

ZAGADNIENIA ROZWOJU BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH W INSTYTUCIE TECHNICZNYM WOJSK LOTNICZYCH

Jednym z kierunków rozwijanych prac naukowo - badawczych w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych są prace związane z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych. W Instytucie opracowano zestaw bezzałogowych celów powietrznych przeznaczonych do szkolenia wojsk obrony przeciwlotniczej. Są one wykorzystywane z powodzeniem na poligonie wojskowym. Instytut podejmuje prace dotyczące wykorzystania w warunkach Polski systemów bezzałogowych statków powietrznych dla potrzeb wojska. Zagadnienia związane z prowadzeniem obserwacji i rozpoznania są obecnie istotne w warunkach wojennych i pokojowych dla prowadzenia szkolenia np. oddziałów artylerii. Odrębnym zagadnieniem jest zastosowanie różnej klasy bezzałogowych statków powietrznych w zastosowaniach cywilnych, np. do patrolowania obszarów objętych pożarami, lasów, miast i granic państwowych.

THE ISSUES OF DEVELOPING THE UAV AT THE AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY

One of the lines of research conducted at the Air Force Institute of Technology is research into possible applications of the unmanned aerial vehicles (UAV). The Institute's team has developed a whole family of UAV to give training to the air defence troops. They are successfully used on military ranges. The Institute takes up efforts to find applications which under conditions typical of Poland can effectively satisfy needs of the Polish Armed Forces. The surveillance - and reconnaissance -dedicated issues prove to be of great significance in both war- and peacetime to provide e.g. the ground-based artillery with training. Another question is that of applying UAV of different classes to meet the needs of civilian services, e.g. to patrol fire-affected areas, forests, cities, state borders, etc.

1. WSTĘP

Referat prezentuje podstawowe typy zadań bezzałogowych statków powietrznych, analogicznych jak w przypadku systemów użytkowanych w świecie, ale z uwzględnieniem spełniania ich w warunkach polskich dla różnych rodzajów wojsk. W oparciu o wymagania funkcjonalne przedstawione są parametry opracowywanych systemów i ich rozwiązania techniczne.

¹Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, 01-494 Warszawa, ul Ks. Bolesława 6

2. BEZZAŁOGOWE STATKI POWIETRZNE

2.1 Cele powietrzne

Prace w tematyce manewrujących celów powietrznych prowadzone są w ITWL od 1996 r. i od początku ukierunkowane są na spełnienie potrzeb treningowych wojsk obrony przeciwlotniczej.

Wynikiem prowadzonego w latach 2002 – 2005 projektu celowego realizowanego przez DWŁąd jest zestaw Sterowanych Manewrujących Celów Powietrznych, wdrożony pod nazwą JASKÓŁKA. Wyposażenie zestawu umożliwia trening i wykonywanie strzelań artyleryjskich oraz artyleryjsko-rakietowych (Strzała-2M, Grom), zapewniając zasięg praktyczny celów do 3000 m przy prędkości celu do 160 km/h, na wysokościach do 600 m.



Rys.1. Zestaw Sterowanych Manewrujących Celów Powietrznych JASKÓŁKA

Aktualnie prowadzone są prace w kierunku realizacji lotu automatycznego celów dla rozszerzenia zakresu użytkowego (o trudne warunki atmosferyczne i noc) i zwiększenia stopnia złożoności realizowanych zadań (np. kilka celów operujących jednocześnie) oraz prace w kierunku opracowania systemu spełniającego wymagania strzelań z przeciwlotniczych zestawów rakietowych (Osa, Kub, Newa).

Spełnienie wymagań osiągowych (prędkość lotu minimum 100 m/s, pułap 3000 m) możliwe było dzięki zastosowaniu napędu odrzutowego, a opracowanie i zastosowanie automatycznego systemu sterowania gwarantuje zasięg praktyczny operowania powyżej 20 km oraz możliwość wykorzystania równoczesnego kilku celów powietrznych, co powoduje zbliżenie warunków szkolenia do rzeczywistych warunków współczesnego pola walki. Przykładem tego jest system imitatorów powietrznych do strzelań rakietowych pod nazwą JET. Projekt ten realizowany był w latach 2007-2009.

Obecnie projekt jest rozwijany w zakresie wymagań osiągowych (prędkość lotu do 150 m/s), co skutkuje opracowaniem nowej konstrukcji z dwoma silnikami odrzutowymi.



Rys.2. Odrzutowy cel powietrzny JET

Dane techniczne: rozpiętość - 2.04 m, max masa startowa - 21 kg, prędkość lotu – 100 m/s, promień operowania - 20 km, wysokość lotu - 3000 m, długotrwałość lotu - 40 min., wyposażenie - reflektor radarowy, spadochronowy układ lądowania

Cechami charakterystycznymi systemu celów jest zapewnienie bezpieczeństwa wykonywania strzelań, uniezależnienie dużej części szkolenia poligonowego od działań lotnictwa, niższe koszty treningów i strzelań, mniejsza wrażliwość na trudne warunki atmosferyczne oraz możliwość wykonywania zadań nocnych. Docelowo system może być oferowany również pododdziałom innych państw, trenującym na terenie poligonu Ustka.

2.2 Bezzałogowy statek powietrzny HOB-bit

Prace nad lekkim, łatwym w transporcie i obsłudze systemem do pozyskiwania informacji z powietrza (obserwacji i rozpoznania) o zasięgu 10 km prowadzone są w ITWL od 2004 r. Jednymi z podstawowych założeń podczas opracowywania systemu były: mała masa i gabaryty zestawu oraz krótki czas odtworzenia gotowości (kilka minut) pozwalający na praktyczną realizację obserwacji ciągłej przy wykorzystaniu na zmianę kilku płatowców, a także wykorzystanie napędu elektrycznego gwarantującego łatwość obsługi, niezawodność i cichy lot. Płatowce zestawu dzięki małym wymiarom i cichemu napędowi są trudno wykrywalne, dzięki czemu nadają się do działań skrytych. W pełni kompozytowa konstrukcja (z wykorzystaniem włókien szklanych, węglowych i kevlarowych oraz struktur z przekładką ulową) zapewnia wysoką odporność mechaniczną i małą masę (co gwarantuje odpowiedni udźwig i osiągi). Płatowce systemu HOB-bit wyposażone są w układ sterowania automatycznego, zapewniający lot po zadanej trasie z możliwością ręcznego ingerowania w przebieg lotu oraz sterowania modułami wyposażenia zadaniowego. Układ sterowania jest oryginalnym opracowaniem ITWL i przygotowany został specjalnie do HOB-bit'a, zaś geometria HOB-bit'a w znacznym stopniu dostosowana jest do cech funkcjonalnych układu sterowania. Również dla zestawu specjalnie opracowano naziemne

stanowisko programowania lotu i realizacji misji. Płatowce przystosowane są do realizacji startu „przyspieszonego” bez konieczności korzystania z gładkiej powierzchni startowej (pasa startowego). Do lądowania zaś wykorzystywany jest system spadochronowy, stanowiący podstawowy układ zwiększenia bezpieczeństwa użycia systemu (na wypadek awarii).

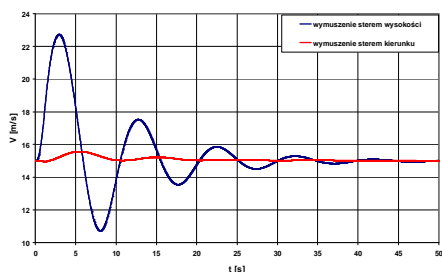
Zestaw został szczegółowo przetestowany w rzeczywistych warunkach poligonowych (również podczas ćwiczeń oddziałów specjalnych) w listopadzie 2006 r., podczas realizacji zadania naukowego na demonstrator MikroBSP dla MON, udowadniając swoje zalety oraz dostarczając danych do sformułowania wymagań na tego typu środek rozpoznania dla Polskich Sił Zbrojnych.

System HOB-bit jest w dalszym ciągu rozwijany przez modyfikację jego elementów (struktura płatowca, napęd, system sterowania, stanowisko naziemne) dla dostosowania do nowych zadań. Na kolejnych wersjach wypróbowywane są i testowane różne wersje wyposażenia zadaniowego (głowice obserwacyjne, kamery, systemy rejestracji i transmisji obrazu i danych, moduł wykrywania stacji radarowych), w niedalekiej przyszłości planowane jest użycie kamery podczerwonej oraz modułu pobierania próbek powietrza dla wykrycia skażeń.

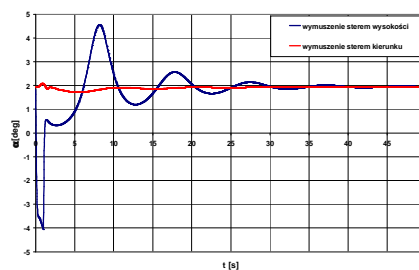


Rys. 3. Bezzałogowy statek powietrzny HOB-bit

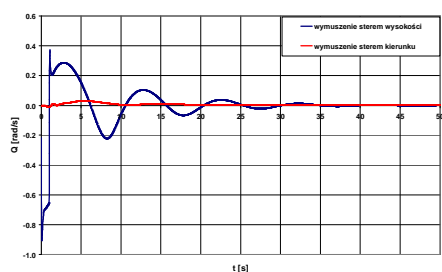
Jednym z elementów prowadzonych prac dla nowo opracowanych konstrukcji Bezzałogowych Statków Powietrznych (BSP) jest przeprowadzenie symulacji numerycznych lotu BSP. Ich celem jest określenie własności lotnych a szczególnie własności dynamicznych BSP. Na rysunkach przedstawiono wyniki symulacji samolotu HOB-bit. W przykładowych obliczeniach przyjęto, że samolot leci ustalonym lotem poziomym w czasie którego następuje zaburzenie polegające na nagłym, impulsowym wychyleniu zarówno steru wysokości jak i steru kierunku.



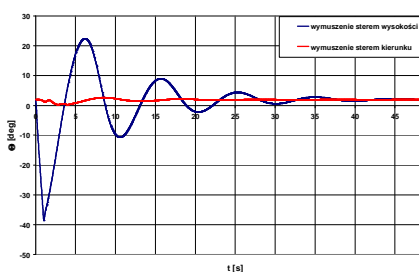
Rys.4 Zmiana prędkości lotu po wychylenie steru



Rys.5 Zmiana kąta natarcia po wychylenie steru



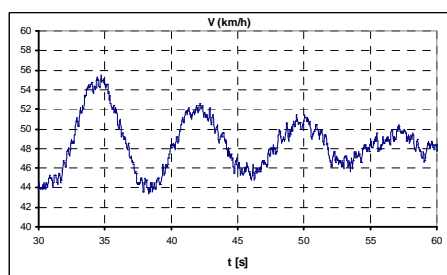
Rys.6 Zmiana prędkości kątowej pochylania po wychylenie steru



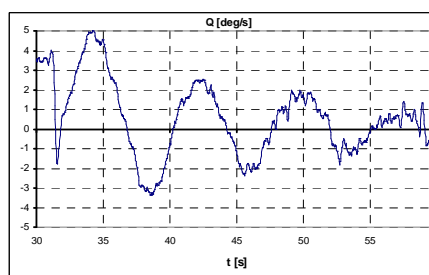
Rys.7 Zmiana kąta pochylenia po wychylenie steru

Z przedstawionych powyżej rysunków wynika, że po zaburzeniu lotu wychyleniem steru wysokości obserwuje się ruchy fugoidalne. Na podstawie przebiegów oszacowano okresy tłumionych drgań własnych samolotu. Wahania parametrów ruchu podłużnego zanikają po około 40 sekundach. Po tym czasie parametry lotu stabilizują się powracając do wartości początkowych.

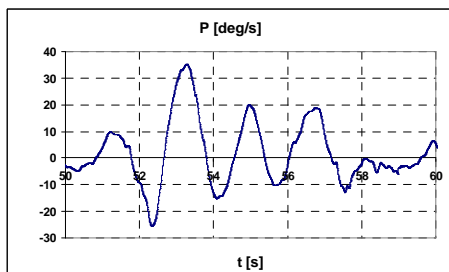
Podczas realizacji badań w locie BSP często wyniki symulacji porównuje się z wynikami badań w locie. Analizę przeprowadza się na podstawie zarejestrowanych parametrów lotu na rejestratorze badawczym. Przykładowe zapisy z lotu przedstawiono na rysunkach 8÷11. Pozwalają one określić okresy drgań własnych samolotu.



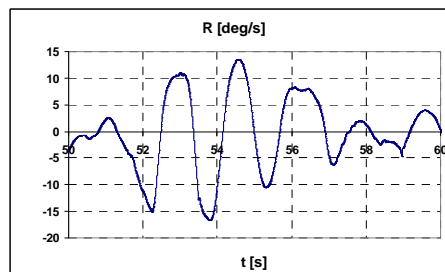
Rys.8 Zarejestrowana prędkość lotu



Rys.9 Zarejestrowana prędkość kątowa pochylania



Rys.10 Zarejestrowana prędkość kątowna przechylenia



Rys.11 Zarejestrowana prędkość kątowna odchylenia

W przypadku samolotu HOB-bit otrzymane wyniki przedstawiają, że samolot jest stateczny dynamicznie. Wszystkie ruchy mają charakter zanikających oscylacji. Okresy tych oscylacji wyliczone teoretycznie dość dobrze zgadzają się z wyznaczonymi na podstawie zapisów. Oznacza to, że wstępnie można uznać opracowany model za wiarygodnie oddający zachowanie się samolotu. Dalsze analizy porównawcze pozwolą na jego uściślenie. Dlatego też opracowany program symulacyjny stanowi przydatne narzędzie badawcze, które może być wykorzystane w procesie oceny własności lotnych badanego samolotu bezpilotowego. Jest to szczególnie istotne, gdyż obiekt, który z założenia ma wykonywać loty autonomiczne powinien być stateczny. Ułatwia to w zasadniczy sposób programowanie autopilota, który nie musi realizować zadania ustatecznienia samolotu i jego moc obliczeniowa może być w pełni wykorzystana do planowania misji.

2.3 Lekki bezzałogowy statek rozpoznawczy NIETOPERZ

Nowszą wersją bezpilotowego statku powietrznego HOB-bit jest lekki bezzałogowy statek rozpoznawczy NIETOPERZ.

NIETOPERZ to mobilny, lekki system bezzałogowy do zadań obserwacji i rozpoznania obiektów w terenie na odległość do 15 km do zastosowań cywilnych i wojskowych.

Przeznaczony do wspomaganie akcji służb cywilnych oraz wykonywania dokumentacji fotograficznej terenu.



Rys. 12. Lekki bezzałogowy statek rozpoznawczy NIETOPERZ

Dane techniczne: rozpiętość - 2.41 m, długość - 1.28 m, masa startowa - do 6.5 kg (uzależniona od wyposażenia zadaniowego i zastosowanego akumulatora), prędkości lotu 50–100 km/h, czas lotu - do 1.5 godz., pułap praktyczny - 1000 m, promień operowania - do 15 km (uzależniony od zastosowanych systemów transmisji danych oraz profilu lotu), sposób startu - z ręki z wykorzystaniem liny gumowej, sposób lądowania - na kadłubie lub na spadochronie, napęd - silnik elektryczny o mocy maksymalnej 1500W, akumulator typu Li-Poly 22.2V, 10 do 15 Ah, sposób sterowania - z wykorzystaniem autopilota oraz komend wysyłanych ze stacji naziemnej, wyposażenie obserwacyjne-opcjonalnie głowica ze sterowaną i stabilizowaną kamerą dzienną lub kamerą IR lub głowica z cyfrowym aparatem fotograficznym wraz z systemem transmisji sygnału wizyjnego w czasie rzeczywistym.

2.4 Miniaturowy system bezzałogowej powietrznej kontroli statków rybackich RYBAK

Projekt pilotażowy wdrożenia nowej technologii kontroli działań związanych z rybołówstwem, polegający na opracowaniu i stworzeniu „demonstratora” (modelu użytkowego) miniaturowego systemu bezzałogowej powietrznej kontroli statków rybackich.

Projekt RYBAK współfinansowany był ze środków UE w latach 2007-2008 r.

Przeznaczony dla Okręgowych i Terenowych Inspektoratów Rybołówstwa Morskiego.

Celem projektu było:

- zbudowanie bezzałogowego statku powietrznego umożliwiającego w czasie rzeczywistym wykrywanie, obserwowanie i dokumentowanie ruchu obiektów oraz zjawisk na morzu;
- zdobycie doświadczeń eksploatacyjnych oraz określenie szczegółowych wymagań techniczno-funkcyjnych na docelową wersję, w celu wprowadzenia nowoczesnych metod monitoringu łowisk.



*Rys. 13. Miniaturowy system bezzałogowej powietrznej kontroli statków rybackich RYBAK
Dane techniczne: rozpiętość - 2.7, max masa startowa - 18 kg, prędkość lotu 90 - 150 km/h,
promień operowania - 20 km, wysokość lotu - 600 m, długotrwałość - 1.5 h, wyposażenie:*

stabilizowany moduł obserwacyjny (aparat cyfrowy, kamera DV, kamera IR), spadochronowy układ lądowania.

2.5 Bezzałogowy statek powietrzny pionowego startu i lądowania KOLIBER

Projekt badawczo-rozwojowy dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju na lata 2008-2011.

Projekt bazuje na wykorzystaniu bezzałogowego statku powietrznego pionowego startu i lądowania do zadań rozpoznania powietrznego.

Celem projektu jest opracowanie, wykonanie prototypu wraz z dokumentacją techniczną oraz poddanie testom funkcjonalnym systemu bezzałogowego statku powietrznego pionowego startu i lądowania.

Bezzałogowy statek powietrzny pionowego startu i lądowania KOLIBER przeznaczony jest do wykonywania lotów w celu pozyskania danych z obserwacji powietrznej na terenach zurbanizowanych dla:

- bezpośredniego wsparcia działań pododdziałów wojska, policji, straży granicznej, straży pożarnej, służb ratowniczych itp.;
- sporządzania dokumentacji fotograficznej.

W skład systemu wchodzi:

- składany lekki śmigłowiec z napędem elektrycznym;
- stacja naziemna-zapewniająca sterowanie, programowanie, kontrolę lotu, rejestrację i przetwarzanie danych oraz odbiór obrazu;
- wyposażenie eksploatacyjne.

Wyposażenie pokładowe śmigłowca stanowi:

- moduł obserwacyjny-kamera sterowana w jednej osi,
- układ transmisji danych i obrazu,
- awaryjny spadochronowy układ lądowania,
- autopilot z możliwością wcześniejszego zaplanowania misji.



Rys. 14. Bezzałogowy statek powietrzny pionowego startu i lądowania KOLIBER

Dane techniczne: max masa startowa - 3100 g, prędkość lotu - 60 km/h, zasięg lotu - 3 km, czas lotu - 25 min, parametry w stanie gotowości do lotu: długość - 0,87 m, szerokość - 0,87 m, wysokość - 0,32 m.

2.6 Bezzałogowy śmigłowiec-ROBOT do zadań specjalnych

Projekt badawczo-rozwojowy dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju na lata 2009-2011. W celu realizacji projektu zostało zawiązane konsorcjum w skład którego wchodzi Instytut Lotnictwa, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych oraz Wojskowe Zakłady Lotnicze Nr 1.



Rys. 15. Bezzałogowy śmigłowiec ROBOT do zadań specjalnych

Projekt dotyczy budowy bezzałogowego śmigłowca ROBOT-a mającego zastosowanie do celów wojskowych. Obiekt taki, odpowiednio wyposażony, mógłby znaleźć zastosowanie jako broń precyzyjna. Używanie obiektów bezzałogowych może znacząco wpłynąć na możliwości prowadzenia działań obserwacyjnych, zwiadowczych i obronnych. Daje możliwość docierania w trudne tereny bez konieczności narażania bezpieczeństwa ludzi.

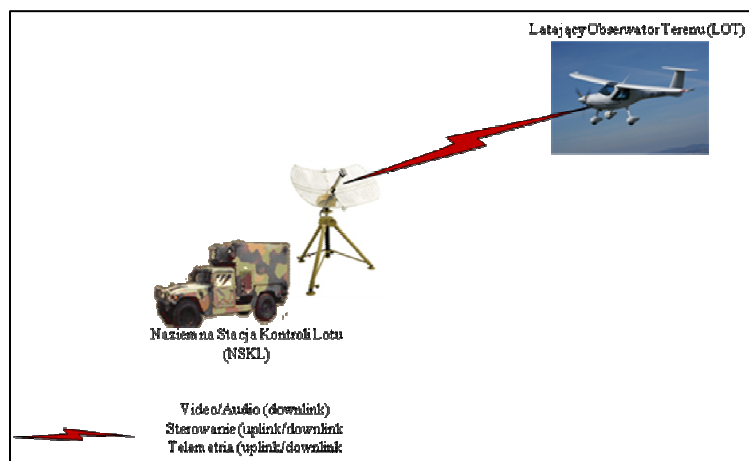
Oprócz zastosowań wojskowych śmigłowiec bezzałogowy może stać się wyposażeniem innych służb, takich jak policja, straż pożarna czy służby ratownicze, gdzie byłby wykorzystywany do celów patrolowych.

Śmigłowiec zostanie zbudowany z materiałów kompozytowych.

Badania obejmują badania systemów sterowania, badania statyczne, dynamiczne i zmęczeniowe, badania stoiskowe na ziemi oraz badania w locie – lot „na uwięzi” oraz wykonanie misji na poligonie.

2.7 Latający obserwator terenu LOT

Projekt badawczo-rozwojowy dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju na lata 2010-2012 realizowany przez konsorcjum: Politechnika Rzeszowska, Instytut Lotnictwa, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych i Aero-Kros.



Rys. 16. Latający obserwator terenu LOT

Dane techniczne: zasięg lotu - 700 km, promień działania - 350 km, wysokość lotu - od 100 do 2000 m, start i lądowanie z obserwatorem na pokładzie w trybie: a - ręcznym przez obserwatora na pokładzie samolotu; b - półautomatycznym przez obserwatora na pokładzie samolotu wspomaganym przez SSiN, c - automatycznym z NSKL.

Głównymi elementami systemu są:

1. Latający obserwator terenu LOT realizujący misję w dwóch trybach:
 - tryb autonomiczny – w którym latający obserwator wykonuje bezałogowy lot nad wyznaczonym terenem. LOT jest kontrolowany i rejestrowany przez urządzenia NSKL i operatora misji,
 - tryb załogowy – w którym na pokładzie LOT dodatkowo znajduje się pilot – obserwator. W tym trybie pilot – obserwator odciążony od bieżącego sterowania LOT, szczególną uwagę poświęca obserwacji terenu i wyszukiwaniu obiektów.
2. System transmisji danych i obrazu składający się z:
 - układu transmisji dwukierunkowej danych o stanie LOT i sygnałów nakazowych realizacji misji z od operatora i z NSKL,
 - układu transmisji jednokierunkowej z głowicy obserwacyjnej LOT.
3. Naziemna stacja kierowania lotem (NSKL) zabudowana na samochodzie z dwoma stanowiskami:
 - stanowisko operatora obsługującego zintegrowany moduł sterowania i nawigacji LOT,
 - stanowisko operatora obserwującego teren i planującego misję.

System ma działać na terenie całej RP w warunkach dziennie – nocnych przy umiarkowanym zachmurzeniu.

3. WNIOSKI

Rosnące w ciągu ostatnich lat zapotrzebowanie na bezpilotowe statki powietrzne zaowocowało powstaniem wielu różnych konstrukcji różniących się parametrami geometryczno-masowymi, układem aerodynamicznym, według którego zostały zbudowane, a przede wszystkim zakresem możliwych zastosowań. W ten nurt prac wpisują się zbudowane i przetestowane w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych bezpilotowe statki powietrzne.

Jednym z elementów prowadzonych prac jest przeprowadzenie symulacji numerycznych lotu bezpilotowych statków powietrznych. Ich celem jest określenie własności lotnych, a przede wszystkim ocena ich stateczności dynamicznej.

4. BIBLIOGRAFIA

Niepublikowane opracowania Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych.