



### 53. díl – SOFIA aneb observatoř v oblacích

Pozorovat a studovat vesmír lze mnoha způsoby. Tím nejstarším je sledování ze zemského povrchu. Ať už v prvopočátcích pouhým okem či později prostřednictvím teleskopu. Taková pozorování ale mají svá omezení. Velkým problémem je takzvané světelné znečištění, kterému se astronomové snaží předcházet budováním observatoří na odlehlých místech, pokud možno v co nejvyšších nadmořských výškách. Pro některé druhy pozorování jsou ale závažnou překážkou zkreslení, která způsobují vrstvy zemské atmosféry, případně obyčejné mraky, které znemožní jakékoli pozorování. Možností, jak se tomu vyvarovat, je zřídit observatoř přímo ve vesmíru, čehož příkladem je slavný Hubbleův teleskop. Takové řešení je ale extrémně nákladné. Určitým mezistupněm je létající observatoř, která dokáže pracovat nad nejhustšími vrstvami atmosféry, zároveň je mobilní, a to všechno při relativně nízkých nákladech. V současnosti můžeme na (noční) obloze spatřit létající observatoř na bázi letounu Boeing 747SP nazvanou SOFIA.

Nejedná se ale o horkou novinku, neboť létající observatoře mají dlouhou historii. Za samotný začátek pozorování vesmírných jevů z palub letadel bývá považován rok 1923, kdy dne 10. září celkem šestnáct dvouplošných letadel Felixstowe F5L a De Havilland DH-4B amerického námořnictva uskutečnilo let s cílem získat co nejvíce informací o zatmění Slunce a rovněž jej i fotograficky zdokumentovat. Jedním z pilotů byl kapitán Albert William Stevens, který je označován za otce letecké astronomie, neboť se dlouhodobě věnoval fotografování nebeských jevů z letadel a v třicátých letech podnikal stratosférické lety v balónech.

Kvalitativním posunem byla v tomto odvětví šedesátá léta, kdy NASA modifikoval první letadlo přímo s cílem uskutečňovat vesmírná pozorování. Byl jím od roku 1966 letoun Convair CV990 (N711NA) označovaný jako Galileo. Ten měl pro vědecké účely v horní části trupu třináct nově zřízených oken pro pozorování. Stroj byl v roce 1973 ztracen při srážce s námořním letounem

Lockheed P-3C Orion, při níž zahynulo všech jedenáct osob na palubě „Galilea“ a pět v Orionu. Promptně jej nahradil další CV990 (N712NA) pojmenovaný Galileo II. Ani tomuto letadlu se nevyhnul nepříjemný osud, když při startu v roce 1985 praskly pneumatiky předového podvozku, načež pilot přerušil vzlet, došlo však k proražení palivových nádrží a požáru letounu. Ten byl zničen, nikdo z devatenácti osob na palubě však neutrpěl zranění. V době provozu prvního Galilea vznikl ještě jeden stroj, který lze označit za ryzí létající observatoř. Jednalo se o Learjet 24A (N805NA), který měl na levé straně trupu instalován teleskop se zrcadlem o průměru 30 cm. Pozorování uskutečňoval od roku 1968 až do roku 1997. Úspěchy, jichž při svých pozorováních dosahoval Learjet, podnítily vědce k dalším detailnějším měřením. Pro ty však byl potřeba stroj větší, který by disponoval větším dalekohledem, dokázal ve vzduchu strávit delší dobu a na své palubě uvezl větší počet vědců. Toto vše v sobě ztělesňuje Kuiperova létající observatoř neboli KAO (Kuiper Airborne Observatory) na bázi letounu Lockheed C-141 Starlifter (registrace N714NA), což je přímý předchůdce letounu SOFIA. KAO byla vybavena teleskopem s průměrem zrcadla 91,5 cm a do provozu uvedena v roce 1974. Tento stroj se po nesmírně plodné a úspěšné kariéře dočkal odchodu do důchodu v roce 1995.

Zajímavou epizodou v historii letecké astronomie bylo pozorování zatmění Slunce z paluby nadzvukového Concordu v roce 1973. První prototyp Concordu vybavený měřicí technikou a pozorovateli odstartoval 30. června z letiště Las Palmas na Kanárských ostrovech, načež pokračoval rychlostí přes 2000 km/h nad Afriku, kde letěl ve stínu vrhaném Měsícem přecházejícím přes sluneční kotouč, aby po 74 minutách přistál v Čadu. Díky tomuto letu měli astronomové možnost sledovat jev po nesrovnatelně delší dobu než by bylo možné ze statické pozemní observatoře.

Již v průběhu působení KAO bylo čím dál zřejmější, že časem bude potřeba letadlo s ještě výkonnějším teleskopem. V roce 1977 proto firma Boeing zpracovala pro NASA návrh úpravy letounu Boeing 747SP pro potřeby létající observatoře. V roce 1980 pak sami výzkumníci pracující s KAO rozvinuli tento návrh vzhledem ke svým požadavkům na teleskop s třímetrovým průměrem zrcadla. Toto všechno však zůstávalo takřkajíc u ledu až do vyřazení Starlifteru v polovině devadesátých let. V roce 1996 byl učiněn první krok k nové létající observatoři, když americký Národní úřad pro letectví a kosmonautiku (NASA) a Německé středisko pro letectví a kosmonautiku (DLR) podepsali memorandum o porozumění, čímž byl položen základní kámen programu SOFIA, což je zkratka ze Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy (stratosférická observatoř pro infračervenou astronomii). Infračervená astronomie byla zvolena z toho důvodu, že infračervené spektrum je ze zemského povrchu stěží pozorovatelné, což je způsobeno vodními parami v atmosféře. Při letu ve stratosféře se však letoun pohybuje nad 99,8 procenty těchto

vodních par, což z něj činí ideální platformu pro studování tohoto druhu záření. Smyslem programu SOFIA je studovat vznik hvězd, formování galaxií a porozumění vývoji základních stavebních prvků potřebných pro vznik života.

Coby základ pro novou vzdušnou observatoř posloužil letoun Boeing 747SP. Písmena SP znamenají Special Performance (mimořádné výkony). Jedná se o variantu legendárního Jumbojetu, která vznikla v sedmdesátých letech na objednávku společností Pan American World Airways a Iran Air, jež žádaly výrazně větší dolet oproti tehdy standardní verzi Boeing 747-100. „Espéčko“ tak má o 14,7 metru kratší trup, díky čemuž je o dvacet tisíc kilogramů lehčí, přičemž s 230 osobami na palubě má dolet 12 320 km. Postaveno bylo celkem 45 exemplářů. SOFIA vznikla ze stroje výrobního čísla 21441. Ten poprvé vzlétl 25. dubna 1977 a následně si jej 6. května jako N536PA odebrala společnost Pan Am. Při příležitosti padesátého výročí Lindberghova sólového přeletu Atlantiku byl stroj 20. května téhož roku pokřtěn jménem Clipper Lindbergh. V roce 1986 stroj odkoupila společnost United Airlines, která jej jako N145UA nasazovala na svých linkách až do 20. října 1995. Následně byl uložen a zakonzervován v arizonské poušti. Druhý život začal letounu o dva roky později, kdy jej zakoupilo Sdružení univerzit vesmírného výzkumu (Universities Space Research Association, USRA) a posléze předalo NASA, načež stroj přelétl na letiště TSTC Waco (KCNW/CNW) v Texasu, kde prošel u firmy L3 Communications modifikací do podoby observatoře.

Úpravy si vyžádaly velice radikální zásahy do konstrukce letadla. Jako nejvhodnější místo pro umístění teleskopu se ukázala být zád', kde by mělo docházet k nejmenšímu ovlivnění letových vlastností. Na levé straně trupu před ocasními plochami vznikl otvor o šířce 4,3 metru a výšce 5,5 metru, jenž je uzavíratelný prostřednictvím posuvných vrat o hmotnosti 1 430 kg, za nimiž se skrývá dalekohled se zrcadlem o průměru 2,7 metru (efektivně využitelných je 2,5 metru zrcadla) a hmotnosti 17 236 kg. Vzhledem k tomu, že svými rozměry je vzniklý otvor v trupu skutečně impozantní, musela být zpevněna podlaha letounu, kabeláž vedoucí k ocasním plochám byla přemístěna a zád'ové vstupní dveře byly na obou stranách trupu napevno uzavřeny. Aby nedocházelo ke vzniku turbulentního proudění vlivem otevřených vrat na boku trupu, což by v důsledku způsobilo extrémní namáhání konstrukce a zásadně snížilo její životnost, byly navrženy aerodynamické kryty okrajů tohoto otvoru. Původní motory Pratt & Whitney JT9D-7A byly nahrazeny za novější a výkonnější JT9D-7J o tahu 222 kN. Letoun má rozpětí 59,6 metru, délku 56,3 metru a výšku 20 metrů. Maximální vzletová hmotnost činí 315 700 kg, dolet je 12 320 km a dostup 13 700 metrů. Osádku standardně tvoří dva piloti a navigátor, dále čtyři až osm vědeckých pracovníků a pět až patnáct „návštěvníků“, tedy například učitelů či zástupců médií a podobně.

V polovině roku 2003 se podařilo zdárně dokončit instalaci teleskopu do trupu letounu, načež

17. prosince 2004 získal stroj novou registraci N747NA. Avšak k prvnímu vzletu v nové konfiguraci došlo až 26. dubna 2007. O měsíc později byl stroj znovu pokřtěn jako Clipper Lindbergh, tenkrát za přítomnosti Erika Lindbergha, vnuka slavného letce. Ani následné zavádění do operačního provozu nelze označit za příliš rychlé, protože první let s plně otevřenými vraty ukrývajícími teleskop proběhl až na konci roku 2009. A teprve v průběhu roku 2010 byla uskutečněna první vědecká pozorování. V rámci tohoto počátečního ověřovacího provozu zavítal letoun v následujícím roce na pětidenní misi do Kolína nad Rýnem a do Stuttgartu a o další dva roky později na čtrnáctidenní misi na Nový Zéland. Po vyhodnocení zkušeností z těchto letů byla SOFIA prohlášena za plně operačně způsobilou ke dni 29. května 2014. To ji ale již o měsíc později čekal přelet do Hamburku na údržbu (takvaný D Check), jež byla dokončena 14. prosince téhož roku. Takže až rok 2015 znamenal plné zahájení letů pro vědecké účely a naplnění hlavního cíle celého projektu. Trvalo tedy celých jedenáct let, než se stroj propracoval od zástavby teleskopu k plnohodnotnému operačnímu nasazení.

NASA se na projektu SOFIA podílí financováním 80 procent provozních nákladů a DLR pak zbývajících dvaceti. Odtud se odvíjí i rozdělení letového času ve prospěch obou partnerů, které je v totožném poměru. Co se týče provedených úprav, ty hradila americká strana, Německo dodalo nejdůležitější přístroj, palubní teleskop. Celkové náklady na uvedení Boeingu 747SP do podoby observatoře se vyšplhaly na 1,1 miliardy amerických dolarů (zhruba 26 miliard korun). Letoun má základnu na letišti Palmdale (KPMD/PMD) v Kalifornii. Sídli v hangáru 703, což byla původně montážní linka bombardérů Rockwell B-1 Lancer. Hangár je tak obrovský, že i když jej SOFIA sdílí s létající laboratoří v podobě letounu Douglas DC-8 (N817NA), se strojem C-20A Gulfstream III (83-0502) a dvojicí Lockheed ER-2S (N806NA a N809NA), je zaplněn sotva z poloviny.

Díky aktuálnímu důstojnému financování provozu je letoun velice slušně vytížen. V letošním roce se plánuje devět měsíců provozu pro vědecké účely, což znamená sto letů. Ačkoli stroj nemá nějaký „letový řád“, většina letů probíhá v úterý, středu a čtvrtek. Z podstaty astronomického pozorování se lety uskutečňují výhradně v noci, jejich průměrná délka je devět hodin. Pro případné zájemce o sledování činnosti tohoto „espéčka“ mohu doporučit server FlightAware, který v reálném čase zobrazuje trasu letu včetně dalších podrobností jako je rychlost či výška letu, případně dovoluje zobrazit uskutečněné lety v minulosti. Letoun je samozřejmě možné sledovat i na webu FlightRadar24. V době, kdy píšu tyto řádky, operuje SOFIA z novozélandského letiště Christchurch (NZCH/CHC), což jinak řečeno znamená, že zájmem aktuálně prováděných měření jsou oblasti vesmíru viditelné z jižní polokoule. Výtečná ukázka výhod mobilní observatoře.

Létající observatoř je bezpochyby jednou z nejzajímavějších aplikací, pro níž lze letadlo použít. Výsledky v podobě získaných vědeckých poznatků má SOFIA více než dobré a předpokládaná

životnost vědeckého vybavení letounu je dvacet roků, takže lze očekávat, že ji budeme mít možnost vidat na nebi ještě pěknou řádku let. Není vyloučené, že se nakonec stane posledním létajícím exemplářem Boeingu 747 verze SP, kterých už nyní létá jen pár kusů. Ještě důležitějším však je, že letoun prakticky každým svým letem posouvá naše znalosti o vesmíru.

### **Kam dál?**

Krátký dokument o letounu SOFIA (v angličtině): <https://youtu.be/g5z6fZK0tP4>

Video z příletu letounu SOFIA do Hamburku: <https://youtu.be/9Bo8hsz9woI>

Fotografie Boeingu 747SP, včetně snímků z provozu u Pan Am a United Airlines, na airliners.net:

<http://www.airliners.net/search?manufacturerSerialNumber=21441&display=detail>

Živé sledování trasy letů na FlightAware.com: <http://flightaware.com/live/flight/N747NA>

Stránky projektu SOFIA: <https://www.sofia.usra.edu/>

*Marek Vanžura*

*(Photo © DLR)*