

Martina Škorpilová
Vzhůru do oblak

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 70 (2025), No. 1, 11–37

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/152932>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2025

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library*
<http://dml.cz>

Vzhůru do oblak

Martina Škorpilová

Abstrakt. Článek se věnuje životním a profesním cestám bratří Wrightových, které ušli bok po boku do okamžiku prvního vzletu jimi zkonstruovaného letadla. V krátkosti shrnuje i jejich následující osudy.

1. Úvod

Kdo byli bratři Wrightové? Snílci? „Hračičkové“? Geniální mechanici? Ať tak, či onak, jsou to vynálezci, konstruktéři a piloti prvního řízeného letadla těžšího než vzduch, které bylo poháněné motorem. Jsou to ti, kteří „naučili lidstvo létat“. První let uskutečnili 17. 12. 1903 několik kilometrů od Kitty Hawk v Severní Karolíně.

Mnoho informací uvedených v článku je čerpáno z autorčiny návštěvy *Wright Brothers National Memorial* [Národní památník bratří Wrightů], který se nachází nedaleko zmíněného městečka Kitty Hawk situovaného na jednom z ostrovů ležících u východního pobřeží USA. Dalšími podstatnými zdroji byly webové stránky [3] zmíněného *Wright Brothers National Memorial*, na nichž lze najít řadu další faktů, fotografií, videí atd., a obsáhlé internetové stránky *Wright Brothers Aeroplane Company. A Virtual Museum of Pioneer Aviation* [2], kde je dostupné velké množství původních materiálů, fotografií atd. Prameny v podobě originálních dopisů lze dohledat na *Collection Wilbur and Orville Wright Papers at the Library of Congress* [1].

2. Původ

No family ever had a happier childhood home than ours had.
Katharine Wright

Otec vynálezců Milton Wright (17. 11. 1828–3. 4. 1917) byl kazatelem církve *Church of the United Brethren in Christ*. Svoji budoucí manželku Susan Catherine Koerner (30. 4. 1831–4. 7. 1889) poznal roku 1853 na Hartsville College v Indianě, kde byl zaměstnán a ona studovala literaturu a později přírodní vědy (v matematice přitom byla vždy premiantkou). Jelikož byl její otec¹ výrobcem kočárů, trávila hodně času v jeho dílně, čímž se přirozeně seznamovala s mechanickými vlastnostmi strojů, resp. součástí.

Milton a Susan Catherine se vzali roku 1859 a měli sedm dětí. Nejprve přišli na svět synové Reuchlin (17. 3. 1861–23. 5. 1920) a Lorin (18. 11. 1862–1. 12. 1939) a následně dnes celosvětově známý Wilbur (16. 4. 1867–30. 5. 1912). O necelé tři roky později, konkrétně 24. 2. 1870, se narodila dvojčátka Otis a Ida. Oběma dětem ale bylo dopřáno být na světě jen několik málo dní – Otis zemřel 9. března na žloutenku

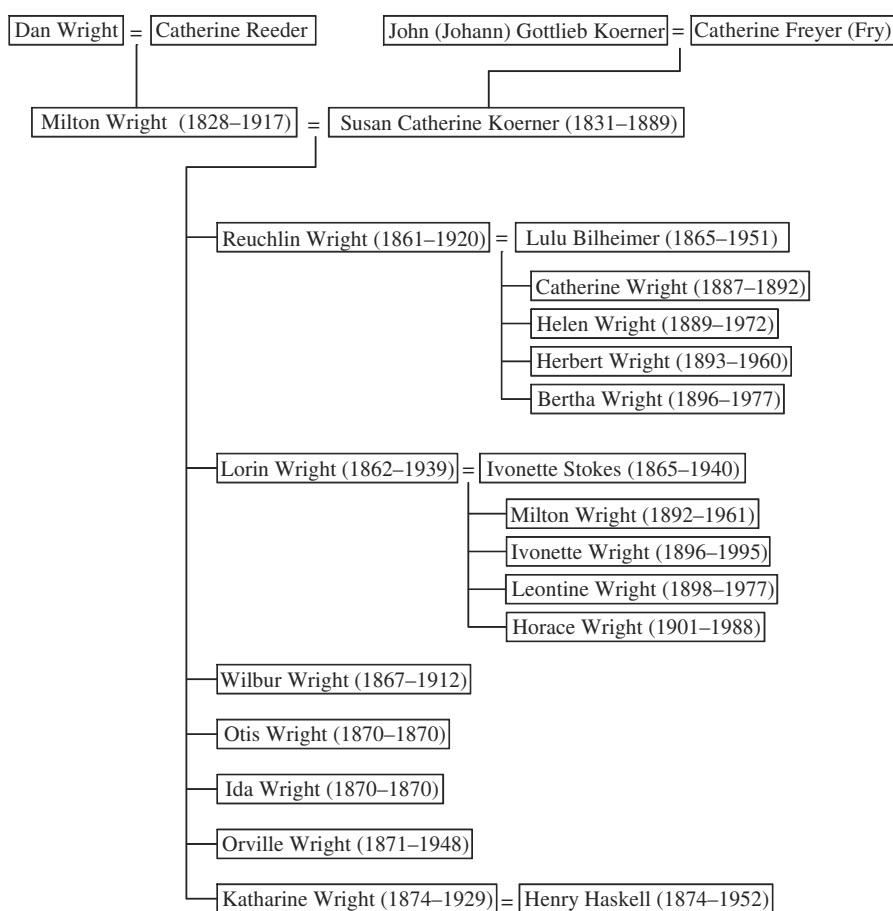
¹Otec John (Johann) Gottlieb Koerner žil nedaleko našich hranic, neboť pocházel ze Saska. Do USA emigroval roku 1817 nebo 1818.

RNDr. MARTINA ŠKORPILOVÁ, Ph.D., Katedra didaktiky matematiky MFF UK, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, e-mail: stepanov@karlin.mff.cuni.cz

a jeho sestra Ida o pět dní později, tedy 14. března, podvýživou. Hned následujícího roku se však rodina přeci jen rozrostla, a to o Orvillea (19. 8. 1871–30. 1. 1948), budoucího spojence bratra Wilbura ve snílkovských pokusech o létání. Na den přesně o tři roky později Susan Catherine porodila ve svých čtyřiceti třech letech ještě holčičku Katharine (19. 8. 1874–3. 3. 1929), která se později proslavila jako sufražetka (více viz dále).

Rodina, v níž tedy vyrůstali čtyři bratři a jejich mladší sestra, se kvůli otcově zaměstnání často stěhovala. Důležitým místem se však pro všechny členy stalo město Dayton ležící ve státě Ohio. Manželství bylo šťastné a děti byly vychovávány k soběstačnosti, odhodlání, tvrdé práci, lásce k učení či ke smyslu pro sociální spravedlnost.

Na obr. 1 je znázorněna část rodokmenu čtyř generací rodiny.²



Obr. 1. Rodokmen

²Velmi podrobný a hluboko do minulosti sahající genealogický rozbor rodu Wrightů je dostupný na adrese https://www.wright-brothers.org/Information_Desk/Just_the_Facts/Wright_Family/Wright_Genealogy/Wright_Genealogy.htm.

3. Dětství

From the time we were little children, my brother Orville and myself lived together, played together, worked together and, in fact, thought together.

Wilbur Wright

Orville později s vděkem vzpomínal, že se sourozenci vyrůstali v podnětném prostředí, které podporovalo jejich zvědavost a intelekt. Matka Susan v rodinném životě využila svých znalostí mechaniky přirozeně získaných v dílně na kočáry – v dospělosti vyráběla domácí spotřebiče a také hračky pro své děti. Když její synové v dětství potřebovali nějakou technickou radu, byla to právě ona, ke komu chodili pro pomoc. Byla tak cenným zdrojem nadšení Wilbura a Orvillea řešit intelektuální problémy související se stavbou nových strojů. V jeden podzimní den roku 1878, tj. když bylo Wilburovi jedenáct, resp. Orvilleovi sedm let, však jejich další zaměření podstatně ovlivnil jejich otec, který technicky zaměřený nebyl. Domů přinesl pro své mladší syny asi třicet centimetrů velký model letadélka vyrobeného z korku, bambusu, papíru a zkrouceného gumového pásku způsobujícího otáčení rotoru a sestaveného podle vynálezu francouzského průkopníka letectví Alphonse Pénau (1850–1880).³ Bratři Wilbur a Orville, které jejich přátelé oslovovali Will a Orv, si s hračkou často hráli a po jejím rozbití si dokonce zkonstruovali její náhradu. Jak později řekli, právě tento model podnítl jejich zálibu v aviatice.

Late in the autumn of 1878, our father came into the house one evening with some object partly concealed in his hands, and before we could see what it was, he tossed it into the air. Instead of falling to the floor, as we expected, it flew across the room till it struck the ceiling, where it fluttered awhile, and finally sank to the floor. It was a little toy, known to scientists as a “hélicoptère”, but which we, with sublime disregard for science, at once dubbed a “bat”. . . . A toy so delicate lasted only a short time in the hands of small boys, but its memory was abiding.

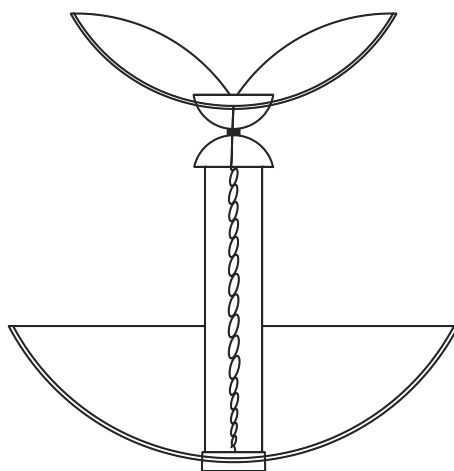
Orvilleův náčrt nové verze hračky je překreslen na obr. 2.⁴

V dětství vznikl mezi nejmladšími třemi sourozenci velmi blízký vztah. Dali si i přezdívky. Wilbur byl Ullam, Orville Bubbo a Katharine Swes nebo Sterchens. Wilbur byl bystrý, klidný sportovec a přirozený vůdce schopný dávat věci do logického pořádku. Orville byl technicky smýšlející snilek, idealista, vášnivý čtenář a cyklista, který byl na veřejnosti plachý, avšak doma byl šprýmařem a „žvanilem“.

Na přelomu let 1885 a 1886, tedy krátce předtím než Wilbur dosáhl dospělosti, utrpěl úraz při bruslení. Do tváře ho hokejkou udeřil tehdy dospívající Oliver Crook

³Alphonse Pénau se narodil do námořnické rodiny. Vzhledem k onemocnění kyčlí, kvůli němuž chodil pomocí berlí, nemohl pokračovat v rodinné tradici. Ve dvaceti letech začal studovat letectví a vstoupil do nově založené *Société Aéronautique de France*. Později se stal jejím viceprezidentem a podílel se na vydávání časopisu *L'Aéronaute*. Jeho nápady však nebyly vždy přijímány a ve svých třiceti letech – pod tíhou veřejného výsměchu a také problémů sehnat na svůj výzkum dostatek financí – spáchal sebevraždu.

⁴Originál ilustrace viz https://www.centennialofflight.net/essay/Wright_Bros/wright_family/WR1G7.htm.



Obr. 2. Orvilleův náčrt hračky

Haugh (1871–1907), který bydlel v Daytonu jen dva bloky od Wrightových a již tehdy byl postrachem pro své okolí. Později zavraždil větší množství lidí.⁵

Při útoku přišel Wilbur o několik předních horních zubů a měl problémy s čelistí. Vedle fyzických problémů začal trpět i psychicky. Z dosud činného, (nejen) sportovně nadaného mladíka se stal tichý člověk, který se stáhl do ústraní a zrušil své plány dokončit střední školu a poté studovat na Yale University. V té době navíc byla jeho matka nevyлéčitelně nemocná tuberkulózou a on se o ni několik let – až do její smrti – staral. Dnes, s odstupem více než jednoho století a s vědomím, co svou vůlí dokázal, je překvapivé, že tehdy vyjadřoval nespokojenost nad svými malými ambicemi něčeho dosáhnout.

⁵Daytonský rodák Oliver Crook Haugh pracoval během dospívání v lékárně. Měl tak volný přístup k tehdy legálním lékům – ke kokainu, opiu či morfinu. Těmito „léčivý“ řešil své problémy se zuby a brzy se stal drogově závislým. Roku 1888 začal studovat medicínu a po problémech (jak se závislostí, tak s penězi) navštěvoval postupně tři různé univerzity. Nakonec však dostudoval a roku 1894 začal pracovat jako lékař ve své vlastní ordinaci. I tam však měl problémy s drogami a několikrát pobýval v institucích pro psychicky nemocné. Svou ordinaci musel opakovaně zavřít. Když mu jeho otec odmítl poskytnout finance na otevření nové ordinace a navíc ho vyňal ve své závěti z dědictví, rozzuřil se lékař natolik, že roku 1905 otrávil léky jak své rodiče, tak bratra. Potom nejen je, ale i dům polil olejem a dům zapálil. Vzhledem k několika podezřelým úmrtím jeho pacientů a jeho výroku, že pro některé pacienty je nejlepším lékem smrt, jsou mu připisovány další vraždy. Zpětně je podezřelý rovněž z vraždy otce své první manželky Anny, který se vztahem své dcery nesouhlasil. Oliver Crook Haugh byl údajně ženat celkem devětkrát, z čehož čtyři manželky zemřely. K vraždám rodičů, bratra a manželek zřejmě používal skopolamin (hyoscin). Jedná je se o alkaloid z blínu černého působící jako parasimpatolytikum, tj. lék tlumící činnost parasymptického systému užívající se např. k tlumení křečových bolestí v útrobach. Má výrazný vliv na psychiku, vyvolává poruchy paměti a snižuje schopnost úsudku (u nás byl zneužíván například v padesátých letech při politických procesech). Ve velkém množství způsobuje paralýzu.

Přesný počet obětí sériového vraha Haugha není znám, ale odhaduje se, že připravil o život přibližně třináct lidí. Jeho život byl ukončen v jeho třiceti pěti letech na elektrickém křesle.

Více informací viz například https://aviationoiloutlet.com/blog/oliver-crook-haugh/?srsltid=AfmBOor9jr-0esLR4ItuAKn9UZ4cLRdCfGOWPRXVGUqsZ_I3a44YCYLV.

4. První pracovní závazky

*I got more thrill out of flying before I had ever been in the air...
in bed thinking about how exciting it would be to fly.*
Orville Wright

Svá středoškolská studia nedokončil nejen Wilbur, i když již byl zcela na konci čtvrtého, posledního ročníku (vliv jistě mělo náhlé stěhování rodiny z Richmondu ve státě Indiana zpět do Daytonu v závěru studia), ale ani Orville, který školu opustil již v ročníku prvním. Oba bratři postavili společnými silami vlastní tiskařský stroj a tiskařna se stala i jejich obživou.⁶

Po několika letech však zaměřili do zcela jiného odvětví, kde také využili svých znalostí mechaniky strojů. Roku 1892 totiž nejenže otevřeli prodejnu, opravnu a půjčovnu jízdních kol a součástek *Wright Cycle Company* (v počátcích pojmenovanou *Wright Cycle Exchange*), ale dokonce roku 1896 začali ručně vyrábět kola svých vlastních značek – tzv. bicykl *Van Cleve* a levnější variantu *St. Clair*.⁷ V té době se velmi zvedal zájem o jízdní kola, neboť začal být vyráběn bicykl se dvěma stejně velkými koly, který byl mnohem lépe ovladatelný a bezpečnější než jeho předchůdce (dnes nazývaný *vysoké kolo*) s výrazně větším předním kolem. Nejen Wilbur a Orville, ale i Katharine byli velkými nadšenci jízdy; Orville se zúčastnil i několika závodů.⁸

Vedle skoro až šílenství po jízdních kolech se mezi veřejností začaly šířit i zmínky o pokusech a úspěších v oblasti létání. Ať už to byl například bezpilotní parní model letadla amerického astronoma, fyzika, vynálezce a pilota Samuela Pierponta Langleyho (1834–1906) či testy různých typů kluzáků prováděných skupinou mužů seskupených okolo francouzsko-amerického stavebního inženýra a průkopníka letectví Octavea Chanutea (1832–1910) nad písčnými dunami u Michiganského jezera. Mnohdy je však zájem o danou problematiku probuzen neúspěchy, a to až tragickými.

5. Začátek cesty k letectví

If birds can glide for long periods of time, then... why can't I?
Orville Wright

V létě 1896 zemřel při jednom ze svých aviatických pokusů německý průkopník letectví a konstruktér Karl Wilhelm Otto Lilienthal (1848–1896), který prováděl své ex-

⁶Jedním z jejich klientů a později i spolupracovníkem byl mezinárodně uznávaný afroamerický básník a prozaik Paul Laurence Dunbar (1872–1906) píšící černošským dialektem. Narodil se v Daytonu rodičům, kteří bývali otroky. S bratry Wrightovými se znal již od dětství – byl jejich kamarádem a Orvilleovým spolužákem.

⁷První název odkazuje na rod Van Cleve, což byli předchůdci Wrightů, kteří se na konci 18. století mezi prvními usadili v Daytonu. Druhé jméno je zvoleno po Arthurovi St. Clairovi, prvním prezidentovi tzv. *Northwest Territory*, z něhož vznikly státy Ohio, Indiana a Illinois. Bratři vyrobili mezi léty 1896 a 1904 řádově stovky bicyklů, dnes jich existuje jen pět: jediné značky St. Clair a čtyři značky Van Cleve (z toho jedno dámské).

⁸V létě uvedeného roku 1892 se v Daytonu konalo setkání několika tisíců cyklistů, kteří v průběhu akce soutěžili ve třinácti závodech. Je tedy možné, že otevření prodejny ve stejném roce bylo touto událostí motivováno.



Obr. 3. Wilbur (vlevo) a Orville (vpravo) Wrightovi

perimenty např. na uměle vybudovaném pahorku nedaleko Berlína.⁹ Pro bratry bylo výzvou odstranit nedokonalosti stroje, které vedly k pádu z výšky přibližně 17 metrů (hlavní příčinou bylo zlomené křídlo po prudkém poryvu větru) a následně k fatálnímu konci konstruktéra. Wrightové sami označili tuto nešťastnou událost za podnět svého velkého zájmu o konstrukce vlastních létajících strojů.

Tehdy oslovili dopisem *Smithsonian Institution*¹⁰ s prosbou o informace z oblasti létání. Po studiu různých publikací a dat (výsledky Leonarda da Vinciho (1452–1519), George Cayleyho (1773–1857), Langleyho, Chanutea, Lilienthala) se dali do práce. Nebyli přitom nikým finančně podporováni, veškerý výzkum platili z vlastních zdrojů pocházejících z prodeje jízdnic kol.

Uvědomme si, v jaké době začali snít své sny. Nevědělo se, zda je vzletnutí člověka vůbec možné, či zda toto privilegium patří jen do říše pohádek (či méně pateticky řečeno, do říše ptactva, hmyzu a netopýrů). Někteří zastávali názor, že se lidstvu létat nikdy nepodaří. Skeptikům navíc nahrávaly do karet další hlášené pády předchůdců létajících strojů (po nárazu často odsouzených k likvidaci), a to včetně havárií, které dopadly pro letce tragicky.

Na přelomu 19. a 20. století se pozornost konstruktérů upínala především ke stavění co nejlepších motorů, jež následně připevňovali k létajícím strojům, které, velmi

⁹Fotografie letičiho Lilienthala pořízená nedlouho před jeho skonek viz například https://www.wright-brothers.org/History_Wing/Wright_Story/Career_Choices/Career_Choices_Intro_images/1896_Lilienthal_Glider.jpg.

¹⁰*Smithsonian Institution* či zkráceně *Smithsonian* je komplex 21 muzeí a rovněž vzdělávacích a výzkumných center pojmenovaný po svém zakladateli, britském chemikovi, mineralogovi a filantropovi Jamesi Smithsonovi (asi 1765–1829). Byl založen roku 1846 za účelem zvýšení vzdělanosti obyvatelstva. Většina z muzeí se nachází ve Washingtonu, DC, a až na jednu výjimku je do nich vstup zdarma. Více informací viz <https://www.si.edu/>.

nepřesně řečeno, byly na úrovni draků. Naopak Wrightové věřili, že jádrem řešení problému je radikální zlepšení ovládání stroje (což korespondovalo s myšlenkami Lilienthala), přičemž motor, resp. křídla jsou již dostatečně prostudované a kvalitně navržené komponenty.

Své vzory nacházeli nejen mezi lidmi, ale i v ptačí říši. Na kolech jezdili dlouze pozorovat ptáky a jejich styl létání. V roce 1900 si Wilbur do svého notesu poznamenal následující poznatky:

Hawks are better soarers than buzzards but more often resort to flapping because they wish greater speed. A damp day is unfavorable for soaring unless there is a high wind. No bird soars in a calm.

Bratři si všimli, že se ptáci při letu naklánějí doleva a doprava a při tom současně mění zakřivení konců svých křídel (dochází k jakémusi zkrutu křídel, kterému říkali „wing-warping“).¹¹

Věřili, že i letadlo se musí při letu naklánět. Tím byli v rozporu s některými tehdejšími domněnkami, že stroj musí zůstat (obdobně jako např. auto) ve vodorovné poloze tak, aby jeho křídla byla v rovině rovnoběžné s vodorovným zemským povrchem. Dalším bodem, v němž se bratři neshodli s dalšími nadšenci do létání, bylo jejich přesvědčení, že stroj musí být v každém okamžiku plně ovládan letcem, který zvládne ihned reagovat na jakýkoliv porыв větru apod.

Další inspirace bratři čerpali ze svého cyklistického prostředí. Viděli značnou souvislost mezi udržováním stability pilota (své pokusy prováděli v pozici letce ležícího na břiše na dolní části létajícího stroje) a jezdce na kole.¹²

Ve druhé polovině roku 1899 se jim podařilo sestavit stroj, který si můžeme představit jako dva „draky“ (s rozpětím křídel přibližně 1,8 metru) umístěné nad sebou a propojené (ne však napevno) nejen mezi sebou, ale skrze zkřížená lana i se dvěma tyčemi. Tyto tyče přitom drželi v rukách na zemi (stroj tedy nebyl pilotován) a pouštěli tohoto „dvojného draka“ umožňujícího zkroucení křídel po vzoru pohybu křídel ptáků.¹³

Wilbur Wright adresoval Chanuteovi, který byl v těch dobách celosvětově uznávanou osobností letectví, následující dopis datovaný 13. květnem 1900. Uvádíme ho v plném znění, neboť z jednotlivých odstavců jsou zřejmé naděje, vize, plány či nakonec neuskutečené nápady.¹⁴

¹¹Pohyb křídel ptáků si lze vyzkoušet ve *Visiting Center*, který je součástí *Wright Brothers National Memorial*, na zde instalovaném simulátoru. Člověk se postaví na určené místo a položí své dlaně na dva kovové pásy, které jsou instalované vlevo, resp. vpravo od stojící osoby a které se vlní prostorem před ním. Dále jen stačí jít mezi těmito pásy a přitom ponechat dlaně ležet na pásech, čímž začnou imitovat pohyb ve tvaru křivek, po nichž se pohybují ptačí křídla.

¹²Rídit letadlo v horizontální poloze se na simulátoru pokoušejí děti na videu *Our Newest 1903 Wright Flyer Flight Simulator*, které je dostupné na adrese https://www.youtube.com/watch?v=yNwXJ_kD8Wo.

¹³Obrázek stroje je dostupný například na adrese https://www.wright-brothers.org/Information_Desk/Just_the_Facts/Kites_&_Gliders/1899_Kite.htm.

¹⁴Skeny originálu Wilburova dopisu psaného ručně na pěti stranách papíru s logem *Wright Cycle Company* viz https://www.wright-brothers.org/History_Wing/Wright_Story/Inventing_the_Airplane/Kitty_Hawk/Afflicted.htm.

Mr. Octave Chanute, Esq.
Chicago, Illinois

Dear Sir;

For some years I have been afflicted with the belief that flight is possible to man. My disease has increased in severity and I feel that it will soon cost me an increased amount of money if not my life. I have been trying to arrange my affairs in such a way that I can devote my entire time for a few months to experiment in this field.

My general ideas of the subject are similar to those held by most practical experimenters, to wit: that what is chiefly needed is skill rather than machinery. The flight of the buzzard and similar sailors is a convincing demonstration of the value of skill, and the partial needlessness of motors. It is possible to fly without motors, but not without knowledge & skill. This I conceive to be fortunate, for man, by reason of his greater intellect, can more reasonably hope to equal birds in knowledge, than to equal nature in the perfection of her machinery.

Assuming then that Lilienthal was correct in his ideas of the principles on which man should proceed, I conceive that his failure was due chiefly to the inadequacy of his method, and of his apparatus. As to his method, the fact that in five years' time he spent only about five hours, altogether, in actual flight is sufficient to show that his method was inadequate. Even the simplest intellectual or acrobatic feats could never be learned with so short practice, and even Methuselah could never have become an expert stenographer with one hour per year for practice. I also conceive Lilienthal's apparatus to be inadequate not only from the fact that he failed, but my observations of the flight of birds convince me that birds use more positive and energetic methods of regaining equilibrium than that of shifting the center of gravity.

With this general statement of my principles and belief I will proceed to describe the plan and apparatus it is my intention to test. In explaining these, my object is to learn to what extent similar plans have been tested and found to be failures, and also to obtain such suggestions as your great knowledge and experience might enable you to give me. I make no secret of my plans for the reason that I believe no financial profit will accrue to the inventor of the first flying machine, and that only those who are willing to give as well as to receive suggestions can hope to link their names with the honor of its discovery. The problem is too great for one man alone and unaided to solve in secret.

My plan then is this. I shall in a suitable locality erect a light tower about one hundred and fifty feet high. A rope passing over a pulley at the top will serve as a sort of kite string. It will be so counterbalanced that when the rope is drawn out one hundred & fifty feet it will sustain a pull equal to the weight of the operator and apparatus or nearly so. The wind will blow the machine out from the base of the tower and the weight will be sustained partly by the upward pull of the rope and partly by the lift of the wind. The counterbalance will be so arranged that the pull decreases as the line becomes shorter and ceases entirely when its length has been decreased to one hundred feet. The aim will be to eventually practice in a wind capable of sustaining the operator at a height equal to the top of the tower. The pull of the rope will take the place of a motor in counteracting drift. I see, of course, that the pull of the rope will introduce complications which are not met in free flight, but if the plan will only enable me to remain in the air for practice by the hour instead of by the second, I hope to acquire skill

sufficient to overcome both these difficulties and those inherent to flight. Knowledge and skill in handling the machine are absolute essentials to flight and it is impossible to obtain them without extensive practice.

The method employed by Mr. Pilcher of towing with horses in many respects is better than that I propose to employ, but offers no guarantee that the experimenter will escape accident long enough to acquire skill sufficient to prevent accident. In my plan I rely on the rope and counterbalance to at least break the force of a fall. My observation of the flight of buzzards leads me to believe that they regain their lateral balance, when partly overturned by a gust of wind, by a torsion of the tips of the wings. If the rear edge of the right wing tip is twisted upward and the left downward the bird becomes an animated windmill and instantly begins to turn, a line from its head to its tail being the axis. It thus regains its level even if thrown on its beam ends, so to speak, as I have frequently seen them. I think the bird also in general retains its lateral equilibrium, partly by presenting its two wings at different angles to the wind, and partly by drawing in one wing, thus reducing its area. I incline to the belief that the first is the more important and usual method.

In the apparatus I intend to employ I make use of the torsion principle. In appearance it is very similar to the "double-deck" machine with which the experiments of yourself and Mr. Herring were conducted in 1896–1897. The point on which it differs in principle is that the cross-stays which prevent the upper plane from moving forward and backward are removed, and each end of the upper plane is independently moved forward or backward with respect to the lower plane by a suitable lever or other arrangement. By this plan the whole upper plane may be moved forward or backward, to attain longitudinal equilibrium, by moving both hands forward or backward together. Lateral equilibrium is gained by moving one end more than the other or by moving them in opposite directions. If you will make a square cardboard tube two inches in diameter and eight or ten long and choose two sides for your planes you will at once see the torsional effect of moving one end of the upper plane forward and the other backward, and how this effect is attained without sacrificing lateral stiffness. My plan is to attach the tail rigidly to the rear upright stays which connect the planes, the effect of which will be that when the upper plane is thrown forward the end of the tail is elevated, so that the tail assists gravity in restoring longitudinal balance.

My experiments hitherto with this apparatus have been confined to machines spreading about fifteen square feet of surface, and have been sufficiently encouraging to induce me to lay plans for a trial with a full-sized machine. My business requires that my experimental work be confined to the months between September and January and I would be particularly thankful for advice as to a suitable locality where I could depend on winds of about fifteen miles per hour without rain or too inclement weather. I am certain that such localities are rare.

I have your *Progress in Flying Machines* and your articles in the *Annals* of '95, '96, & '97, as also your recent articles in the *Independent*. If you can give me information as to where an account of Pilcher's experiments can be obtained I would greatly appreciate your kindness.

Yours truly,
Wilbur Wright

6. Kitty Hawk, resp. Kill Devil Hills

We came down here for wind and sand, and we have got them.

Orville Wright

Z dopisu je zřejmé, že bratři hledali prostranství, kde by mohli uskutečňovat své letecké experimenty. Na základě nemilých zkušeností pilota Chanutea, jehož pokusy sledovaly masy lidí a místo odborné práce mohla jeho činnost – leckdy navíc neúspěšná – připomínat spíše divadelní představení, pátrali po místě zaručujícím soukromí. Dále měli požadavky na dostatečně silný a stálý vítr a kvůli bezpečnosti i na měkký povrch s vhodným vyvýšeným místem na odlety.

Po prostudování dat amerického meteorologického úřadu a zpráv od vládního meteorologa vážně uvažovali o prostranství několik málo kilometrů jižně od městečka Kitty Hawk v Severní Karolíně ležícího na Outer Banks, což je velmi úzký pruh písčitých ostrovů táhnoucích se podél východního pobřeží USA.¹⁵ Dnes je nejbližší obcí Kill Devil Hills, které v dobách pokusů bratří Wrightů neexistovalo a bylo uznáno jako samostatná obec až přibližně v polovině 20. století. Kill Devil Hills bylo tehdy označení pro místní oblast s několika velkými dunami pokrytými pískem, jejichž výška byla až 30 metrů.

Na začátku srpna 1900 kontaktoval Wilbur Wright *Weather Bureau* v Kitty Hawk. Jediný zaměstnanec tohoto úřadu a také vedoucí místní *The Live Saving Station* Joseph J. Doshier mu v odpovědi napsal informace ohledně širě území bez stromů či jiných překážek, směru větru a také možnosti stravování v místní vesnici. Nemohl jim však nabídnout žádné jiné ubytování než spaní ve vlastních stanech. Wilburův dopis předal i místnímu okresnímu komisařovi a jedinému z místních tzv. *bankéřů*,¹⁶ který chodil na střední školu, Williamu Tateovi. V jeho odpovědi stálo:

I will take pleasure in doing all I can for your convenience and success and pleasure... and I assure you... you will find a hospitable people when you come among us.

Bratři Wrightové nakonec za ideální místo zvolili právě Kitty Hawk. S výběrem měli šťastnou ruku. Soukromí poskytovala poloha mimo pevninu Spojených států amerických,¹⁷ dostatečný vítr zajišťoval oceán a otevřený prostor bez bariér, povrch pro měkká přistávání zaopatřily písčité duny. Navíc v rámci prostranství našli i ideální vyvýšené místo, z něhož mohli uskutečňovat své lety, či spíše pokusy o ně. (Pohledy na dvě části prostranství tak, jak vypadají dnes, viz obr. 4 a 5.)

Nevýhodou Kitty Hawk byla relativně velká vzdálenost (vzdušnou čarou se jedná přibližně o 900 kilometrů) od města Dayton, kde měli Wrightové nejen domov, ale také již zmíněnou prodejnu kol. Její provoz nemuseli přerušit (připomeňme, že z obchodů

¹⁵Čtenáři doporučujeme nalézt si polohu tohoto místa na mapě, neboť již při prvním pohledu je zřejmé, že se jedná o zcela specifické místo.

¹⁶Místní obyvatelé Kitty Hawk a rovněž vesničků na ostrovech podél pobřeží si říkali *bankers*, což odkazovalo na název souostroví *Outer Banks*. Termín tedy neměl souvislost s financemi. Jednalo se o chudé, svérázné a soběstačné lidi, kteří žili zcela odtrženi od typického amerického způsobu života a jejichž obživu zajišťoval rybolov či zemědělství. Jejich majetek (ale leckdy i přímo oni sami) často pocházel ze stovek lodí ztroskotaných při bouřích či uváznutých na mělčině.

¹⁷Počet obyvatel Kitty Hawk byl na počátku 20. století přibližně 250. V nejbližším okolí místa, kde bratři uskutečňovali své pokusy, pobývalo přibližně 60 lidí. (Dnes má Kitty Hawk přibližně 3,7 tisíce obyvatel a Kill Devil Hills dokonce 7,7 tisíce obyvatel.)



Obr. 4. První část prostranství



Obr. 5. Druhá část prostranství

s bicykly čerpali finanční zdroje pro své snílkovské letecké pokusy), neboť se o její chod dokázala z velké části postarat jejich sestra Katharine, s níž si byli stále velmi blízcí a která jim umožnila věnovat se jejich donkichotským snům. Mimo jiné jim i balila zásoby a zasílala je do Kitty Hawk.¹⁸ V roce 1900 tedy Wilbur s Orvillem zabalili

¹⁸Uvědomme si, že Katharině bylo patnáct, když zemřela její matka. Zůstala tak jedinou ženou v domácnosti. Kolem roku 1900, tj. v době, kdy bratři Wilbur a Orville začali pobývat u Kitty Hawk, byli její starší bratři Reuchlin a Lorin téměř čtyřicátníci, kteří již bydleli se svými manželkami mimo původní domov. Katharine tak byla po část roku v domě v Daytonu jen se svým otcem.

nejnutnější věci včetně spacáků a stanů a po skončení hlavní cyklistické sezony se vydali tábořit na východ USA za dobrodružstvím, které změnilo nejen životy jejich, ale i miliard lidí v budoucnosti.

Místní větrné počasí žití ve stanech, které bratři postavili na úpatí dun, pohodlnosti příliš nepřidávalo. Každý rok se snažili svůj „domov“ vylepšovat. V roce 1901 postavili pro svůj stroj dřevěný hangár, v němž měli současně i dílnu. Oni stále žili ve stanech, a to až do roku 1902, kdy se přestěhovali do hangáru. Prostor byl však pro ně a stroj příliš stísněný a když potřebovali v roce 1903 více prostoru pro svůj *Flyer*, postavili hned vedle prvního hangáru nový a větší.

Originální hangáry se do dnešních dní nedochovaly. Zničeny byly nápory větru a kontaktem se slanou vodou krátce poté, co bratři z tábořiště odešli. Na příslušných místech však dnes stojí jejich zdařilé repliky. (Lze je vidět na obr. 4 vpravo.)

7. Konstrukční řešení strojů

*We soon passed from the reading to the thinking stage,
and finally to the working stage.
Wilbur Wright*

Hned úvodem pasáže o konstrukcích předchůdců letadel je nutno zdůraznit, že bratři Wrightové při stavbách svých prvních strojů ve velké míře vyšli z již známých modelů. Převzali především ideu dvouplošného závěsného kluzáku, který využívali Octave Chanute a americký konstruktér Augustus Moore Herring (1865–1926)¹⁹, a využívali data o vztlaku, která publikoval Otto Lilienthal. Dále přijali rovněž myšlenku, že je lepší použít křídla vyklenutá než plochá atd.

Z jejich debat, jak zkonstruovat letecké stroje, vyústily například následující nápady. Vodorovné řídicí plochy s výškovým kormidlem, které pilotovi umožňuje ovládat sklon stroje ve směru letu, a tím měnit výšku, umístili vpředu před křídly ve směru letu (tzv. „kachní koncepce“ letadla, kterou praktikovali až do roku 1910).²⁰ Zprvu se domnívali, že není nutné, aby měl stroj ocas (první dva jejich kluzáky ho proto skutečně neměly).

V letech 1900 až 1902 postupně sestrojili tři kluzáky (vždy po jednom v každém roce), které na základě nových experimentů vylepšovali. V počátcích období uskutečnili většinou nepilotované pokusy s tím, že stroj ovládali pomocí lan ze země (kluzáky byly zatěžkávány např. pytli s pískem či jinou zátěží – tou byl údajně i místní chlapec). Pokud došlo k účasti pilota, podstupoval první pokusy o lety zřejmě starší Wilbur, abych chránil před újmou svého mladšího sourozence.

¹⁹Více o experimentech obou konstruktérů (a to včetně několika fotografií) viz například <https://spicerweb.org/chanute/wingsoffdunes.aspx#Anote3>. Fotografie reprodukce Chanuteova dvouplošného kluzáku viz například <https://www.museumofflight.org/exhibits-and-events/aircraft/chanute-herring-1896-biplane-glider-reproduction>.

²⁰Nejčastěji se však dnes výškové kormidlo umísťuje na vodorovnou ocasní plochu. Výhodou tzv. „kachny“ je především zvětšení vztlaku; naopak nevýhodou horší stabilita stroje. (Ta však může být využita k větší obratnosti při manévrování – viz např. víceúčelové bojové letouny JAS-39 Gripen vyráběné švédskou společností Saab, o nichž se diskutuje například v souvislosti s pomocí Švédska Ukrajině ve válce s Ruskem. Tyto letouny jsou rovněž součástí Vzdušných sil Armády České republiky.)

Bratři v průběhu let zvětšovali rozpětí a plochu křídel. Zkoušeli i variantu, kdy by se pilot – kvůli bezpečnosti – těsně před přistáním spustil z kluzáku skrz otvor v křídle.

Dlouholeté pokusy, při nichž byla riskována vážná zranění či dokonce smrt, nevedly příliš rychle k pozitivním výsledkům. Přicházela proto období totálního vyčerpání, frustrace a vzdávání se. Značně bojovali například s nízkým vztlakem stroje. Tím v nich sílily pochybnosti, zda nevycházejí ze špatných dat. Postupně skutečně dokázali, že (nejen) Lilienthalovy propočty, s nimiž operovala řada konstruktérů, jsou chybné. Od jisté doby se tudíž začali spoléhat víceméně jen na data odvozená z vlastních pokusů.

Ke korekcím dosud známých informací používali různé experimenty – například opět využili jízdního kola či jeho součástí ke zjištění mechanických vlastností zařízení. Součástky z bicyklů přitom dokonce používali přímo při stavbě kluzáků.

Jejich značným pomocníkem se stal přibližně 180 centimetrů dlouhý aerodynamický tunel zkonstruovaný v jejich dílně s bicykly. Umísťovali do něj stovky malých křídel různých typů a tvarů. Pomocí experimentů simulujících proudění vzduchu bezpečnou formou naměřili velké množství dat a posunuli se výrazně ve svém bádání. Mezi hlavní výsledky patřilo zjištění, že úzká a dlouhá křídla jsou výhodnější oproti mohutnějším a kratším variantám.

Při konstrukci nového kluzáku přidali vertikální zadní kormidlo, které mělo odstranit problémy při zatáčení. Toto kormidlo bylo nejprve pevné a následně pohyblivé. Pohyblivá varianta umožňovala vyrovnání stroje během náklonů či prudkých změn větru, čímž převzali kontrolu nad strojem v zatáčkách a opět se posunuli ve svých úspěších o kus dál.

Dospěli tak k revolučnímu tříosému systému řízení letadla, které se používá dodnes: zkroucení křídel používali pro náklon do boku, vepředu umístěné výškové kormidlo pro náklon nahoru, resp. dolů a zadní kormidlo pro vybočení z přímého letu, tj. pro pohyb do stran.

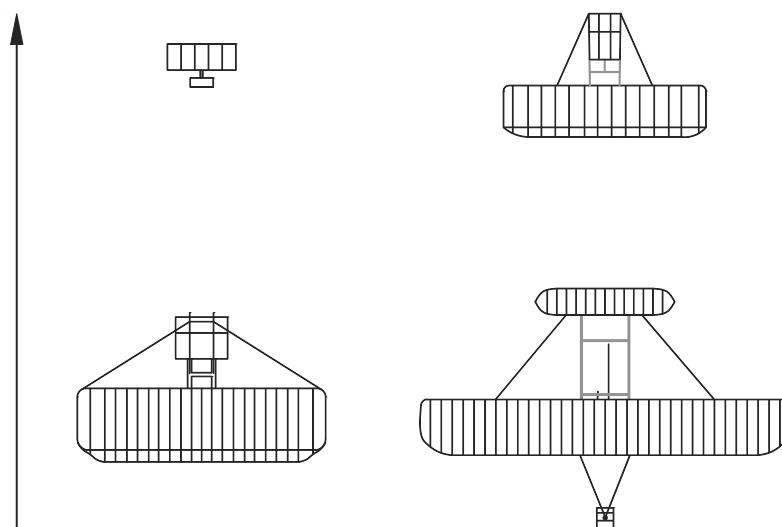
Toto tříosé řízení, které poprvé použili na kluzáku z roku 1902, mnozí považují za průlomový a největší vynález bratří Wrightů a již kluzák z roku 1902 označují za největší bod zlomu v historii letectví: za vynález letadla! (Většinou se však za tento okamžik považuje až konstrukce stroje z následujícího roku – více viz dále.)

O tom, že již kluzák z roku 1902 považovali i samotní bratři za velký pokrok, svědčí fakt, že roku 1903 požadali o americký patent na tento stroj. Jimi sepsaná žádost schválena nebyla, ale po pomoci od odborníka v těchto záležitostech jim byl v květnu 1906 patent udělen, a to pod číslem 821,393. Klíčovým bodem patentu byla technika zakřivení konců křídel, týká se však i zadního svislého směrového kormidla a rovněž předního výškového kormidla.²¹

Na obr. 6 jsou zakresleny půdorysy (po řadě od shora a zleva) „draka“ z roku 1899 a kluzáků z let 1900, 1901 a 1902. Šipka podél ilustrací značí směr letu.

Je na nich vidět jak razantně se zvětšující velikosti strojů, tak některá ze zásadních vylepšení jednotlivých modelů. Uvedme nyní přehledně základní technické parametry čtyř aparátů.

²¹Originální znění patentu (celkem deset stran, z čehož tři jsou obrázkové přílohy) si lze přečíst zde: <https://invention.psychology.msstate.edu/i/Wrights/WrightUSPatent/WrightPatent.html>.



Obr. 6. Půdorysy strojů z let 1899, 1900 (1. řada) a 1901, 1902 (2. řada)

„Drak“ z roku 1899 měl rozpětí křídel přibližně 1,8 metru. Jeho další rozměry ani hmotnost nejsou známy, ale odhaduje se, že délka byla mezi třemi a čtyřmi stopami, tj. mezi 91 až 122 centimetry, hmotnost pak mezi třemi až čtyřmi librami, tj. mezi 1,4 až 1,8 kilogramu.

Rozpětí křídel kluzáku z roku 1900 bylo 5,33 metru, plocha křídel byla 15 metrů čtverečních, délka 3,51 metru a hmotnost 24 kilogramů.

Následník z roku 1901 měl křídla s rozpětím 7 metrů a plochou 27 metrů čtverečních, byl dlouhý 4,3 metru a měl hmotnost 44 kilogramů.

Značně vylepšený stroj z roku 1902 se vznášel s křídly mající rozpětí 9,78 metru a plochu 28 metrů čtverečních. Délka kluzáku byla 5,2 metru a hmotnost 51 kilogramů.

V roce 1903 bratři Wrightové postavili z pevného a lehkého smrkového dřeva poháněný stroj, který vstoupil do historie a je dnes nazývaný *Flyer I*, *Wright Flyer* či výjimečně *Kitty Hawk*.²²

Při jeho konstrukci se značně natrápili v otázce vrtulí. Po dlouhých sporech nakonec navrhli a vyřezali své vlastní dřevěné vrtule, jejichž hnací pásy připomínající řetězy jízdnic kol jim dodal výrobce řetězů pro těžké automobily.

Ohledně motoru oslovili několik jejich výrobců, ale žádný z nich nedokázal uspokojit požadavek na nízkou hmotnost pohonu, resp. na poměr jeho výkonu a hmotnosti. Když zjistili, že v USA žádný vhodný standardní motor neexistuje, obrátili se na mechanika ze své dílny Charlese Edwarda Taylora (1868–1956) zvaného Charlie.²³ Ten –

²²Fotografie stroje viz např. https://airandspace.si.edu/collection-objects/1903-wright-flyer/nasm_A19610048000.

²³Charlie Taylor začal pro bratry pracovat v době, kdy si pronajímali budovu pro svoji prodejnu kol, jejíž adresa se několikrát změnila, od strýce Taylorovy manželky. V době absence bratří v Daytonu kvůli experimentům v Kitty Hawk fungoval nejen jako mechanik, ale i vedoucí prodejny. Vedle sestry Katharine tak umožnil zachování jejího provozu.

ve spolupráci s bratry – sestavil benzinový motor, jehož část byla kvůli hmotnosti odlita neobvykle z hliníku, za pouhých šest týdnů. Motor vážil 82 kilogramů a měl výkon 8,9 kW (12 koňských sil).

Taylor si přál být nejen mechanikem, ale rovněž letcem, od čehož ho bratři Wrightové v obavách, že přijdou o jeho služby, odrazovali:

[I] always wanted to learn to fly, but I never did. The Wrights refused to teach me and tried to discourage the idea. They said they needed me in the shop and to service their machines, and if I learned to fly, I'd be gadding about the country and maybe become an exhibition pilot, and then they'd never see me again.

Flyer I měl křídla s rozpětím 12,3 metru a plochou 47,4 čtverečního metru. Jeho hmotnost – hlavně kvůli přidanému motoru – oproti předchůdci značně vzrostla: vážil 274 kilogramů.

8. Den D: 17. prosinec 1903

They done it, they done it, damned if they ain't flew!
Johnny Moore

Flyer I bratři poprvé zkonstruovali v Daytonu a poté ho po částech posílali do Kitty Hawk, kde ho v novém hangáru postavili znovu.

První pokus o let na stroji s motorem uskutečnili 14. prosince 1903. Hodili si mincí, aby určili, kdo poletí jako první. Vyhrál starší Wilbur. Jednalo se spíše o jakýsi skok než let – nad zemí se stroj udržel asi tři sekundy, než došlo k pádu, při němž byl mírně poškozen. Wilbur považoval za hlavní příčinu nezdaru svoji nezkušenost s novým strojem. Své dojmy z experimentu popsal ve zprávě rodině takto:

only partial success... the power is ample, and but for a trifling error due to lack of experience with this machine and this method of starting, the machine would undoubtedly have flown beautifully.

V následujících dnech, během nichž bratři opravili poškozené části stroje, se zhoršilo počasí. Když bratři 17. prosince 1903 vstali, byly louže kolem hangárů zamrzlé a od severu foukal studený vítr s nárazy až 43 kilometrů za hodinu. Přesto poprosili o pomoc místní podporovatele z pobřežní záchranné posádky vlády USA, kteří sdíleli s bratry Wrightovými sny o létání a ochotně jim pomáhali takřka kdykoliv, když byli mimo zdravotnickou službu. Z posádky přijeli Adam Etheridge, John T. Daniels a Will Dough, k nimž se přidali podnikatel W. C. Brinkley z města Manteo a šestnáctiletý mladík Johnny Moore z Nags Head. Ti jim pomohli dostat stroj na startovací, osmnáct metrů dlouhou dřevěnou kolejnici s kovovým pásem na povrchu.

Vzhledem k váze letadla byl každý posun stroje úspěchem, neboť chodidla se jim bořila do písku a oni s každým krokem současně sklouzávali o kousek nazpět. Po usednutí stroje na kolejnici bratři spustili motor, a tím i jeho burácivý zvuk.

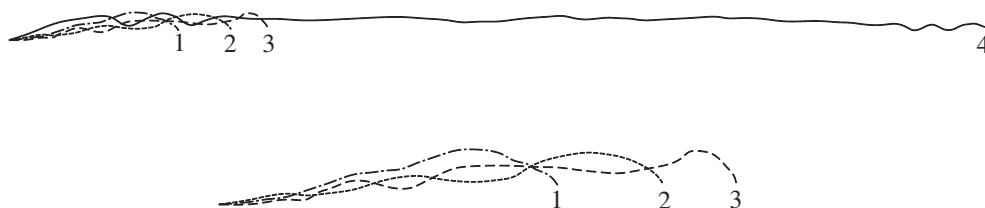
Zatímco 14. prosince letěl – po hodu mincí – první Wilbur, nyní byl na řadě Orville (i v dalších pokusech se střídali). S bratrem si potřásl rukou a ulehl na *Flyer I*. Foukal protivítr asi 34 kilometrů za hodinu. Přibližně v 10.35 Orville uvolnil lano, které

zadržovalo stroj, čímž se letadlo dalo do pohybu dolů po kolejnici a Wilbur držící a korigující křídlo stroje běžel souběžně s ní. Než stroj dojel na její konec, vzletl do vzduchu. Historický mezník byl tímto pokořen!

Vzácný okamžik navždy zachytil již jmenovaný John T. Daniels, jeden z pěti (nepočítaje Wilbura Wrighta) očitých svědků události. Pořídil ikonickou fotografii prvního letu, a to pomocí Orvilleova předem připraveného fotoaparátu.²⁴

It was the first time in the history of the world that a machine carrying a man and driven by a motor had lifted itself from the ground in free flight. Orville Wright

Jednalo se o první volný (tj. se zemí ničím nespojený), řízený, trvalejší, motorem poháněný let stroje, který byl těžší než vzduch (tj. nejednalo se typově o balón).



Obr. 7. Dráhy čtyř letů

Stopky ukázaly, že se letadlo udrželo ve vzduchu po dobu 12 sekund. Uletělo přibližně 37 metrů a (nejen) jeho dráha je patrná na obr. 7 (koncový bod dráhy je označen číslem 1).

Pozitivně nabuzení prvním letem bratři opravili drobná poškození stroje a rozhodli se *Flyer I* na start vynést znovu. Přichystali se na druhý let, který tentokrát pilotoval Wilbur. Ten svého sourozence sice nepřekonal v době letu, ale prodloužila se dráha doletu na přibližně 53 metrů (viz – stejně jako u dalších letů – opět obr. 7). Po tomto druhém letu si Orville do svého zápisníku zapsal:

After repairs, at 20 min. after 11 o'clock Will made the second trial. The course was about like mine, up and down but a little longer over the ground though about the same in time. Dist. Not measured but about 175 ft. With the aid of the station men present, we picked the machine up and carried it back to the starting ways.

Za dvacet minut již byl stroj znovu na startu s přichystaným Orvillem v roli pilota. Třetí pokus trval 15 sekund a byl dlouhý 61 metrů.

Za dalších dvacet minut, tj. kolem poledne, vzletl *Flyer I* onoho dne počtvrté. Wilbur ho vzhledem ke svým mimořádným schopnostem v řízení, které získal během

²⁴Slavnou fotografii viz například [https://en.wikipedia.org/wiki/John_T._Daniels#/media/File:Wright_First_Flight_1903Dec17_\(restore_115\).tif](https://en.wikipedia.org/wiki/John_T._Daniels#/media/File:Wright_First_Flight_1903Dec17_(restore_115).tif).

dlouhých let pokusů na kluzácích, udržel ve vzduchu po dobu 59 sekund a uletěl přibližně 260 metrů.²⁵ Jeho bratr tentokrát let popsal následovně:

Wilbur started the fourth and last flight at just about 12 o'clock. The first few hundred feet were up and down, as before, but by the time three hundred ft had been covered, the machine was under much better control. The course for the next four or five hundred feet had but little undulation. However, when out about eight hundred feet the machine began pitching again, and, in one of its darts downward, struck the ground. The distance over the ground was measured to be 852 feet; the time of the flight was 59 seconds. The frame supporting the front rudder was badly broken, but the main part of the machine was not injured at all.

Bratři se domnívali, že pádem poškozený stroj půjde opravit během dne či dvou. Ten den už žádný pokus konat nemohli, proto bylo nutné vrátit *Flyer I* zpět do hangáru. Před jeho uklizením však náhle přišel velmi silný poryv větru, který stroj několikrát převrátil, a letadlo tak opakovaně prudce narazilo do země, čímž se fatálně poškodilo. Legendární *Flyer I* již nikdy nezvlétl.²⁶

Sourozenci se téhož dne vydali do šest kilometrů vzdálené obce Kitty Hawk, aby poslali domů telegram svému otci informující o jejich úspěchu (zpráva obsahovala dvě chyby: jednak překlep ve jméně Orville a dále jako doba letu byla nesprávně uvedena hodnota 57 sekund).²⁷ Otce v telegramu požádali, aby informoval tisk. *Dayton Journal* zprávu odmítl publikovat, neboť lety nepovažoval za dostatečně dlouhé. Ani následně zveřejněné zprávy o prvních letech nezbudily příliš pozornosti.

Bratři se poté v Kitty Hawk dlouho nezdrželi. Odjeli na vánoční svátky za svým otcem a sestrou domů do Daytonu.

Na prostranství, kde se udály pokusy a následně i úspěšné vzlety letadel bratří Wrightů, je dnes zřízen velmi zdařilý památník s neobyčejným geniem loci *Wright Brothers National Memorial*, jehož mapa je na obr. 8.

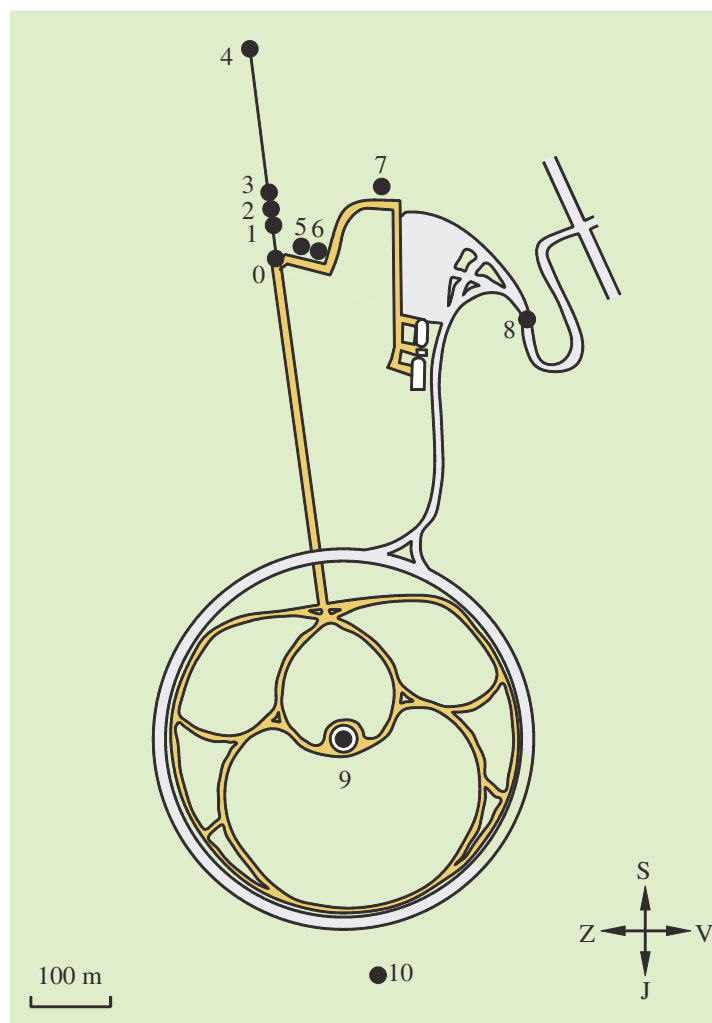
Je zajímavé, že místo pro vzlet bylo tehdy jinde než je po přibližně 120 letech nyní. Vzhledem k velkým vlivům přírody docházelo na místě vzdáleném jen několik set metrů od pobřeží oceánu k posunu jednotlivých dun. Dnes je vyvýšené místo vzletů (viz obr. 8 – bod 0) posunuto o několik set metrů a v rámci prostranství je jediným vrcholkem nazvaným Big Kill Devil Hill (viz obr. 8 – bod 9). Aby bylo prostranství dostatečně stabilní, byly na něm již ve dvacátých letech 20. století vysety rostliny, jejichž kořeny půdu zpevňují, a nedochází tak k dalšímu pohybu půdy.

Na počest úsilí bratří Wrightových se 17. prosince 1928, tedy k výročí čtvrtstoletí od prvního úspěšného letu, konalo v okolí vrcholku setkání přibližně tří tisíc lidí. Při té

²⁵Odhaduje se, že bratři na kluzácích podnikli asi tisíc pokusů. Přibližně osm desítek let po první letu *Flyeru I* se analýzou dat ukázalo, že stroj byl natolik nestabilní, že by ho nikdo kromě perfektních pilotů Wrightů „neukočíroval“. V den stého výročí prvního letu byl podniknut pokus o řízení přesné repliky letadla. I ten byl neúspěšný.

²⁶Vzlétl však jeho úlomek, a to dokonce do vesmíru. Když totiž americký pilot a astronaut Neil Alden Armstrong (1930–2012) roku 1969 poprvé stanul na povrchu Měsíce, měl s sebou – na památku jiného důležitého mezníku letectví – fragment z *Flyeru I*.

²⁷Telegram si lze prohlédnout například zde: <https://www.loc.gov/resource/mcc.061/?r=-0.058,-0.04,1.111,0.776,0>.



- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 0 místo vzletů | 1 místo přistání při 1. letu |
| 2 místo přistání při 2. letu | 3 místo přistání při 3. letu |
| 4 místo přistání při 4. letu | 5, 6 repliky hangárů |
| 7 návštěvnické centrum | 8 vstup do areálu |
| 9 Monument bratří Wrightů | 10 plastika 17. 12. 1903 |

Obr. 8. Mapa *Wright Brothers National Memorial*



Obr. 9. Big Kill Devil Hill s Monumentem bratří Wrightů



Obr. 10. Monument bratří Wrightů

příležitosti (a za účasti Orvillea Wrighta) byl položen základní kámen *Wright Brothers Monument*, který na něm dnes stojí (viz obr. 8 – bod 9; viz též obr. 9 a 10).²⁸ Na jeho obvodu je velkými písmeny napsáno:

²⁸Stavbu navrhli architekti Alfred Easton Poor a Robert Perry Rodgers. Oba dva měli kromě umělecky zaměřeného vzdělání za sebou i účast v některé ze světových válek. Poor sloužil jako pilot u námořnictva v první i druhé světové válce, Rogers sloužil taktéž u námořnictva, a to v první světové válce. Více o monumentu viz např. <https://www.nps.gov/articles/000/wright-brothers-monument.htm>.

In commemoration of the conquest of the air by the brothers Wilbur and Orville Wright. Conceived by genius. Achieved by dauntless resolution and unconquerable faith.

Ve stejný den byl na místě vzletů odhalen žulový balvan s pamětní deskou (viz obr. 8 – bod 0; viz též obr. 11 a 12). Jednotlivá místa přistání při čtyřech památných letech jsou označena kamennými patníky a na každém z nich jsou uvedeny údaje o příslušném letu, a to jeho pořadí, doba, délka, dále den a jméno pilota (viz obr. 8 – body 1, 2, 3 a 4; viz též obr. 13).



Obr. 11. Žulový balvan na místě vzletů



Obr. 12. Pamětní deska



Obr. 13. Místo přistání při čtvrtém letu

O další čtvrtstoletí později, 17. prosince 1953, byly postaveny již zmíněné repliky hangárů (viz obr. 8 – body 5 a 6).

Při stém výročí se 17. prosince 2003 na území památníku konala ceremonie, kterou pořádal velký nadšenec do letectví, vlastník pilotního průkazu na velká dopravní letadla a hollywoodská hvězda John Travolta²⁹. Oslav se zúčastnilo více než 120 tisíc lidí, a to včetně tehdejšího amerického prezidenta George Walkera Bushe (nar. 1946) či Neila Armstronga. Při té příležitosti byl uskutečněn již zmíněný neúspěšný pokus o let s replikou *Flyera I*, byl otevřen návštěvnický pavilon (viz obr. 8 – bod 7), mezi jehož expozice patří i replika prvního letadla bratří Wrightů, a také byla odhalena interaktivní plastika *17. 12. 1903* (viz obr. 8 – bod 10; viz též obr. 14), která v životní velikosti znázorňuje okamžik prvního vzletu. Kromě na kolejnici umístěného *Flyeru I* s Orvillem ležícím „na palubě“ jsou vymodelovány další zúčastněné postavy – Wilbur Wright a pět očitých svědků včetně fotícího Johna T. Danielse.

²⁹John Travolta je zřejmě nejznámějším vlastníkem Boeingu 707, který koupil v roce 1998 a pojmenoval ho po svých dětech Jett Ella.



Obr. 14. Část plastiky 17. 12. 1903 – zadní pohled

Roku 1959 prezident Spojených států Dwight David Eisenhower (1890–1969) vyhlásil 17. prosinec *Dnem bratří Wrightů* [*Wright Brothers Day*].

9. První roky po úspěchu

I am an enthusiast, but not a crank.
Wilbur Wright

Bratři se vrátili z Kitty Hawk do Daytonu s vědomím, že jejich vytoužený *Flyer I* si již nikdy nezalétá. Bylo jim zřejmé, že čtyři lety s pohonem nejsou dostatečné k vyvození nějakých výsledků. Proto když postavili v roce 1904 pro další pokusy nový model, tzv. *Flyer II*, příliš se od předchozí verze vizuálně ani aerodynamicky nelišil.

Chtěli se vyhnout výdajům na cestování a dovážení materiálu, resp. zásob do Kitty Hawk, proto téhož roku zřídili letiště v Huffman Prairie, pouhých třináct kilometrů od Daytonu.³⁰ Zde v červnu 1904 uskutečnili pokus, na který sice pozvali reportéry, ale kladli si podmínku, že během akce nesmějí být pořizovány žádné fotografie. Pokus však kvůli slabému větru a motoru skončil nezdarem a poté byli bratři na dlouhou dobu novináři ignorováni. To jim však vůbec nevadilo, neboť se báli prozrazení svých nápadů. Jak již bylo zmíněno, nebyli (na rozdíl od mnohých jiných konstruktérů) podporováni žádným vládním fondem, stále byli vnímáni jako výrobci a prodejci jízdních kol. Věděli tedy, že svá dlouhá léta dřiny mohou zpeněžit, resp. získat zpět prostředky vložené do bádání pouze podepsáním smlouvy na prodej svých letadel. Neměli dosud schválený patent a báli se, že jim jejich výsledky budou ukradeny. Postupně se tak

³⁰Přesto však několik letů v Kitty Hawk v následujících letech ještě realizovali.

stahovali z očí veřejnosti ještě více, byť experimenty s letadly se staly jejich hlavní náplní.

Nové verze letadla nadále pozměňovali a vylepšovali. Z úprav uveďme například odklon od „kachní koncepce“, tj. přesun výškového kormidla dozadu za křídla, či skutečnost, že každá ze tří os řízení se stala ovladatelnou nezávisle na zbývajících dvou. Do letadla z roku 1905 instalovali dvě vzpřímená sedadla – nejen pro pasažéra, ale i pro pilota, který tudíž při řízení seděl.

Již na konci roku 1904 udrželi stroj ve vzduchu více než 5 minut; v roce následujícím dokonce 38 minut, během nichž uletěli takřka 40 kilometrů.

Aby však nebylo optimismu příliš, uveďme, že se i nadále vyrovnávali s leteckými karamboly a následnými zraněními.

Zprávy o letech bratří Wrightů prosakovaly do místních novin minimálně a vzhledem k absenci fotografií nezbudily mezi veřejností příliš věrohodnosti, a tedy ani pozornosti. Odborníci a novináři nejenže zprávám nevěřili, ale dokonce se leckdy vyjadřovali vůči bratrům posměšně, či je dokonce nazývali lháři. Ještě roku 1906(!) se v tisku objevila následující pasáž:

The Wrights have flown or they have not flown. They possess a machine or they do not possess one. They are in fact either fliers or liars. It is difficult to fly. It's easy to say, 'We have flown.'

Obava Wilbura a Orvillea Wrightových z odtažení jejich výsledků došla až tak daleko, že trvali na podpisech smluv souvisejících s letadly ještě před jejich ukázkou ve vzduchu. To jim samozřejmě značně odrazovalo obchodní partnery, kteří přirozeně trvali na demonstraci stroje.

Přesto však nakonec roku 1908 uzavřeli dvě smlouvy – jednak vojenskou smlouvu na případný prodej letadel s americkou armádou a dále smlouvu na spoluúčast v plánované francouzské letecké navigační společnosti. Obě smlouvy byly vázané na úspěšné a veřejné ukázky letů. Aby bratři pokryli velké území, vydal se Wilbur předvádět lety do Evropy, zatímco mladší Orville je demonstroval ve Spojených státech. V zádech přitom opět měli podporu od své sestry, která jim mezitím vyřizovala korespondenci a další obchodní záležitosti.

10. Uznání výsledků

The most wonderful flying machine that has ever been made.
Daily Mirror, Londýn, 13. srpna 1908

První z evropských ukázek se konala 8. srpna 1908 ve Francii, kde byli bratři dosud značně zesměšňováni. Být Wilburův první let trval přibližně 100 sekund, diváci (včetně předních konstruktérů),³¹ byli nadšeni z jeho technicky náročného vedení stroje v opi-

³¹Mezi účastníky byl i francouzský letecký stavitel Louis Charles Joseph Blériot (1872–1936), jenž roku 1900 sestrojil vlastní letecký stroj, který při pohybu napodoboval mávání ptačích křídel (tzv. ornitoptéru). Když byla přibližně dva měsíce po Wilburově letu ve Francii vypsána soutěž na přelet Lamanšského průlivu strojem těžším než vzduch, zúčastnil se této výzvy. Dne 25. července 1909, tj. ani ne rok poté, co viděl létat Wilbura Wrighta, přeletěl úspěšně průliv průměrnou rychlostí takřka 60 kilometrů za hodinu za přibližně 37 minut, čímž vyhrál vypsanou částku ve výši 1 000 liber.

sovaných osmičkách apod. Stačil jediný let a vše bylo jinak. Francouzská veřejnost byla ihned přesvědčena, že bratři nelhali. Wrightové se dočkali omluv a oslav.

Několik úspěšných letů absolvoval i Orville na americké půdě, či přesněji řečeno v „americkém vzduchu“, na vojenském stanovišti Fort Myer ve státě Virginia.³² V září 1908 již letěl více než jednu hodinu. Začal s sebou vozit i různé pasažéry. Sedmnáctého zářijového dne k němu přisedl americký armádní nadporučík Thomas Etholen Selfridge (1882–1908). Pouze několik minut po vzletu se však letadlu ve výšce asi třiceti metrů roztříštila pravá vrtule, a stalo se tak neovladatelným. Došlo k tragickému pádu střemhlav, při němž si Thomas Selfridge přivodil smrtelnou zlomeninu lebeční kosti. Tím „dosáhl“ nechtěného prvenství – stal se první obětí letecké havárie. Orville utrpěl vážná zranění vyžadující takřka dvouměsíční hospitalizaci. Zlomil si čtyři žebra, stehenní kost a poškodil si kyčel.³³

V Orvilleově rekonvalescenci hrála podstatnou roli jeho sestra Katharine, která – jako jediná ze všech sourozenců Wrightových – získala vysokoškolské vzdělání a pracovala jako učitelka jazyků na střední škole. Zde však dostávala menší plat než její mužští kolegové a učila méně zajímavé kurzy. Zřejmě zde se zrodilo její celoživotní úsilí o ženská práva, vzdělání a rovnost.³⁴

Když se Katharine dozvěděla o bratrově tragickém letu, zažádala ve škole o pracovní pauzu, ihned opustila Dayton a o bratra se přímo v armádní nemocnici starala (k pedagogické práci se již nikdy nevrátila). Dle jeho slov by nepřežil, kdyby neměl ve své sestře tak znamenitou pečovatelku. Wilbur, zbývající z trojice nejmladších sourozenců, se nenechal neštěstím odradit. Ba naopak. Uskutečnil několik rekordních letů co se délky trvání i dosažené výšky týče. Poté, co se k němu v lednu 1909 ve Francii připojili Orville a Katharine, začali si sourozenci užívat velkou slávu. Dnešním jazykem řečeno se z nich staly VIP osoby: byli vyhledáváni vládnoucími představiteli zemí, novináři i veřejností. Lidé si značně oblíbili – vzhledem k její otevřené povaze, kterou bratři postrádali – především Katharine. Po květnovém návratu trojice do Spojených států amerických byli pozváni prezidentem do Bílého domu apod. Oslavovalo je i „jejich“

Lamanšský průliv však již byl přeletěn, a to poprvé balonem dne 7. ledna 1785 Francouzem Jeanem-Pierrem Blanchardem (1753–1809) a Američanem Johnem Jeffriesem (1745–1819).

Plavcem byl poprvé průliv překonán anglickým vytrvalcem Matthewem Webbem v roce 1875 (21 hodin 45 minut); prvenství mezi ženami přináleží díky výkonu z roku 1926 americké plavkyni Gertrudě Ederleové (14 hodin 39 minut). Světový rekord v rychlosti přeplavání (6 hodin 45 minut) drží od roku 2023 německý profesionální plavec a policejní komisař Andreas Waschburger (nar. 1987) a mezi ženami (7 hodin 25 minut) od roku 2006 česká plavkyně Yvette Tulip Hlaváčová (nar. 1975).

³²Video z letu konaného ve Fort Myer 27. července 1909 viz

<https://catalog.archives.gov/id/2038>.

³³Fotografie obou účastníků havárie sedících v letadle těsně před odletem viz

[https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Selfridge#/media/File:Wright_and_Selfridge_in_Wright_flyer_before_flight_\(MIS_63-720-5\),_National_Museum_of_Health_and_Medicine_\(3323202385\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Selfridge#/media/File:Wright_and_Selfridge_in_Wright_flyer_before_flight_(MIS_63-720-5),_National_Museum_of_Health_and_Medicine_(3323202385).jpg); fotografie pádem zničeného stroje viz například https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Selfridge#/media/File:Fort_Myer_Wright_Flyer_crash.jpg.

³⁴Další ženou, která přispívala k úspěšné konstrukci letadel, byla Ida Holdgreve. Roku 1910 odpověděla tehdy devětatvacetiletá žena na inzerát hledající švadlenu pro „plain sewing“. Brzy pochopila, že v inzerátu bylo nesprávně použito slovo *plain* místo slova *plane*. Přesto na místo nastoupila a naučila se „plane sewing“: stříhala a sešivala látky „oblékající“ letadla tak, aby během letů nedošlo k protrhnutí tkaniny. Rovněž opravovala díry vzniklé při pádech strojů. O několik let později vedla skupinu švadlen, které pracovaly pro letectvo během 1. světové války. Krátké video o Idě Holdgreve viz <https://www.eaa.org/videos/6368217878112>.

město Dayton, které bylo v počátcích úspěchů vůči bratrům také značně rezervované, nedůvěřivé a skeptické. Lety svých strojů začali s velkou pompou ukazovat na dalších místech světa.³⁵

Po celou dobu bratři slibovali svému otci, že nikdy – kvůli bezpečnosti a možnosti pokračovat v experimentech – nepoletí spolu. V květnu 1910 však Milton Wright kývl na „bratrský let“, a oni tak mohli poprvé společně zažít „vítr ve vlasech“ přímo během letu. Tento letecký zážitek, pilotovaný mladším z bratrů, již nikdy nezopakovali. Téhož dne vzal Orville na „palubu“ i svého osmdesátijednaletého otce, který údajně během několikaminutového letu ve výšce okolo 100 metrů na svého nejmladšího syna volal:

Higher, Orville, higher!

S některým z bratrů se později několikrát proletěla i Katharine, čímž se stala jednou z prvních žen letících letadlem. Prvenství mezi americkými dívkami drží od roku 1911 Leontine, Ivonette a Helen Wrightovi, děti Reuchlina a Lorina Wrightových (viz obr. 1), které ke svým slavným strýcům velmi vzhlížely.

Ke konci listopadu roku 1909 bratři zřídili leteckou společnost *Wright Company*. Proдали své patenty, měli příjmy z akcií, získávali část licenčního poplatku z každého prodaného letadla, letecky byl přepraven první komerční náklad.³⁶ Bratři rovněž vycvičili další špičkové piloty.

Wrightovi mohli konečně žít v souladu s pořekadlem „Komu se nelení, tomu se zelení“. Za své úspěchy totiž byli řádně finančně oceněni a z těchto peněz si v Daytonu například postavili nový, rozsáhlejší dům.³⁷

11. Spory o autorství

When we think what we might have accomplished if we had been able to devote this time to experiments, we feel very sad, but it is always easier to deal with things than with men, and no one can direct his life entirely as he would choose.

Wilbur Wright

Období štěstí však netrvalo dlouho. Někteří průkopníci létání se totiž snažili obejít patent bratří Wrightů, dehonestovat jejich přínos a zbohatnout na jejich nápadech. Sourozenci se začali soudně bránit. Nastaly dlouhé roky tahanic a žalob, které s protistranou vedl především Wilbur. Věnoval tak spoustu času, který by raději strávil dalším experimentováním, obesílání či osobním návštěvám právníků a dalším nepříjemným jednáním jak v USA, tak i v Evropě. Nešlo mu přitom primárně o peníze, ale o morální očištění.

³⁵V září 1909 Wilbur například obletěl Sochu svobody. Během této ukázky měl k letadlu připravenou kanoi pro případ, že by došlo k problémům a on musel přistát na hladině. Jeho let z října 1909 údajně na Manhattanu viděl milion lidí.

³⁶Jednalo se spíše o reklamní než transportní let. Na vzdálenost přibližně 100 kilometrů se přepravovaly, a to na sedadle pasažéra, dvě role hedvábí. Po přistání byla látka rozstříhána a jednotlivé kousky byly prodávány jako suvenýry.

³⁷Oproti tomu mechanik Charlie Taylor, který sestavil motor pro jejich legendární *Flyer I*, ke konci života živořil. Po infarktu v roce 1945 ztratil práci a o deset let později, rok před svou smrtí, pobýval na oddělení nemocnice spadající pod charitativní organizaci. V závěru života se podařilo zástupcům leteckého průmyslu sehnat finance na jeho přesun do soukromého zdravotnického zařízení.

Při této příležitosti uvedme, že o prvenství se bratři mezi sebou nikdy nepřeli. Vždy vystupovali jednotně a připisovali si výsledky stejným dílem.

Spory se podepsaly i na vnímání bratrů veřejností. Jejich příznivci chápali snahu po spravedlivém ocenění dloholeté a vyčerpávající práce, odpůrci naopak vnímali jejich soudní pře jako touhu po bohatství. Z hrdinů se opět pro leckoho stali psanci. Sváry dokonce vyústily až ve veřejnou kritiku, kterou pronesl jejich dřívější spojenec a rádce Octave Chanute, který je každoročně v letech 1901 až 1903 navštěvoval v Kitty Hawk (byl u pokusů kluzáků, ne však u letů *Flyera I* s motorem). Tím skončilo jejich přibližně desetileté přátelství.

Do toho došlo k několika tragickým haváriím Wrightových strojů. Počet obětí přesáhl desítku, a ač se Orville snažil ostatní přesvědčit, že se jednalo o následky chyb pilotů, zanechaly nehody na jejich společnosti temný stín.

12. Období po roce 1911

Katharine was always a loyal sister who had great confidence in her brothers, and when we said we thought we would fly, she believed we would. . .

Orville Wright

Během pracovní cesty v dubnu 1912 Wilbur zřejmě snědl zkažené měkkýše, z čehož měl zdravotní problémy. Velmi krátce poté, již značně vyčerpaný, onemocněl tyfem. Zemřel svobodný a bezdětný na konci května 1912 v pouhých 45 letech.

Po jeho předčasné smrti, z níž Orville a Katharine částečně vinili Wilburovy protivníky v soudních příp. převzal Orville funkci prezidenta *Wright Company*. Již roku 1915 však firmu prodal. Dva roky nato zemřel i otec Milton Wright.

Katharine se již z vysokoškolských studií znala s novinářem Henrym J. Haskellem (1874–1952), kterého občas s bratrem Orvillem osobně navštívili. Katharine však začala se svým dávným kamarádem udržovat – především formou korespondence – bližší vztah, který před Orvillem zpočátku úspěšně tajila, neboť slíbila, že se nikdy nevdá a bude vždy pro bratry „pravou rukou“. Po prozrazení vztahu přestal Orville s Katharine komunikovat, neboť to vnímal jako velkou zradu. Přesto se v listopadu 1926 pár vzal. Na svatbu Orville své tehdy čtyřiapadesátileté sestře nepřišel. Manželství bylo šťastné, ale krátké, neboť tři roky poté Katharine, s Orvillem po svém boku, zemřela na zánět plic.

Orville Wright musel čelit i jiným problémům. *Smithsonian Institution* vystavil letoun svého tajemníka Samuela Langleyho spolu s informací, že se jedná o první letadlo těžší než vzduch „schopné“ letu s pilotem. Přitom Langleyho pokusy, které byly – na rozdíl od experimentů Wrightů – finančně podporovány vládou, skončily velkým nezdarem. Tím začala další dlouholetá pře, v níž tentokrát bojoval nejmladší z bratrů. Třeníce mezi ním a *Smithsonian Institution* vyústila například v to, že roku 1928 nejen odmítl společnosti darovat zrenovovaný *Flyer I*, ale naopak ho zapůjčil britskému *London Science Museum*. Letadlo nakonec přečkalo v Británii, a to v ochranném skladu, druhou světovou válku. „Domů“ do USA se vrátilo až po smrti svého stavitele tři roky po válce (více níže).

Tím, že Orville Wright strávil závěr života během světového konfliktu, viděl, jak jeho vynález nepřináší pouze to dobré:

We dared to hope we had invented something that would bring lasting peace to the earth. But we were wrong. . . . No, I don't have any regrets about my part in the invention of the airplane, though no one could deplore more than I do the destruction it has caused. I feel about the airplane much the same as I do in regard to fire. That is I regret all the terrible damage caused by fire, but I think it is good for the human race that someone discovered how to start fires and that we have learned how to put fire to thousands of important uses.

Orville Wright zemřel – svobodný a bezdětný – 30. ledna 1948 na infarkt.³⁸ V listopadu téhož roku byl v rámci vypořádání dědictví *Flyer I* prodán do *Smithsonian Institution* za jediný dolar, přičemž byly sepsány velmi striktní podmínky pro vystavení letadla, jejichž nedodržení by znamenalo navrácení stroje dědicům. Krátce poté, 17. prosince 1948, v den výročí jeho prvního letu, byl *Flyer I* vystaven v *National Air and Space Museum*, který patří pod *Smithsonian*. V uvedeném muzeu je letadlo ke zhlédnutí dodnes.³⁹ Exponát byl opatřen štítkem, který zcela jednoznačně přisuzuje prvenství bratrům Wrightovým. Kromě informací o stroji (typ letadla, jména vynálezců, datum a místo letu) jsou na tabulce následující slova:

By original scientific research the Wright brothers discovered the principles of human flight.

As inventors, builders, and flyers they further developed the aeroplane, taught man to fly, and opened the era of aviation.

13. Závěr

Někteří cestující dnes vyjadřují svůj vděk pilotům a posádce letadla za bezpečný dolet do destinace potleskem. Tento zvyk údajně pochází právě z doby bratří Wrightů, jejichž příznivci takto vyjadřovali své nadšení z každého podařeného letu. Vzpomeňte si tedy při svých cestách alespoň po některém úspěšném přistání na dlouholetý a vysilující boj sourozenců jak s technikou a přírodou, tak s leckdy nepříznivým postojem tehdejší veřejnosti k výsledkům, z nichž dodnes dennodenně čerpáme.

L i t e r a t u r a

- [1] Library of Congress. Collection Wilbur and Orville Wright Papers at the Library of Congress. Dostupné z: <https://www.loc.gov/collections/wilbur-and-orville-wright-papers>
- [2] Wright Brothers Aeroplane Company. A Virtual Museum of Pioneer Aviation. Dostupné z: <https://www.wright-brothers.org>
- [3] Wright Brothers National Memorial. Dostupné z: <https://www.nps.gov/wrbr/index.htm>

³⁸John T. Daniels, který pořídil legendární fotografii prvního Orvillova letu ve *Flyeru I*, zemřel den poté. Charlie Taylor, tvůrce motoru *Flyeru I*, zemřel na den přesně osm let po svém zaměstnavateli, 30. ledna 1956.

³⁹Jak již bylo řečeno, vstup do muzea je zdarma, ale vzhledem k obrovskému zájmu návštěvníků je nutné si vstup zarezervovat, a to s několikaměsíčním předstihem. Webové stránky muzea viz <https://airandspace.si.edu/>.