

**ABSP ALBATROS W DZIAŁANIACH MORSKICH – ANALIZA
POTENCJALNYCH ZASTOSOWAŃ**

UAV ALBATROS IN POTENTIAL MARITIME APPLICATIONS

Rafał MIĘTKIEWICZ
r.mietkiewicz@amw.gdynia.pl

Akademia Marynarki Wojennej
Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich
Instytut Operacji Morskich

Jarosław ZUBRZYCKI
j.zubrzycki@pollub.pl

Politechnika Lubelska

STRESZCZENIE

Celem opracowania jest przedstawienie wyników pracy zespołu (konsorcjum) utworzonego w odpowiedzi na ogłoszony przez Inspektorat Uzbrojenia Sił Zbrojnych RP dialog techniczny dotyczący bezzałogowego systemu powietrznego BSP pionowego startu o nazwie Albatros. Założeniem zespołu było opracowanie podstaw teoretycznych, zaprojektowanie i zbudowanie platformy powietrznej dedykowanej realizacji zadań nad morzem. Bezpilotowy system powietrzny (BSP) pionowego startu klasy taktycznej miał być jednocześnie przeznaczony do prowadzenia działań innych podmiotów (Policja, Straż Pożarna, Straż Graniczna, itp.). Artykuł prezentuje wyniki prób i analiz, jakim poddany został model Albatrosa.

SUMMARY

The main objective of this paper is to present the results of searching team researches included the Albatros unmanned aerial vehicle (UAV). Armament Inspectorate of Polish Armed Forces enunciated the dialogue notice pertain to tactical class vertical take-off and landing UAV. The basic assumption for the team was to evolve the theoretical background as well as the design the model of unmanned platform dedicated to wide range of missions over the sea areas. Based on that, the UAV potentially could play the vital role in other institutions (Police, Boarding Guard, Fire Department, etc.). The article presents the results of experiments, analyses executed with the Albatros model.

Słowa kluczowe: bezpilotowy system powietrzny, BSP, Albatros

Key words: unmanned aerial system, UAS, Albatros

WSTĘP

Bezzałogowe statki powietrze (BSP) znajdują coraz szersze zastosowanie w wielu dziedzinach działalności ludzkiej. Zawdzięczają to głównie swojej mobilności, różnorodności, modułowej budowie, a przede wszystkim temu, że do wykonywania działań nie potrzebują pilota na swoim pokładzie. Dzięki temu mogą być wykorzystywane w warunkach, w których

życie lub zdrowie pilota byłoby zagrożone, lub tam, gdzie czynnik ludzki mógłby znaczenie zmniejszyć szanse na powodzenie zadania. Gwarantują one przy tym długotrwałe dostarczanie informacji pochodzącej z zamontowanych (podwieszonych) na pokładzie sensorów, co z kolei wpływa na tworzenie świadomości operacyjnej poprzez dostarczanie aktualnego obrazu sytuacji (ang. *maritime situational awareness*).

Opiniotwórcze ośrodki eksperckie podejmując tematykę systemów bezzałogowych nie wahają się przed definiowaniem tez, iż znaczenie tego typu technologii w Siłach Zbrojnych RP było bagatelizowane przez długie lata. Pozyskanie systemów tego typu nie znajdowało się wśród priorytetów rozwojowych, czego efektem było pozyskanie do roku 2017 nielicznych systemów trzech typów (izraelski Aeronautics Orbiter, produkt rodzimej konstrukcji FlyEye oraz amerykański ScanEagle). Zwracano przy tym uwagę, iż rozwój takich programów, jak artyleria raketowa „Homar” wymaga wyposażenia jednostek w platformy zdolne do zapewnienia rozpoznania obrazowego. Ponadto, brak takiego systemu w strukturach Morskiej Jednostki Rakietowej, dysponującym dużym potencjałem bojowych, wskazywany jest jako podstawowy problem tej nowoczesnej jednostki. Posiada ona bowiem ograniczone do środków radiolokacyjnych możliwości samodzielnego wykrycia celów. (Lipka, *Bezzałogowe systemy...*, 2017).

25 lipca 2016 roku Inspektorat Uzbrojenia (IU) ogłosił dialog techniczny w sprawie taktycznych bezzałogowców pionowego startu pod kryptonimem „Albatros”. Prezentowane wymagania techniczne dość jasno wskazywały, iż dedykowanym odbiorcom systemu miała zostać Marynarka Wojenna. W odpowiedzi, z inicjatywy Politechniki Lubelskiej zawiązane zostało konsorcjum w skład którego weszli także eksperci z Akademii Marynarki Wojennej. Celem niniejszego opracowania jest zaprezentowanie wyników kilku etapów prac, które w efekcie doprowadziły do zaprezentowania projektu BSP Albatros w dialogu technicznym.

Opracowana w 2017 roku Strategiczna Koncepcja Bezpieczeństwa Morskiego Rzeczypospolitej wskazuje na potrzebę rozwoju Marynarki Wojennej RP w obszarze pozyskania systemów bezzałogowych, mających wspierać prowadzenie działań w powietrzu, na wodzie, jak i pod wodą. Wśród systemów tych ważną rolę przypisuje się bezzałogowym systemom powietrznym (BSP) krótkiego i średniego zasięgu, które mają zasilić eskadrę lotnictwa rozpoznawczego BL MW (IMINT¹). Wśród rekomendacji w zakresie rozwoju pozamilitarnych zdolności morskich, w przypadku Morskiego Oddziału Straży Granicznej

¹ Morskie zobrazowanie obrazowe (*Imagery Intelligence*, IMINT)

wskazuje się natomiast na potrzebę stworzenia warunków prawnych umożliwiających wykorzystanie systemów bezzałogowych (w odniesieniu do MO SG i pozostałych komponentów SM RP) (*Strategiczna Koncepcja...*, 2017, s. 59-62).

1. ZAŁOŻENIA PROGRAMU

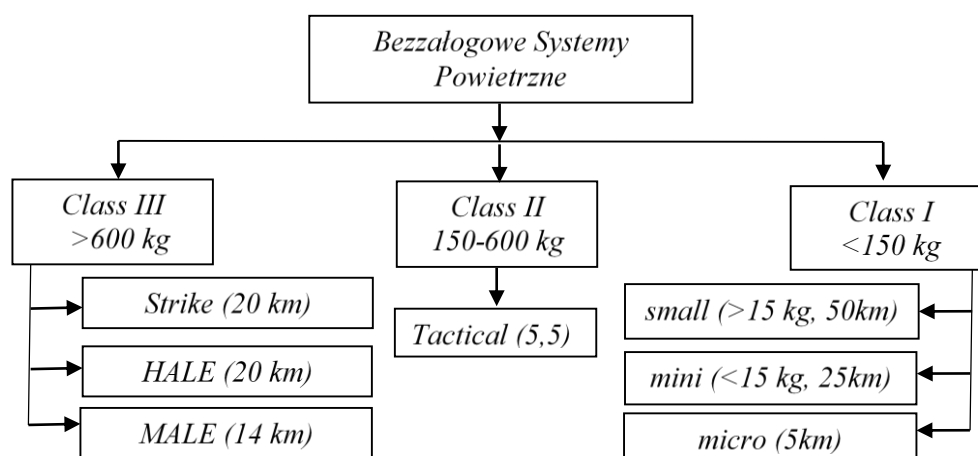
Literatura przedmiotu dostarcza wielu definicji dotyczących aparatów (platform, pojazdów, systemów) autonomicznych dedykowanych realizacji misji w powietrzu. Jako że omawiany projekt dotyczy technologii z zakresu obronności i bezpieczeństwa oraz przynależność naszego kraju do NATO, celowym zdaje się przywołać źródła sojusznicze. Kwerenda dokumentów Allied Administrative Publication (AAP) dostarcza kilka terminów z obszarów autonomicznych statków powietrznych. I tak zdefiniowano zdalnie sterowany statek powietrzny (ang. *remotely piloted aircraft* RPA), określane jako statek powietrzny kierowany (sterowany) ze stanowiska zdalnego sterowania przez operatora, który został w tym celu przeszkolony oraz uzyskał certyfikat zgodny z wymogami pilotów załogowych statków powietrznych bezzałogowy system powietrzny (ang. *unmanned aircraft system* UAS), oznacza z kolei system w skład którego wchodzi statek powietrzny, podsystem wsparcia, jak i całości wyposażenia wraz z personelem niezbędnym do kierowania bezzałogowym statkiem powietrznym. Uwagę zwraca pojęcie systemowe nakazujące traktować problematykę platform bezzałogowych w szerszym kontekście współpracujących ze sobą podsystemów. W języku potocznym pojawia się często określenie „drone”, które wskazywana publikacja definiuje, jako samodzielny pojazd bezzałogowy (AAP-6, 2014, s. 335, 405).

Obecnie powstały bądź tworzone są rozwiązania bezzałogowych statków powietrznych oparte na trzech głównych konstrukcjach, których dobór uzależniony jest od pakietu przewidywanych zastosowań platformy. Zarówno przekrój konstrukcji, jak i zastosowań bezzałogowców jest niezwykle szeroki: zaczynając od niewielkich wielowirnikowych dronów, które stosowane są w fotografii i kinematografii, kończąc na dużych samolotach odrzutowych, uzbrojonych w pociski raketowe.

W założeniu BSP 200 jest jednowirnikowym systemem pionowego startu i lądowania, klasy taktycznej, krótkiego zasięgu do realizacji zadań rozpoznania morskiego i lądowego. Twórcy koncepcji realizowali jednocześnie pomysł dualnego zastosowania (*dual use*) konstrukcji, która mogłaby potencjalnie realizować cały szereg misji na rzecz ochrony morskiej granicy państwa, monitoringu akwenów morskich, przybrzeżnych i śródlądowych

w strukturach wielu służb (Straż Graniczna, Policja, Administracja Morska, Służba Celna, Straż Pożarna, Inspekcja Transportu Drogowego, i inne).

Pojawiło się do tej pory wiele prób klasyfikacji BSP. Podążając zadeklarowanym tokiem, przywołać warto klasyfikację wprowadzoną przez *Alied Tactical Publication ATP*, która determinuje przydział do konkretnej klasy oraz podklasy w zależności od ciężaru platformy (rysunek 1).



Rys. 1. Klasyfikacja UAS (ang. Unmanned Aerial Systems) wprowadzona przez ATP 3.3.7 (wraz z podaną masą i pułapem operacyjnym)

Źródło: ATP 3.3.7, 2014, s. 1-4.

Zapisy dialogu technicznego „BSP pionowego startu klasy taktycznej krótkiego zasięgu” obejmowały (*Ogłoszenie o zamiarze przeprowadzenia dialogu technicznego*, 2016):

- maksymalna masa startowa do 200 kg;
- pionowy start i lądowanie;
- wysoki pułap i duży zasięg;
- zdolność do prowadzenia działań w sposób ciągły 7/24;
- możliwość rozpoznania sił przeciwnika nad lądem, morzem oraz linią brzegową;
- poszukiwanie rozbitków nad morzem;
- operowanie z pokładów okrętów (szybki montaż, przechowywanie, start i lądowanie z pokładów okrętów);
- posiadać zdolności do wykorzystania uzbrojenia.



Misje patrolowe realizowane przez BSP cechować się powinny zdolnością do długotrwałego dozoru akwenu (maksymalna osiągalna dla projektu odległość), przy zachowaniu możliwości pełnej transmisji danych, lotu autonomicznego. Platforma powinna, przy tym cechować się niewielką sygnaturą akustyczną i jak najniższym

parametrem skutecznej powierzchni odbicia fal radiolokacyjnych. Ważne z punktu widzenia podniesienia zdolności sił uderzeniowych komponentu morskiego, było wyposażenie platformy w system wskazania celów. Na wyposażeniu BSP znajdować się miała głowica optoelektroniczna, dalmierz laserowy, systemy nawigacyjne czy system rozpoznania elektronicznego. Newralgiczne, z uwagi na wskazane zadania główne, systemy łączności i transmisji danych miały zostać wyposażone w urządzenia i funkcje zabezpieczające przed zakłóceniem i nieautoryzowanym przechwytywaniem informacji (także funkcje monitorujące próby podejmowania tego typu działań).

Z logistycznego punktu widzenia, ważnym było, aby BSP funkcjonował w oparciu o skonteneryzowany zestaw mobilny (znormalizowany kontener oraz przystosowanie do transportu na pokładzie samolotów C-295M lub C-130E), a sama platforma posiadała budowę modułową. Nad sprawnością systemów pokładowych czuwać miał system wskazywania i lokalizacji uszkodzeń (Załącznik 1. *Wstępny wykaz wymagań parametrów i funkcjonalności bezzałogowego systemu powietrznego (BSP) pionowego startu klasy taktycznej krótkiego zasięgu*).

Opiniotwórcze media zajmujące się na co dzień tematyką rozwoju SZ RP, w prezentowanych materiałach wskazywały na potencjalne konstrukcje światowe spełniające wymagania dialogu (najczęściej S-100 oraz V-200).


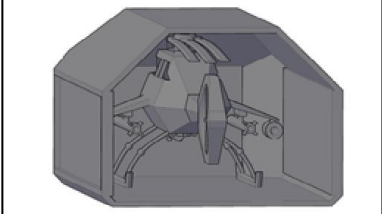
Tabela 1. Zestawienie podstawowych parametrów przywoływanych konstrukcji światowych

Foto		
Nazwa/producent	Schiebel Camcopter S-100	Saab Skeldar V-200 maritime
Długość [m]	3,1	4
Szerokość [m]	3,4	5
Wysokość [m]	1,1	1.3
Masa [kg]	200 (ładowność 50 kg)	200
Prędkość max. [km/h]	220	130
Zasięg [km]	200 (100 ekonomiczna)	150
Pułap [m]	Brak danych	4 500
Autonomiczność [h]	6 (10 przy podwieszonym zbiorniku zewnętrznym)	Brak danych

Źródło: Na podstawie: [www.schiebel.net/downloadBrochures/CAMCOPTER_S-100_Brochure_\(English\)_2016-03/index.php](http://www.schiebel.net/downloadBrochures/CAMCOPTER_S-100_Brochure_(English)_2016-03/index.php) oraz www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=910 (03.10.2018).

Podstawowe dane projektu BSP Albatros zaprezentowane zostały w tabeli 2. Proponowany zasięg rozpoznania wraz z parametrem maksymalnego zasięgu operacyjnego predysponuje jednostkę do realizacji zadań rozpoznawczych i wskazania celu na rzecz Morskiej Jednostki Raketowej. Element taki daje możliwość podtrzymania gotowości jednostki w przypadku utraty możliwości otrzymywania wskazań ze źródeł zewnętrznych. Przyjmując założenie o wyposażeniu dywizjonów (baterie ogniowe) w BSP zwiększą one swą zdolność do samodzielnego realizowania zadań bojowych przy rozproszeniu komponentów jednostki. Aby zwiększyć skrytość działań, w założeniach programowych, BSP miał zapewniać możliwość automatycznego lotu bezpośrednio nad powierzchnią wody (do wysokości 20 m). Zakres modułowości systemu, gwarantujący dostosowanie platformy do stawianych zadań, przewidywał 7 wariantów wyposażenia (w tym uzbrojenia) przy dwóch wersjach podstawowych BSP. Żywotne i podatne na uszkodzenia komponenty elektroniczne posiadały obudowę pyłoszczelną i odporną na wilgoć, wytrzymałe na większość agresywnych środków chemicznych i biologicznych.

Tabela 2. Podstawowe dane BSP Albatros

Foto.		
	Model	Wariant skonteneryzowany
Nazwa/producent	Konsorcjum	
Długość [m]	1.5	
Szerokość [m]	0.62	
Wysokość [m]	0.29	
Masa startowa [kg]	200	
Prędkość max. [km/h]	100 - 120	
Pułap [m]	5 000	
Autonomiczność [h]	5	
Masa uzbrojenia	do 30% masy BSP	
Proponowany zasięg rozpoznania [km]	Na fali przyziemnej - 40km Podczas realizacji misji rozpoznawczej do 150km	
Parametrem skutecznej powierzchni odbicia fal radiolokacyjnych [m ²]	0,1 a przy powierzchni bocznej 2	

Źródło: Opracowanie własne.

Przy pracach projektowych obejmujących także poszukiwanie dodatkowych zastosowań BSP, w ramach zasady dual-use, wyodrębniono następujący zakres misji jednostki:

- rozpoznanie nad lądem;
- rozpoznanie nad morzem (BSP miał umożliwiać pozyskiwanie informacji rozpoznawczej w jak największym przedziale prędkości lotu platformy powietrznej, który w tym przypadku wyniósł 0 – 70 km/h);
- poszukiwanie rozbitków SAR/CSAR;
- wskazanie celu (Over-the-horizon Targeting, OTH-T), działania jako wysunięty punkt wskazania celu (WPWC);
- ocena skutków uderzeń (Battle Damage Assessment, BDA);
- ochrona wojsk (Force Protection, FP), tworzenie stref buforowych (Buffer Zones) i zwalczanie zagrożeń asymetrycznych;
- działania we wspólnej architekturze BAL-APN-APP², retranslacja sygnałów;
- monitoring sytuacji w ramach zwalczania sytuacji kryzysowych;
- monitoring ekologiczny;
- zwalczanie terroryzmu morskiego;
- inspekcje i patrolowanie akwenów portów morskich, baz morskich, kotwiczowisk, torów podejściowych;
- ochrona morskich obiektów IK (platformy wiertnicze, terminale, farmy wiatrowe, itp.).

Zasadnicze działania systemu powietrznego nie ograniczają możliwości wykorzystania go na potrzeby realizacji zadań w strukturach innych podmiotów wchodzących w skład Sił Morskich Rzeczypospolitej Polskiej (SM RP)³. Do najważniejszych z nich zaliczyć można:

- patrolowanie granicy państwa głównie w strefach trudnodostępnych;
- monitorowanie rybołówstwa (nieopuszczanie do nielegalnych połowów);

² BAL- Bezpilotowy Aparat Latający, APN – Autonomiczna Platforma Nawodna, APP – Autonomiczna Platforma Podwodna,

³ Za Siły Morskie Rzeczypospolitej Polskiej uznaje się ogół posiadanych przez Polskę sił i środków do prowadzenia szeroko rozumianej polityki na morzu. Uwzględniając kryterium podmiotowe w ich skład wchodzi: Marynarka Wojenna RP wraz ze służbą hydrograficzną, morskie jednostki działań specjalnych, Morski Oddział Straży Granicznej (MOSG), terenowe organy administracji morskiej, Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Służba Celna, Policja wodna, a także inne podmioty posiadające kompetencje w obszarze bezpieczeństwa morskiego, (Strategiczna Koncepcja Bezpieczeństwa Morskiego Rzeczypospolitej Polskiej. BBN. Warszawa-Gdynia. 2017. s.22).

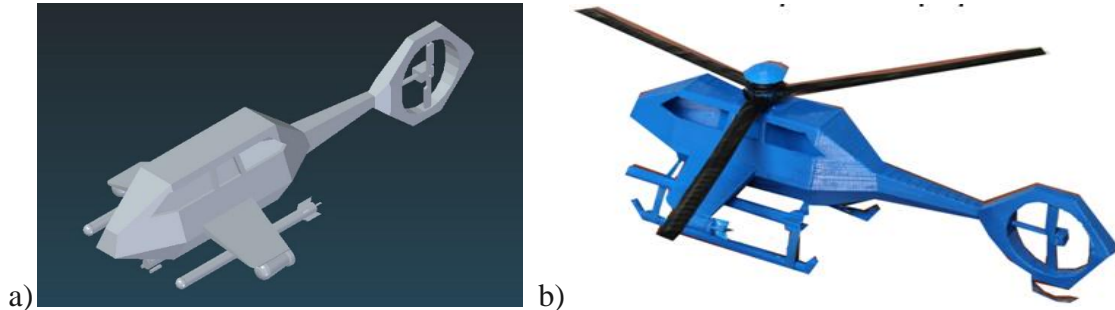
- monitoring ekologiczny w granicach wyłącznej strefy ekonomicznej (Exclusive Economic Zone) ukierunkowany na wykrywanie i ustalanie sprawców wycieków substancji niebezpiecznych;
- wsparcie operacji ratowania życia ludzkiego na morzu (monitorowanie sytuacji, dostarczanie ciągłej informacji o przebiegu akcji ratunkowej, wsparcie procesu podejmowania decyzji);
- monitoring przestrzegania przepisów żeglugowych i dyrektyw specjalnych oraz przepisów podatkowo-skarbowych;
- patrolowanie akwenów portowych z powietrza (składowisk, terminali, terenów stoczniowych) pod kątem zapobiegania prowadzenia działalności przestępczej (kradzieże, przemyt, itp.);
- monitorowanie akwenów posadowienia farm wiatrowych (planowanych);
- patrolowanie stref aktywnej eksploatacji turystycznej w sezonie letnim;
- szacowanie strat i stanu linii brzegowej po przejściu sztormów i innych zjawisk meteorologicznych;
- ochrona przestrzeni powietrznej ponad newralgicznymi obiektami o szczególnym znaczeniu dla bezpieczeństwa funkcjonowania państwa i dywersyfikacji dostaw surowców strategicznych (Terminal LNG s Świnoujściu, Naftoport Gdańsk, platformy wiertnicze Petrobaltic S.A.).



Rys. 2. Wizja BSP operującego z pokładu okrętu
 Źródło: Archiwum autorów.

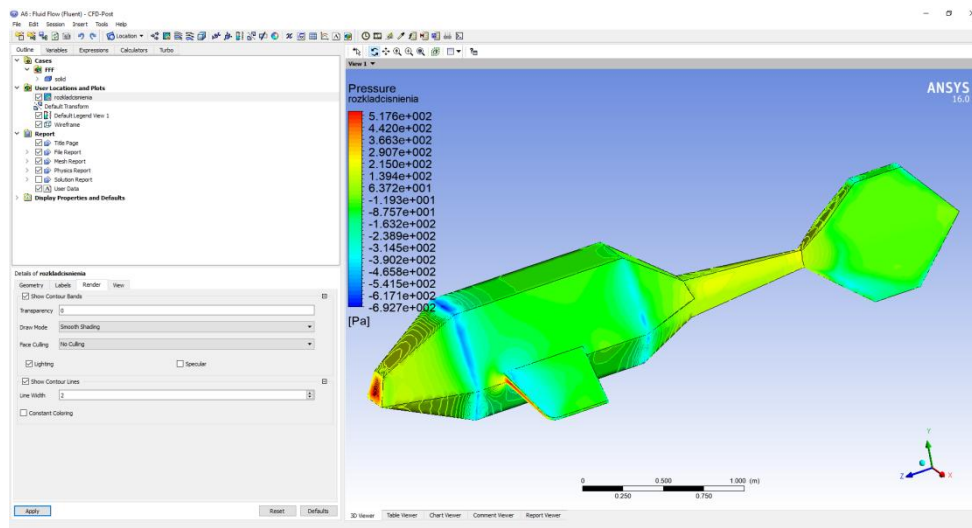
2. BADANIA I OTRZYMANE WYNIKI

Do badań aerodynamicznych został użyty model 3D BSP wykonany w skali 1:10 wydrukowany w technologii FDM (rysunek 3) w tunelu aerodynamicznym.



Rys. 3. Model BSP 200kg a) model CAD, b) wydruk 3D
Źródło: Archiwum autorów.

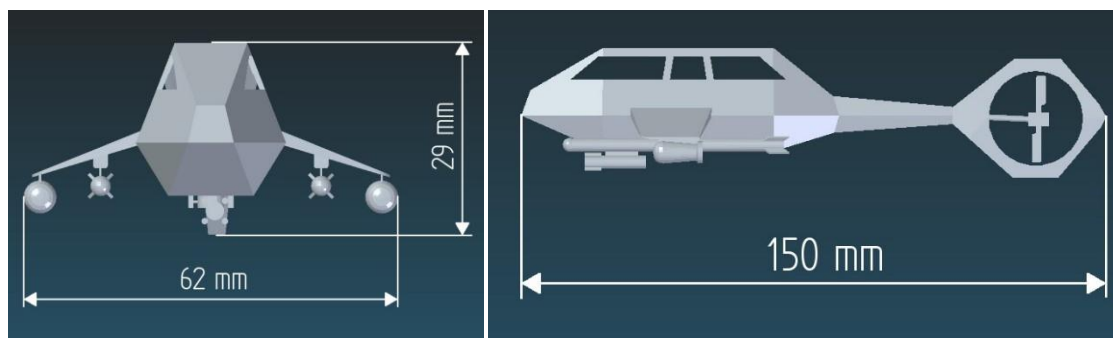
Kolejnym etapem badań było wykonanie badań numerycznych opływu aerodynamicznego naszego BSP z wykorzystaniem programu ANSYS Fluent (rysunek 4).



Rys. 4. Wyniki badań numerycznych opływu kadłuba BSP 200kg
Źródło: Archiwum autorów.

W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano szereg parametrów charakteryzujących konstrukcje aerodynamiczne, wśród których wyodrębnić można:

- rozkład ciśnienia na kadłubie;
- siła boczna, współczynnik siły bocznej;
- moment odchylający M_n , współczynnik momentu odchylającego c_n ;
- siłę oporu P_s i współczynnik siły oporu $c_{x,}$.



Rys. 5. Model BSP przyjęty do badań numerycznych

Źródło: Archiwum autorów.

Ponadto wyznaczono zależność siły oporu od kąta natarcia, zależność współczynnika siły oporu od kąta natarcia, współczynnik siły bocznej od kąta ślizgu, zależność siły bocznej od kąta ślizgu, zależność momentu odchyłającego od kąta ślizgu, a także zależność współczynnika momentu odchyłającego od kąta ślizgu.

Analiza rozkładu ciśnienia na kadłubie, oraz wyników obliczeń metodą CFD pozwala na stwierdzenie, że uproszczony model BSP zaprojektowany został w taki sposób, aby zminimalizować opory powietrza, które powstają przy locie z jego prędkością przelotową. Wartości wskaźników aerodynamicznych obliczonych z analizy opływu modelu wydrukowanego techniką 3D w tunelu aerodynamicznym są podobne do wartości wskaźników otrzymanych z obliczeń metodą CFD na uproszczonym modelu. Odmienności, jakie zachodzą wynikają z nieznaczącej różnicy prędkości przepływu, oraz z koniecznego uproszczenia modelu, które umożliwiło przeprowadzenie analizy statku powietrznego przy posiadanych zasobach obliczeniowych.

Otrzymane wykresy wskaźników siły oporu, siły bocznej i momentu odchyłającego mają podobny kształt do wykresów przedstawiających typowe przebiegi tych wskaźników aerodynamicznych, co sugeruje, że model bezzałogowego śmigłowca został poprawnie skonstruowany. Zbadany przebieg siły oporu, oraz jej wskaźnika w funkcji kąta natarcia pokazuje, że minimum otrzymane jest dla kąta 0° , natomiast maksimum dla kąta 45° . Z przebiegu siły bocznej oraz jej wskaźnika zmieniających się w funkcji kąta ślizgu można wywnioskować, że najmniejsza wartość otrzymywana jest dla kąta -90° , maksimum dla kąta 90° , a dla kąta 0° wartość zarówno siły, jak i odpowiadającemu jej wskaźnika jest niemalże zerowa.

3. PODSUMOWANIE

- na potrzeby projektu rozpoczęto przygotowywanie założeń przeprowadzenia prób morskich w oparciu o warunki miejscowe charakterystyczne dla polskich obszarów morskich;
- SZ RP, jak i w szczególności wchodząca w ich skład Marynarka Wojenna wymaga natychmiastowego wyposażenia w nowoczesne systemy bezzałogowe bazowania lądowego, jak i zdolne do operowania z pokładów okrętów;
- zaproponowany projekt BSP Albatros, dzięki zagwarantowanej mocy posiada możliwość udźwigu wyposażenia gwarantującego realizację zadań stawianych przez IU SZ;
- dzięki budowie modułowej możliwe jest dostosowanie platformy do potrzeb innych odbiorców systemu ze składu SM RP;
- zastosowanie zasady *dual-use* potencjalnie może wpłynąć na zwiększenie liczby pozyskiwanych egzemplarzy a tym samym zmniejszyć cenę jednostkową (nabywczą);
- wykorzystania krajowych technologii ogranicza uzależnienie od zakupów poza granicami, przy jednoczesnym zagwarantowaniu wysokiej jakości produktu;
- pożądane jest dalsze prowadzenie badań ukierunkowanych na rozwój i wdrożenie systemów autonomicznych dedykowanych prowadzeniu działań z obszaru obronności i bezpieczeństwa;
- poddany badaniom aerodynamicznym model BSP 200 Albatros potwierdził trafność przyjętych założeń konstrukcyjnych.

LITERATURA

AAP-6. (2014). *Słownik terminów i definicji NATO*. 335, 405.

ATP 3.3.7. (2014). *Guidance for the training of Unmanned Aircraft Systems (UAS) operators. Edition B*.

Lipka, R. (2017). *Bezzałogowe systemy powietrzne w Wojsku Polskim – stan realizacji PMT*.

Komentarz Międzynarodowy Pułaskiego. ISSN 2080-8852. Warszawa.

IU SZ RP. (2016). *Ogłoszenie o zamiarze przeprowadzenia dialogu technicznego*. IU SZ RP.

BBN. (2017). *Strategiczna Koncepcja Bezpieczeństwa Morskiego Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa-Gdynia: BBN.

Załącznik 1. *Wstępny wykaz wymagań parametrów i funkcjonalności bezzałogowego systemu powietrznego (BSP) pionowego startu klasy taktycznej krótkiego zasięgu*, www.iu.wp.mil.pl/userfiles/file/Dialog%20Techniczny%202/2607_z.pdf. (10.10.2018).