

## BEZZAŁOGOWY ŚMIGŁOWIEC – ROBOT DO ZADAŃ SPECJALNYCH

PAWEŁ GUŁA

*Institut Lotnictwa*

### Streszczenie

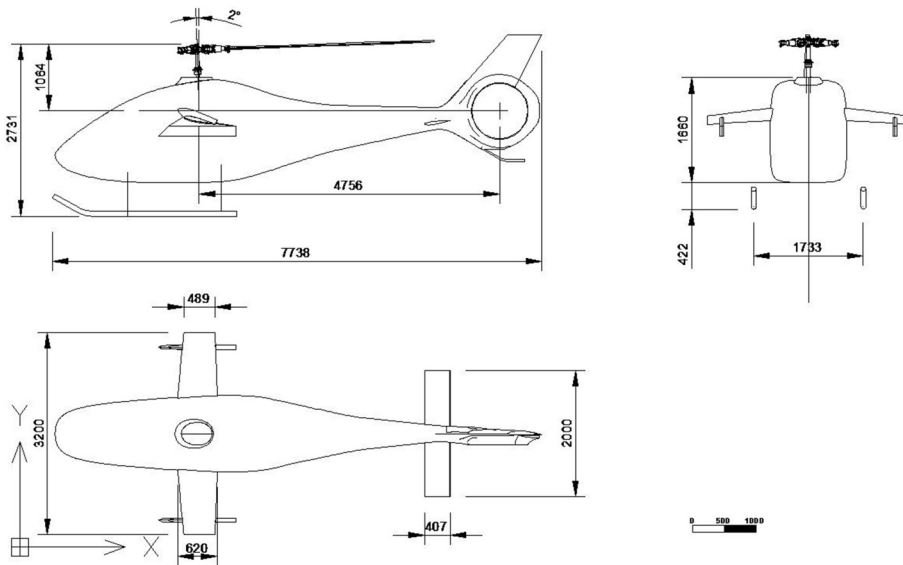
*W referacie przedstawiono założenia techniczne, sposób wykonana struktury kompozytowej kadłuba, technologiczność kratownicy, przeprowadzone próby, możliwości eksploatacyjne śmigłowca oraz sposoby wykorzystania bezzałogowego śmigłowca – robota do zadań specjalnych.*

### 1. WSTĘP

W obecnych czasach dynamicznego rozwoju techniki oraz inżynierii świat coraz bardziej rozwija technologie, które starają się wyeliminować ryzyko zranienia lub utraty życia przez człowieka. Dlatego też intensywnie rozwijają się wszelkiego typu odmiany bezzałogowych, autonomicznych statków powietrznych oraz ich odpowiedników na lądzie i wodzie. W ramach zapotrzebowania na wyżej wymienione produkty z dziedziny bezzałogowych statków powietrznych realizowany jest w naszym kraju projekt bezzałogowego śmigłowca robota do zadań specjalnych.

### 2. ZAŁOŻENIA TECHNICZNE

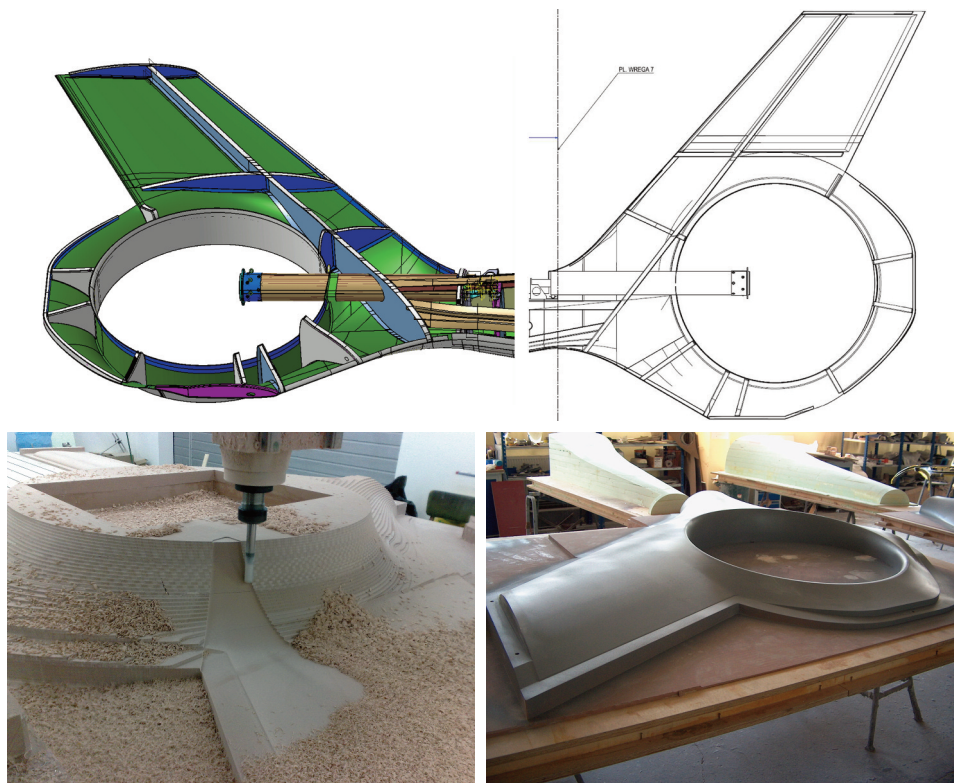
Maksymalna masa startowa:	1100 kg
Masa użyteczna:	300 kg
Prędkość maksymalna:	215 km/h
Max prędkość wznoszenia:	10,36 m/s
Pułap maksymalny:	4,23 km
Średnica wirnika:	7,5 m
Długość śmigłowca:	7,73 m
Wysokość:	2,73 m
Szerokość (ze skrzydełkami):	3,2 m
Napęd:	Silnik tłokowy – Lycoming O-540-F1B5 260 KM



Rys. 1. Widok bezałogowego śmigłowca w 3 rzutach

### 3. KONSTRUKCJA

Realizacja projektu opiera się na podzieleniu prac w ramach konsorcjum, którego liderem został Instytut Lotnictwa – odpowiedzialny za opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej oraz badania, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych – odpowiedzialny za projekt, poprawne działanie układu sterowania i próby w locie, Wojskowe Zakłady Lotnicze nr 1 S.A. w Łodzi odpowiedzialne za wykonanie prototypów. Pierwszym etapem w realizacji projektu było przeprowadzenie statystyki obecnie wykorzystywanych bezałogowych śmigłowców. Analiza ta doprowadziła do uwidocznienia się dwóch grup bezałogowców, pierwsza to śmigłowce o masie do 300 kg służące głównie do przenoszenia kamer audiowizualnych, druga grupa to w większości przerobione śmigłowce załogowe. Wykonywany bezałogowy śmigłowiec robot wpisuje się w niszę pomiędzy tymi dwoma grupami. Prace projektowe, jak też realizacja założeń technicznych wymagały szukania nowych rozwiązań, poprawnych z punktu widzenia eksploatacyjnego oraz wykorzystania nowoczesnej technologii, dlatego wykorzystano wcześniej sprawdzone rozwiązanie dotyczące wykonania kadłuba śmigłowca w oparciu o konstrukcję modułową. W śmigłowcu zastosowano wolnoobrotowy, 3 łopatowy, wirnik nośny oraz 5 łopatowe otunelowane śmigło ogonowe. Rozwiązanie to dało możliwość obniżenia wzbudzeń zwiększa bezpieczeństwo a bezałogowiec może stanowić platformę strzelecką. Etap projektowania odbywał się przy wsparciu programów 3D, jak też programów do obliczeń MES-owych, pozwoliło to na wykonanie pełnej dokumentacji modelowej i poszczególnych detali w wersji płaskiej 2D. Taki sposób zarządzania dokumentacją wyeliminował całkowicie rozrys podzespołów i znacznie skrócił czas ich wykonania – kody do obrabiarek sterowanych numerycznie generowane były prosto z modelu i weryfikowane na postawie płaskiej dokumentacji. Modele kadłuba zostały wyfrezowane na obrabiarce CNC – wygenerowane kody poddano analizie ze względu na dokładność i jakość uzyskanej powierzchni oraz kolizje podczas pracy freza, co skróciło proces obróbki. Kolejnym etapem było przygotowanie powierzchni i ściąganie z nich foremników, wykonane foremniki zostały ze sobą spasowane, a następnie w każdym z nich odbywało się wykonanie gotowego elementu.



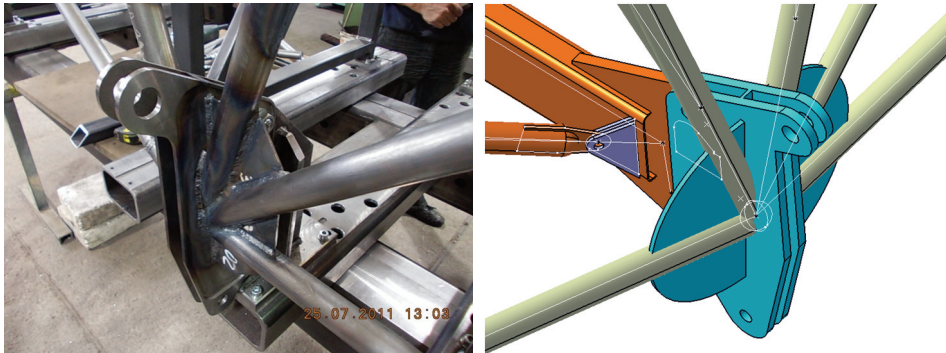
Rys. 2. Etapy projektowanie jak i wykonania tylnej części belki ogonowej (projekt belki w programie 3D, rysunek wykonawczy, frezowanie modelu, przygotowanie modelu do wykonania foremnika)



Rys. 3. Gotowy foremnik, wykonywana gotowa belka ogonowa

Centralną część śmigłowca stanowi kratownica, do której mocowana jest belka ogonowa wraz z otunelowanym śmigłem ogonowego i statecznikiem pionowym, skrzydełka podwieszien oraz kabina części przedniej. Kabina stanowi strukturę do mocowanie podzespołów elektronicznych, gps, radarów itp. pełni też funkcje mocowanie dla kamery FLIR-owej. Wymiana przedniej części kadłuba wymaga rozłączenia 4 okuć. Rozwiązanie to daje możliwość zmiany całego modułu i dostosowanie do potrzeb użytkownika. Struktura kompozytowa nad kratownicą to

owiewki zakrywające i utrzymujące zadaną geometrię, a zarazem zapewniające łatwy dostęp do silnika i pozostałych agregatów. Model kratownicy w trakcie projektowania został przeliczony uwzględniając przypadki, które mogą wystąpić podczas eksploatacji oraz obowiązujące przepisy. Zastosowany materiał na kratownicę jest popularną stalą 4130 N użytą w wielu konstrukcjach lotniczych. Stal ta dobrze się spawa oraz nie wymaga obróbki cieplnej. Struktura części środkowej stanowi autonomiczny zespół z mocowaniem silnika, układem hydraulicznym oraz przekładnią główną, dzięki temu możliwe są próby silnika oraz układu sterowania i przeniesienia mocy. Kratownica zapewnia łatwy montaż i demontaż jednostki napędowej realizowany ku dołowi bez specjalnego oprzyrządowania. Zaprojektowane zostały cztery podpory w okolicach okuć które służą do podłączenia siłowników i uniesienia całej konstrukcji.



Rys. 4. Gotowe okucie kratownicy oraz model 3D

Elementy struktury kadłuba wykonane są z włókien szklanych oraz węglowych. Zastosowanie materiałów kompozytowych umożliwiło uzyskanie elementów o wymaganej wytrzymałości przy niskiej masie oraz pozwala na naprawy lub nawet odbudowanie danego podzespołu bazując na gotowym foremniku. Elementy krytyczne śmigłowca, czyli łopaty wirnika nośnego jak też śmigła ogonowego wykonane są też w technologii kompozytowej, profil zastosowany w tych konstrukcjach przeanalizowany został szczegółowo przez dział aerodynamiki Instytutu Lotnictwa. Łopata wirnika oraz łopatki śmigła ogonowego poddane zostały próbom sztywnościowym, oraz wytrzymałościowym spełniając założone wymagania. Do śmigłowca zaprojektowane zostały także zbiorniki, bagażniki konforemne. Mocowane są one w dolnej części kadłuba, a sposób zabudowy oraz wykorzystania uzależniony będzie od wykonywanej misji. Zbiorniki te zabezpieczają śmigłowiec w sytuacji lądowania na wodzie podczas której nie występuje zminimalizowane jest przechylenie i pochylenie, a w konsekwencji zatonięcie obiektu. Śmigłowiec napędzany jest silnikiem tłokowym Lycoming, z którego moc przekazywana jest za pomocą przekładni pasowej na przekładnię główną oraz śmigło ogonowe. Specjalnie zaprojektowane zostało też podwozie płozowe, które zapewnia podwyższoną energochłonność i zabezpiecza strukturę w trakcie lądowania crashowego. Wszystkie elementy, wykorzystane w bezałogowym śmigłowcu zostały wcześniej sprawdzone na specjalnie przygotowanym stanowisku laboratoryjnym do badania zespołów gotowego śmigłowca – który stanowi platformę badawczą w pełni przenaszalną na nową powstałą konstrukcję. Pozwoliło to na zminimalizowanie ryzyka przy tak dużym projekcie oraz wcześniejszą weryfikację elementów i wyników. Przygotowane stanowisko laboratoryjne wykorzystane zostało do sprawdzenia występujących drgań rezonansowych oraz sztywności układu sterowania. Uzyskane wyniki pozwalają na bezpieczne zainstalowanie układów w nowym śmigłowcu, który

będzie swobodny od flatteru. Stanowisko laboratoryjne może również posłużyć jako model do badań na uwięzi i weryfikacji zachowanie się bezzałogowca w locie. Przeanalizowano również możliwość transportu bezzałogowego śmigłowca na dalekie odległości – po zdemontowaniu dwóch łopat mieści się on do standardowej naczepy samochodu ciężarowego (13600 mm x 2740 mm x 2950 mm długość, szerokość, wysokość) natomiast po rozpięciu belki ogonowej możliwe jest załadowanie do kontenera morskiego.

#### 4. WYKORZYSTANIE

Bezzałogowy śmigłowiec może zostać zastosowany do różnego rodzaju misji np.:

- rozpoznania;
- analizy, wykrywania i pobierania próbek obszarów ekologicznie skażonych;
- informowania podczas klęsk żywiołowych, np. awarie elektrownie atomowych, powodzie;
- transportowania w rejony szczególnie niebezpiecznych;
- operacji specjalnych;
- działania obronnego;
- w rejonach niedostępnych nośnik informacji – przekazywanych np. przez zabudowany megafony lub wyświetlacze.

Jako śmigłowiec będzie on mógł operować z małych lądowisk, operować z obszarach miejskich jak też wystartować i wylądować pionowo, co stanowi duża, zaletę na obecnym polu walki lub w obszarze zurbanizowanym.

PAWEŁ GUŁA

## UNMANNED HELICOPTER – ROBOT FOR SPECIAL TASKS

### Abstract

*The paper presents technical assumptions, the way of fabrication of composite structure of the fuselage, manufacturability of the truss, conducted tests, helicopter's operational abilities and ways of utilizing unmanned helicopter-robot for special operations.*