo, že bylo třeba o této koncepci zjistit od základu úplně všechno. Vývoj proto kráčet postupnými kroky. Prvním krokem byl prototyp označený jako Demonstrator Air Vehicle (DAV). Ten prošel zkouškami v roce 2009 a jednalo se o největší ze všech zkoušených variant Samaraie. Měl balsové křídlo o délce 72 cm, hmotnost 600 gramů a výdrž až 12 minut. Křídlo bylo z důvodu lepší stability ještě opatřeno vertikálním stabilizátorem. Dalším stabilizačním prvkem bylo rameno umístěné kolmo ke křídlu. Bezkartáčový elektrický motor se nacházel na dalším rameni proti křídlu. Tato podoba tedy připomínala vzorovou nažku jen velmi přibližně, neboť sloužila k úplně prvnímu oťukání zvolené koncepce. Vývojový tým z tohoto demonstrátoru vytěžil první cenné informace, které následně využil během stavby druhého prototypu.

Tím se stal stroj nazvaný Micro Air Vehicle (MAV), který se podobě rostlinné okřídlené nažky již velmi přiblížil (na úvodním obrázku). Práce na něm probíhaly v roce 2010. Křídlo o délce 30 cm mělo profil AG38 a postrádalo jakékoli stabilizační prvky. Na odtokové hraně křídla se i tentokrát objevila klapka, o jejíž výkyv se stará piezoelektrický spínač. Celková hmotnost stroje činila 200 g. Bezkartáčový elektrický motor byl vetknut do náběžné hrany křídla na jeho samotném konci. Prvotní zkoušky tohoto exempláře ukázaly na překvapivě nízkou účinnost letu stroje tohoto typu, zejména v režimu visu a dopředného letu. Pozornost se proto zaměřila na volbu vhodné vrtule, což obnášelo rozsáhlé zkoušky různých typů vrtulí. Tyto testy se prováděly v aerodynamickém tunelu Massachusettského technologického institutu (MIT). Z běžně dostupných typů vrtulí se coby

nejvhodnější jevila vrtule GWS4040 o průměru 204 mm, tu však výzkumníci použili jen jako odrazový můstek a postupnými modifikacemi vyvinuli vrtuli vlastní (SSP prop1), díky které se povedlo výrazně navýšit účinnost letu, což se odrazilo například ve zvýšení nosnosti o 50 gramů.

Posledním vývojovým stupněm se stal v roce 2011 nejmenší návrh nesoucí název Nano Air Vehicle (NAV). Délka jeho křídla činila 17 cm a celková hmotnost 50 g. Svým vzezřením se více podobal největšímu z prototypů, protože motor byl opět umístěn na vlastním rameni, tentokrát kolmo ke křídlu. Dle vyjádření vývojového týmu se tato varianta vyznačovala extrémně dobrými letovými vlastnostmi. Kromě toho sdílejí všechny varianty Samaraie ohromnou výhodu v tom, že mechanicky se jedná o nesmírně jednoduché stroje. Celá konstrukce má jedinou pohyblivou část, kterou je klapka. Pokud by bylo využito navrhovaného pulzačního motoru, který nemá žádné pohyblivé části, stal by se Samarai zřejmě bezkonkurenčním mechanicky jednoduchým strojem. To z této kategorie létajících aparátů dělá ideální náčiní do terénu, což je ostatně hlavní využití letadel kategorie NAV, která by měla v budoucnu sloužit pro průzkum, především v zastavěných oblastech.

Samotný princip rotujícího stroje má poměrně zásadní dopad na vlastnosti sensorického aparátu neseného na palubě. Protože celý stroj rotuje, kamera umístěná na jeho palubě rotuje pochopitelně taktéž. Tohoto na první pohled omezení dokázali členové vývojového týmu využít a vytvořit z něj přednost, kdy dokáže Samarai jedinou kamerou vytvářet 360stupňové video. Za běžných okolností by pro tento účel bylo zapotřebí kamer hned několik. V případě Samaraie to však zvládne kamera jen jediná. Tato schopnost nalezne bezesporu využití, ale pro účely ovládání a orientace operátora v oblasti, kde Samarai prolétá, je zapotřebí video klasické. Z tohoto důvodu vytvořili vývojáři program, který synchronizuje snímkovací frekvenci kamery s otáčkami Samaraie (až 900 otáček za minutu), takže kamera pořizuje záběry vždy jen v jednom okamžiku, příkladně ve směru letu. Tento obraz je následně zasílán do ovládacího rozhraní v podobě tabletu, kde má operátor k dispozici naprosto klasické video bez známky toho, že jeho zdrojem je rotující kamera. Samarai je možné ovládat prostřednictvím jednoduchého dotykového rozhraní na displeji tabletu, případně byl rovněž ozkoušen autonomní let bez zásahu operátora.

Premiéru před veřejností si Samarai odbyl 16. srpna 2011 na konferenci pořádané Mezinárodní asociací pro bezpilotní vzdušné systémy (AUVSI) v hlavním městě Spojených států amerických, ve Washingtonu, D. C.

Pro úplnost je třeba zmínit, že úspěšný robotický ekvivalent okřídlené nažky vyvinuli i studenti Marylandské univerzity. Nejednalo se sice o natolik sofistikovaný létající aparát, ale i tak byl jejich výsledek velice působivý. Jeho počátek se datuje do roku 2007, kdy studenti podnikli první studie letu nažky. V roce 2008 se pustili již do samotného návrhu létajícího aparátu, který v srpnu téhož roku úspěšně zalétali. Inspirace tvarem křídélka nažky je na stroji, který později dostal pojmenování

RoboSeed, dobře vidět. Kolmo ke křídlu je umístěno rameno, které slouží jednak jako stabilizátor a jednak jako nosník elektrického motoru. Studenti vyvinuli celkem dva různé exempláře, které se liší velikostí. Větší Samara-I a menší Samara-II. V případě větší verze mělo křídlo délku 27 cm a hmotnost prázdného stroje činila 75 gramů, menší verze pak měla délku křídla 18 cm a prázdnou hmotnost 38 gramů. K výrobě posloužily uhlíkové kompozity, díky kterým se podařilo dosáhnout velice nízké hmotnosti a zároveň vysoké odolnosti.

Robotická okřídlená nažka Samarai na první pohled asi úplně nezapadá do portfolia společnosti Lockheed Martin (dříve jen Lockheed), kterou si nejspíše spojujeme s celou řadou převratných letounů, za množstvím z nich stál legendární letecký konstruktér Clarence „Kelly“ Johnson a jeho myty opředené skunčí dílny (Skunk Works). Z těch nejvýznamnějších jmenujme druhoválečný dvoutrupý letoun P-38 Lightning, první americký bojově nasazený proudový letoun P-80 Shooting Star, elegantní dopravní Constellation, slavný špionážní letoun U-2 Dragon Lady, nadčasový třímachový stroj SR-71 Blackbird, „neviditelný“ F-117 Nighthawk a v současné době především stíhací letouny páté generace F-22 Raptor a F-35 Lightning II či snad nejslavnější transportní letoun na světě, turbovrtulový C-130 Hercules. V závěru loňského roku navíc Lockheed Martin koupil proslulého výrobce vrtulníků, firmu Sikorsky. Faktem ale je, že aktivity firmy Lockheed Martin se ani zdaleka nevyčerpávají vývojem letounů a mezi oblasti jejich aktivit patří i vesmírná technika, informační technologie, nanotechnologie, medicínské technologie a podobně. Tuto opravdu velmi bohatou paletu aktivit pěkně vystihuje heslo této firmy: „Sice nevíme, co změní svět příště, ale velice pravděpodobně na tom již pracujeme.“ Samarai se tak díky svému vzoru v přírodě řadí po bok robotického hmyzu RoboBee a robotických ptáků SmartBird a RoBird, s nimiž jsme se zde již dříve seznámili.

### **Kam dál?**

Video s demonstrací letu Samaraie: <https://youtu.be/T8FBDFJ1cbk>

Video s ukázkou letu RoboSeed: <https://youtu.be/u23Hqq8QbeE>

Porovnání nažky a Samaraie:

<http://itler.net/wp-content/uploads/2011/08/Ahornsamen-Flugobjekt.jpg>

Díl věnovaný robotickému hmyzu: <http://airspotter.eu/Download/RoboHmyz.pdf>

Díl věnovaný robotickým ptákům: <http://airspotter.eu/Download/SmartBird.pdf>

*Marek Vanžura*

*(Photo © Win McNamee)*