

prof. dr hab. inż. Marek Grzegorzewski, prof. LAW
Lotnicza Akademia Wojskowa
Instytut Nawigacji
08-530 Dęblin
m.grzegorzewski@law.mil.pl

Kraków 25.01.2022 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Daniela Lichonia pt.
„Identyfikacja charakterystyk operacyjnych nieautonomicznych
powietrznych statków bezzałogowych dla potrzeb wykonywania lotów
w przestrzeni kontrolowanej”

napisanej pod kierunkiem dr hab. inż. Andrzeja Majka, prof. PRz.
promotor pomocniczy dr inż. Tomasz Lis

1. Opinia ogólna

Rozprawa doktorska przygotowana przez Pana mgr. inż. Daniela Lichonia jest studium problemów integracji bezzałogowych nieautonomicznych statków powietrznych w przestrzeni kontrolowanej. Problem naukowy został przedstawiony w ujęciu analizy systemowej. Rezultatem tej pracy jest wkład w wypełnienie luk badawczych procesu integracji oraz rozszerzenie wiedzy o samolotach bezpilotowych z punktu widzenia służb ruchu lotniczego. Organizacją inspirującą jest Europejska Agencja Obrony w dziedzinie RPAS zmierza do osiągnięcia integracja wojskowych RPAS w niesegregowanej przestrzeni powietrznej w kontekście Jednolitej Europejskiej Przestrzeni Powietrznej. Rozwój synergii między państwami członkowskimi eksploatującymi duże wojskowe RPAS wsparcie dla rozwoju europejskiego RPAS o średniej wysokości i długości lotu (MALE), który ma być operacyjny do 2025 r.

2. Ocena merytoryczna

Znaczenie problematyki podjętej w recenzowanej rozprawie

Problematyka rozprawy doktorskiej skoncentrowana jest na bezzałogowych statkach powietrznych wykonujących loty w przestrzeni kontrolowanej. Prognozowany wzrost liczebności z 5% do 23% względem wszystkich statków cywilnych świadczy o znaczeniu i kierunku rozwoju BSP. W celu maksymalnego wykorzystania możliwości lotnictwa bezzałogowego należy stworzyć integrację w systemie zarządzania ruchem lotniczym. Doktorant na podstawie analizy literatury zdefiniował pojęcie integracji jako ...” zdalnie

pilotowany statek powietrzny (Remotely Piloted Aircraft, RPA) wejdzie do systemu przestrzeni powietrznej rutynowo bez konieczności stosowania specjalnych warunków...”. W tym celu doktorant jako podstawowe zagadnienie badawcze przyjął identyfikację osiągow w locie grupy RPA i opracowanie minimów operacyjnych integracji w przestrzeni jednolitej. Koncepcję integracji przedstawił w postaci dwóch rozwiązań jako innowacyjną realizowaną jako opracowanie nowych elementów ATM tj. opracowanie wytycznych do lotów RPA na bardzo małych wysokościach lub dużych wysokościach. Drugie rozwiązanie zaproponowano jako rozwiązanie ewolucyjne tj. dostosowanie RPA do zasad wykonywania lotów z widocznością wg wskazań przyrządów (VFR/IFR). Doktorant swój zakres badań skupił na integracji RPA według zasad IFR. Znaczenie takiego podejścia do problemu generuje istotne rozwiązania wdrażania RPA w ATM jako strukturę przestrzeni powietrznej. Poprawnie zdefiniowane luki badawcze zostały opracowane w rozprawie doktorskiej.

Praca doktorska wpisuje się w zalecenia posiedzenia Rady Europejskiej, które odbyło się w dniach 19-20 grudnia 2013 r. Działania te mają na celu wsparcie rozwoju europejskiego RPAS MALE (Medium Altitude Long Endurance) w latach 2020-2025, poprzez wpływ na rozwój powiązanych ram regulacyjnych oraz poprzez wspieranie rozwoju kluczowych udogodnień technicznych. Jest to również zgodne z harmonogramem określonym w centralnym planie ATM SESAR. Dotyczy to działań regulacyjnych, ściśle związane z procedurami. Na szczególną uwagę zasługuje harmonizacja z forum wojskowych organów ds. gotowości lotniczej (MAWA) oraz z Radą Lotnictwa Wojskowego Jednolitej Europejskiej Przestrzeni Powietrznej EDA (ESMAB), za pośrednictwem SEC RPAS ATI (SES Expert Community on RPAS ATI), mająca na celu wypełnienie luk w przepisach dotyczących dużych/certyfikowanych RPAS.

2.1 Metodyka badawcza (założenia, cele, metody)

Recenzowaną dysertację można umieścić w głównym nurcie badań nad organizacją ruchu lotniczego. Jest odpowiedzią na Rozporządzenie Rady (WE) nr 219/2007 z dnia 27 lutego 2007 r. w sprawie Joint Undertaking. Podpisanie umowy z Komisją Europejską pozwoliło European Organization for the Safety of Air Navigation na prowadzenie działalności naukowo-badawczej. Powstał dokument pod tytułem European Rout Network Improvement Plan scharakteryzował niezbędne narzędzia i plan działań w celu otwarcia bazy tematów prac w celu stworzenia jednolitej europejskiej przestrzeni powietrznej. Powstał plan modernizacji ruchu lotniczego na lata 2020-2035-2050. Rozprawa doktorska jest tematem wpisującym się w cykl badań międzynarodowych nad usprawnieniem ruchu lotniczego.

Głównym celem dysertacji jest identyfikacja minimów operacyjnych (osiągów) i cech konstrukcyjnych RPA spełniających wymagania integracji z lotnictwem załogowym w modelu jednolitej przestrzeni powietrznej. Oprócz celu głównego doktorant wyodrębnił trzy cele cząstkowe ściśle powiązane z celem głównym.

Harmonogram badań przyjęty w rozprawie doktorskiej jest związany z problemami bezpieczeństwa, luk technologicznych, procedur SID i STAR, prędkością statków powietrznych, wpływem wiatru na lot statku powietrznego oraz cech konstrukcyjnych. Główny problem badawczy to rozwiązanie zagadnienia wykonywanie lotów nowych użytkowników (RPA) w istniejących wymaganiach. Cechy konstrukcyjne BSP są odmienne względem samolotów. Słusznie doktorant postawił hipotezę, że cechy RPA będą wpływały na możliwość integracji, a w badaniach należy określić granicę osiągow. Rozwiązaniem problemu będzie

polegało na sprawdzeniu wariantów RPA podczas wykonywania procedur SID i STAR. W tym celu główny nacisk został położony na zbudowanie modeli symulacyjnych RPA, procedur i algorytmów symulacji FTS wraz z implementacją numeryczną. Ostateczna teza pracy sformułowana przez doktoranta jednoznacznie określa, że bezzałogowe statki powietrzne stanowią grupę obiektów o charakterystykach operacyjnych tworzącą obwiednię – wyróżniającą je na tle lotnictwa załogowego. Na szczególną uwagę zasługuje etap badań wstępnych, który ukierunkował budowę uproszczonego modelu osiągow w locie ustalonym symetrycznym i asymetrycznym.

2.2 Struktura rozprawy

2.2.1 Wykorzystana literatura

W rozdziale „Literatura” doktorant zamieścił 173 pozycje obejmujące publikacje od 1972 roku do 2020. Najstarsza cytowana publikacji pochodzi z 1972 roku i dotyczy „Dynamics of Atmospheric Flight” autorstwa Etkin B. ISBN 0-471-24620-4, University of Toronto, Toronto. Praca zawiera 76 rysunków i 27 tabel oraz Załączniki.

Brak odniesienia do:

-Dziennik Urzędowy Warszawa, dnia 27 sierpnia 2015 r. Poz. 43

WYTYCZNE Nr 8 PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO z dnia 26 sierpnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia wymagań ustanowionych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) – Doc 4444

- WYTYCZNE NR 15 PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-01 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) lub z widokiem z pierwszej osoby (FPV), wykonywanych z użyciem bezzałogowego statku powietrznego o masie startowej mniejszej niż 4 kg

- Dz. Ustaw. Warszawa, dnia 30 grudnia 2020 r. Poz. 74, WYTYCZNE NR 20 PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-06 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii wielowirnikowiec (MR) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego

- Projekt „Usługi cyfrowe dla bezzałogowych statków powietrznych” (POPC.02.01.00-00-0126/19- Efekt projektu jest sprawna koordynacja większej liczby lotów dronów w przestrzeni publicznej oraz lepsza integracja lotnictwa załogowego z bezzałogowym, co przekłada się na większe bezpieczeństwo obywateli.

Uwaga ogólna: Bibliografia złączona do rozprawy powinna zawierać pozycje z literatury cytowane w rozprawie doktorskiej, a nie załącznikiem wszystkich publikacji dostępnych na świecie.

2.2.2 Szczegółowa ocena merytoryczna poszczególnych części rozprawy

Rozprawa doktorska została przedstawiona na 173 stronach i zawiera kolejno następujące części: wstęp, spis akronimów, przegląd literatury, przedmiot pracy, Model charakterystyk operacyjnych RPA, Model procedur referencyjnych odejścia i podejścia (SID - (Standard Instrument Arrival) i STAR- (Standard Instrument Departure), badania i analiza wyników, wnioski, spis literatury, spis 76 rysunków i 27 tabel, streszczenie i załączniki.

We wstępie doktorant dokonał wprowadzenie do tematu i przedstawił podstawowy podział na lotnictwo cywilne i wojskowe oraz przedstawił tezę, że lotnictwo bezzałogowe wymaga integracji w systemie zarządzania ruchem lotniczym (ATM- Air Traffic Management). Koncepcja integracji związana jest z rozwiązaniem luk technologicznych zawartych przez autora w tab. 1. Kluczowym elementem w badaniach nad integracją RPA w lotach IFR przyjęto procedury SID i STAR. Jako spełnienie wymagań ...” integracji autor przyjął realizację proceduralnej trajektorii lotu z minimalizacją wpływu na załogowy ruch lotniczy...”. W rozdziale 2 doktorant dokonał kwerendy literatury z punktu widzenia przyjętego celu badawczego. Z analizy literatury wynika, że krytycznym czynnikiem integracji RPA jest średni czas trwania konfliktu ze względu na prędkość lotu.

W rozdziale trzecim autor przedstawił cele i zakres pracy, sformułował główne pytania badawcze oraz metodologię badań. Główny cel pracy to identyfikacja minimum operacyjnych i cech konstrukcyjnych RPA spełniających wymagania integracji z lotnictwem załogowym. Sformułowano trzy cele szczegółowe obejmujące kryteria oceny integracji w wybranych obszarach ATM (Key Performance Indicator, PI), wyznaczenie obwiedni charakterystyk operacyjnych oraz porównanie obwiedni charakterystyk operacyjnych RPA względem osiągu samolotów załogowych. Główne pytania badawcze dotyczą badanych charakterystyk operacyjnych RPA najbardziej istotnych dla integracji RPA z SID i STAR oraz minimum operacyjne integracji RPA w przestrzeni kontrolowanej. Doktorant przedstawił tezę pracy, że bezzałogowe statki powietrzne są grupą obiektów wyróżniającą się na tle lotnictwa załogowego ...” wewnątrz której istnieje zbiór, którego granica określa minima operacyjne integracji w jednolitej przestrzeni kontrolowanej...”. W podrozdziale 3.2 doktorant przedstawił metodologię badań. Jako podstawowe rozwiązanie doktorant zaproponował zastosowanie analizy systemowej związanej z przygotowaniem modelu matematycznego charakterystyk operacyjnych RPA oraz procedur referencyjnych SID i STAR. Podstawową metodę badawczą autor wybrał symulację w czasie przyspieszonym (FTS- Fast – Time Simulations). Jako narzędzia badawcze przygotowano środowisko symulacji szybkich w postaci modeli numerycznych na bazie oprogramowania Matlab. Modele procedur SID i STAR sprawdzono wykonując loty proceduralne samolotem załogowym na symulatorze X-Plane 11. Doktorant opracował założenie modeli symulacyjnych i przedstawił je w tabeli.5. Symulacja w czasie przyspieszonym (FTS) stanowi problem badawczy wyodrębniony z RPAS i ATM. Funkcją systemu jest wykonanie lotów RPA według procedur SID i STAR co stanowi integrację RPAS w istniejącym ATM w obszarach kontrolowanych. Schemat wyodrębnienia systemu RPA – SID/STAR został przedstawiony na rys.10, a własności systemu RPA – SID/STAR zostały zawarte w tabeli 7. Jako główną metodę badawczą doktorat przyjął eksperyment – symulację w trybie przyspieszonym FTS- Fast – Time Simulations, co pozwala na prowadzenie badania funkcjonowania systemu dla wielu wariantów RPA. Metodę symulacji poddano implementacji numerycznej. W podrozdziale 3.2.5 doktorant przedstawił zakres zmiennych decyzyjnych RPA stanowiących parametry wejściowe modelu oraz profil wykonania lotu proceduralnego (tab.8), a w tabeli 9 przedstawił profil lotu RPA w segmentach procedur SID i STAR. Ocenę integracji w tych procedurach dokonał w dwóch obszarach rozwoju ATM (Key Performance Area, KPA) tj. według wskaźników bezpieczeństwa i efektywności. Kryteria oceny integracji zostały przedstawione w tabeli 11. Symulację w czasie rzeczywistym (RTS) wykonano w celu weryfikacji poprawności kształtu procedur i określenia czasu odniesienia realizacji procedur

przez lotnictwo załogowe. Czasy odniesienia realizacji procedur – samolot załogowy GA, loty w symulatorze X-Plane zostały przedstawione w tabeli 12.

W rozdziale 4 doktorant przedstawił model charakterystyk operacyjnych RPA. Przygotowując algorytm modelowania, doktorant jako główne założenie modelu przyjął minimalizację zmiennych decyzyjnych i zapewnienie szybkości działania modelu. Algorytm modelowania (rys. 15) RPA został oparty na charakterystykach konstrukcyjnych i osiąгах w locie. Model geometrii RPA uzależnił doktorant od zmiennych decyzyjnych masy startowej i obciążenia powierzchni (wzór 4.2). Modelowanymi charakterystykami aerodynamicznymi są biegunowa samolotu ($C_x=F(C_z)$), współczynnik siły nośnej w funkcji kąta natarcia ($C_z=f(\alpha)$), wpływ mechanizacji skrzydła $\{\Delta C_z \Delta C_x\} = f(\beta_{klap})$ i maksymalny współczynnik siły nośnej C_{zmax} . Badając zespoły napędowe doktorant dowiódł, że grupie badanych RPA dominującym jest napęd śmigłowy o stałym skoku. Zastosowany model obejmuje charakterystyki silnika i śmigła oraz dobór zespołu napędowego do charakterystyk płatowca. W modelu zespołu napędowego doktorant zastosował uproszczenie polegające na pominięciu doboru średnicy śmigła. W czasie badań doktorant wykazał, że dobór średnicy, który jest procesem inercyjnym sprzężonym z osiągami płatowca uniemożliwia przeprowadzenie symulacji FTS. W rozdziale 4.3 doktorant przedstawił charakterystyki osiągów w locie i trajektorię w locie.

W rozdziale 5 doktorant przedstawił procedury referencyjne odejścia i podejścia (SID i STAR). Zadaniem ich jest zapewnienie separacji między statkami powietrznymi i przeszkodami w operacjach odejścia i podejścia z lotnisk kontrolowanych. Klasyfikacja procedur została przedstawiona na rys.25. Mając na względzie cel pracy doktorant wykonał implementację numeryczną procedur w środowisku Matlab, tworząc modele symulacyjne. Procedury odejścia SID i podejścia STAR zostały przedstawione w podrozdziale 5.3. w tabelach 14 i 15.

Rozdział 6 zawiera badania i analizę wyników. Doktorant część badawczą podzielił na cztery etapy. Przede wszystkim przedstawił sposób realizacji symulacji FTS i przetwarzania wyników. Następnie w drugim etapie dokonał oceny realizacji trajektorii proceduralnej, następnie dokonał integracji RPA wg wpływu na załogowy ruch lotniczy, a następnie wykonał analizę integracji RPA wg kategorii A. Na rys 39 doktorant przedstawił obszary integracji RPA w procedurze STAR -ST, definiując je jako obszary od A do E. Przeprowadzając symulacje wykazał, że w warunkach bezwietrznych proceduralna trajektoria na kierunku horyzontalnym jest realizowana prawidłowo dla każdej badanej konfiguracji, co nie stanowi wielkiego odkrycia. Istotnym rezultatem badań jest wpływ wiatru bocznego w segmentach procedur (boczny tylny i boczny przedni). Przeprowadzone badania trajektorii lotu w płaszczyźnie pionowej (autor używa sformułowania – kierunek wertykalny) zależny jest od charakterystyk konstrukcyjnych RPA i wpływu wiatru. Krytycznymi są procedury odejścia SID w każdym z segmentów. Na możliwość wykonania trajektorii proceduralnej wpływa relacja zmiennych decyzyjnych Q/S-N/Q. Badania wpływu zmiennych decyzyjnych RPA na integrację w odniesieniu do czasu podzielono na trzy sekcje. Przede wszystkim określono wpływ zmiennych decyzyjnych na czas realizacji procedur, identyfikacja obszarów integracji RPA z punktu widzenia wpływu na załogowy ruch lotniczy oraz identyfikacja obszarów integracji z punktu minimum operacyjnych kategorii A(ICA0). Wyniki tych badań zostały przedstawione na rys.47, 48,49,50. Główne wnioski możliwości integracji RPA zostały przedstawione przez doktoranta w podrozdziale 6.3.2.

W podrozdziale 6.4 przedstawiono obwiednię obszarów integracji i osiągow RPA. Syntezę rezultatów symulacji przedstawiono na rys 56,57,58 do rys 60.

Wnioski wynikające z przeprowadzonych badań przedstawiono w rozdziale 7. Doktorant podzielił je na cztery części. W części pierwszej przedstawiono charakterystyki RPA z punktu widzenia wpływu na możliwości integracji w procedurach SID i STAR. Dotyczyło to zmiennych decyzyjnych RPA i charakterystyk osiągow, czyli prędkości zniżania i prędkość V_{IAS} w wybranych segmentach procedur. We wnioskach użytkarnych doktorant określił obszary integracji RPA w przestrzeni jednolitej. W części drugiej przedstawiono wnioski w zakresie realizacji luk badawczych. Luka w zakresie modelowania SID i STAR została zrealizowana przez doktoranta poprzez modelowanie referencyjnych kształtów trajektorii proceduralnej oraz obszarów tolerancji procedur. Dzięki stworzeniu środowiska symulacji TFS doktorant dokonał implementacji numerycznej modeli RPA. Opracował algorytm i zestaw funkcji modelujących procedury we współrzędnych geograficznych. Podstawową ścieżką symulacji było tworzenie „mapy” osiągow RPA w realizacji procedur w użytkowym zakresie katów natarcia. Doktorant wypełnił lukę badawczą w zakresie integracji modeli w środowisku symulacyjnym FTS.

Ogólna ocena wypełnienia luk badawczych pozwala na stwierdzenie, że zagadnienia badawcze zostały zrealizowane. Doktorant określił wpływ charakterystyk konstrukcyjnych samolotów bezzałogowych. Problem ten rozwiązał opracowując obwiednię osiągow zróżnicowanych wariantów BSP ze wskazaniem granic spełnienia podstawowych wymagań integracyjnych.

2.2.3 Język i formalna strona rozprawy

Rozprawa doktorska napisana została w języku polskim. Uwagi:

- V_{IAS} prędkość przyrządowa- spis oznaczeń, str. 7 – w publikacjach anglojęzycznych prędkość przyrządowa oznaczona jest jako „IAS”, a w publikacjach polskich jako V_p (General Navigation, JAA ATPL, Jappesen, ISBN 0-88487-452-4);
- *Geograficzny kierunek wiatru*, str. 7 – w lotnictwie używamy Meteorologiczny kierunek wiatru D_M i Nawigacyjny kierunek wiatru D_N ;
- Brak źródeł zacytowanych wzorów;
- Na str. 29 użyto sformułowania... *Prostoliniowe odcinki lotu poziomego, wznoszącego i opadającego...* w lotnictwie używamy pojęcia lot na wznoszeniu i lot na zniżaniu.
- Wzór na przechylenie w zakręcie (4.22) użyte R powinno być zgodnie ze spisem oznaczeń użyte R_{zagr} , w nawigacji używamy wzoru na promień $R_{zagr} [m] = \frac{V_r^2 \left[\frac{m}{s} \right]}{9,81 \frac{m}{s^2} \cdot \text{tg } \beta}$, kąt przechylenia określamy jako " β ".
- Niepoprawnie zwymiarowane kąty na rysunku 22. Należało przedstawić elementy nawigacyjnego trójkąta prędkości. Użyto pojęcia DN (*Geograficzny kierunek wiatru*) str.7 nie wyjaśniając czy to jest nawigacyjny kierunek wiatru, czy meteorologiczny kierunek wiatru, nie używamy geograficznego kierunku wiatru (str. 48). Nie używa się pojęcia nakazany kurs drogi (NKDG). Pod tym pojęciem rozumiemy *Nakazany Kąt Drogi Geograficzny*. Brak definicji kursu i poprawki kursu.
- Systemy podejścia precyzyjnego – brakuje MLS (str.51)

- Str. 57 „*odkładamy odległość promienia zakrętu r*” - zgodnie ze spisem oznaczeń powinno być R_{zakr} .
- Brak źródeł wstawionych tabel.
- Niezrozumiałe jest zdanie z str. 61 „*Odejdźcie proste z korektą kursu 15⁰ wykonane wg GNSS*”. Jak określamy kurs statku powietrznego wg GNSS?
- „*Prędkość wskazywana poziomego RPA*”(Remontely Piloted Aircraft-zdalnie pilotowany statek powietrzny) czy to oznacza prędkość przyrządową poziomego samolotu? , str.90.
- *Graniczna prędkość wiatru*, str. 90 – jak to jest wartość?
- Literówka: *Obszar toleranci*, str. 99;

2.2.4 Pytania problemowe

Po zapoznaniu się z dysertacją mam cztery pytania szczegółowe do Doktoranta, o odpowiedź proszę podczas publicznej obrony:

- kurs statku powietrznego (rodzaje kursów);
- co rozumiemy pod pojęciem „*kąt poprawki na wiatr*” – podać proszę definicję
- wyjaśnić pojęcie „*podejścia z zakrętem przy wietrze czołowym*”
- określić „*krytyczną prędkość wiatru bocznego*” str. 112

3. Wnioski i konkluzja końcowa

Przygotowując recenzję rozprawy doktorskiej mgr inż. Daniela Lichonia pt. „Identyfikacja charakterystyk operacyjnych nieautonomicznych powietrznych statków bezzałogowych dla potrzeb wykonywania lotów w przestrzeni kontrolowanej postawiłem sobie 6 pytań, na które szukałem odpowiedzi. Te pytania to:

- **Czy dyplomant osiągnął zakładany cel pracy?**

Dyplomant opracował metodę identyfikacji obwiedni charakterystyk operacyjnych RPA w realizacji procedur SID i STAR osiągając zakładany cel pracy.

- **Czy uzyskał potwierdzenie przyjętej hipotezy?**

Doktorant potwierdził w swojej pracy, że bezzałogowe nieautonomiczne statki powietrzne stanowią grupę obiektów o charakterystykach operacyjnych tworzących obwiednię – wyróżniającą je na tle lotnictwa załogowego

- **Czy przyjęta metoda badawcza pozwoliła na zrealizowanie celu dysertacji?**

Zastosowana metoda badawcza pozwoliła na zrealizowanie problemu badawczego.

- **Czy w pracy doktorskiej wykorzystano specjalistyczną literaturę?**

Doktorant nie wykorzystał następujących dokumentów normatywnych:

1. Wytyczne Nr 5 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 13 .04.2017 w sprawie ogłoszenia wymagań ustanowionych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa(ICAO)-Doc.4444 „Procedury służb Żeglugi powietrznej-zarządzanie ruchem lotniczym” (PANS-ATM,ICAO Doc. 4444);
2. Załącznik 15 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym Służby Informacji Lotniczej Wydanie szesnaste, lipiec 2018 r. ;
3. Dziennik ustaw, poz. 43 z dn. 28.08.2015, WYTYCZNE Nr 8 PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO z dnia 26 sierpnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia wymagań

ustanowionych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) – Doc. 4444;

4. Rozporządzenie wykonawcze komisji (UE)Nr 923/2012 z dnia 26 września 2012 r. ustanawiające wspólne zasady w odniesieniu do przepisów lotniczych i operacyjnych dotyczących służb i procedur żeglugi powietrznej oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze (WE) nr 1035/2011 oraz rozporządzenie (WE) nr 1265/2007, (WE) nr 1794/2006, (WE) nr 730/2006, (WE) nr 1033/2006, i (UE) nr 255/2010;

5. AIP POLSKA, ENR 1.10 AIRAC, Planowanie lotów, ENR 1.11 ADRESOWANIE PLANU LOTU;

6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 lipca 2020 r. w sprawie przepisów ruchu lotniczego, poz.1305, Warszawa , dnia 28 lipca 2020 r.

- Czy uzyskane wyniki są poprawne i spójne z sytuacją nawigacyjną?

Doktorant nie uwzględnił w swoich założeniach:

a. ruchu lotniczego;

b. zmian poziomu lotu (interpretowana jest tylko przestrzeń dwuwymiarowa)

c. restrykcje (stosowane w dziedzinie zarządzania ATM specjalne ograniczenia dla BSP).

- Czy przyjęte rozwiązanie ma szansę na wdrożenie w lotnictwie i czy autor popełnił błędy w rozwiązaniu problemów integracji RPA?

Zaproponowane rozwiązanie pod względem merytorycznym jest poprawne. Obszar integracji RPA w przestrzeni jednolitej obejmuje głównie obszary dopuszczalnego wpływu na załogowy ruch lotniczy (BiC).

- Czy przygotowane rozwiązanie spełnia warunki bezpieczeństwa lotów? (to pytanie uważam za najważniejsze).

Doktorant we wnioskach użytych stwierdził, że projektowanie BSP do wykonywania lotów w przestrzeni kontrolowanej wymaga zapewnienia minimum średnich obciążeń powierzchni nośnej i średnich obciążeń mocy zespołu napędowego ($\frac{Q}{S} \geq \frac{300N}{m^2}, \frac{N}{Q} \geq 15 \frac{W}{N}$) oraz procedura przerwanego podejścia nie obniża bezpieczeństwa lotów z punktu widzenia możliwości realizacji wymaganego gradientu wznoszenia.

Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Daniela Lichonia pt. „Identyfikacja charakterystyk operacyjnych nieautonomicznych powietrznych statków bezzałogowych dla potrzeb wykonywania lotów w przestrzeni kontrolowanej” spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 4 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. Ustaw nr 65 poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.