

Istotne problemy dalszego rozwoju Bezzałogowych Statków Powietrznych (BSP)

Bezpieczeństwo lotów, technika przenoszenia innych sensorów niż optoelektroniczne, skuteczna transmisja danych i bezpieczeństwo teleinformatycznego rozstrzygną o przyszłości bezpilotowców w działaniach militarnych i zastosowaniach cywilnych¹.

Czesław Romek²

Podstawą koncepcji Bezzałogowych Statków Powietrznych, wywodzącą się jeszcze z czasów wojny wietnamskiej, było stworzenie narzędzia zdolnego do wykonywania misji powietrznych określanych mianem 3d: *dirty, dull, dangerous*. Pierwsze, amerykańskie „bepilotowce” (ang. Unmanned aerial vehicle w skrócie UAV) to przerobione latające cele,, które infiltrowały północno-wietnamski system obrony powietrznej, zadający przerażające straty US Air Force. Z kolei pierwsze, prawdziwe UAV wykorzystane w Libanie przez Izrael, to pokłosie strat poniesionych przez izraelskie lotnictwo podczas wojny Yom Kippur.

Większość zaawansowanych technologii rodzi się na zamówienie wojska oraz służb państwowych z racji na możliwości ich finansowania przez podatników. Dopiero później przejmował je rynek cywilny. Upowszechnienie skutkowało spadkiem cen produktów opartych o nie. Obecnie coraz częściej korporacje dysponują potencjałem umożliwiającym prace nad rozwojem technologii, jednak zasady brutalnego kapitalizmu - produkt musi się sprzedać – nadal obowiązują. Milionowe inwestycje w coś, co w ilościach detalicznych będzie kosztowało setki tysięcy dolarów, musi być kierowane i dedykowane wojsku i opłacane z budżetu. Notabene tylko dwa kraje sprzedają swoje UAV na rynku międzynarodowym: USA i Izrael.

Siły zbrojne tych państw zapoczątkowały wykorzystanie bojowe środków bezzałogowych na szeroką skalę, zaś przemysł natychmiast dostosował podaż do popytu. **Spójrzmy na rozwój konstrukcji *Predatora* - najbardziej rozpoznawalnego UAV na świecie. Ta konstrukcja ewaluuje w oparciu o prosty mechanizm: wojsko użytkuje system i wykrywa wady, jednocześnie znajduje nowe obszary zastosowań, o czym informuje producenta, ten zaś dostosowuje produkt do oczekiwań klienta.** *Reaper* czy *Grey Eagle* - następcy *Predatora* - to konstrukcje kumulujące w sobie kilkanaście lat doświadczeń wykorzystania RQ-1.

Predator, *Reaper* czy *Grey Eagle* należą do klasy MALE (średni pułap, długie przebywanie w powietrzu) i jak dotąd w USA poza siłami zbrojnymi znalazły użytkowników w kilku agencjach federalnych, w tym zwłaszcza w CIA. Niestety, jej działania antyterrorystyczne z użyciem BSP w Jemenie czy Somalii przyczyniły się do powstania tzw. czarnego PR wokół latających robotów.

Rynek cywilny zablokowany jest obecnie brakiem przepisów prawnych o integracji UAV z przestrzenią powietrzną wykorzystywaną przez statki załogowe. Jednak analizy ostatnich miesięcy wskazują że obecnie największe zapotrzebowanie cywilne jest na lekkie środki latające wykorzystujące głowice optoelektroniczne. Rynek cywilny jest dokładnie w miejscu, gdzie znajdowały się potrzeby sił zbrojnych na początku wykorzystania UAV w latach 80-90.

¹Artykuł został udostępniony przez Autora dla „Pięciu żywiotów” jako głos w dyskusji o znaczeniu systemów bezzałogowych dla polskiej obronności, nauki i gospodarki.

² ekspert ds. BSL koordynator Droniady – Parady Robotów w Krakowie.

Cztery filary kierunków rozwoju BSP

ROZWÓJ MOŻLIWOŚCI PLATFORM LATAJĄCYCH.

Rozwój zarówno w zakresie parametrów taktyczno-technicznych takich jak szybkość, pułap, długotrwałość lotu, ale również w zakresie możliwości manewrowych, odporności na ekstremalne warunki atmosferyczne oraz udźwig ładunków.

Coraz częściej też rozważa się koncepcje pojazdów wielośrodowiskowych czyli np. wiroplata mogącego wchodzić bez specjalnych przygotowań w środowisko wodne jako robot podwodny.

Zakres potrzeb technologicznych w tej materii to oprócz miniaturyzacji elementów elektromechanicznych, serwowatorów, źródeł zasilania, dotyczy również zapotrzebowania na nowe rodzaje materiałów konstrukcyjnych czy poszycia, silników, systemów hydraulicznych i pneumatycznych oraz rodzajów paliw.

ROZWÓJ TECHNOLOGII ZWIĄZANEJ Z BEZPIECZEŃSTWEM LOTÓW.

Trwa prawny paraliż spowodowany wymaganiami postawionymi przez władze lotnicze dla bezzałogowych platform latających.

W chwili obecnej zarówno ICAO (ang. International Civil Aviation Organization) jak i Unia Europejska (UE) główny nacisk stawiają na stworzenie automatycznego i autonomicznego systemu *sense and avoid* (S&A). Technologicznie stworzenie systemu sensorów opartych o radiolokację, detekcję za pomocą sensorów optycznych czy infradźwiękowych nie jest problemem, gdyż wspomniane technologie funkcjonują już w lotnictwie (nie wspominając o prozaicznych czujnikach cofania w naszych samochodach), zaś ich miniaturyzacja i coraz większa skuteczność rośnie z dnia na dzień. Problem stanowi złożoność i ciężar sensorów, integracja ich w jednolity system detekcji oraz algorytmy postępowania w sytuacjach zagrożenia. Organy tworzące prawo opierają kwestie bezpieczeństwa o system S&A, co nie do końca odpowiada logicznemu potraktowaniu integracji BSP z przestrzenią kontrolowaną, ale to już zupełnie inna historia.

Wymagania dla systemów S&A zakładają że platforma latająca ma automatycznie omijać wykryte przeszkody w celu uniknięcia kolizji.

W założeniach mają to być zarówno przeszkody w powietrzu (inne statki powietrzne), jak i na ziemi. Tak szerokie wymagania są często kwestionowane w zakresie realnej potrzeby, ponieważ, o ile kwestie uniknięcia kolizji w powietrzu są de facto istotą integracji BSP z przestrzenią wykorzystywaną przez statki załogowe, to rozciągnięcie działania systemu o przeszkody lądowe wydaje się nieuzasadnione. Wymagania stawiane przez władze lotnicze w zakresie BSP są oparte o założenie, że operator nie zapewnia separacji w powietrzu. W statku załogowym pilot za pomocą przyrządów oraz własnych zmysłów (tak naprawdę wzroku) zapewnia separację, czyli utrzymanie bezpiecznej odległości od innego samolotu. Cała „awantura” o system S&A opiera się na założeniu, że operator BSP nie obserwuje przestrzeni wokół siebie, tylko patrzy na ziemię. Założenie takie jest kompletnym nieporozumieniem, ponieważ jak wszędzie to procedury i wyszkolenie operatora będzie regulowało jego działania w tym zakresie. Poza tym wiele nowych konstrukcji posługuje się już systemem: operator platformy i analityk obrazu (platforma oprócz główicy ma kamerę pracującą w osi lotu, którą posługuje się operator). Tak się dzieje podczas awarii, kiedy operator traci kontrolę nad BSP i platforma przechodzi w tryb automatycznego powrotu do bazy.

W USA od kilku miesięcy armia testuje *Ground Base Sense And Avid* (GBSAA) - system dostosowany do małych i średnich BSP, który charakteryzuje się rozmieszczeniem systemu sensorów (radarowych) na ziemi w rejonie działania BSP i algorytmie automatycznych manewrów platformy po wykryciu zagrożenia związanego z pojawieniem się innego statku powietrznego w rejonie działania. Rozwiązanie to eliminuje problemy technologiczne z możliwościami przenoszenia sensorów przez małe i średnie platformy latające, które

obarczone są ograniczeniami udźwigu i możliwości zasilania takich sensorów. Oczywiście rozwiązanie to w formie stosowanej w USA ma charakter stacjonarny, jednak koncepcja systemu naziemnego w postaci mobilnej to jeden z najciekawszych kierunków rozwojowych systemów S&A.

Zakres możliwości technologicznych w zakresie systemów „wykryj-omiń” jest bardzo szeroki i daje możliwości działania branżom dalekim od runku lotniczego. Każda koncepcja pozwalająca na wykrycie obiektów o określonej masie w określonej odległości od platformy latającej charakteryzująca się wysokim stopniem niezawodności ma szansę znaleźć zastosowanie w konstrukcjach BSP.

Bardzo istotnym w kwestiach bezpieczeństwa BSP w przestrzeni nazwijmy to „zintegrowanej”(czyli przestrzeni, w której poruszają się statki załogowe i BSP) są wymagania dla lotów w przestrzeni kontrolowanej. W przestrzeni kontrolowanej klasy C (w Polsce mamy tylko ten typ przestrzeni kontrolowanej) kolokwialnie mówiąc Polska Agencja Żeglugi Powietrznej odpowiada za separację statków powietrznych co czyni za pomocą systemu radiolokacji i radiokomunikacji. Oczywiście w ogromnym uproszczeniu. I właśnie te dwa systemy determinują potrzeby rozwoju technologicznego dla BSP w zakresie dostępu do przestrzeni kontrolowanej typu U, czyli nas typu C.

Aby być widocznym dla kontrolerów, BSP musi posiadać transponder, czyli urządzenie, które powala się „zobaczyć” radarom wtórnym PAŻP. Najnowsze transpondery pracujące w modzie S oprócz pozycji wskazują również kontroli naziemnej kurs, wysokość i prędkość statku powietrznego. Na rynku istnieją już transpondery wielkości pudełka od zapalek i jak twierdzą fachowcy, jeśli będzie zapotrzebowanie na mniejsze, to nie jest problemem zmniejszyć je jeszcze bardziej. Podobnie jak systemy S&A transpondery to element, nad którym mogą „pochylić” się działy badawcze nie związane z lotnictwem. Ważne jest, aby sprzęt był lekki, o wystarczających parametrach i pobierał jak najmniej energii. Ciekawym programem byłby program, w którym producent takich transponderów we współpracy z PAŻP przetestowałby transponder pod względem minimalnych wymagań w zakresie emisji sygnału w powiązaniem z mocą znamionową potrzebną dla wykrycia go przez system PRANET . A może spróbować połączyć koncepcję S&A z pracą transponderów z systemem PRANET. W każdym razie pole do popisu jest ogromne, zaś zapotrzebowanie, jeśli tylko rynek ruszy, pewne.

Oczywiście BSP generują potrzeby opracowania systemów awaryjnych w zakresie utraty łączności, zaniku zasilania i ochrony przed upadkiem na ziemię. Obecnie kilka firm oferuje rozwiązania ratunkowe dla wiroplątów oparte o spadochrony ratownicze mające zapobiec upadkowi np. 30 kilogramowego śmigłowca na zabudowania po awarii silnika.

ROZWÓJ TECHNOLOGII W ZAKRESIE WYKORZYSTANIA PLATFORMY LATAJĄCE DO PRZENOSZENIA SENSORÓW INNYCH NIŻ OPTOELEKTRONICZNE

Podstawowe wyposażenie UAV to oczywiście różnego rodzaju głowice optoelektroniczne. Nawet na tym polu wciąż jest miejsce dla inwencji i rozwoju nowych technologii. Miniaturyzacja kamer używanych w UAV w ciągu ostatnich lat dokonała ogromnego skoku. Głowice o ciężarze mniejszym niż jeden kilogram, mieszczą kamery HD z optycznym, dziesięciokrotnym zoomem, kamery termowizyjne, dalmierze laserowe i podobne urządzenia. Głowice optoelektroniczne dostarczające w czasie rzeczywistym obraz w jakości HD, dają olbrzymie możliwości wykorzystania na rynku cywilnym począwszy od monitoringu bezpieczeństwa poprzez mapowanie terenu i inspekcje budowlane aż po wykorzystanie w telewizji czy reklamie.

Technologie uzyskania jak największej rozdzielczości w jak najmniejszych kamerach to obecnie główny element wyścigu producentów i tutaj na świecie liczy się ich zaledwie kilku.

To samo dotyczy kamer termowizyjnych mające poza militarnym szerokie zastosowanie np. w operacjach ratowniczych czy poszukiwawczych oraz przy diagnostyce linii przesyłowych energii czy gazu. Dobra kamera termowizyjna ciężko poddaje się miniaturyzacji. Poza oczywistymi potrzebami rozwoju kamer niezmiernie ważnym elementem jest rozwój systemów

stabilizacji i obróbki obrazu. Kamera nawet o najlepszych parametrach technicznych do niczego się nie przyda, jeśli nie będzie stabilizowana zarówno mechanicznie jak i jej obraz stabilizowany elektronicznie. To główny problem przy małych głowicach o wagach 1-2 kg. Ogromne pole do popisu mają firmy informatyczne, które stworzyć powinny zaawansowane programy do obróbki obrazu ułatwiające pracę analityków.

Platformy latające systemów BSP oprócz optyki przenoszą obecnie również stacje radarowe w tym radary SAR (do obserwacji powierzchni ziemi) oraz sprzęt do prowadzenia walki radioelektronicznej (EW). Coraz częściej wykorzystywane są jako elementy systemów komunikacji. **O ile radary SAR to dosyć wyspecjalizowane narzędzie rozpoznawcze państwa prowadzącego tak zwane rozpoznanie w różnych częściach świata, to już koncepcja wykorzystania BSP jako latającej stacji radiolokacyjnej dla kraju takiego jak Polska może być użytecznym elementem programu „Tarcza dla Polski”. Zakup systemów AWACS czy innych jemu podobnych jest bardzo kosztowny, a poza tym samoloty takie mogą latać tylko przy uzyskanej przewadze w powietrzu. Koncepcja kilkudziesięciu lekkich BSP startujących z mobilnych stanowisk, ale stanowiących element nadzoru radiolokacyjnego, to założenie „skrojenia” produktu dokładnie do potrzeb zamawiającego.** Zwłaszcza, że polskie firmy mają doświadczenie oraz potrzebny potencjał do rozwoju w tym kierunku. Pamiętajmy, że platforma latająca to najmniej trudny do stworzenia element systemu.

BSP jako nośniki aparatury rozpoznania łączności to kolejny kierunek rozwoju mocno zaawansowany innych krajach. Poza typowo „medialnym” (znanym z filmów sensacyjnych) elementem tego typu rozpoznania czyli przechwytywaniem korespondencji radiowej czy telefonii komórkowej, BSP może stanowić idealny element systemu radiopelengacji, gdzie antena odbiornika radiowego na platformie latającej porusza się, wykonując tysiące namiarów na minutę, czego nie da się zrobić na ziemi. Wykrycie emisji źródła radiowego i określenie jego pozycji to podstawowe elementy wojskowego SIGINT. **W Afganistanie coraz częściej wykorzystuje się BSP do retransmisji łączności radiowej. Operujące z dala od bazy jednostki „przedłużają” zasięg swoich radiostacji korzystając z wiszących nad nimi BSP.** Poza oczywistym zastosowaniem militarnym podobne rozwiązania stosuje się w USA do odtworzenia możliwości komunikacyjnych np. w rejonach objętych działaniem klęsk żywiołowych. **BSP mogą zastąpić zniszczone na ziemi repetiery sieci komórkowych albo stworzyć sieć dla służb ratunkowych.** Ostatnie informacje prasy fachowej wskazują, że US Army na bazie BSP Shadow opracował zasobnik tworzący nad danym rejonem sieć zbliżoną do Wi Fi, z której mogą korzystać żołnierze objęci jej zasięgiem. Sieć ta pozwala komunikację głosową, pozycjonowanie oraz przesył obrazów. Elementami roboczymi takiej sieci mogą być najtańsze na rynku jednostki centralne czyli smartfony np. z systemem Android.

ROZWÓJ TECHNOLOGII PRZESYŁU DANYCH POMIĘDZY GCS A PLATFORMĄ LATAJĄCĄ

Każdy system BSP korzysta z co najmniej dwóch linii przesyłu danych: CDL (przesył danych telemetrycznych pomiędzy platformą i stacją kontroli zapewniający kontrolowanie lotu platformy) oraz VDL (strumień video zwany również FMV). Link zapewniający kontrolę platformy przez operatora tak naprawdę określa możliwości techniczne systemu i bezpieczeństwo jego użycia. Przekaz obrazu w czasie rzeczywistym to z kolei istota podstawowego wykorzystania BSP.

Wyzwaniem obecnym jest przesył uzyskanych danych łączami radiowymi, w szczególności plików wizyjnych o wysokiej rozdzielczości. Obecnie większość konstrukcji zapewniających takie możliwości wykorzystuje łącza satelitarne, co niestety sporo kosztuje i zmusza kraje nie posiadające własnych satelitów komunikacyjnych na korzystanie z potencjału innych państw. Łącza radiowe oparte o anteny kierunkowe ograniczają zasięg kierowania i przesyłu danych wizyjnych do odległości realnych 100-300 km. Problemem jest wykorzystanie częstotliwości najbardziej skutecznych do przesyłu danych, ponieważ są one zajęte przez sieci telefonii komórkowej. Technologie szerokopasmowe są wciąż bardzo drogie i importowane z USA.

Kolejnym elementem jest szyfrowanie danych przesyłanych z BSP oraz zabezpieczenie linku CDL przed przejęciem kontroli nad BSP przez osoby nieupoważnione. Wypadek z przejęciem najnowszego amerykańskiego „niewidzialnego” BSP Sentinel przez Iran wskazuje, ile jest jeszcze do zrobienia w tym zakresie. Niemcy ostatnio ogłaszali sukces w przesyłaniu danych za pomocą promienia lasera, co poza ogromną przepustowością takiego łącza, daje duże bezpieczeństwo transmisji danych.

Mając na uwadze ogłoszony program budowy BSP może warto się zastanowić właśnie nad tym elementem związanym z przesyłem danych uzyskanych z BSP w zakresie technologii laserowej, w której Polska nauka zawsze znajdował się w czołówce. Dla wojskowych BSP problem utrzymania kontroli nad platformami latającymi jest kluczowym problemem bezpieczeństwa wykorzystania bojowego. Nasz potencjalny przeciwnik na pewno będzie dysponował systemami walki radioelektronicznej i działanie nad jego terytorium przy wykorzystaniu łącz radiowych będzie niemożliwe. Albo bardzo trudne. Przykład starcia Rosji z Gruzją dobitnie pokazuje, że wykorzystane przez Gruzję izraelskie BSP nie przetrwały dwóch dni konfliktu. Założenie, że uzbrojone BSP wleczą w strefę działań głębokich przeciwnika jest moim zdaniem nierealne, zwłaszcza jeśli takim przeciwnikiem ma być np. Rosja. Natomiast wykorzystanie uzbrojonych BSP jako bezpośredniego wsparcia powietrznego (CAS) to zupełnie inna sprawa. BSP działając w strefie własnych środków walki radioelektronicznej powinny wykazać się dużą odpornością na przeciwdziałanie elektroniczne przeciwnika. Łącza laserowe mogłyby być gwarantem niezawodności np. Reaperów wspierających swoimi hellfire walczącą brygadę pancerną.

Zresztą technologie związane z przesyłem danych pomiędzy BSP i stacją kierowania to element obosieczny. Z jednej strony jest zapotrzebowanie na zabezpieczenie takich łącz lub wytworzenie innego systemu przesyłu niedostępnego dla przeciwnika. Z drugiej strony Polska potrzebuje systemów zwalczających BSP przeciwnika i technologia będzie bardzo podobna aczkolwiek spolaryzowana o 180 stopni w zakresie wykorzystania. Śledząc działania Rosji w ostatnich dwóch latach widać ogromne przyspieszenie w wprowadzaniu technologii BSP dla potrzeb armii. Rosja kupuje w Izraelu płatowce, zaś w Austrii wiropląty. Jednocześnie zaczyna produkować własne konstrukcje i rozwija systemy zwalczania BSP, które oferuje do sprzedaży na rynkach światowych.

Nie pozostajemy w tyle.

UWAGA GENERALNA

Nie nazywajmy BSP dronami!!! Bezzałogowy Statek Powietrzny mimo, że nie zdefiniowany w naszym Prawie Lotniczym, jest platformą latającą kierowaną z ziemi przez certyfikowanego operatora.

BSP w zakresie parametrów lotu wykonuje zadania przesyłane mu za pomocą łącza radiowego ze stacji kierowania przez operatora. Automatycznie platforma latająca porusza się tylko w sytuacji awaryjnej kiedy operator utracił z nim łączność.

Mimo że definicji drona również nie ma, dron w potocznym rozumieniu (często opartym o przykłady z literatury i filmów science fiction) to automatyczne urządzenie wykonujące zaprogramowane zadania. Dron to bezduszna maszyna wykonująca swoje zadanie niezależnie od okoliczności i przeszkód. Pierwsze amerykańskie „BSP” latające cele Firebee skonfigurowane do infiltracji północno-wietnamskiej obrony przeciwlotniczej działały właśnie jako drony. Tzw. zabójcze drony typu Predator czy Reaper to BSP kierowane przez operatora, który lokalizuje cel, następnie go identyfikuje i odpala raketę. Zabija człowieka!

Aczkolwiek – jeśli już - dronami można nazwać takie latające systemy bezzałogowe, które nie przewidują pełnej kontroli operatora nad parametrami lotu i stosują w pełni automatyczną zaprogramowaną procedurę wykonania zadania.