

Gdynia, 19.10.2022 r.

dr hab. inż. Ryszard Zadrag, prof. uczelni
Instytut Budowy i Eksploatacji Okrętów
Wydział Mechaniczno-Elektryczny
Akademia Marynarki Wojennej
ul. Inż. J. Śmidowicza 69, 81-127 Gdynia

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra Piotra Długiewicza pt.

***Ocena parametrów eksploatacyjnych technicznie zaawansowanych samolotów lotnictwa
ogólnego w aspekcie ich wykorzystania w systemach monitorowania
i analizy danych lotniczych***

1. Podstawa prawna

Podstawą recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej prof. dr. hab. inż. Jacka Pielechy z dnia 28 września 2022 roku nr DR-63/600/02/2022 w sprawie powierzenia mi opracowania recenzji rozprawy doktorskiej mgra Piotra Długiewicza pt. „Ocena parametrów eksploatacyjnych technicznie zaawansowanych samolotów lotnictwa ogólnego w aspekcie ich wykorzystania w systemach monitorowania i analizy danych lotniczych”.

2. Informacje o rozprawie doktorskiej

Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Jarosław Markowski, prof. Politechniki Poznańskiej, a promotorem pomocniczym dr inż. Benedykt Sasim.

Rozprawa doktorska jest przygotowana w dyscyplinie naukowej „Inżynieria lądowa i transport”.

Rozprawa dotyczy problemów oceny parametrów eksploatacyjnych technicznie zaawansowanych samolotów lotnictwa ogólnego w aspekcie ich wykorzystania w systemach monitorowania i analizy danych lotniczych. W związku z dynamicznym rozwojem szeroko rozumianego sektora usług zapotrzebowanie na małe statki powietrzne, których obecne konstrukcje są intensywnie rozwijane za sprawą zastosowania nowych materiałów do ich budowy, ulepszania układów napędowych oraz popularyzacji zaawansowanych systemów

awioniki. Szczególnie dużą dynamiką charakteryzuje się rozpowszechnienie cyfrowych systemów awioniki. Systemy te mają wiele zalet, spośród których możliwość ciągłej rejestracji i zapisu wielu parametrów eksploatacyjnych samolotu jest szczególnie istotna w aspekcie wybranej przez Doktoranta tematyki rozprawy. Zagadnienie oceny parametrów eksploatacyjnych technicznie zaawansowanych samolotów lotnictwa ogólnego w aspekcie ich wykorzystania w systemach monitorowania i analizy danych lotniczych, które podjął jest obecnie szeroko wykorzystywane w monitorowaniu danych lotu (FDM – *Flight Data Monitoring*) w lotnictwie komunikacyjnym. Działania te przyniosły wiele korzyści w zakresie technicznego nadzoru eksploatacyjnego nad stanem samolotu jako obiektu oraz warunkami jego użytkowania ściśle związanymi z jakością prowadzonego przez pilotów pilotażu. Te dwa czynniki spośród wielu innych mają istotne znaczenie dla bezpieczeństwa realizacji operacji lotniczych. Wprowadzone metody analityczne weryfikacji nadzorowanych danych i procedury doszkalające załogi lotnicze przyczyniły się do zmniejszenia liczby wypadków lotniczych, czyniąc transport lotniczy komunikacyjny, najbezpieczniejszym spośród pozostałych. Podjęcie przez Autora tematyki w tym zakresie w odniesieniu do samolotów lotnictwa ogólnego, w szczególności małych samolotów wyposażonych w nowoczesne układy awioniki, jest działaniem właściwym, nowatorskim w tym segmencie statków powietrznych, wynikającym z potrzeb zwiększenia bezpieczeństwa i podniesienia standardów weryfikacji stopnia wyszkolenia użytkowników małych statków powietrznych. Tematyka ściśle związana z oceną parametrów eksploatacyjnych samolotu w aspekcie identyfikacji jakości wykonywanych operacji lotniczych, która została podjęta w niniejszej dysertacji jest wysoce aktualna. Przedstawione w pracy autorskie badania stanowią istotny wkład w niniejsze zagadnienia. Potwierdzają możliwość wykorzystania nowoczesnych technik analitycznych i symulacyjnych do opracowania algorytmów matematycznych, które można implementować w narzędzia numeryczne o nowych funkcjach użytecznych i wprowadzać jako nowe możliwości systemów awioniki nowoczesnych statków powietrznych. Podsumowując należy stwierdzić, że zarówno aktualność tematu, jak i jego zapotrzebowanie rynkowe w pełni uzasadnia podjęcie przez Doktoranta tematyki rozprawy.

Rozprawa doktorska mgra Piotra Długiewicza liczy 115 stron. Rozprawa zawiera osiem rozdziałów merytorycznych.

Pierwszy rozdział stanowi wprowadzenie. We wprowadzeniu usystematyzowano pojęcia związane z sytuacją lotnictwa ogólnego oraz naświetlono najważniejsze jego problemy artykułując szczególnie znaczenie bezpieczeństwa operacji lotniczych.

Rozdział drugi rozwija szczegółowo problemy związane z bezpieczeństwem w lotnictwie

ogólnym. Autor definiuje wskaźniki wypadków lotniczych, a następnie, w oparciu o przegląd literatury, bardzo dokładnie charakteryzuje aktualną sytuację dokonując segregacji ich poszczególnych przyczyn. Wskazuje również na aktualne działania zmierzające do poprawy bezpieczeństwa lotnictwa ogólnego podejmowane przez administracje rządowe i stowarzyszenia lotnicze.

Rozdział trzeci stanowi charakterystykę systemów monitorowania danych lotniczych, począwszy od rysu historycznego, poprzez zasady zarządzania bezpieczeństwem lotów, jego technicznymi aspektami, a skończywszy na prezentacji współczesnych systemów wykorzystywanych w lotnictwie ogólnym.

W dalszej części pracy obejmującej rozdział czwarty prezentowane są współczesne systemy awioniki, przy czym uwaga Autora skupiona jest na najbardziej powszechnym i zaawansowanym technicznie systemie Garmin 1000.

W piątym rozdziale przedstawiono cel, tezę i zakres pracy. Celem rozprawy jest „wykorzystanie wybranych parametrów lotu zapisanych przez samoloty lotnictwa ogólnego z uwzględnieniem ich specyfiki, na przykładzie samolotu Cirrus SR22T, do oceny poziomu bezpieczeństwa realizowanej przez pilota operacji lotniczej pod kątem wybranych aspektów operacyjnych”.

Teza rozprawy brzmi:

„Istnieje możliwość pozyskania i wyselekcjonowania rejestrowanych wielkości eksploatacyjnych z lotu lekkiego samolotu GA, które pozwolą na dokonanie oceny bezpieczeństwa realizowanych przez pilota operacji lotniczych”.

Cel rozprawy należy ocenić jako w pełni uzasadniony, a jej teza odpowiada zakresowi przeprowadzonych badań.

Rozdział szósty stanowi najważniejszy merytorycznie rozdział rozprawy. Opisano w nim badania własne prezentując kolejno metodykę badań, następnie badania empiryczne oraz badania symulacyjne i analizę wyników. W rozdziale opisano piętnaście modeli matematycznych wykorzystujących funkcje rozmyte i analizę logiki rozmytej. Rozdział zawiera również walidację analizy danych lotniczych.

W siódmym rozdziale zaprezentowano propozycję komercjalizacji systemu oceny sytuacji lotniczych.

Ósmy rozdział stanowi podsumowanie wyników badań przedstawionych w rozprawie. W rozdziale przedstawiono dyskusję wyników i sformułowano wnioski oraz wskazano kierunki dalszych prac.

W pracy zawarto również spis cytowanego piśmiennictwa obejmujący 102 pozycje

z literatury krajowej i światowej.

Układ pracy uważam za właściwy dla rozprawy doktorskiej. Właściwie sformułowany cel i zakres rozprawy, umożliwiające dowiedzenie postawionej tezy, stanowią uzasadnienie takiej opinii.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Ocena merytoryczna rozprawy jest wysoka. Jak już wcześniej stwierdziłem, tematyka jest aktualna i ważna, również sposób potraktowania problemu przez Doktoranta tematyki rozprawy jest w pełni profesjonalny. Doktorant wykazuje w tematyce rozprawy dużą erudycję.

Za najważniejsze zalety merytoryczne rozprawy uważam:

1. Precyzyjnie ustalony cel rozprawy.
2. Zdefiniowanie pojęć stosowanych w rozprawie.
3. Profesjonalny opis metodyki badań, gdzie badania podzielono na badania empiryczne, badania symulacyjne. W dokładny sposób został opisany cel bań empirycznych i symulacyjnych, przyjęte założenia i stosowane narzędzia badawcze.
4. Wyniki badań zostały podane wnikliwej analizie. W jej wyniku powstała idea wykorzystania zarejestrowanych parametrów do oceny ich wartości w aspekcie identyfikacji zdarzeń niebezpiecznych. Pomocne w tym zakresie stało się wykorzystanie teorii zbiorów rozmytych i logiki rozmytej.
5. Zaproponowano oryginalny system analizy danych lotniczych składający się z trzech warstw modeli, które są również autorskim osiągnięciem Doktoranta. Wykorzystanie stosunkowo nowego narzędzia jakim jest logika rozmyta wydatnie podnosi wartość dysertacji.
6. Przeprowadzone w rozprawie badania empiryczne i symulacyjne oraz rozważania teoretyczne umożliwiły sformułowanie oryginalnych wniosków o dużej wartości zarówno poznawczej, jak i praktycznej. Do najważniejszych zaliczyłbym stwierdzenia, że:
 - poprawa bezpieczeństwa operacji lotniczych w zakresie lotnictwa ogólnego, wykonywanych małymi samolotami wyposażonymi w zaawansowane systemy awioniczne możliwa jest przy wykorzystaniu analizy wybranych parametrów eksploatacyjnych;

- opracowane modele cząstkowe dla przypisanych kombinacji wybranych parametrów tworzą model, który stanowi algorytm matematyczny dla systemu oceny bezpieczeństwa operacji lotniczych;
- opracowany system może stanowić narzędzie do bieżącej oceny jakości wykonywania operacji lotniczych w aspekcie bezpieczeństwa i jako narzędzie do doskonalenia umiejętności pilotażowych pilotów lotnictwa ogólnego.

O dojrzałości naukowej Doktoranta świadczą również szczegółowo sprecyzowane kierunki dalszych prac naukowych oraz plany komercjalizacji przedmiotowego systemu.

Pewne zastrzeżenia merytoryczne dotyczą następujących spraw:

1. Prawidłowość doboru modeli rozmytych, definiowanych przez zmienną liczbę reguł, stosujących metody realizacji operacji logicznych i defuzyfikacji z użyciem operatorów lingwistycznych, nie budzi zastrzeżeń – tym bardziej, że zostały zweryfikowane wynikami badań empirycznych. Tym nie mniej, dla powiększenia aspektów naukowych dysertacji, byłoby rzeczą pożądaną gdyby Autor przedstawił jakich funkcji przynależności zbiorów rozmytych użył w modelach i uzasadnił swój wybór.
2. Budowa modeli rozmytych polega na arbitralności przypisania zmiennym modelu klas i parametrów funkcji przynależności, w oparciu przede wszystkim o wiedzę ekspercką. Dotyczy to również arbitralności przypisania wartości ryzyka. Doktorant zdecydował się na przyjęcie powszechnie stosowanego, dwuwymiarowego kryterium rangowania ryzyka, gdzie jako kryteria przyjmuje się częstość występowania uszkodzenia (jego prawdopodobieństwo zaistnienia) i jego dotkliwość oddziaływania (znaczenie dla obiektu). Wydaje się, że lepszą metodą, również powszechnie wykorzystywaną (między innymi w inżynierskiej metodzie FMEA), byłoby zastosowanie jeszcze trzeciego kryterium, którym byłaby wykrywalność zdarzenia/uszkodzenia. Takie ujęcie pozwoliłoby zdecydowanie zmniejszyć ilość modeli pierwszego rzędu, a także poprawiłoby jednoznaczność przypisywania wartości ryzyka. Zresztą należy nadmienić, że Doktorant sam zauważa tę niedogodność i wskazuje konieczność jej poprawy w drugim wniosku kierunku dalszych prac (roz. 8.3).
3. Problemy z przypisaniem wartości ryzyka daje się zauważyć na przykładzie modelu rozmytego „prędkość przyrządowa – wysokość nad powierzchnią terenu” dla pierwszej reguły, która jest inferencją/interakcją minimalnej prędkości i krytycznej

wysokości nad powierzchnią terenu, przypisano klasę ryzyka – „małe”. Wydaje się być to pomyłką, świadczy o tym między innymi nieciągłość odpowiedzi modelu prezentowana na rys. 6.15. Ponadto liczba funkcji przynależności modelu wskazuje na to, że jego baza reguł, przy założeniu że będzie kompletna, wyczerpująca, spójna i niemonotoniczna, powinna wynieść szesnaście – natomiast w tabeli 6.17 prezentowanych jest ich piętnaście. Oczywiście przy tworzeniu modelu można mało prawdopodobne inferencje/interakcje pominąć, ale dla poprawności naukowej trzeba wskazać przyczynę takiego postępowania. W wierszu reguły R15 (tabela 6.17) wkradł się błąd edytorski.

Te drobne zastrzeżenia w żadnym wypadku nie umniejszają wysokiej oceny merytorycznej rozprawy, a mają w głównej mierze charakter dyskusji naukowej.

4. Ocena formalna rozprawy

Pod względem formalnym, w tym edytorskim, praca jest przygotowana szczególnie starannie, co obecnie staje się niestety rzadkością.

Z drobnych krytycznych uwag zwróciłbym uwagę na następujące sprawy:

1. Niewłaściwie bywa stosowany termin „metodologia badań” zamiast, właściwie, „metodyka badań”.
2. Podobnie używany jest zwrot „w okresie czasu” zamiast, po prostu, „w tym czasie” lub „w tym okresie”.
3. Niewłaściwa jest personifikacja przedmiotów typu „rysunek przedstawia”, „rysunek obrazuje” zamiast, właściwie, „na rysunku przedstawiono”.
4. Niepotrzebnie jest stosowana niczym nie uzasadniona naleciałość z języka angielskiego „dedykowane” zamiast, właściwie, „przeznaczone”.
5. W rozprawie używane są w dużej liczbie angloizmy – tłumaczy to Doktoranta, tam gdzie nie istnieją odpowiedniki w języku polskim, ale używanie bez refleksji „slangu”, zwłaszcza informatycznego (ponoć już języka IT), może irytować czytelnika.
6. W punkcie 6.3.1. typowa pomyłka edytorska: „trafność ekologiczna takiego pomiaru”, winno być, „efektywną trafność takiego pomiaru”.

Drobne uwagi krytyczne, dotyczące spraw formalnych, nie umniejszają mojej wysokiej oceny rozprawy pod tym względem. Listę nielicznych, drobnych błędów edytorskich prześlę osobiście Doktorantowi.

5. Podsumowanie oceny rozprawy

W podsumowaniu oceny rozprawy uważam, że opiniowana praca w pełni odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim ze względu na wysoki poziom merytoryczny i formalny oraz osiągnięcia użyteczne w zakresie rozpatrywanych problemów. Na szczególne podkreślenie zasługują nowatorskie atrybuty opiniowanej rozprawy ze względu na jej tematykę i zastosowane metody dotyczące zarówno badań empirycznych, jak i symulacyjnych.

Opiniowaną rozprawę doktorską oceniam bardzo wysoko i wnioskuję o jej wyróżnienie.

W związku z pozytywną oceną rozprawy doktorskiej mgra Piotra Długiewicza pt. „Ocena parametrów eksploatacyjnych technicznie zaawansowanych samolotów lotnictwa ogólnego w aspekcie ich wykorzystania w systemach monitorowania i analizy danych lotniczych”, uważam, że opiniowana rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną i praktyczną Kandydata w dyscyplinie naukowej „Inżynieria lądowa i transport”, a także dowodzi umiejętności samodzielnego prowadzenia przez Niego pracy naukowej. Wobec powyższego opiniowana praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z art. 13. Ust. 1. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 poz. 1789).

Upoważnia mnie to do postawienia wniosku o dopuszczenie mgra Piotra Długiewicza do publicznej obrony rozprawy doktorskiej, a po jej pomyślnym przebiegu do nadania Mu stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie „Inżynieria lądowa i transport”.

