

**POSTĘPY W INŻYNIERII MECHANICZNEJ
DEVELOPMENTS IN MECHANICAL ENGINEERING**

11(6)/2018, 5–19

Czasopismo naukowo-techniczne – Scientific-Technical Journal

Paweł BUKOWSKI, Grzegorz SZALA

**BEZZAŁOGOWE STATKI POWIETRZNE
– GENEZA, TERAŹNIEJSZOŚĆ I PRZYSZŁOŚĆ**

Streszczenie: W pracy przedstawiono historię oraz zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych, pobudki jakimi kierowali się konstruktorzy i wynalazcy oraz mniej lub bardziej udane wyniki ich poczyniń. Opracowanie zawiera zarówno pierwsze projekty, często nieudane, jak i konstrukcje, które wznosiły się w powietrze. Przedstawiono również najnowsze konstrukcje militarne wyposażone w zaawansowane systemy nawigacyjne i bojowe z pełnym sukcesem wykonujące zadane misje. Kierunki rozwoju platform oraz podsystemów BSP zamykają całość publikacji.

Słowa kluczowe: dron, bezzałogowy statek powietrzny

1. WSTĘP

Bezzałogowe statki powietrzne zwane powszechnie dronami powstały w celu realizacji wielu potrzeb; bezpieczeństwa człowieka, gabarytów jednostki latającej, zwiększenia możliwości warunków działania, zasięgu, wielofunkcyjności itp.

Definicja: Bezzałogowy statek powietrzny (ang. *unmanned aerial vehicle*, UAV), bezzałogowy system powietrzny (ang. *unmanned aerial system*, UAS), dron – statek powietrzny, który nie wymaga do lotu załogi obecnej na pokładzie oraz nie ma możliwości zabierania pasażerów, pilotowany zdalnie lub wykonujący lot autonomicznie.

Zapotrzebowanie na tego typu urządzenia jest bardzo szerokie: wojskowe taktyczne i do działań ofensywnych, badania głębinowe, medycyna, służby graniczne i celne, straż pożarna, policja i inne służby porządkowe, straż leśna, transport, monitoring, rolnictwo, geodezja, fotografia, rekreacja i zabawa itp.

2. HISTORIA DRONÓW

Od czasu kiedy bracia Wright dokonali pierwszego udanego lotu, człowiek chciał wykorzystać samoloty do zastosowań wojennych. Tam gdzie nie było czasu na przygotowywanie pasa startowego potrzebne były pojazdy pionowego startu. Pierwsze tego typu konstrukcje próbował utworzyć Leonardo Da Vinci i to chyba jego powinniśmy okrzyknąć twórcą koncepcji helikoptera. Niestety

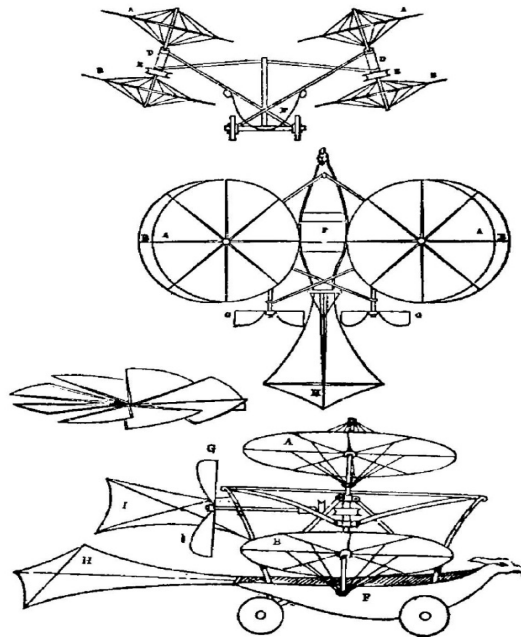
¹ Paweł BUKOWSKI, WZL 2 S.A. Bydgoszcz, e-mail: paw_buk@wp.pl

² dr hab. inż Grzegorz SZALA, prof. nadzw. UTP, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Zakład Wzornictwa, Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, e-mail: gszala@utp.edu.pl

za czasów Leonarda ówczesne konstrukcję wzbijały się w powietrze jedynie na kilkanaście sekund.

Przez okres przeszło dwóch stuleci koncepcji helikoptera nie zarzucono. Konstrukcje tego typu powstawały, lecz w rzadziej spotykanym niż obecnie układzie koaksjalnym. Taka konstrukcja nie ma ogona i tylnego rotora. Siła powodująca obrót kadłuba pochodząca od jednego głównego wirnika jest równoważona drugim wirnikiem, umieszczonym w jednej tej samej osi, napędzanym tym samym silnikiem, ale obracającym się w przeciwną stronę. Koncept takiego helikoptera powstał już w XVIII wieku, a jego autorstwo przypisuje się Michałowi Łomonosowowi – rosyjskiemu uczonemu, twórcy Uniwersytetu Moskiewskiego. Najprawdopodobniej to on po raz pierwszy stworzył model helikoptera o układzie współosiowym i w 1754 roku zaprezentował go przed Rosyjską Akademią Nauk.

W Wielkiej Brytanii w 1796 roku model helikoptera w takim układzie zbudował sir George Cayley, natomiast w 1859 roku projekt helikoptera o takim układzie wirników został opatentowany przez Henry’ego Brighta. Wspomniany sir G. Cayley już w 1843 roku przedstawił koncept wielowirnikowca w układzie hybrydowym, w którym zastosowano 4 śmigła zestawione w parach w układzie koaksjalnym. Nosił nazwę „Aerial Carriage” (rys. 1) [1].



Rys. 1. Aerial Carriage
Fig. 1. Aerial Carriage

Jeśli nie trzymać się kurczowo dzisiejszej definicji drona, to dalekiego krewnego współczesnych MQ-1 Predator i MQ-9 Reaper znajdziemy już w XIX wieku, kiedy w czasie powstania, jakie w 1848 roku wybuchło we Włoszech, austriackie okręty zablokowały miasto Wenecja od strony morza. Przedsięwzięto wtedy próbę zbombardowania miasta za pomocą balonów na ogrzane powietrze, które miały za zadanie zrzucić nad miastem ładunki wybuchowe. Plan na owe czasy był całkiem dobry, jednak nie uwzględniał w swych założeniach zmienności warunków pogodowych. Wypuszczone z okrętu Vulcano balony początkowo zgodnie z założeniami leciały w stronę miasta, ale wiatr zawrócił je z drogi i w rezultacie akcja zakończyła się fiaskiem [2].

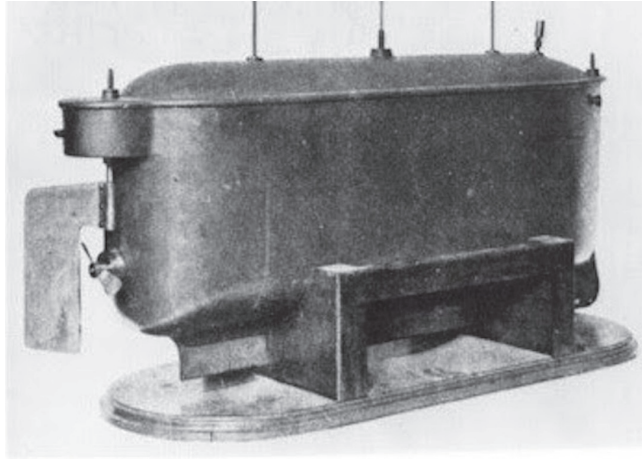
Geneza bezzałogowych statków powietrznych jest znacznie szersza niż można by przypuszczać. Pierwsze wzmianki pochodzą z okresu wojny secesyjnej, kiedy to prof. Thaddeus S. C. Lowe przybywa do Białego Domu na zaproszenie Abrahama Lincolna. 16 lipca 1861 roku nadano tam pierwszy telegram drogą radiową. Fenomen wydarzenia polegał na tym, że profesor znajdował się 160 metrów nad ziemią.

Całość przedsięwzięcia odbyła się w tym samym czasie co przemarsz wojsk Unii w odległości 40 km od Waszyngtonu, gdzie miała stoczyć bitwę z Konfederatami. Thaddeus Lowe miał przekonać prezydenta o użyteczności statków powietrznych jako środków bojowych.

Lincoln nie był pierwszym, który brał pod uwagę statki powietrzne w strategiach wojennych. Już w latach 90. XVIII wieku, Napoleon Bonaparte korzystał z nich do rekonesansu przed bitwą oraz mapowania terenu. Zastosowanie ich było bardzo pragmatyczne, ponieważ pozwoliło uzyskać przewagę wobec przeciwnika w sferze przygotowania zaplecza logistyczno-strategicznego przed manewrami.

Profesor Lowe wraz z operatorem telegrafu, korzystając z łączności przewodowej wysłali z pokładu balonu „Enterprise” pierwszy w historii komunikat z powietrza wysłany drogą elektroniczną. Trzy dni później Lowe przeprowadzał rozpoznanie z powietrza podczas bitwy, zauważając to czego naziemny wywiad nie był w stanie zobaczyć. Pomimo zdobycia tak bardzo przydatnych informacji ze względu na błędy w dowodzeniu Unia poniosła porażkę [3].

Początkiem prawdziwej ery dronów można nazwać pierwsze urządzenie, które świat zobaczył w 1898 roku autorstwa Nikoli Tesli. Na wystawie w Madison Square Garden zaprezentował pierwszy pojazd sterowany drogą radiową, a więc pierwszy dron. Urządzenie Tesli nazwane teleautomatem (rys. 2) było łodzią. Sterowano nim za pomocą skomplikowanego panelu, poprzez kilka częstotliwości radiowych [4].

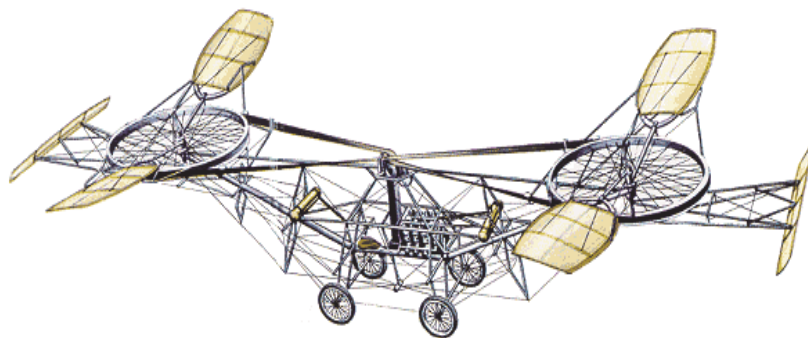


Rys. 2. Teleautomaton
Fig. 2. Teleautomaton

W kolejnych latach rozwijano sposoby zdalnego sterowania. Brytyjczycy podczas I wojny światowej sterowali łodzią strumieniem światła z reflektora. Wynalazcy udało się uruchomić jednostkę z odległości 2,7 km w dzień i z odległości 8 km w nocy. Prac w tym kierunku jednak nie kontynuowano.

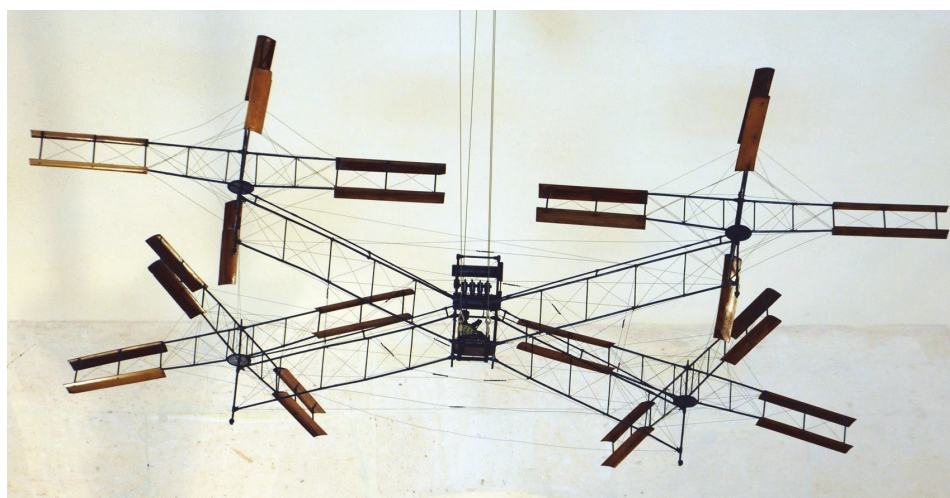
Świat z góry chciał też widzieć George Lawrence w kwietniu 1906 roku, kiedy to trzęsienie o sile 7,8 w skali Richtera zrównało z ziemią San Francisco. Lawrence był ekspertem od latawców, które z powodzeniem wykorzystał w rejestracji panoramy miasta zniszczonego przez żywioł. Za pomocą skomplikowanego układu latawców, przeciwwag oraz 1,5 km kabla Lawrence wyzwolił migawkę w aparacie fotograficznym.

Maszyna Paula Cornu z 1907 roku – dwuwirnikowiec (rys. 3) jest uznawany za pierwszą tego typu maszynę, która uniosła na swoim pokładzie człowieka. Lot trwał 20 sekund i osiągnięto pułap 30 cm. Cornu odbył jeszcze kilka takich lotów, ale bez sukcesów. Ostatecznie konstruktor pierwszego załogowego dwuwirnikowca zajął się produkcją rowerów [1].



Rys. 3. Dwuwirnikowiec Paul'a Cornu
Fig. 3. Paul Cornu helicopter

Bracia Jacques i Louis Bréguet oraz Charles Richet tego samego roku niezależnie od Paula Cornu zbudowali swój pierwszy quadcopter – projekt nosił nazwę Bréguet-Richet Gyroplane (rys. 4). Maszyna oderwała się od ziemi, lecz niestety była bardzo niestabilna, nie potrafiła utrzymać się w powietrzu na dłużej a dodatkowo musiała być podtrzymywana przez kilka osób. W przeciwieństwie do tworu Paula Cornu – unosiła jedynie swój własny ciężar. Mimo to osiągnięciem i zarazem novum było wykorzystanie aż osobnych 4 wirników.



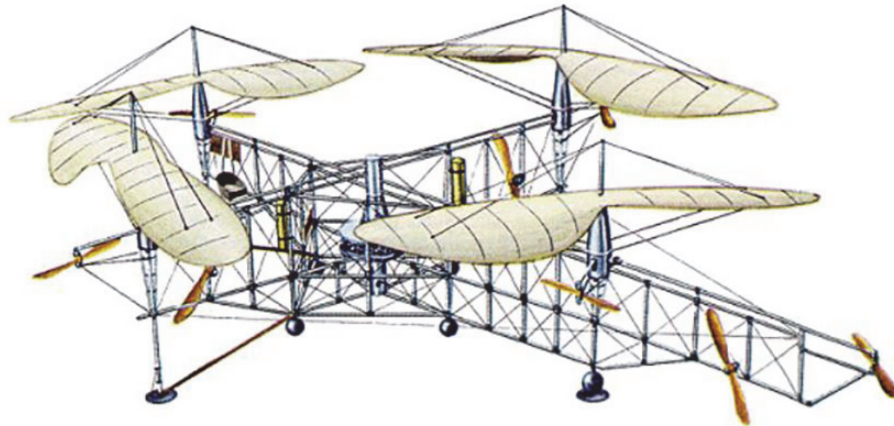
Rys. 4. Bréguet-Richet Gyroplane
Fig. 4. Bréguet-Richet Gyroplane

Już w 1916 roku w Wielkiej Brytanii narodził się pomysł sterowanych radiowo samolotów, mających za zadanie taranowanie niemieckich Zeppelinów. Pomysł niezły, zwłaszcza że zestrzelenie sterowca wcale nie było łatwe. Pojawiły się problemy natury technicznej – technologia nie nadążała za pomysłami konstruktorów. Próby prototypu o nazwie Ruston Proctor AT pokazały jednak, że zdalne kontrolowanie samolotu jest możliwe.

Wraz z zakończeniem pierwszej wojny światowej rozwój zdalnie sterowanych, latających maszyn wyhamował. W ciągu kilku kolejnych lat w USA próbowano rozwijać samolot Hewitt-Sperry. Jednak pomimo postępów najważniejszym problemem było lądowanie samolotu sterowanego radiowo. Po wielu kraksach rozwijanie tego projektu przerwano w 1927 roku.

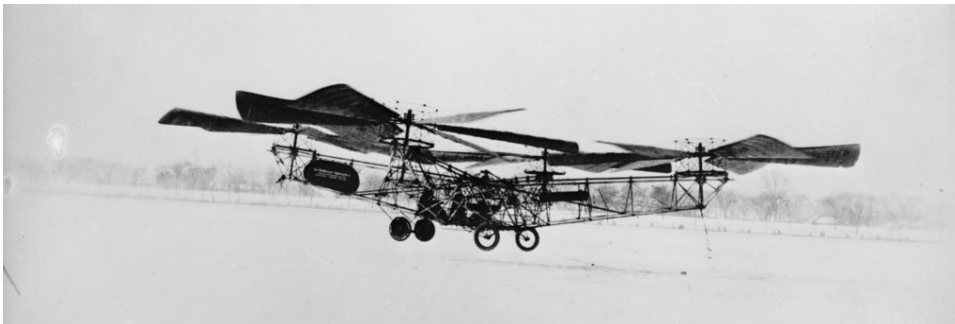
Z biegiem kolejnych lat zainteresowanie zdobywały maszyny jednorazowego użycia. Brytyjska marynarka wojenna w latach 20. rozpoczęła próby maszyn o nazwie Long Range Gun with Lynx engine, które wystrzeliwane z okrętów miały służyć jako broń dalekiego zasięgu. Odnotowano 7 udanych startów. Sukcesy jednak przyćmiła mizerna celność – najlepszy wynik to niestety kilka kilometrów od wyznaczonego celu.

W 1920 roku powstała maszyna latająca Oehmichen No.2 (rys. 5) projektu Étienne Oehmichen'a, która dawała nadzieję na szersze wykorzystanie wielowirnikowców w lotnictwie. Oehmichen No.2 ustanowił najpierw rekord długości lotu na 360 metrów, a następnie w tym samym roku dystans 1 km po okręgu w czasie 7 minut 40 sekund [1].



Rys. 5. Oehmichen No.2
Fig. 5. Oehmichen No.2

W 1922 roku Georde de Bothezat wraz z Ivan Jerome wykonali pierwsze loty quadrocopterem o nazwie Jerome-de Bothezat Flying Octopus (rys. 6). Mimo kilku udanych lotów próbnych projekt został odrzucony przez wojsko z racji kiepskiej stabilności maszyny podczas lotu.

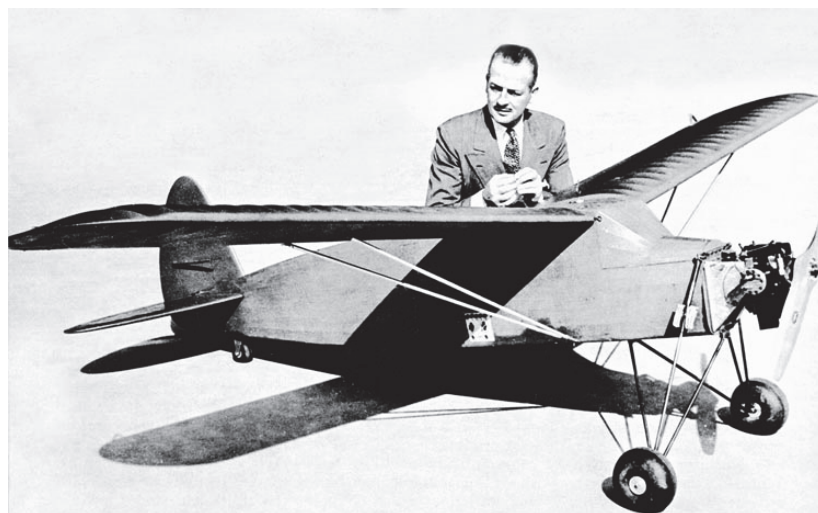


Rys. 6. Jerome-de Bothezat Flying Octopus
Fig. 6. Jerome-de Bothezat Flying Octopus

W 1933 roku Belg Nicolas Florine wykonał 8-minutowy lot swoim dwuśmigłowym helikopterem, wznosząc się na pułap 6 m.

Lata 30. ubiegłego wieku stały się przełomowymi w historii bezzałogowych statków powietrznych. Wtedy bowiem Brytyjczyk Reginald Denny, aktor któremu niestety nie udało się kariera na wielkim ekranie postanowił zająć się nieco

innym biznesem, mianowicie sprzedażą zabawek. Nie miał jednak na myśli lalek czy drewnianych klocków. Denny oferował dzieciom, a w zasadzie ich bogatym rodzicom najnowsze zdobycze techniki, a wśród nich sterowane radiowo samoloty. Kiedy w 1934 roku zabawkowy interes się rozkręcił, Denny wpadł na pomysł, aby zbudować modele większe, bardziej zaawansowane i zaoferować je armii. Miały one służyć za ruchome cele do szkolenia obsługi dział przeciwlotniczych. W 1935 roku firma Reginald Denny Industries zaprezentowała prototypowego drona – RP-1, czyli Radioplane One (rys. 7).



Rys. 7. Radioplane One
Fig. 7. Radioplane One

W tej samej roli co Radioplane One występowały samoloty de Havilland Tiger Moth, z czasów pierwszej wojny światowej które po doposażeniu w aparaturę pozwalającą na sterowanie radiowe zyskały nazwę Queen Bee. Zespół konstruktorów udoskonalający te maszyny w 1936 roku po raz pierwszy zaczął nazywać je dronami. Wraz z wybuchem II WŚ postęp technologiczny znów gwałtownie przyspieszył, rosnące potrzeby szkoleniowe spowodowały, że USA, szkoląca załogi jednostek przeciwlotniczych, zaczęła potrzebować znacznie więcej takich właśnie zdalnie sterowanych maszyn.

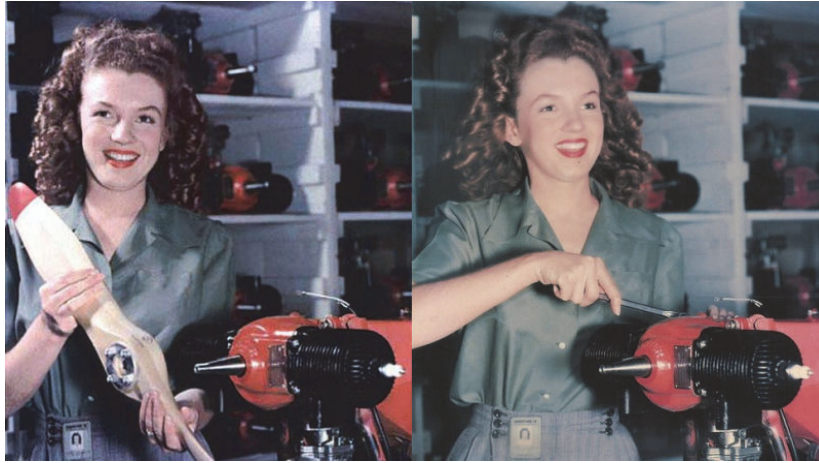
Trzy lata później, w 1938 roku, przedsiębiorczemu Brytyjczykowi udało się zorganizować pokaz dla amerykańskiej armii. Jednak mimo że jego samolocik po kilkunastu minutach lotu rozbił się, wywarł na tyle dobre wrażenie na obserwatorach, że wojsko podpisało umowę na zbudowanie trzech nowych prototypów. Ponieważ postawione w umowie wymagania co do wysokości i prędkości lotu, których RP-1 nie spełniał, Denny (niemający wykształcenia technicznego) zaprosił do współpracy inżynierów m.in. Waltera Rightera związanego z Lockheedem. I to właśnie Righterowi, który później pracował m.in. przy projekcie

HK-1 Hughes Flying Boat, największego na świecie drewnianego samolotu, udało się skonstruować napęd spełniający zakładane wymagania. Efektem prac był model RP-2 przedstawiony zamawiającemu w marcu 1939 roku. Ponieważ projekt zyskał aprobatę, błyskawicznie, gdyż w nieco ponad rok, powstały dwie ulepszone wersje RP-2, czyli RP-3 i RP-4. Gdy modelowi RP-4 udało się osiągnąć oczekiwaną przez armię prędkość lotu 190 km/h, w 1941 roku US Army zamówiła kilka tysięcy seryjnych dronów, które otrzymały oznaczenie RP-5 (rys. 8). W okresie od 1941 do 1945 roku amerykańska armia odebrała ich prawie 15 tys. sztuk. RP-5, czyli pierwszy seryjnie produkowany wojskowy dron wdrożony do służby, miał silnik o mocy 6 KM, rozpiętość skrzydeł 372 cm i 265 cm długości, ważył 47 kg [2, 5].



Rys. 8. OQ-2 Radioplane RP-5
Fig. 8. OQ-2 Radioplane RP-5

Ciekawostką jest to, że właśnie w fabryce gdzie powstawały OQ-2 (RP-5) fotograf David Conover, wysłany tam przez oficera Ronalda Reagana, przyszłego prezydenta USA, sfotografował przy linii montażowej Normę Jeane (rys. 9). Fotogeniczna brunetka już rok później porzuciła pracę przy montowaniu dronów, przebarbowała włosy na blond i rozpoczęła karierę jako Marilyn Monroe [2].



Rys. 9. Norma Jeane (Marilyn Monroe) przy linii montażowej RP-5
Fig. 9. Norma Jeane (Marilyn Monroe) at the assembly line RP-5

Okres II wojny światowej to czas, kiedy myśl techniczna była skoncentrowana na utworzeniu szybkich myśliwców, które miały zdecydowanie szersze zastosowanie bojowe. Nie znaczy to, że zrezygnowano z testów maszyn wielowirnikowych. Przykładem są niemieckie hybrydy: samoloto-helikopter z dwoma silnikami – FW-61 z 1937 roku (rys. 10) oraz Fa-223 „Drache” z 1940 roku (rys. 11). Maszyny te brały czynny udział w II wojnie światowej. W tym samym czasie do służby trafiły pierwsze maszyny, które można uznać za odpowiednik współczesnych dronów bojowych. W przeciwieństwie do ówczesnych konstrukcji nie były to cele dla artylerii ani również typowe bomby kierowane, ale pełnoprawne samoloty, wyróżniające się tym, że ich ostatnią misją miał być atak bez załogi na pokładzie (podczas startu na pokładzie byli pilot i mechanik, opuszczali oni jednak samolot na spadochronach po wyprowadzeniu go na określony pułap).



Rys. 10. FW-61
Fig. 10. FW-61



Rys. 11. FA-223 Drache
Fig. 11. FA-223 Drache

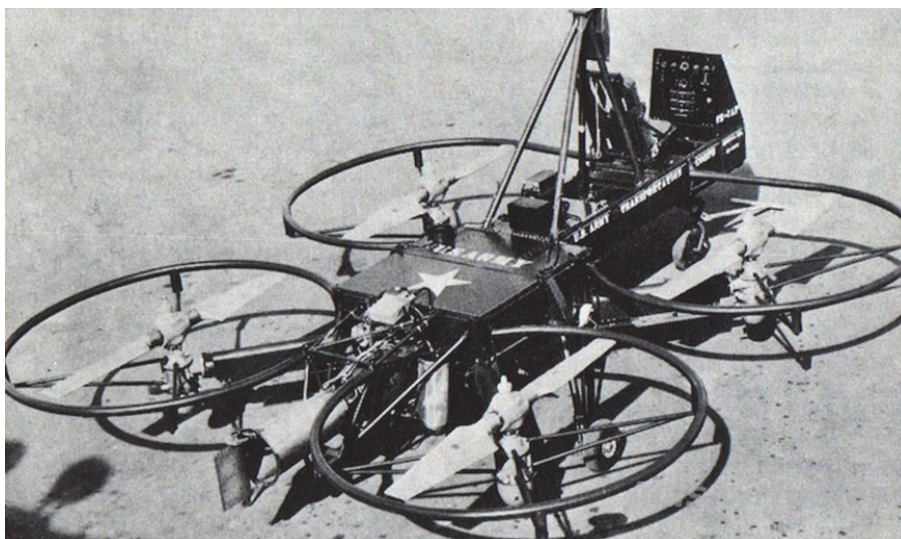
W 1944 roku Amerykanie rozpoczęli dwa niezależne, choć bardzo podobne projekty – Afrodyta (projekt amerykańskiego lotnictwa wojskowego) i Anvil (realizowany przez marynarkę wojenną). Oba zakładały podjęty przeprojektowanie wycofanych ze służby bombowców B-17 i B-24 – na latające, zdalnie sterowane bomby. W B-17 nowatorskim rozwiązaniem były dwie kamery transmitujące obraz do lecącego wyżej samolotu bazy. Jedna z nich umieszczona w kabinie, pozwalała na kontrolę przyrządów pokładowych, a druga pokazywała obraz sprzed samolotu. Pomimo odbycia kilku misji bojowych nigdy nie udało się precyzyjnie trafić do celu.

W 1956 roku powstał wojskowy napędzany dwoma silnikami wielowirnikowiec. Jego autorami byli George de Bothezat i Ivan Jerome (ci sami, co w przypadku Jerome-de Bothezat Flying Octopus), a maszyna nosiła nazwę Convertawings Model A Quadrotor (rys. 12). Niestety projekt nie wzbudził zainteresowania armii.



Rys. 12. Convertawings Model A Quadrotor
Fig. 12. Convertawings Model A Quadrotor

Przez krótki okres – od 1958 do 1960 roku – armia amerykańska testowała bardzo interesujący sprzęt o nazwie The Curtiss-Wright VZ-7 “Flying Jeep” (rys. 13).



Rys. 13. The Curtiss-Wright VZ-7 “Flying Jeep”
Fig. 13. The Curtiss-Wright VZ-7 “Flying Jeep”

Prawdziwym protoplastą nowoczesnych dronów w rodzaju Predatora były izraelskie Scout i Pioneer – drony-szybowce z lat 70. i 80. RQ-2 Pioneer (rys. 14) to wspólna inicjatywa Izraela i USA. Produkcję rozpoczęto w 1985 roku. Dziś amerykańskie wojsko nie wyobraża sobie świata bez dronów takich jak Predator (rys. 15) czy Reaper (rys. 16). Są tańsze, bardziej ekonomiczne i łatwiejsze w transporcie niż tradycyjne samoloty. Nie stwarzają zagrożenia dla pilota. Co trzeci amerykański wojskowy samolot to dron – Pentagon ma około 11 tys. takich maszyn różnego typu [4].

Bezzałogowe statki powietrzne (unmanned aerial vehicle – UAV), drony czy po prostu bezzałogowce, mają dziś w wyposażeniu chyba większość armii na świecie. Państwa zamożniejsze mogą się poszczycić konstrukcjami różnych wielkości oraz typów. Od maszyn o masie kilku ton, pułapie kilku kilometrów i czasie lotu nawet kilkanaście godzin, po takie, które ważą zaledwie kilkanaście gramów, mają kamerę i mogą pracować nawet do 30 minut.



Rys. 14. RQ-2 Pioneer
Fig. 14. RQ-2 Pioneer



Rys. 15. MQ-1 Predator
Fig. 15. MQ-1 Predator



Rys. 16. MQ-9 Reaper
Fig. 16. MQ-9 Reaper

Dlaczego na początku XX w. nie zbudowano helikoptera z tylnym rotorem na ogonie? Próby takich konstrukcji oczywiście były podejmowane, ale nie były to spektakularne sukcesy. Składało się na to wiele czynników. Przede wszystkim taki układ był zbyt skomplikowany i mało efektywny. Tylny wirnik na ogonie absorbował do 15% mocy silnika nie tworząc przy tym żadnej siły nośnej, nie powodował również pochyleń maszyny, aby mogła poruszać się do przodu lub do tyłu. Służył tylko do niwelacji rotacji kadłuba. Kolejnym argumentem było to, że główny wirnik w tym układzie tłoczy powietrze wprost na kadłub, przez co znów traci sporo na efektywności. Kolejną niedogodność, która stanowiła spory problem, wynikała z technologii jaka była w tamtych czasach dostępna. Przy zastosowaniu jednego wirnika, jego łopaty musiały być długie, a zatem również dużo cięższe. Trudno było je produkować, problemem stawał się ich napęd. Silnik musiał mieć większą moc, aby móc obracać dużymi ciężkimi łopatom z dużą prędkością. Były to czasy początków lotnictwa, a więc i dostęp do silników nie był wtedy tak szeroki jak dziś. Bracia Wright w 1903 roku do swojego Flyera zastosowali już silnik z dwoma przeciwbieżnymi śmigłami. Był to płatowiec, który główną siłę nośną wytwarzał na skrzydłach. W wielowirnikowcach cała siła nośna musiała zostać wytworzona przez łopaty śmigieł. Dlatego inżynierom lotnictwa, którzy pracowali nad wielowirnikowcami łatwiej było używać mniejszych śmigieł umieszczonych z dala od centrum maszyny. Ówczesne konstrukcje przeważnie były napędzane jednym silnikiem, a moc na rotory przekazywana była poprzez specjalne pasy lub przekładnie.

Podsumowując, pierwsze próby budowy wielowirnikowców w układzie niekoaksialnym – z wirnikami na osobnych osiach, rozmieszczone z dala od siebie – zaczęto prawdopodobnie podejmować we Francji w pierwszej dekadzie XX wieku. Wówczas wielowirnikowce miały jedną, ale znaczącą wadę: były niestabilne i niewiele dało się z tym zrobić. Latać dziś quadrocopterem zdalnie sterowanym bez jakiegokolwiek kontrolera, akcelerometru, kompasu, żyroskopu, barometru czy tak powszechnego dziś systemu GPS to spore wyzwanie. Sto lat wcześniej – maszyna była kilkanaście razy większa, załogowa, napędzająca wszystkie śmigła za pośrednictwem jednego tylko silnika, komputerem pokładowym był pilot, który dzięki prostym przekładniom próbował utrzymać stabilny poziom lotu sterując obrotami każdego z wirników. Mimo że brzmi to jak science fiction, to tamtym pilotom naprawdę udawało się tego dokonywać. Niestety cała uwaga i siły pilota skoncentrowane były na stabilizowaniu maszyny. Z tego względu przerywano wiele projektów, wykorzystujących pierwsze wielowirnikowce do celów militarnych, a w rezultacie nie przyjęły się, ani w cywilnym ani sportowym czy nawet rekreacyjnym lataniu.

Koncepcja multirotorów ewoluowała w stronę hybryd powstałych w wyniku połączenia śmigłowców z samolotami. Co do klasycznych wielowirnikowców teraz, po kilkudziesięciu latach, postęp technologiczny nareszcie pozwala na zmniejszenie kosztów elektroniki, tworzenie kontrolerów lotów sterujących jednocześnie czterema lub większą liczbą śmigieł oraz miniaturyzację maszyn. Wielowirnikowce wracają do łask i dziś stanowią najpopularniejszą kategorię wśród dronów cywilnych [6].

Od przełomowego momentu nadania sygnału przez Lowe'a bardzo wiele się zmieniło. Usunięto pilota z pokładu, pozbyto się kabla, zredukowano wagę i rozmiar. Jedno co się nie zmieniło to – ludzie dalej chcą oglądać świat z lotu ptaka. Lawrence potrzebował aż kilku tygodni, aby uzyskać zadowalającą jakość ujęcie. Dziś w kilka chwil możemy uwiecznić praktycznie każde wydarzenie z każdej perspektywy. Drony wyewoluowały, dając nam to, o czym Lawrence, Lowe i inni pionierzy awioniki mogli tylko marzyć.

3. PODSUMOWANIE

Jak można zauważyć, historia drona (we współczesnej postaci) jest względnie krótka, ale uniwersalność i możliwości zastosowań bezzałogowych statków powietrznych są bardzo szerokie i wraz ze światowym rozwojem technologicznym stale rosną. Firmy prześcigają się na polu zdalnego sterowania i łączności, powstają systemy, których dokładności pozycjonowania oraz jakość przesyłanych sygnałów są na poziomie, o którym jeszcze nie dawno mogliśmy tylko pomarzyć. Produkowane są coraz to doskonalsze materiały konstrukcyjne, lżejsze i wytrzymalsze, a na przestrzeni kilku ostatnich lat zauważyć można ogromny skok w dziedzinie napędów stosowanych w konstrukcjach bezzałogowców, produkuje się silniki o większej sprawności, baterie czy ogniwa paliwowe o coraz lepszych parametrach. Ciągły rozwój konstrukcji dronów, postęp techno-

logiczny i dążenie człowieka do ulepszenia istniejących już rozwiązań wieszczy, iż już w kilku najbliższych latach spodziewać się możemy dalszego poszerzenia spektrum zastosowań, dalszej minimalizacji masy, zwiększenia długotrwałości i bezpieczeństwa lotu.

4. LITERATURA I INNE ŹRÓDŁA

- [1] <http://www.swiatdronow.pl/krotka-historia-wielowirnikowcow>.
- [2] <https://gazetomania.pl/3846,drony-cz-1-od-pierwszych-konstrukcji-do-drugiej-wojny-swiatowej>.
- [3] <https://www.dronlandia.pl/historia-dronow-cz-1>.
- [4] <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/drony-historia-zastosowania-wojskowe-i-cywilne/t6m8sd6>.
- [5] <http://aviation24.pl/index.php/component/k2/item/3165-jak-wygladaly-pierwsze-drony-poznajcie-historie-ich-powstania>.
- [6] LEŚNIKOWSKI W.: Drony. Bezzałogowe aparaty latające od starożytności do współczesności. Wydawnictwo Adam Marszałek. Toruń, 2016.

UNMANNED AERIAL VEHICLES – GENESIS, PRESENT AND FUTURE

Summary: This elaboration shortly presents the use and history of unmanned aerial vehicles, the motivations of designers and inventors, and the more or less successful results of their actions. The study contains both the first projects, often unsuccessful, and structures that got up into the sky. The whole study is closed by the latest military constructions equipped with advanced navigational and combat systems which perform assigned missions successfully. The development directions of UAV platforms and sub-systems close the entire publication.

Key words: drone, unmanned aerial vehicle