

# Rozwój koncepcji bezzałogowego holownika szybowców i dronów towarowych o napędzie elektrycznym

## The development of a concept of an unmanned glider-tug and cargo unmanned aerial vehicle with electric drive



**Henryk Jafernik**

Dr inż.

Państwowa Wyższa Szkoła  
Zawodowa w Chełmie

henrykj21@interia.pl



**Tomasz Muszyński**

Dr inż.

Państwowa Wyższa Szkoła  
Zawodowa w Chełmie



**Łukasz Puzio**

Mgr inż.

Państwowa Wyższa Szkoła  
Zawodowa w Chełmie

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono kilka wybranych propozycji zastosowań BSP rozwijanych w Polsce. Przedstawiono opis projektu bezzałogowego holownika, nowego rozwiązania technicznego, zgłoszonego do urzędu patentowego w grudniu 2017 roku i rozwijanego do chwili obecnej. Proponowany system holu składa się z uniwersalnej stacji naziemnej kontroli lotów bezzałogowców, BSP-holownika i dodatkowego systemu sterowania umieszczonego na obiekcie holowanym. Proponowane rozwiązanie ma na celu zmniejszenie kosztów eksploatacji oraz poprawę osiągnięć statków powietrznych o napędzie elektrycznym.

**Słowa kluczowe:** bezzałogowy statek powietrzny; Holownik; Globalny System Pozycjonowania (GPS); Galileo

**Abstract:** The article presents a few selected ideas for AUV usage which are being developed in Poland as well as the description of a project of an unmanned tug, a new technological solution which was submitted to the Patent Office in December 2017 and which has been being developed since then. The proposed towing system consists of a universal ground-based air traffic control station for unmanned flights, an AUV-tug and an additional control system placed on the towed object. The proposed solution aims at maintenance costs reduction and increase of performance of aircrafts with electric drive.

**Keywords:** UAV; Tug; Global Positioning System (GPS); Galileo

### Wstęp

Rynek bezzałogowych statków powietrznych (BSP) to jeden z najszybciej rozwijających się sektorów gospodarki. Obok USA i Izraela Polska należy do światowych liderów projektujących i produkujących BSP. Według niezależnych źródeł [2] pod względem wartości obrotów w tym sektorze gospodarki jesteśmy na trzecim miejscu na świecie. W Polsce działa około 4 tys. firm, produkujących całe systemy bądź ich komponenty. Z prognoz Komisji Europejskiej wynika, że cywilne pojazdy bezzałogowe, już za dziesięć lat będą stanowić 10% światowego rynku lotniczego.

### Analiza rynku krajowego

Portal *Dronell.com* (*Drone Industry In-*

*sights*) zajmujący się analizami globalnego rynku dronów cyklicznie publikuje raporty o stanie światowej branży BSP „The Drone Market Environment 2018”, wymienia wśród kilkuset firm, cztery polskie firmy które wg Dronell.com wpływają na kształtowanie się i rozwój globalnego rynku. Znalazły się tam następujące polskie przedsiębiorstwa:

1. DroneRadar:– w kategorii UTM (UAS Traffic Management)
2. DroneTech – w kategorii Shows, Conferences, Events
3. Dron House – w kategorii Unmanned Platform Manufacturer
4. Novelty RPAS – w kategorii Unmanned Platform Manufacturer

Dron House to firma która jest pomysłodawcą innowacyjnego syste-

mu monitoringu UAV poprzez sieć GSM. Jest ona między innymi twórcą wielozadaniowej konstrukcji o nazwie Bielik.

Novelty RPAS z siedzibą w Gliwicach jest producentem systemów bezzałogowych. Z oferty tej firmy przede wszystkim warto wyróżnić najnowszy quadcopter przemysłowy Ogar Mk2, płatowiec Albatros oraz sterowiec skyMARK. Oprócz platform bezzałogowych Novelty RPAS tworzy osobne podzespoły, moduły do niezależnego wykorzystania, między innymi: GeoScanner (skaner do fotogrametrii), AgroScanner (do fotogrametrii multispektralnej), PostMan (uchwyt transportowy), WatchDog (moduł do obserwacji i inspekcji), SnifferDog (moduł do wykrywania i pomiaru zanieczyszczeń w powietrzu), CinemaArtist (moduł do profesjonalnego



1. Dron Aquila firmy UAVS Poland Sp. z o.o. – źródło: [3]

filmowania z powietrza).Wiele z tych modułów jest branych przy opracowaniu projektu.

DroneRadar jest firmą zarządzaną przez spółkę „ Dlapilota.pl sp. z o.o.” jest dopracowanym i zaawansowanym systemem do zgłaszania lotów dronów, oraz monitorowania ruchu. Ponadto użytkownicy aplikacji DroneRadar na urządzeniach mobilnych mogą sprawdzić możliwość wykonania lotu w danym miejscu w oparciu o polskie prawo lotnicze i rozmieszczenie struktur w przestrzeni powietrznej.

DroneTech jest organizatorem międzynarodowych targów dronowych DroneTech World Meeting w Toruniu. Aktywność firmy została zauważona przez portal Dronell.com. Kolejny rodzaj zastosowania dronów i aktywność polskich konstruktorów na tym polu to konstrukcja dronów stosowanych do transportu towarowego. Drony do przewozu nawet trzykilogramowych paczek buduje firma Ritex z Dolnego Śląska. Tym samym

staje ona w wyścigu o wprowadzenie dronów do usług kurierskich z DHL czy szwajcarską pocztą. Drony - małe, to lekkie roboty latające do robienia zdjęć czy filmów z lotu ptaka. Zainteresowani ich ofertą są fotografowie i filmowcy, cieszą się nimi gadżeciarze. Drony mają jednak znacznie większy potencjał, z którego póki co korzysta wojsko i policja, np. do transportu materiałów wybuchowych, monitoring natężenia ruchu itp. [1]. Potencjalnym zastosowaniem tego typu maszyn jest przewożenie leków w nagłych wypadkach lub dostarczenie ważnych dokumentów. Czas ich przewozu można by skrócić dwu-, a nawet trzykrotnie, w zależności od ukształtowania terenu. Drony są już wykorzystywane do koordynowania akcji ratunkowych podczas klęsk żywiołowych. Maszyny te są także używane do udzielania pomocy osobom tonącym na rozległych akwenach wodnych gdzie czas dotarcie innych służb ratowniczych byłby zbyt długi.

Kolejną wyróżniającą się firmą jest”

UAVS Poland Sp. z o.o.” której sztandarem produktem jest dron Aquila.

Aquila – jest bezzałogowcem w układzie śmigłowca, ważącym 32 kg., posiadającym udźwig 10 kg, jest to w pełni autonomiczny dron wykonujący samodzielny pionowy start, lot po zdefiniowanej trasie i pionowe lądowanie. Autorski system "antena-tracker" umożliwia utrzymywanie komunikacji z dronem w odległości nawet kilkudziesięciu kilometrów. Głównym wyposażeniem Aquila jest głowica obserwacyjna z termowizyjną kamerą, kamerą klasyczną dzienną oraz laserowym dalmierzem. Obraz jest rejestrowany zarówno przez kamerę jak również przesyłany razem z dźwiękiem w czasie rzeczywistym do naziemnej bazy na odległość do 30. Dron jest w stanie utrzymać się w powietrzu przez ok. 2 godzin a jego maksymalny pułap lotu to 1500 m. Rozpiętość łopatek głównego wirnika wynosi 2m. Aquila został zaprojektowany i stworzony z myślą o wsparciu głównie jednostek mundurowych takich jak Straż Pożarna, Straż Graniczna, Policja, Wojsko czy Leśnictwo. Z powodzeniem może być również używany przez firmy geodezyjne do obrazowania terenu lub np. firmy z sektora energetycznego do inspekcji infrastruktury przesyłowej.

Bardzo ciekawą jest również konstrukcja opracowana przez firmę Fly-Tech UAV, założoną przez absolwentów Politechniki Rzeszowskiej

BIRDIE – dron na bazie płatowca z tylnym silnikiem pchającym został opracowany przez firmę FlyTech UAV, założoną przez absolwentów Politechniki Rzeszowskiej na kierunku Lotnictwo i Kosmonautyka. Został on opracowany przede wszystkim z myślą o fotogrametrii. Podstawowym wyposażeniem drona jest aparat fotograficzny światła widzialnego, ale na pokładzie może zostać zamontowany również inny sprzęt np. kamera multispektralna lub termowizyjna. Dzięki takiemu wyposażeniu BIRDIE idealnie sprawdza się do mapowania terenu, tworzenia jego modelu 3D oraz map topograficznych, po zamontowaniu kamery multispektralnej może być



2. BIRDIE dron opracowany przez absolwentów Politechniki Rzeszowskiej na kierunku Lotnictwo i Kosmonautyka. Źródło[5]

wykorzystywany np. w rolnictwie do oceny stanu wegetacji upraw rolniczych lub w leśnictwie – do badania jakości drzewostanu. Z kolei wykorzystanie termowizji sprawdzi się przy inspekcjach technicznych infrastruktury np. gazociągów lub w górnictwie – przy namierzaniu wycieków gazu pod ziemią. Dron BIRDIE jest stosunkowo lekki (2,5-3,9 kg w zależności od konfiguracji) i o niewielkiej rozpiętości (1,4/1,8 m) co pozwala na proste starty z ręki. Nowością w skali światowej jest możliwość przejścia z konfiguracji fixed-wing do VTOL za pomocą dołączanego modułu. Czas lotu w konfiguracji samolotu to 60 minut, w konfiguracji VTOL to 40 min.

Inną propozycją aczkolwiek odmienną od dotychczasowych to temat hoverbike'ów. W Polsce też podjęto ten problem. W roku 2016, zanim latającymi motocyklami zainteresowała się policja z Dubaju, firma Skynamo Aerospace z niewielkiego Wojnicza (pow. tarnowski) zaprezentowała pojazd Hoverbike Raptor. Jako napęd główny nasi rodacy wykorzystali nie silnik elektryczny, lecz spalinowy i to o mocy aż 380 KM, zapożyczony od motocykla torowego Suzuki Hayabusa.

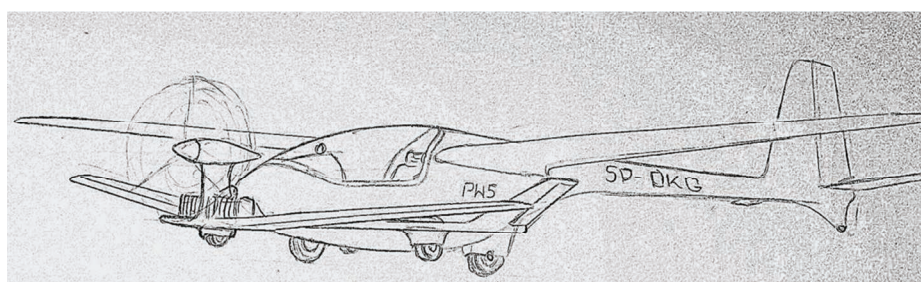
Wehikułem zainteresowało się wiele firm, w tym wojsko. Niestety Hoverbike Raptor cały czas tkwi w fazie projektowej, podczas gdy inne podobne projekty weszły już w fazę testowania i udoskonalania prototypów, albo tak jak Hoverbike S3 są już na etapie wprowadzenia do czynnej służby przez policję ZEA.

## Bezzałogowy holownik – opis ogólny

Analiza podstawowych parametrów dronów eksploatowanych przez użytkowników cywilnych jak i wojskowych do których można zaliczyć długotrwałość lotu, udźwig, różnorodność zadań, precyzja wykonania zadań, monitoring lotu, system sterowania, bezpieczeństwo operacji skłania do poszukiwania nowych rozwiązań. Jedną z prób nowego zastosowania bezzałogowców, jest



3. Polski Hoverbike Raptor Źródło:[6]



4. Szkic zespołu holownika z wysoką wieżyczką silnika i podwoziem z przednim punktem podparcia i usterzeniem motylkowym i szybowca PWS. Źródło: archiwum T. Muszyński wersja holownika 1 z roku 2016

koncepcja holownika szybowców opracowana przez pracowników Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie Została ona zgłoszona do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej w grudniu 2017 roku pod numerem P.423710.

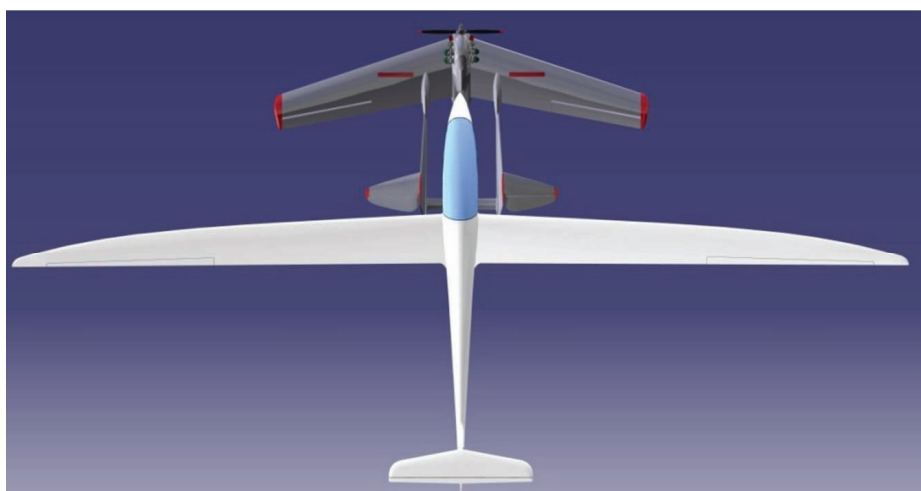
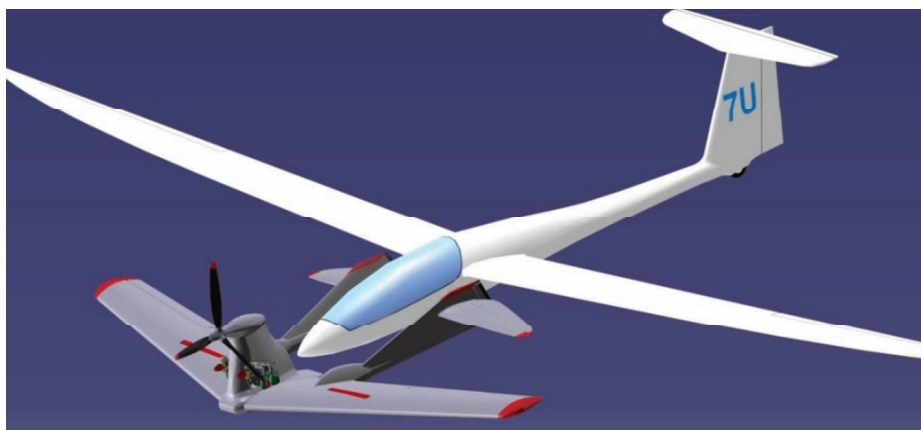
Tradycyjny start szybowca odbywa się najczęściej z wykorzystaniem samolotu holującego lub wyciągarki. Na niektórych szybowiskach górskich możliwe jest również rozpędzanie szybowców do startu przy pomocy lin gumowych lub poprzez taką lokalizację miejsca startu, że przy sprzyjających warunkach, szybowiec może osiągnąć prędkość wystarczającą do samodzielnego lotu poprzez stoczenie się w dół zbocza. Po osiągnięciu odpowiedniej wysokości pilot szybowca wyczepia linę holowniczą i szybowiec rozpoczyna samodzielną lot.

Zastosowanie każdego z tych systemów startu wymaga udziału minimum dwóch dodatkowych podmiotów. Hol za samolotem jest kosztowny, natomiast pozostałe rozwiązania mają istotne ograniczenia. W

proponowanym rozwiązaniu istnieje możliwość zmniejszenia podmiotów obsługujących start szybowca a ponadto istnieje możliwość redukcji masy zespołu holownik-szybowiec, co zmniejsza znacznie zużycie energii (paliwa). Celem projektu jest opracowanie holownika zintegrowanego z szybowcem, sterowanego przez pilota w fazie startu i zdolnego do samodzielnego powrotu na lotnisko

Projekt bezpilotowego statku powietrznego (BSP) – holownika w tym głównie szybowców jest rozwijany od roku 2016 początkowo przez Tomasza Muszyńskiego. W roku 2017 do prac nad projektem dołączyli Henryk Jafarnik, Bartłomiej Kostowski, Łukasz Puzio, Arkadiusz Tofil, Józef Zając. Prace zaowocowały zgłoszeniem patentowym przez pracowników PWSZ w Chełmie. Pierwsza koncepcja opierała się na statku powietrznym w układzie, ze śmigłem ciągnącym, dwoma belkami ogonowymi, pomiędzy które mocowany jest kadłub szybowca.

Istotą rozwiązania jest wyposażenie BSP w mechanizm mocowania do szybowców i system sterowania



5. Połączony zespół szybowca i BSP-holownika (wersja 1), Źródło: archiwumT. Muszyński

umieszczony w szybowcu, co umożliwia przemieszczanie połączonych BSP i szybowca na ziemi oraz ich lot silnikowy. Rozwiązanie obejmuje BSP-holownik, naziemną stację kontroli lotu i dodatkowo system sterowania umieszczony w szybowcu System monitoringu i sterowania wstępnie oparto o system GPS. Rozważane jest docelowo wykorzystanie systemu GALILEO. BSP-holownik składa się z płatowca z układami płatowcowymi, zespołu napędowego, oraz układu sterowania radio control - RC, autopilota z systemem stabilizacji i wyposażenia - kamery z przesyłem obrazu i dźwięku w czasie rzeczywistym od BSP do operatora, system monitoringu lotu.

Wstępny etap polegał na wykonaniu obliczeń stateczności BSP o nietypowym układzie z krótkim kadłubem, wysoko uniesionym śmigłem ciągnącym, dwoma belkami ogonowymi i usterzeniem mieszczącym się pod skrzydłami szybowca. Obliczenia wykonano w programie XFLR5.

Przeprowadzone badania umożliwiły dobranie kątów zaklinowania usterzeń, kątów ustawienia skrzydła holownika względem szybowca. Ponadto wyznaczono środki ciężkości i określono zakres ich zmiany. Na podstawie tych wyliczeń skonfigurowano i zaprojektowano modele testowe. Wykonane modele holownika i szybowca poddano badaniom weryfikacyjnym w powietrzu w locie. Wykonano 36 lotów w trakcie których sprawdzono właściwości aerodynamiczne samego holownika oraz zespołu holownik-szybowiec.

## Bezzałogowy holownik – badania modelowe

Początkowo zakładano, że wystarczające jest połączenie szybowca z holownikiem w oparciu o istniejące na szybowcach zaczepy holownicze - przedni linki holowniczej ciągnionej za samolotem oraz dolny zaczep do liny wyciągarki. Założono także zastosowanie kilku punktów oporowych w

formie poduszki powietrznej.

Wykonano model latającego holownika szybowców o wadze ok. 3,6 kg i rozpiętości 1.6 m.

Do prób holowania wykorzystano szybowiec o rozpiętości 5,1 m o wadze 6,3 kg. Holownik wykonano według projektu 1 w układzie dolnopłata, ze śmigłem ciągnącym, dwoma belkami ogonowymi, pomiędzy które mocowano kadłub szybowca. Już podczas prób w locie samego holownika okazało się, że śmigło zamocowane na wysokiej wieżyczce daje podczas dodawania gazu silny moment pochylający. Po kilku próbach w locie zdecydowano się zmniejszyć wysokość wieżyczki do 90 mm. Podczas mocowania szybowca do holownika okazało się, że aby podczas startu uzyskać kąt zaklinowania holownika względem szybowca  $+2,5^\circ$  należy zmienić konstrukcję podwozia na układ z kółkiem tylnym. Szttywne połączenie BSP z szybowcem wykonano w oparciu o dwa zaczepy - przedni i dolny oraz poduszki opierające kadłub. Zakładano, że dzięki temu rozwiązaniu będzie możliwy lot połączonych zespołu BSP i szybowca za pomocą ciągu sterowego jedynie szybowca.

W praktyce już do lotu poziomego niezbędne było sterowanie klapolotkami holownika, które w tym przypadku wspomagały ster wysokości szybowca. Lot w zespole posiadał więc właściwości układu z trzema powierzchniami nośnymi, przy czym był bardziej zbliżony do układu „kaczka” niż klasycznego. Ponadto sztywność „skrętna” zespołu okazała się zbyt mała – przy sterowaniu przechyleniem szybowca, obrót nie był przekazywany na holownik. Doprowadziło to do rozbicia obu modeli.

W wyniku niepomyślnych prób w locie stwierdzono iż sztywność skrętna zespołu jest niewystarczająca. Opracowano kolejną koncepcję zakładającą usztywnienie połączenia poprzez dodanie nakładek, zamocowanych na podwójnym usterzeniu pionowym i opierających się na krawędzi natarcia skrzydła szybowca. Rozwiązanie to pozwoliło w sposób

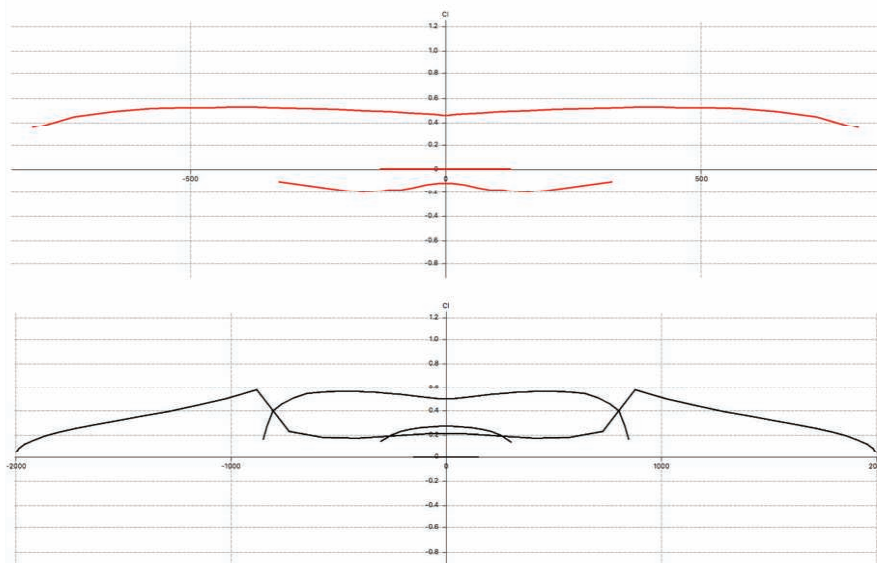
znakomity zwiększyć sztywność skrętną zespołu i oprzeć sterowanie przechyleniem w czasie lotu w zespole wyłącznie o sterowanie lotkami szybowca, które położone są w odległości od osi obrotu ponad dwukrotnie większej niż lotki holownika.

W trzeciej wersji prototypu zdecydowano się również na odsunięcie usterzeń pionowych od kabiny, co przy skośnym skrzydle pozwoliło na skrócenie belek ogonowych. W wersji pełnowymiarowej znakomicie ułatwi to również wsiadanie do szybowca.

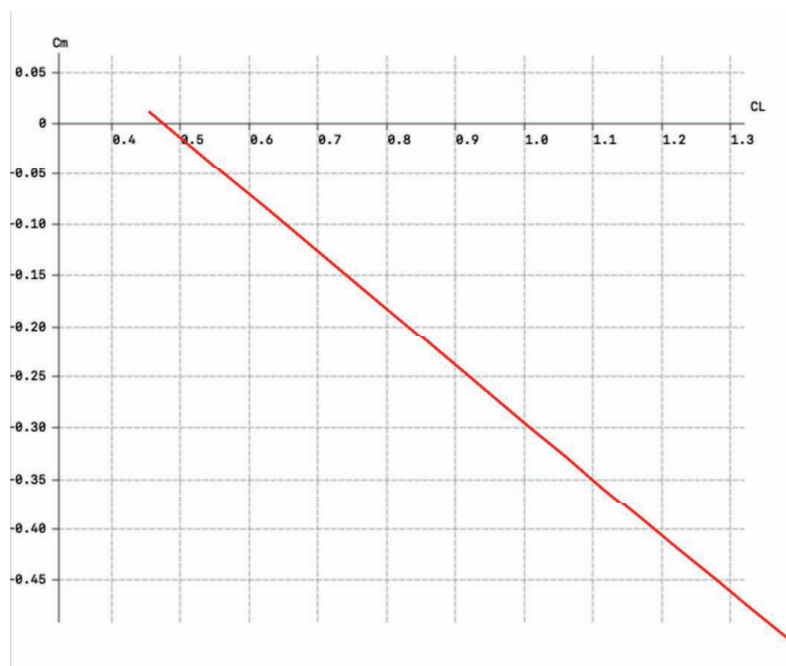
Następnym etapem (około 12 miesięcy) będzie wykonanie właściwego demonstratora technologii. Przyjęta koncepcja zostanie zweryfikowana o wyniki z etapów wcześniejszych, po czym zostanie podjęta decyzja o konfiguracji właściwego prototypu produktu BSP-holownik. Konieczne jest sprawdzenie koncepcji sterowania połączonego zespołu BSP i szybowca oraz przetestowanie sposobu wyczepiania szybowca w czasie lotu. Zostanie wykonany nowy model BSP o wadze ok 5 kg z napędem elektrycznym, zasilanym bateriami litowo-polimerowymi. Konstrukcja płatowca i dźwigary skrzydeł będą wykonane z duraluminium, natomiast skrzydła, powierzchnie sterujące, panele i owiewki będą wykonane z kompozytu szklano-węglowego. Formy elementów kompozytowych zostaną wykonane w uproszczonej technologii. Na tym etapie konieczne będzie wstępne sprawdzenie charakterystyk przyjętego układu w lotach samodzielnych. Przy udziale specjalistów, w ośrodku naukowym zostaną wykonane badania aerodynamiczne oraz badania i testy stateczności i sterowności zespołu BSP-holownik szybowców. Badania będą dotyczyć głównie lotu poziomego w zespole sterowania. Przyjęta koncepcja zostanie zweryfikowana. Pozwoli to na podjęcie decyzji co do konfiguracji właściwego prototypu produktu BSP-holownik szybowców. Wyniki zostaną przedstawione na konferencji naukowej i upublicznione. Ponadto konieczne są prace nad integracją wielu systemów wspomagających, takich jak system

kamer z dedykowanym systemem obróbki obrazu (komputer obrazu na bazie nvidia), skaner laserowy LIDAR, pomocniczy system sterowania

z autopilotem, systemem stabilizacji i nawigacji GPS, Galileo. Pomocniczy komputer pokładowy jest niezbędny do prób integracji systemów w czasie



6. Porównanie rozkładu siły nośnej wzdłuż rozpiętości skrzydła na modelu szybowca bez holownika (a) oraz zespołu model holownika-model szybowca (b). Źródło: archiwum T. Muszyński



7. Zależność współczynnika momentu  $C_m$  od współczynnika siły nośnej  $C_l$ . Źródło: archiwum T. Muszyński



8. Model zespołu szybowiec i BSP-holownika -wersja 2 z obniżoną wieżyczką silnika i podwoziem z tylnym punktem podparcia. Źródło: archiwum T. Muszyński

**Tab. 1.** Opis techniczny (projekt wstępny wersji spalinowej) - BSP holownik szybowców

Rozpiętość skrzydeł	6 (m)
Powierzchnia nośna	5,8 (m <sup>2</sup> )
Ciężar własny	155 (kg)
Prędkość przelotowa	110 (km/h)
Prędkość maksymalna lotu poziomego	165 (km/h)
Prędkość przeciągnięcia	50(km/h)
Rozbieg/dobieg	60 (m)/100m
Silnik	ROTAX 912 ULS
Moc silnika	100 (KM)
Pojemność zbiornika paliwa	30 (l)
Zużycie paliwa w czasie lotu w zespole	15 (l/h)
Maksymalna masa startowa zespołu	750 (kg)
Prędkość wznoszenia w zespole (600 kg)	5 (m/s)
Prędkość minimalna lotu poziomego w zespole	70 (km/h)
Prędkość maksymalna lotu poziomego w zespole	100 (km/h)

kiedy nie jest wykonany specjalistyczny komputer główny dedykowany do BSP-holownika. Konieczny jest także wysokowydajny system do przesyłu sygnału audio-video oraz system do przesyłu danych telemetrycznych. W etapie wdrażania powinny zostać także rozwiązane problemy komercyjne tj. wybrane firmy do współpracy w zakresie projektu, wykonania i sprzedaży opracowywanego produktu. Brana jest pod uwagę próba znalezienia udziałowców w oparciu o portal crowdfundingowy Indiegogo.

Obecnie prowadzone są analizy w kierunku zastosowania zespołów elektrycznego i spalinowego. Elektryczny napęd wydaje się być właściwy dla urządzenia mającego zastosowanie w organizacjach szkoleniowych, kształcących pilotów do licencji szybowcowej. Wstępne obliczenia obciążenia elektrycznego pokazują, że w przypadku holu jednoosobowego szybowca bez problemu powinna zostać osiągnięta długotrwałość lotu powyżej 15 minut co powinno wystarczyć na 10-cio kilometrowy promień działania wokół lotniska.

BSP-holownik o dużej długotrwałości lotu z napędem silnikiem spalinowym, o masie całkowitej ok. 160 kg mógłby być zastosowany w organizacjach w których potrzebne są loty o większej długotrwałości lotu. Opis parametrów tego projektu zestawiono w tabeli 1.

Na każdym etapie realizacji projektu możliwe będą korekty założeń konstrukcyjnych. Zostanie wybrane optymalne rozwiązanie aby osiągnąć zakładane charakterystyki w locie połączonych BSP i szybowca. Konieczne będzie dokładne określenie charakterystyk układu, określenie optymalnych wielkości poszczególnych elementów BSP w tym powierzchni sterujących. Ze względów bezpieczeństwa i względów prawnych konieczne będzie także zaangażowanie lotniczych organizacji prawnych. Zakłada się że proces projektowania i wykonania płatowca, układu przeniesienia napędu, wykonanie głównego komputera pokładowego wraz z układem sterowania BSP, układu nawigacji potrwa 12 miesięcy. Ostatnią częścią są testy prototypu i dostosowanie gotowego wyrobu do zaleceń odbiorcy. W celu przeprowadzenia badań ośrodek naukowy będzie musiał przygotować specjalizowane stanowisko, umieścić w nim zespół BSP HOLOWNIK SZYBOWCÓW i szybowca, skonfigurować system pomiarowy i przeprowadzić badania.

## Zakończenie

W oparciu o wykonany model matematyczny urządzenia, wyniki badań w tunelu aerodynamicznym, badań w locie zostaną dobrane i dostrojone algorytmy sterowania. Zostanie zaprogramowany układ stabilizacji

sterowania i sztucznej stateczności wspomagający lot w zespole i lot autonomiczny podczas dolotu na lotnisko. Opisany produkt zdaniem autorów może stanowić ciekawą propozycję dla ośrodków szkolenia szybowcowego, firm przewozowych trudniących się dostawą niewielkich produktów w trudno dostępnym terenie. Ten sam BSP –holownik służyć może jako wózek do holowania szybowców oraz holownik systemów transportowych dostarczających towary drogą powietrzną.

Ze względu na rodzaj wykonywanych zadań podstawowym systemem sterowania powinien być system autonomiczny. System ręcznego sterowania RC powinien mieć dwa nadajniki. Pierwszy z nich powinien być umieszczony w centrum kontroli lotu. W przypadku lotów szybowcowych drugi system sterowania powinien być wykonany w formie małego panelu przyczepianego do struktury szybowca i powinien dawać możliwość sterowania co najmniej ciągiem silnika BSP. Podstawowy system monitoringu i sterowania proponuje się opracować na bazie systemu satelitarnego Galileo. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Henryk Jaferek, The Safety of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Missions in Storm and Precipitation Areas, SFT Józefów k/Otwocka, vol 54 ISSUE2,2019
- [2] <http://www.swiatdronow.pl/polskie-firmy-wsrod-najbardziej-wplywowych-wg-drone-i-comhttp>
- [3] <http://polskiprzemysl.com.pl/>
- [4] The Drone Market Environment 2018
- [5] <https://www.flytechuav.pl/#produkty> -7 maj 2020r.
- [6] <https://wataha.no/2018/06/06/polski-latajacy-motor-poznaj-ho-verbike-raptor/>