



Koszalin, 31.08.2022 r.

dr hab. inż. Norbert Chamier-Gliszczyński, prof. uczelni
Politechnika Koszalińska
e-mail: norbert.chamier-gliszczynski@tu.koszalin.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

pt.: „*Metoda zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu*”,

autor rozprawy **mgr inż. Daria Żuchowska**

1. Uwagi wstępne

Podstawę opracowania recenzji stanowi uchwała nr 478/2022 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej z dnia 05.07.2022 roku w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Darii Żuchowskiej.

Recenzowana praca poświęcona jest problematyce separacji ruchu pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu lotniczego. Rozprawa została wydana w formie książki i zawiera 118 stron.

Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Anna Stelmach, prof. uczelni, natomiast promotorem pomocniczym jest dr inż. Mariusz Krzyżanowski.

2. Ocena doboru tematu rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska koncentruje się na zagadnieniach zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu lotniczego. Podstawową funkcją zarządzania i sterowania ruchem lotniczym jest utrzymanie minimalnych separacji pomiędzy statkami powietrznymi, czy pomiędzy statkami powietrznymi a wyznaczonymi w przestrzeni powietrznej strefami. Obecnie obowiązek zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi realizują kontrolerzy ruchu lotniczego, których pracę wspomagają specjalistyczne systemy. Tak realizowany proces separacji stanowi system kontroli scentralizowany. Niemniej jednak w istniejących realiach wzmożonego ruchu lotniczego opracowano systemy kontroli rozproszonej (zdecentralizowany), który realizuje koncepcję separacji własnej statków powietrznych.

Analizowana problematyka w różnej skali i ujęciu wpisuje się w aktualne problemy badawcze. Zapewnienie właściwej separacji ruchu pomiędzy statkami powietrznymi stanowi istotny element bezpieczeństwa ruchu lotniczego. Tym samym nie ulega wątpliwości, że podjęta tematyka rozprawy ma duże znaczenie pod względem naukowym jak i użytecznym. W ujęciu naukowym jest opracowanie metody separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego i modelu ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli, a użytecznym jest dostarczenie nowego narzędzia wspierającego proces separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu lotniczego.

Reasumując stwierdzam, że temat recenzowanej rozprawy doktorskiej jest aktualny i odpowiadający na zapotrzebowanie teoretyków oraz praktyków zajmujących się powyższym problemem. Tak więc podjęty przez Doktorantkę problem badawczy jest jak najbardziej uzasadniony, a sformułowanie tematu właściwe.

3. Ogólna charakterystyka treści i ocena poszczególnych części rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska składa się ze streszczenia w języku polskim i angielskim, siedmiu logicznie usystematyzowanych i ponumerowanych rozdziałów, bibliografii, spisu rysunków, wykresów, tabel oraz pięciu załączników.

Rozdział **pierwszy** jest wstępem do recenzowanej rozprawy doktorskiej, w którym Doktorantka odniosła się do problematyki separacji pomiędzy statkami powietrznymi, czy pomiędzy statkami powietrznymi a wyznaczonymi w przestrzeni powietrznej strefami. Podkreśliła, że aktualnie obowiązek zapewnienia separacji ciąży na kontrolerach ruchu lotniczego, którzy utrzymują łączność głosową z załogami statków powietrznych i przekazują informacje dotyczące ruchu, bazując na danych pochodzących z systemów dozoru. Kontroler działa w wyznaczonym sektorze przestrzeni powietrznej, czyli przestrzeni odpowiedzialności. Istotnym jest, że od indywidualnych możliwości przetwarzania danych (realizacji operacji w danej chwili) przez kontrolera ruchu lotniczego zależy przepustowość danego sektora. W ostatnich latach obserwowane jest nasilenie ruchu lotniczego, które generuje wzrost liczby operacji do przetworzenia w danym sektorze. Skutkuje to obniżeniem przepustowości sektora i wzrostem poziomu kongestii, co bezpośrednio przekłada się na bezpieczeństwo i płynność ruchu lotniczego. Tym samym poszukiwana są nowe rozwiązania w zarządzaniu ruchem lotniczym, które pozwolą zmienić obecną sytuację i rozwiązać problem kongestii w ruchu lotniczym.

W dalszej części rozdziału Doktorantka dokonała przeglądu literatury dotyczącej analizowanej problematyki. Na podstawie badań literaturowych i występujących trudności technologicznych, organizacyjnych, finansowych związanych z wprowadzeniem systemów ASAS (ang. Airborne Separation Assurance System) podkreśliła, że opracowana koncepcja separacji własnej statków powietrznych będzie wprowadzana etapowo. Tym samym zachodzi potrzeba stworzenia narzędzi inżynierskich do analizy i wspomaganie pracy systemu kontroli ruchu lotniczego w okresie przejściowym, w którym część statków powietrznych będzie wyposażonych w systemy ASAS i będzie zdolna do zapewnienia własnej separacji oraz część statków kontrolowana w sposób scentralizowany na dotychczasowych zasadach.

Na tej podstawie Doktorantka sformułowała cel pracy, którym jest *opracowanie metody organizacji systemu kontroli ruchu lotniczego w okresie przejściowym, wraz z narzędziami wspomagającym oba systemy kontroli: scentralizowany oraz rozproszony*. Ponadto zaakcentowała, że istotnym elementem tej metody będzie opracowanie systemu podejmowania decyzji zmierzającego do bezpiecznego współistnienia dwóch zbiorów statków powietrznych (odi-

zowanych informacyjnie), jednak silnie związanych logicznie koniecznością zapewnienia ich bezpieczeństwa.

W rozprawie przyjęto tezę, że opracowana koncepcja organizacji kontroli ruchu lotniczego w fazie przejściowej od systemu scentralizowanego do rozproszonego, wraz z narzędziami wspomagania statków powietrznych utrzymujących własną separację, a także wspomagania zapewnienia separacji międzysystemowej, pozwala zachować dotychczasowy poziom bezpieczeństwa wszystkich statków powietrznych, jednocześnie umożliwiając etapowe wprowadzenie koncepcji ASAS.

W rozdziale pierwszym wskazano również na znaczenie poznawcze i utylitarne pracy, przedstawiono metodykę badań oraz układ pracy.

Uważam, że sformułowanie celu pracy jest właściwe i w pełni odzwierciedla przedmiot badań. Również przyjęta teza w przytoczonym powyżej brzmieniu została prawidłowo postawiona i jest adekwatna do rozwiązywanego w rozprawie problemu badawczego.

W rozdziale **drugim** Doktorantka dokonała analizy nowych koncepcji organizacji kontroli ruchu lotniczego z wskazaniem na koncepcję własnej separacji statków powietrznych. Zaakcentowała, że w ostatnich okresie zaproponowano wiele technik zarządzania ruchem lotniczym, których przewodnim celem było zwiększenie automatyzacji procesu zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi. W działaniach tych zarysowała się technika bazująca na zcentralizowanym procesie decyzyjnym i zdecentralizowanym procesie decyzyjnym. Separacja w przypadku tych metod opiera się na sposobie wykrycia i rozwiązywania potencjalnych zdarzeń niebezpiecznych, które występują w przypadku kiedy naruszone zostają określone minima separacji. W procesie zcentralizowanym za wykrycie i rozwiązanie potencjalnych zdarzeń niebezpiecznych odpowiedzialny jest kontroler ruchu lotniczego, który wspierany jest przez odpowiednie systemy służące do rozwiązywania sytuacji niebezpiecznych w skali globalnej. Poszukiwanie rozwiązania w skali globalnej wymaga uwzględnienia wielu czynników na etapie wyboru rozwiązania, co generuje problem związany ze skalowalnością w sytuacji wzrastającej liczby statków powietrznych. Nowy statek w danym sektorze wymaga ponownego przeliczenia wszystkich parametrów, by wyznaczyć nowe rozwiązanie. Z kolei w przypadku zdecentralizowanego procesu decyzyjnego tok skalowania przebiega sprawniej i nie jest generowane rozwiązanie globalne. Układ informacyjny ma strukturę rozproszoną, a nie strukturę gwiazdy jak w przypadku zcentralizowanego procesu. Sytuacje niebezpieczne rozwiązywane są przez pojedyncze podmioty uczestniczące w potencjalnym zdarzeniu.

W dalszej części rozdziału Doktorantka odniosła się do zagadnienia zastosowania bufora bezpieczeństwa wokół statku powietrznego w celu utrzymania wymaganej separacji między statkami powietrznymi. W większości przypadków bufor ten przyjmuje kształt walca, którego wymiary są zgodne z obecnie obowiązującymi przepisami określonymi przez ICAO. Odniosła się też do zagadnienia systemów wieloagentowych wdrażanych w obszarze zarządzania ruchem lotniczym i bezzałogowych statków powietrznych. Na zakończenie ustosunkowała się do problemu okresu przejściowego, w którym będą równoległe funkcjonowały zcentralizowany oraz zdecentralizowany proces decyzyjny.

Podsumowując stwierdzam, że rozdział pierwszy i drugi stanowią ważny element części teoretycznej recenzowanej rozprawy doktorskiej. Identyfikacja poszczególnych obszarów tematycznych zaprezentowanych w rozdziale drugim akcentuje, jak istotnym elementem jest separacja pomiędzy statkami powietrznymi w procesie zarządzania ruchem lotniczym. Analiza treści zawartych w analizowanych dwóch rozdziałach pozwala na podkreślenie wysokiego

nakładu pracy Doktorantki na analizę literatury w zakresie zarządzania ruchem lotniczym, zagadnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi, rozwiązywaniu potencjalnych zdarzeń niebezpiecznych w ruchu lotniczym, systemów wieloagentowych oraz identyfikacji problemów w okresie przejściowym.

Zasadniczym elementem recenzowanej rozprawy doktorskiej są rozdziały od trzeciego do szóstego, w których Doktorantka przedstawiła m.in. metodę separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego, model ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli oraz przeprowadziła proces weryfikacji przyjętego modelu i eksperymenty z zastosowaniem opracowanego modelu ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli.

W rozdziale **trzecim** Doktorantka przedstawiła koncepcję metody separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego. Zaproponowana metoda uwzględnia nowe rozwiązanie, którego głównym założeniem jest to, że w jednym sektorze przestrzeni powietrznej realizowane są dwa rodzaje ruchu lotniczego, czyli część statków powietrznych kontrolowana jest w sposób scentralizowany, a część w sposób zdecentralizowany. Podkreślono również, że nowe rozwiązanie uwzględnia aspekty, tj. bezpieczeństwo, ekonomia, przepustowość przestrzeni powietrznej, przejrzystość zasad, wykorzystanie technologii komunikacyjnej.

Istotnym elementem rozdziału jest identyfikacja zasad ruchu dla zaproponowanego rozwiązania. W zakresie tych zasad odniesiono się do określenia analizowanego horyzontu czasowego, określenia minimów separacji, określenia typów zdarzeń, określenia dostępnych manewrów dla zaistniałych sytuacji konfliktowych. Szczegółowo odniesiono się do wykrywania sytuacji konfliktowych, gdzie istotnym elementem są negocjacje międzysystemowe. Podkreślono, że negocjacje to skomplikowany proces komunikacji i tym samym zdefiniowano proces negocjacji, proces komunikacji oraz przedstawiono przykład komunikacji i negocjacji. Istotnym elementem rozdziału jest opracowany algorytm postępowania w przypadku wystąpienia sytuacji konfliktowej.

Z kolei w rozdziale **czwartym** Doktorantka przedstawiła model ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli. W obszarze modelowania wybrano Sieć Petriego, gdzie zdefiniowano sieć główną (Main) i trzy podsieci (InitA, InitB i Search Reso) zsynchronizowane z siecią główną za pomocą fuzji miejsc. Podsieć InitA odpowiada za wygenerowanie pozycji początkowej agenta A, na którą składają się współrzędne w analizowanym obszarze, prędkość, kierunek lotu oraz rodzaj lotu (lot zgodnie z koncepcją ASAS i lot kontrolowany przez kontrolera ruchu lotniczego). Z kolei podsieć InitB odpowiada za wygenerowanie pozycji początkowej agenta B z ujęciem tych samych parametrów co w przypadku agenta A. Trzecia z zdefiniowanych podsieci (Search Reso) w przypadku wykrycia konfliktu generuje propozycje rozwiązań dla zaistniałej sytuacji konfliktowej. W przypadku tej podsieci zdefiniowano dodatkowo podsieć Select Reso, która zawiera proces negocjacji pomiędzy statkami powietrznymi.

Natomiast w rozdziale **piątym** Doktorantka przedstawiła proces weryfikacji opracowanego modelu. W procesie weryfikacji zastosowano metodę grafu osiągalności, która stanowi uporządkowaną reprezentację zbioru osiągalnych znakowań. Proces weryfikacji obejmował analizę własności sieci, analizę dla wariantu deterministycznego sieci w przypadku braku zakłóceń, analizę dla wariantu deterministycznego sieci z uwzględnieniem zakłóceń oraz analizę

dla wariantu niedeterministycznego sieci. Na końcu rozdziału przeprowadzono szczegółową analizę otrzymanych wyników.

Praktyczne zastosowanie modelu ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli przedstawiono w rozdziale **szóstym**. Na etapie eksperymentu przyjęto sześć założeń, tj. (1) w sieci zamodelowano postępowanie w przypadku wykrycia sytuacji kolizyjnej pomiędzy dwoma statkami powietrznymi, (2) statki powietrzne są rozpatrywane jako poruszające się punkty masy i nie są brane pod uwagę charakterystyki aerodynamiczne statków powietrznych przy wykonywaniu manewrów, (3) statki powietrzne przemieszczają się na tej samej wysokości, (4) analiza dotyczy tylko dwóch statków powietrznych, a ruch innych statków nie jest brany pod uwagę, (5) znane są pozycje początkowe statków powietrznych oraz ich prędkość i kurs, (6) w trakcie badań prędkość statków powietrznych jest stała. W eksperymencie przeprowadzono cztery scenariusze testowe (Scenariusz 1, Scenariusz 2, Scenariusz 3 i Scenariusz 4), gdzie analizowano czas przebywania w konflikcie, utratę separacji, wielkość zmiany trasy w zależności od wybranego rozwiązania. Wyniki z przeprowadzonego eksperymentu przedstawiono w układzie tabelarycznym oraz w postaci wykresów.

Reasumując należy podkreślić znaczący wkład pracy Doktorantki w przygotowanie rozdziału trzeciego, czwartego, piątego i szóstego. Wymienione cztery rozdziały stanowią część użyteczną rozprawy doktorskiej, a autorska metoda separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego oraz model ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli stanowią specjalistyczne narzędzia w zakresie kontroli ruchu lotniczego. Uważam, że układ poszczególnych rozdziałów w pełni odzwierciedla użyteczny charakter recenzowanej pracy.

Elementem kończącym dysertację jest podsumowanie (**rozdział siódmy**), w którym Doktorantka przedstawiła wnioski z przeprowadzonych prac w odniesieniu do części teoretycznej i użytecznej pracy. Zaakcentowała, że celem pracy było opracowanie metody, która zapewni separację pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu lotniczego w tzw. okresie przejściowym. Podkreśliła, że koniecznym jest opracowanie nowych metod zarządzania ruchem lotniczym w okresie przejściowym, w których istotnym elementem będzie integracja poszczególnych form ruchu lotniczego oraz komunikacja pomiędzy uczestnikami ruchu lotniczego. Zaproponowana metoda została poddana badaniom eksperymentalnym w postaci czterech scenariuszy testowych, gdzie jeden scenariusz był realizowany dla warunków nominalnych wykonywania operacji, a trzy pozostałe miały na celu wprowadzenie zakłóceń wpływających na działanie algorytmu. Otrzymane wyniki badań wykazały, że przy założonych kryteriach oceny metoda jest bezpieczna w nominalnych warunkach wykonywania operacji. Natomiast każde wprowadzone zakłócenie pogarsza parametry w aspekcie bezpieczeństwa ruchu lotniczego. Należy podkreślić, że opracowany model przedstawia rozwiązanie sytuacji konfliktowych pomiędzy dwoma uczestnikami ruchu, czyli rozwiązanie w skali lokalnej, gdzie nie uwzględnia się wpływu na ruch pozostałych uczestników ruchu. Autorka recenzowanej pracy podkreśliła, że koniecznym jest prowadzenie prac w obszarze poszukiwania metod pozwalających na generowanie rozwiązań w skali globalnej, co prowadzi do opracowania nowych metod negocjacji wielopodmiotowych.

Praca kończy się wykazem literatury liczącym 94 pozycje, wykazem sześciu aktów prawnych, sześciu raportów oraz spisem stron internetowych, które starannie dobrano i zestawiono. Zbiór ten stanowi cenne kompendium wiedzy w zakresie problematyki separacji pomiędzy statkami powietrznymi i zarządzania ruchem lotniczym. Uzupełnieniem recenzowanej

rozprawy jest spis skrótów, spis rysunków, wykresów i tabel oraz zbiór pięciu załączników. Przedstawione załączniki odnoszą się do opisu Sieci Petriego dla modelu ruchu lotniczego w okresie przejściowym, gdzie w załączniku 1 przedstawiono dane zastosowane w podsieci InitA, załącznik 2 to dane zastosowane w podsieci InitB, załącznik 3 to dane zastosowane w sieci Main, załącznik 4 to dane zastosowane w podsieci Search Reso, załącznik 5 to dane zastosowane w podsieci Select Reso.

Podsumowując powyższy układ recenzowanej rozprawy doktorskiej należy stwierdzić, że Doktorantka w sposób wnikliwy przeanalizowała dane konieczne do opracowania metody separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego oraz modelu ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli. Opracowany układ pracy jest logiczny i wyrazisty, a wywód prowadzony jest konsekwentnie, co świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

4. Ocena rozprawy doktorskiej

Recenzowaną rozprawę dokorską oceniam pozytywnie. Zaproponowany przez Doktorantkę układ pracy, format i podział treści na rozdziały i podrozdziały w sposób całościowy ujmuje wszystkie elementy istotne dla tematu dysertacji. Równocześnie nie ulega wątpliwości, że recenzowana rozprawa stanowi autorskie ujęcie problematyki separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu.

Uwzględniając aspekt naukowy oraz praktyczny, zasadniczym i najważniejszym dorobkiem przedstawionym w recenzowanej rozprawie doktorskiej jest opracowana metoda separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego i model ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli.

Niemniej jednak analizując przedstawiony w pracy zapis matematyczny modelu ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli zauważalne jest bardzo duże uproszczenie zapisu matematycznego. Zapis matematyczny został ograniczony tylko do jednego równania, w którym wymieniono elementy składowe modelu. Istotne w tym zapisie są też elementy składowe poszczególnych zbiorów, zapis funkcji i relacji, które nie zostały przedstawione w pracy.

Istotną zaletą recenzowanej rozprawy jest jej znaczny potencjał aplikacyjny. Potwierdza to weryfikacja praktyczna przedstawiona w rozdziale 6, która obejmowała badanie czterech scenariuszy testowych, tj. Scenariusz 1, w którym uwzględniono warunki nominalne, czyli sytuacja kolizyjna jest wykryta we wskazanym horyzoncie czasowym (5 minut), a wybór rozwiązania odbywa się w czasie nie dłuższym niż 180 sekund oraz ustalono uśrednioną wartość czasu wyboru propozycji jako zmienną losową o rozkładzie normalnym $N(14, 1)$; Scenariusz 2, w którym sytuacja kolizyjna jest wykrywana we wskazanym horyzoncie czasowym (5 minut), a wybór rozwiązania odbywa się w czasie nie dłuższym niż 180 sekund oraz ustalono uśrednioną wartość czasu wyboru propozycji jako zmienną losową o rozkładzie normalnym $N(17, 3)$; Scenariusz 3, ma podobne warunki jak w scenariuszu 1, przy czym horyzont czasowy dla wykrytych sytuacji zostaje skrócony o jedną minutę, co jest równoznaczne z tym, że czas na rozwiązanie sytuacji kolizyjnej jest krótszy o 60 sekund; Scenariusz 4, ma warunki zachowane dla scenariusz 2, przy czym horyzont czasowy dla wykrytych sytuacji zostaje skrócony o jedną minutę, co jest równoznaczne z tym, że czas na rozwiązanie sytuacji kolizyjnej jest krótszy o 60 sekund.

W procesie oceny recenzowanej rozprawy doktorskiej za główne osiągnięcia, które Doktorantka przedstawiła w pracy uważam:

1. Przeprowadzenie szczegółowej analizy literatury z zakresu zarządzania ruchem lotniczym oraz nowych koncepcji organizacji kontroli ruchu lotniczego. Autorka na bazie tych analiz zaproponowała własną metodę separacji ruchu pomiędzy statkami powietrznymi oraz model ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli.
2. Opracowanie autorskiej metody separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego.
3. Opracowanie modelu ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli.
4. Przeprowadzenie weryfikacji opracowanego modelu.
5. Realizację badań eksperymentalnych z zastosowaniem opracowanego modelu.

Podsumowując uważam, że konstrukcja dysertacji, sposób opracowania materiału empirycznego oraz forma przeprowadzonej analizy i podjęta metodyka badań są właściwe dla prac doktorskich. Ponadto analizując recenzowaną rozprawę doktorską stwierdzam, że Doktorantka opracowując dysertację wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań, jak również opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.

5. Uwagi krytyczne

Generalnie przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest napisana poprawnym językiem na dobrym poziomie edytorskim. Niemniej jednak w kilku miejscach wystąpiły drobne błędy językowe, stylistyczne i redakcyjne. Poniżej umieszczono wybrane uwagi szczegółowe:

- w spisie treści nie wyszczególniono podrozdziału 1.7. Układ pracy,
- w spisie treści nie wyszczególniono podrozdziału 3.4. Zasady ruchu i 3.4.1. Określenie analizowanego horyzontu czasowego,
- w spisie treści nie wyszczególniono podrozdziału 3.6.1. Przyjęte założenia,
- w spisie treści nie wyszczególniono podrozdziału 5.2. Analizowane właściwości sieci,
- w pracy występują nieuzasadnione puste przestrzenie na końcu strony, np. str. 40, 43, 48, 56, 62, 65, 72, 73, 74, 82, 85, 93, 95,
- na stronie 10 zastosowano nieprecyzyjne określenie „nadmiernym spalaniem paliwa”, gdzie powinno być nadmiernym zużyciem paliwa,
- błąd w numeracji tabeli na stronie 87,
- błąd w numeracji wykresu na stronie 96.

Reasumując stwierdzam, że Doktorantka sprawnie posługuje się językiem naukowym, a praca jest napisana w sposób przejrzysty oraz czytelny. Natomiast drobne potknięcia językowe, stylistyczne oraz formalne nie obniżają wartości dysertacji. Równocześnie uwagi krytyczne nie obniżają wartości merytorycznej recenzowanej rozprawy doktorskiej, powinny one pomóc Doktorantce uniknąć podobnych usterek w przyszłych pracach.

Analizując treść pracy wydaje się zasadnym zadać kilka uzupełniających pytań. Odpowiedzi na zadane poniżej pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

1. Czy istnieje szansa, że opracowana w pracy metoda separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji kontroli ruchu lotniczego zostanie wdrożona w warunkach rzeczywistych?
2. Czy w przypadku rozwiązywania sytuacji konfliktowych były prowadzone badania dla większej liczby uczestników ruchu?
3. Czy badania eksperymentalne były prowadzone dla innych scenariuszy testowych?
4. Proszę o przedstawienie kierunków dalszych badań w aspekcie wdrażania metody separacji ruchu pomiędzy systemami o odmiennej organizacji ruchu lotniczego.

6. Wnioski końcowe oceny rozprawy doktorskiej

Na podstawie przeprowadzonej recenzji pracy doktorskiej pt.: „Metoda zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu” uważam, że Doktorantka dokonała trafnego wyboru tematyki swoich badań, a praca stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego. Tak przedstawiona dysertacja nawiązuje do aktualnej wiedzy i praktyki, wnosząc do nich nowe treści. Przyjęty w rozprawie cel pracy został osiągnięty, a postawiona teza badawcza udowodniona. Wykazane wcześniej uwagi krytyczne w żadnym stopniu nie osłabiają pozytywnego odbioru pracy i jej wartości merytorycznej. Na tej podstawie stwierdzam, że Doktorantka posiada odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej, dobrą znajomość przedmiotu badań, zdolność do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem badawczy oraz posiada kompetencje w zakresie samodzielnego prowadzenia badań w reprezentowanej dyscyplinie naukowej.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska pt.: „Metoda zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu”, której autorką jest mgr inż. Daria Żuchowska, spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim w dziedzinie nauki inżynierjno-techniczne w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2003, Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020, poz. 85 z późniejszymi zmianami).

Stawiam zatem wniosek o przyjęcie rozprawy przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

dr hab. inż. Norbert Chamier-Gliszczyński, prof. uczelni