



### 33. díl – Solar Impulse aneb našim palivem je Slunce

Sluneční pohon láká letecké konstruktéry již pěknou řádku let, dlouhou dobu však byl nepříliš použitelný kvůli malé účinnosti solárních článků a vysoké hmotnosti akumulátorů. To se začalo obracet po roce 2003, kdy začal získávat první obrysy švýcarský letoun Solar Impulse, jemuž se následně podařilo uskutečnit první pilotovaný let letadla na sluneční pohon v noci. Šlo o výkon, který vzal vítr z plachet všem skeptikům ohledně slunečního pohonu. Co je ale ještě důležitější, postrčil celé letecké odvětví zase o kus dál.

Letoun Solar Impulse patří ve světě letectví k nejdiskutovanějším projektům posledních let. Důvodů je k tomu hned několik. Tím nejpádnejším je skutečnost, že tento stroj dostatečně jasně demonstroval schopnost solárních letadel operovat v noci, nikoli jen v těch částech dne, kdy svítí slunce. Odtud již není daleko k získání stroje schopného potenciálně létat bez časového omezení (viz 31. díl). A co víc, s prakticky nulovými náklady. Ačkoli je Solar Impulse spíše jen efektní ukázkou umu inženýrů postrádající smysluplné praktické využití, otevírá dveře zcela novému segmentu letadlové techniky, která byla až dosud jen stěží představitelná a mnohými označovaná jako nemožná. Zásahu na tom mají zejména dva lidé, z nichž jeden má překonávání nemožného v krvi.

Hlavními postavami projektu Solar Impulse jsou Švýcaři Bertrand Piccard a André Borschberg. Jak napovídá příjmení prvního z nich, Bertranda Piccarda, máme co do činění s nejmladším

z pozoruhodné rodiny švýcarských průkopníků na poli výškových letů i hloubkových ponorů. Bertrandův dědeček Auguste Piccard byl prvním člověkem, který se podíval do stratosféry, když v roce 1932 vystoupal v gondole balónu do výšky 16 201 metrů. Jeho vědecký zájem se ale zaměřoval i opačným směrem, do hlubin moří a oceánů. K jejich prozkoumávání proto vynalezl batyskaf. Na počest tomuto výjimečnému muži je mimochodem pojmenována jedna z hlavních postav legendárního sci-fi seriálu Star Trek, velitel vesmírné lodi Enterprise Jean-Luc Piccard. Augustův syn a Bertrandův otec, Jacques Piccard, krácel v rodinných šlépějích a zařadil se k předním výzkumníkům mořských hlubin, neboť jako vůbec první sestoupil v roce 1960 na nejhlubší místo naší planety, Mariánský příkop, v batyskafu Trieste. Konečně samotný Bertrand Piccard se do dějin létání zapsal již v roce 1999, když společně s britským letcem Brianem Jonesem obletěl bez mezipřistání v balónu Breitling Orbiter 3 zeměkouli. Na vystudovaného psychiatra jde o úctyhodný výkon. Naproti tomu André Borschberg se sice nemůže pochlubit natolik slavnými předky jako jeho kolega, ale ani on se nemusí za svoji leteckou kariéru stydět. Coby stíhací pilot ve švýcarských vzdušných silách sloužil 20 let na strojích de Havilland Venom, Hawker Hunter a Northrop F-5E Tiger II.

Letoun Solar Impulse není prvním solárním letadlem ani prvním pilotovaným solárním letadlem. V tomto směru jej předcházely experimentální stroje firmy AeroVironment. Je však prvním solárním letadlem, které uskutečnilo noční let. Ten byl totiž prozatím technicky nerealizovatelný. Což se změnilo v roce 2003, kdy si Piccard nechal od technické univerzity v Lausanne vypracovat studii o proveditelnosti stroje, který by touto schopností disponoval. Jinými slovy, studie zkoumala, zda technologie dospěly do stavu, aby umožnily konstrukci pilotovaného letounu, který by využíval výhradně sluneční energie k pohonu, a který by dokázal letět i přes noc díky bateriím. Výsledek studie zněl ano. Toto zjištění tak otevřelo zcela nové obzory. A vnuklo nápad uskutečnit oblet celé zeměkoule právě pomocí sluncem poháněného letadla, což by bylo opravdovou revolucí na poli letectví a dopravy obecně, neboť by tento počín byl proveden bez potřeby paliva. To se dosud ani zdaleka nikomu nepodařilo. Základ pro projekt Solar Impulse byl tedy položen.

V letech 2004 a 2005 probíhaly vývojové práce na návrzích budoucího stroje Solar Impulse, jehož následná stavba probíhala v letech 2006 až 2009. Již prakticky od samotného začátku se počítalo s tím, že se nejprve vyrobí prototyp, prostřednictvím něhož se v praxi vyzkouší, zda je zjištěná teoretická proveditelnost opravdu možná. Tímto prototypem se stal letoun označený jako Solar Impulse 1 registrovaný jako HB-SIA. Na základě jím získaných zkušeností se měl později vyvinout větší a výkonnější letoun, který by byl již plně uzpůsoben pro hlavní cíl projektu, tedy oblet Země. Tímto strojem se o mnoho let později stal Solar Impulse 2 registrovaný jako HB-SIB, který právě brázdí nebe na cestě kolem světa. Vývoj jakéhokoli letadla nepatří k levným

záležitostí, proto i v tomto případě bylo důležité, že projekt získal množství sponzorů, kteří jej financovali. Jmenovitě se role sponzorů zhostila belgická chemická společnost Solvay, švýcarský výrobce hodinek Omega a německá Deutsche Bank.

Mít solární letadlo schopné nočního letu, a tedy výhledově i schopné letu kolem světa, je ale jen polovina úspěchu. Tou druhou polovinou je schopnost člověka coby pilota snášet dlouhodobý pobyt ve velice stísněných podmínkách, který si zároveň musí zachovávat mentální i fyzickou kapacitu pro bezpečnou pilotáž. K ověření těchto možností sloužily rozsáhlé pozemní simulace na simulátorech, ve kterých Piccard i Borschberg trávili desítky hodin pod dohledem lékařů, kteří studovali jejich zdravotní stav.

Letoun Solar Impulse je konstrukčně více než zajímavým strojem. Jde o extrémně lehký hornoplošník vyrobený z uhlíkových kompozitů, přičemž horní část hlavní nosné plochy a vodorovné ocasní plochy je pokryta solárními články. Celkem se na stroji nachází 11 628 buněk solárních článků, z toho na křídlech je 10 748 buněk a na výškovce 880. Zvolené solární články nejsou těmi nejúčinnějšími (mají 22procentní účinnost), neboť jde o kompromis mezi účinností a hmotností. Ty napájejí palubní akumulátory, které pohánějí čtveřici elektromotorů, každý o maximálním výkonu 7,5 kW, vybavené dvoulistými vrtulemi o průměru 3,5 metru. Délka stroje je 21,85 metru, rozpětí činí 63,4 metru, což se často uvádí do kontrastu s dopravním velkokapacitním letounem Airbus 340, který má obdobné rozpětí, výška je 6,4 metru. Vzletová hmotnost Solar Impulsu je však jen 1 600 kg, z čehož 400 kg dělají lithium-polymerové akumulátory umístěné v zadní části motorových gondol. Průměrná rychlost letu je 70 km/h. Kabina je nepřetlakovaná jednomístná a nijak prostorná. Její vnitřní objem je pouhých 1,3 metru krychlových. Podvozek je zatahovatelný, kdy se hlavní podvozková noha zatahuje vzad do kabinové gondoly. Vespod směrového stabilizátoru je ostruhové kolečko. Kvůli značnému rozpětí je stroj vybaven taktéž stabilizačními podvozkovými nohami na obou vnějších motorových gondolách.

První vzlet, byť šlo spíše jen o skok, se uskutečnil 3. prosince 2009 na vojenském letišti Dübendorf (LSMD), za řízení seděl zkušební pilot Markus Scherdel. S letounem se pohyboval nad drahou zhruba ve výšce jeden metr a uletěl vzdálenost 350 metrů. Opravdový let následoval 7. dubna 2010, kdy pilotoval opět Scherdel, přičemž tentokrát se startovalo z vojenské základny v Payerne (LSMP) a letoun ve vzduchu strávil 87 minut a vystoupal až do výšky 1 300 metrů. Minimální rychlost činila pouhých 22 km/h.

Dnem D se pro tento projekt stal 7. červenec 2010, kdy Borschberg odstartoval z Payerne v 6 hodin a 51 minut ráno místního času, aby uskutečnil vůbec první noční let solárního letadla v dějinách. To se mu povedlo a zpátky přistál po 26 hodinách, 10 minutách a 19 sekundách strávených ve vzduchu, tedy 8. července v 9 hodin ráno. Profil letu byl takový, že stroj odstartoval

ráno, v průběhu dne nabíral výšku a dobíjel akumulátory, ze kterých následně po setmění čerpal energii a pomalu klesal. Po rozednění se opět začaly dobíjet akumulátory a stroj opět stoupal. Prostřednictvím tohoto cyklu by bylo možné létat takřka do nekonečna, což stav baterií druhého dne letu jasně prokázal. Chvíli proto řídicí středisko zvažovalo, zda neuskutečnit let delší, proti čemuž nenamítal nic ani sám pilot, ale nakonec se rozhodli, že to, co prokázat chtěli, se jim podařilo, a tak není třeba let výrazněji natahovat. Tímto výkonem Solar Impulse dokázal, že může solární letoun létat i v noci. Mimo jiné ustanovil i tři světové rekordy v kategorii solárních letadel. Konkrétně šlo o nejdéle trvající let pilotovaného sluncem poháněného letadla (26 hodin, 10 minut a 19 sekund), největší dostup letadla této kategorie (9 235 m) a největší získání výšky (8 744 m).

Ve dnech 21. a 22. září 2010 následovaly lety po Švýcarsku na velká mezinárodní letiště v Curychu (LSZH/ZRH) a Ženevě (LSGG/GVA), jejichž cílem bylo zejména prozkoumat schopnost koordinace hustého provozu dopravních letadel s pohybem extrémně pomalého stroje jakým Solar Impulse je. Tohle zjištění bylo velice důležité, protože se do budoucna počítalo v rámci obletu zeměkoule s přistáními na rušných vzdušných přístavech celého světa. V neposlední řadě bylo záměrem ukázat letadlo nadšencům, spotterům a dalším fanouškům. Oba dva dny za řízení usedal André Borschberg a vše proběhlo ke spokojenosti všech zúčastněných.

Bylo na čase učinit stroj mezinárodním. Tomu předcházela 11. dubna 2011 zkušební let, za jehož řízení usedl Markus Scherdel, který zkoušel poslední zbývající dosud nevyzkoušené manévry. Konkrétně šlo o zjištění, zda po sérii krátkých opakovaných pohybů řídicí pákou nezačne konstrukce letadla rezonovat, a provedení nouzového sestupu s plnými klapkami. Výsledky zkoušky daly zelenou letu z Payerne na letiště Zaventem (EBBR/BRU) v belgickém hlavním městě Bruselu, který podnikl André Borschberg 13. května, přičemž vzdálenost 480 km zdolal za 12 hodin a 59 minut. Stroj zde sloužil coby důkaz využitelnosti šetrných zdrojů energie během sněmu ohledně „zelených“ technologií. Odtud 14. června zamířil letoun s Borschbergem v kabině na aerosalon v pařížském Le Bourget (LFPB/LBG) vzdáleném 293 km, kde se předvedl odborníkům i široké veřejnosti. Mezinárodní premiéru ukončil Borschberg návratem do Payerne 3. července.

Postupné zvyšování laťky dovedností pokračovalo v roce 2012 prvním transkontinentálním letem, kdy Solar Impulse přeletěl ze Španělska do Maroka v rámci turné nazvaného Překračování hranic (Crossing Frontiers). Vzdálenostně sice samotný let mezi dvěma kontinenty nebyl nějak výrazně větší výkon než jakých dosahoval při letech nad Evropou, ale pro celý tým a zejména oba piloty to byla mimořádná morální vzpruha a potvrzení správnosti přesvědčení, že se ubírají správným směrem. Solar Impulse s André Borschbergem v kabině odstartoval 24. května ze švýcarského Payerne do Madridu na letiště Barajas (LEMD/MAD). Tento let trval 17 hodin, 30 minut a 50 sekund a měřil 1 116 km, čímž se stal aktuálně nejdelším letem letounu Solar

Impulse, potažmo jakéhokoli sluncem poháněného letadla v dějinách. Dne 5. června přišel na řadu vůbec první mezikontinentální let, když Piccard zamířil z Madridu do marockého hlavního města Rabatu (GMME/RBA), což při vzdálenosti 830 km trvalo 19 hodin a 8 minut. Po přistání pilot s nadšením oznámil, že akumulátory jsou na 95 procentech plné kapacity. Později ještě stroj pokračoval vnitrostátně v Maroku na letiště Warzazát (GMMZ/OZZ), kam na druhý pokus letoun přelétl Borschberg dne 21. června. První pokus dne 13. června zhatil silný protivítr. Po týdnu stráveném ve Warzazátu se 27. června Borschberg s letounem vrátil zpět do Rabatu, odkud 5. července odstartoval Piccard vstříc evropskému kontinentu. Tento let byl opravdovou zkouškou trpělivosti a odhodlání, protože silný vítr místy způsoboval, že stroj vůči zemi couval. Vítr jej vůči zemi unášel pozpátku až rychlostí 18 km/h. Z madridského letiště ještě před návratem do Švýcarska navštívil Piccard s letounem 17. července francouzské letiště Toulouse-Francazal (LFBF). 24. července se celá marocká epizoda letounu Solar Impulse uzavřela Piccardovým přistáním na domovské základně v Payerne, kam se vrátil po 625 km dlouhé a 13 hodin a 29 minut trvající cestě. Během celého tohoto podniku zdolal letoun vzdálenost 6 000 km.

Do určité míry labutí písni letounu Solar Impulse 1 HB-SIA bylo turné napříč Amerikou (Across America) uskutečněné v roce 2013. Šlo o počín, který sloužil coby příprava na blížící se dokončení nového, většího a pokročilejšího stroje HB-SIB, jehož hlavním záměrem bylo obletět zeměkouli, a to bez jediné kapky paliva. Ale nepředbíhejme.

Americké turné započalo na západním pobřeží, kdy 3. května 2013 z letiště Moffet Airfield (KNUQ/NUQ), kde sídlí Amesovo výzkumné středisko NASA, u San Francisca v Kalifornii směrem na letiště Sky Harbor (KPHX/PHX) ve Phoenixu v Arizoně vzlétl Solar Impulse pilotovaný Bertrendem Piccardem, kterému let trval 18 hodin a 18 minut. 22. května stroj pokračoval dále na letiště Fort Worth (KDFW/DFW) v Dallasu v Texasu, tentokrát za řízení usedl André Borschberg. V tomto případě se jednalo o ustanovení nového rekordu v doletu tohoto stroje, neboť zdolaná trať měřila 1 541 km, k čemuž bylo zapotřebí 18 hodin a 21 minut letu. Turné pokračovalo dále 3. června, když Bertrand Piccard odstartoval směrem na Lambert Airport (KSTL/STL) ve městě St. Louis v Missouri, což byl během tohoto turné prozatím nejdéle trvající let, neboť stroj ve vzduchu strávil 21 hodin a 22 minut, i když let měřil „jen“ 1 040 km. Následující etapa měla původně mířit do hlavního města Spojených států amerických, ale předpověď počasí slibovala mimořádně silný vítr, jehož vinou by mohlo dojít k neúnosně dlouhému letu, a tak se tým rozhodl rozložit let na dvě části. Nejprve 14. června odstartoval André Borschberg směrem na letiště Lunken (KLUK/LUK) v Cincinnati v Ohiu. Tento let trval 15 hodin a 14 minut. O den později do původní destinace, kterou bylo Dullesovo letiště (KIAD/IAD) ve Virginii nedaleko hlavního města Washingtonu D. C., zamířil Bertrand Piccard, jehož let trval sympatických 14 hodin a 5 minut. Jak

je vidět, rozložení letu na dva segmenty bylo dobrým rozhodnutím, protože dohromady bez mezipřistání by let trval skutečně velice dlouho. Konečně 6. července se završilo celé americké turné letem na Kennedyho letiště (KJFK/JFK) v New York City ve státě New York, kde s menší technickou poruchou Borschberg po 19 hodinách a 19 minutách letu přistál. Během letu se odtrhl zhruba dva a půl metru dlouhý pás potahu na spodní straně levého křídla. Pilot ale vše profesionálně zvládl a závada neměla na průběh žádný výrazně negativní vliv, snad jen že program byl z bezpečnostních důvodů připraven o průlet letounu kolem Sochy svobody. Celý přelet Spojených států od západního k východnímu pobřeží měřil 5 649 km. Po skončení odcestoval v rozloženém stavu na palubě Boeingu 747 společnosti Cargolux zpět domů na letiště v Payerne. Stroj pak byl převezen do Dübendorfu k uskladnění, čímž se jeho průkopnický život uzavřel, aby přenechal místo svému nástupci, stroji Solar Impulse 2 nesoucí registraci HB-SIB.

Malá rychlost a obří rozměry letadla nejsou příliš v souladu s nějakým smysluplným praktickým využitím, čehož si jsou samozřejmě velice dobře vědomi všichni členové týmu. Tato skutečnost ale nic neubírá z jejich úsilí a nasazení. Spíše naopak, protože v podstatě od samého začátku je celý projekt nahlížen jako způsob propagace ekologicky šetrných technologií a inspirace dalším výzkumníkům, podnikatelům a snílům, aby se pouštěli do věcí zdánlivě nemožných. Nutno uznat, že v tomto ohledu se Solar Impulsu daří. Svědčí o tom enormní zájem jak veřejnosti, tak zejména politiků a dalších vlivných lidí, kteří Piccardovi a Borschbergovi vyjadřují značnou podporu a dávají jim prostor k prezentování svého úsilí. Všechna tři turné, Evropou, Marokem i Amerikou, toho byly příkladem. Navzdory proklamované nepraktičnosti ale nelze pominout fakt, který letoun demonstruje, a to pozitivní trend ve vývoji lehčích akumulátorů a účinnějších solárních článků, takže není ani zdaleka přehnaně optimistické očekávat, že se v dohledné době dočkáme stroje, který se bude vyznačovat menšími rozměry, vyšší rychlostí a snad i větší nosností, aby byl vícemístný.

V době, kdy jsem pracoval na tomto dílu, uskutečnil na palubě letounu Solar Impulse 2 registrace HB-SIB André Borschberg v rámci obletu planety rekordní přelet části Tichého oceánu z letiště Komaki u japonského města Nagoja na letiště Kalaeola na ostrově Oahu na Havaji, který měřil 7 212 km a trval 4 dny, 21 hodin a 52 minut. To celé bez jediné kapky paliva. Jde tak o vůbec nejdelší a nejdéle trvající let sluncem poháněného stroje v historii. A protože oblet zeměkoule je zhruba ve své polovině, můžeme se těšit na další, podobně impozantní výkony, včetně přeletu Atlantského oceánu. Všechny lety lze v přímém přenosu sledovat na stránkách projektu Solar Impulse, a to i se záběry přímo do kabiny. Další možností, jak lety sledovat, je prostřednictvím stránek Flightradar24.com, kde má Solar Impulse 2 vlastní ikonu. V budoucnu se k letounu Solar Impulse 2 a jeho výkonům vrátíme samostatným dílem.

## **Kam dál?**

Oficiální stránky Solar Impulse: <http://www.solarimpulse.com/>

Video prvního letu stroje Solar Impulse: [https://youtu.be/0X\\_vluYuRZo](https://youtu.be/0X_vluYuRZo)

Video prvního letu pořízené z doprovodného vrtulníku: <https://youtu.be/Ogp2Rhb9UE8>

Sestřih z letu mezi Madridem a Rabatem: <https://youtu.be/wtdrQ8v2i7o>

Fotogalerie stroje HB-SIA na Airliners.net: [http://www.airliners.net/search/photo.search?regsearch=HB-SIA&distinct\\_entry=true](http://www.airliners.net/search/photo.search?regsearch=HB-SIA&distinct_entry=true)

Bertrand Piccard o projektu Solar Impulse (opatřeno českými titulky):

[http://www.ted.com/talks/bertrand\\_piccard\\_s\\_solar\\_powered\\_adventure?language=cs](http://www.ted.com/talks/bertrand_piccard_s_solar_powered_adventure?language=cs)

*Marek Vanžura*

*(Photo © Solar Impulse)*