

Politechnika Warszawska
Wydział Transportu
ul. Koszykowa 75; Warszawa

za pośrednictwem:

Rady Doskonałości Naukowej
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Anna Kwasiborska
Politechnika Warszawska
Wydział Transportu
Zakład Inżynierii Transportu Lotniczego i Teleinformatyki

Wniosek

z dnia 26 września 2023 r.

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk inżynieryjno-technicznych** w dyscyplinie¹ **Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport**.

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

autorska monografia pt. „**Modelowanie procesów ruchu i obsługi statków powietrznych**” wydana w 2013 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej

oraz

cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych dotyczących problematyki modelowania matematycznego procesu szeregowania statków powietrznych, opublikowanych w wydawnictwach naukowych pt. „**Problematyka szeregowania statków powietrznych**”.

Wniosuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu ~~tajnym~~/jawnym^{*2}

Zostałem poinformowany, że:

Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c)

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

² * Niepotrzebne skreślić.

Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art. 232 - 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html



.....
(podpis wnioskodawcy)

Spis załączników:

- | | |
|--------------|--|
| Załącznik 1 | Curriculum Vitae (plik: Zal_1_CV_Anna_Kwasiborska) |
| Załącznik 2 | Kopia dyplomu nadania stopnia doktora nauk technicznych
(plik: Zal_2_Dyplom_Anna_Kwasiborska) |
| Załącznik 3 | AUTOREFERAT przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych, w szczególności określonych w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy
(plik: Zal_3_Autoreferat_Anna_Kwasiborska) |
| Załącznik 4 | Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny
(plik: Zal_4_Wykaz_osiagniec_naukowych_Anna_Kwasiborska) |
| Załącznik 5 | Indywidualny wkład (opisowy) współautorów w powstanie pracy zbiorowej
(plik: Zal_5_Indywidualny_wklad_wspolautorow) |
| Załącznik 6 | Dane personalne i kontaktowe habilitantki
(plik: Zal_6_Dane_personalne_habilitantki) |
| Załącznik 7 | Prace stanowiące osiągnięcia naukowe (numeracja zgodna z wymienianą kolejnością w autoreferacie w podrozdziale 4.2
(Katalog: Zal_7_Osiagniecia_naukowe_Anna_Kwasiborska) |
| Załącznik 8 | Dokumenty potwierdzające prowadzenie badań w więcej niż jednej jednostce naukowej
(Katalog: Zal_8_Istotna_aktywnosc_w_innych_jednostkach_naukowych_Anna_Kwasiborska) |
| Załącznik 9 | Dokumenty potwierdzające osiągnięcia oraz udział w projektach badawczych
(Katalog: Zal_9_Osiagniecia_Potwierdzenie_udzialu_w_projektach_inne_dokumenty_Kwasiborska) |
| Załącznik 10 | Analiza cytowań przygotowana przez pracowników Oddziału Informacji Naukowej i Analiz Bibliometrycznych Biblioteki Głównej Politechniki Warszawskiej według stanu na 22.09.2023 r.
(plik: Zal_10_Analiza_cytowan_Anna_Kwasiborska.pdf) |

AUTOREFERAT

**przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych,
w szczególności określonych w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy**

Anna Kwasiborska

Politechnika Warszawska

Wydział Transportu

Zakład Inżynierii Transportu Lotniczego i Teleinformatyki

Warszawa, 2023 r.

Spis treści

1. Imię i nazwisko.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).....	3
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	3
4.2. Wykaz prac stanowiący osiągnięcia naukowe (współautorzy, tytuł publikacji, nazwa wydawnictwa, rok wydania, udział merytoryczny) – układ chronologiczny	4
4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	8
4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	32
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej	40
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	43
6.1. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych.....	43
6.2. Informacja o osiągnięciach organizacyjnych	46
6.3. Informacja o osiągnięciach popularyzujących naukę	47
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej	48
7.1. Współpraca z przemysłem.....	48
7.2. Odbyte staże i szkolenia	48
7.3. Uzyskane nagrody	49

1. Imię i nazwisko

Anna Kwasiborska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

18.06.2009 Uzyskanie stopnia naukowego **doktora nauk technicznych** w zakresie transportu. Tytuł rozprawy doktorskiej: „**Metoda koordynacji naziemnego ruchu lotniskowego**”; promotor prof. dr hab. inż. Marek Malarski, recenzenci: prof. dr hab. inż. Włodzimierz Choromański, prof. dr hab. inż. Piotr Nita. Podmiot nadający – Rada Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej.

09.07.1997 Uzyskanie tytułu zawodowego **magistra inżyniera** na kierunku Transport, ukończona specjalność „Sterowanie ruchem lotniczym”. Podmiot nadający: Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

Od 09.2009 do obecnie Adiunkt w Zakładzie Inżynierii Transportu Lotniczego i Teleinformatyki Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej.

09.2001 – 08.2009 Asystent w Zakładzie Sterowania Ruchem Lotniczym Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, będącym podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest:

- **autorska monografia naukowa** pt. „**Modelowanie procesów ruchu i obsługi statków powietrznych**”, wydana w 2023 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej,

oraz

- **jednotematyczny cykl publikacji** dotyczących problematyki modelowania matematycznego i opracowania metodyki postępowania przy szeregowaniu statków powietrznych, który składa się z dziesięciu artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „**Problematyka szeregowania statków powietrznych**”.

4.2. Wykaz prac stanowiący osiągnięcia naukowe (współautorzy, tytuł publikacji, nazwa wydawnictwa, rok wydania, udział merytoryczny) – układ chronologiczny

Osiągnięciami, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) są:

- autorska monografia naukowa:

[1] **Kwasiborska A. (2023). Modelowanie procesów ruchu i obsługi statków powietrznych.** Warszawa 2023. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-578-3 (recenzenci: dr hab. inż. Andrzej Fellner, prof. uczelni, Politechnika Śląska; prof. dr hab. inż. Jacek Skorupski, Politechnika Warszawska):

- *punktacja publikacji:* 80 pkt (recenzowana monografia naukowa wydana przez wydawnictwo I-ego poziomu - Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej),
- *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji:* przeprowadzenie szerokiego przeglądu literatury w odniesieniu do tematyki modelowania procesów ruchu i obsługi statków powietrznych, charakterystyka różnych sposobów organizacji ruchu dolotowego do lotniska oraz ruchu naziemnego wraz z zastosowaniem wybranych metod matematycznych do problematyki szeregowania statków powietrznych, opracowanie modelu matematycznego opisującego organizację ruchu dolotowego oraz ruchu naziemnego, przedstawienie autorskiego rozwiązania oceny organizacji ruchu dolotowego, opracowanie i przedstawienie wskaźnika oceny organizacji ruchu dolotowego, opracowanie modeli ruchu dolotowego oraz procesów obsługi statków powietrznych z zastosowaniem sieci Petriego oraz innego narzędzia symulacyjnego ocena ruchu dolotowego statków powietrznych, opracowanie jednolitej metodyki postępowania przy sekwencjonowaniu przedstartowym (*udział procentowy 100%*).

oraz

- jednotematyczny cykl publikacji pt. „Problematyka szeregowania statków powietrznych” (układ chronologiczny):

[2] **Kwasiborska A., Markiewicz K. Metody listowego szeregowania samolotów lądujących jako narzędzie wspomagania kontrolera w podejmowaniu decyzji,** Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, 2014, nr 104, s. 21-32:

- *punktacja publikacji:* 7 pkt,
- *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji:* przeprowadzenie przeglądu literatury, charakterystyka koordynacji ruchu lotniczego w rejonie zbliżania, scharakteryzowanie problematyki szeregowania lądujących statków powietrznych, opracowanie koncepcji badań i zdefiniowanie problemu badawczego, przeprowadzenie badań z wykorzystaniem reguł szeregowania, redakcja i graficzne przygotowanie artykułu (*udział procentowy 50%*).

- [3] **Kwasiborska A. Przegląd problematyki lądowania samolotów z wykorzystaniem narzędzi badań operacyjnych**, W: Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej/Feliks Jerzy (red.), vol. IV, 2016, ISBN 978-83-7464-913-1, s. 104-113:
- *punktacja publikacji*: 5 pkt, (rozdział w monografii),
 - *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: przegląd literatury w zakresie stosowania narzędzi badań operacyjnych w analizowanym obszarze, charakterystyka algorytmów i metod szeregowania statków powietrznych, w tym opis i możliwość zastosowania algorytmów ewolucyjnych oraz metod poszukiwania lokalnego, opracowanie koncepcji badań, zdefiniowanie problemu badawczego, opracowanie metodologii szeregowania statków powietrznych, opracowanie i przedstawienie zapisu matematycznego analizowanego problemu, przeprowadzenie dyskusji i wskazanie przyszłych kierunków badań, przygotowanie, redakcja i graficzna oprawa artykułu, (*udział procentowy 100%*).
- [4] **Kwasiborska A., Jagieło D. Analiza ruchu dolotowego w TMA dla zadania sekwencjonowania strumieni samolotów lądujących**, W: Wyzwania inżynierii ruchu lotniczego/Skorupski Jacek (red.), Wydział Transportu PW, 2016, ISBN 978-83-7814-547-9, s. 97-107:
- *punktacja publikacji*: 5 pkt, (rozdział w monografii),
 - *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: przygotowanie zakresu i opracowanie koncepcji badań, zebranie danych do badania odnoszących się do zidentyfikowanych statków powietrznych w obszarze zbliżania do lotniska, wykonanie analizy ilościowej ruchu lotniczego w wybranym rejonie zbliżania do lotniska w poszczególnych punktach zgłaszania się statków powietrznych, wykonanie analizy przebiegu trajektorii ruchu statków powietrznych, opracowanie treści dotyczących charakterystyki konfiguracji sektorowych, przeprowadzenie dyskusji otrzymanych wyników, sformułowanie podsumowania, redakcja i graficzne przygotowanie artykułu, (*udział procentowy 50%*).
- [5] **Kwasiborska A., Stelmach A. Pre-departure sequencing method in the terms of the dynamic growth of airports**, Journal of KONES, Łukasiewicz Research Network - Institute of Aviation, 2016, vol. 23, nr 4, s. 253-260, DOI:10.5604/12314005.1217213:
- *punktacja publikacji*: 14 pkt,
 - *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: przegląd literatury w zakresie szeregowania statków powietrznych do wykonania operacji startu, opracowanie koncepcji badań i pełne przygotowanie artykułu, opis problemu badawczego dotyczącego przedstartowego szeregowania statków powietrznych, opracowanie oraz przedstawienie formalnego zapisu matematycznego wraz z sformułowaniem funkcji celu, opracowanie metodologii przedstartowego szeregowania statków powietrznych, przeprowadzenie badań oraz dyskusji w analizowanym obszarze, przygotowanie redakcyjne i graficzne manuskryptu, (*udział procentowy 50%*).

- [6] **Kwasiborska A., Jagieło D. The Concept of Tool to Support the Work of Air Traffic Controller in the Field of Aircraft Landing Scheduling in the TMA with Little Traffic**, W: Smart solutions in today's transport / Mikulski Jerzy (red.), Communications in Computer and Information Science, vol. 715, Springer, 2017, ISBN 978-3-319-66250-3, s. 436-446, DOI:10.1007/978-3-319-66251-0_35:
- *punktacja publikacji*: 20 pkt, (rozdział w monografii),
 - *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: przygotowanie koncepcji badań i zakresu merytorycznego artykułu, przegląd literatury w zakresie problematyki szeregowania zadań oraz stosowania rozwiązań i narzędzia do wspomagania pracy kontrolerów ruchu lotniczego, opracowanie koncepcji narzędzia wspomagającego pracę kontrolera ruchu lotniczego i służącego do sekwencjonowania statków powietrznych realizujących operacje lotnicze w wybranym obszarze wokół lotniska, opis problemu badawczego, zebranie danych ruchu lotniczego, analiza ilościowa zebranej próbki, przeprowadzenie badań i testów z zastosowaniem opracowanego narzędzia symulacyjnego, opracowanie wniosków, przygotowanie i opracowanie graficzne manuskryptu, (*udział procentowy 50%*).
- [7] **Kwasiborska A. The problem of sequencing landing aircraft**, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, 2017, vol. 115, s. 103-113:
- *punktacja publikacji*: 7 pkt,
 - *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: kompleksowe przedstawienie problemu sekwencji lądujących statków powietrznych, koncepcja i realizacja badań, scharakteryzowanie rzeczywistego problemu, opisanie modelu oraz przyjętych założeń w analizowanym zakresie, opracowanie i przedstawienie zapisu matematycznego, przedstawienie rozwiązania problemu szeregowania statków powietrznych, opracowanie wniosków, pełne przygotowanie i opracowanie graficzne manuskryptu, (*udział procentowy 100%*).
- [8] **Kwasiborska A. Sequencing landing aircraft process to minimize schedule length**, Transportation Research Procedia, Elsevier BV, 2017, nr 28, s. 111-116, DOI:10.1016/j.trpro.2017.12.175:
- *punktacja publikacji*: 15 pkt,
 - *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: przedstawienie koncepcji badań, opracowanie redakcyjne i graficzne manuskryptu, wykonanie przeglądu literatury, charakterystyka wybranych metod szeregowania zadań w kontekście sekwencjonowania lądujących statków powietrznych, zapis formalny zdefiniowanego problemu, opracowanie metodologii określania kolejności operacji lądowania, realizacja badań i przedstawienie wyników (*udział procentowy 100%*).
- [9] **Kwasiborska A. Development of an Algorithm for Determining the Aircraft Pushback Sequence**, Acta Polytechnica Hungarica, 2021, vol. 18, nr 6, s. 157-173, DOI:10.12700/APH.18.6.2021.6.9:
- *punktacja publikacji*: 70 pkt, IF(1,806)
 - *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: wykonanie przeglądu literatury w zakresie określania kolejności wypychania statków powietrznych z miejsc

postojowych na lotnisku, przedstawienie oraz sformułowanie zakresu i celu badań naukowych, opracowanie metodologii sekwencjonowania statków powietrznych rozpoczynających operacje kołowania w celu zminimalizowania opóźnień związanych z odchyleniami od planu lotu, zaprezentowanie algorytmu związanego z operacją wypychania statków powietrznych z miejsc postojowych, przedstawienie zapisu formalnego zdefiniowanego problemu, zastosowanie algorytmu Dijkstra do określenia kolejności statków powietrznych do wykonania operacji startu, wykonanie badań i przedstawienie wyników, opracowanie wniosków, opracowanie redakcyjne i graficzne manuskryptu, (*udział procentowy 100%*).

[10] **Kwasiborska A., Skorupski J. Assessment of the Method of Merging Landing Aircraft Streams in the Context of Fuel Consumption in the Airspace**, Sustainability, vol. 13, nr 22, 2021, s. 1-18, DOI:10.3390/su132212859:

- *punktacja publikacji*: 100 pkt, IF(2,592).
- *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: opracowanie koncepcji badań naukowych, dokonanie szerokiego przeglądu literatury, wprowadzenie pojęcia jakości kolejki do oceny uszeregowania statków powietrznych do wykonania operacji lądowania, przedstawienie autorskiego modelu struktury organizacji ruchu dolotowego, opracowanie metodologii oceny ruchu dolotowego, wykonanie zapisu matematycznego zbudowanego modelu, zdefiniowanie scenariuszy symulacyjnych, opracowanie wyników badań symulacyjnych, analiza ilościowa zwiększonego zużycia paliwa przy przyjętych scenariuszach ruchu dolotowego, przygotowanie wniosków i przeprowadzenie dyskusji osiągniętych wyników, wskazanie dalszych kierunków badań, przygotowanie i opracowanie graficzne manuskryptu, (*udział procentowy 50%*).

[11] **Kwasiborska A., Roszkowska M. The Concept of Merging Arrival Flows in PMS for an Example Airport**, W: Advances in Air Traffic Engineering / Kwasiborska Anna, Skorupski Jacek, Yatskiv Irina (red.), Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure book series (LNITI), Springer, 2021, ISBN 978-3-030-70924-2, s. 131-145, DOI:10.1007/978-3-030-70924-2_11:

- *punktacja publikacji*: 20 pkt, (rozdział w monografii),
- *wkład merytoryczny habilitantki w przygotowanie publikacji*: dopełnienie przeglądu literatury, opracowanie koncepcji badań naukowych, przedstawienie nowatorskiej koncepcji zintegrowanego planowania trajektorii statku powietrznego w nowym systemie łączenia strumieni lądujących statków powietrznych, wykonanie implementacji koncepcji na przykładzie Lotniska Chopina, opracowanie struktury ruchu dolotowego w oparciu o ograniczenia ruchu lotniczego w przestrzeni powietrznej, metodologia postępowania przy sekwencjonowaniu lądujących statków powietrznych w nowej strukturze dolotowej, opracowanie wniosków oraz sformułowanie dalszych kierunków badań, przygotowanie redakcyjne i graficzne manuskryptu, (*udział procentowy 50%*).

Publikacje przedstawione w pkt 4.2 zamieszczone zostały w załączniku 7 (katalog: Zal_7_Osiagniecia_naukowe_Anna_Kwasiborska, oznaczone numerem według kolejności zamieszczonej w wykazie i tytułem manuskryptu).

4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.3.1. Ogólny cel naukowy badań w pracach przedstawionych do oceny

Transport lotniczy, w ramach którego odbywa się przewóz ludzi i ładunków, składa się z wielu złożonych procesów w systemie transportowym. Prowadzone są ciągłe badania w obszarze przepustowości lotnisk oraz bezpieczeństwa wykonywanych operacji. W literaturze publikowano wiele zagadnień i podejść do analizowanego obszaru, lecz mimo powstawania nowych metod i technologii implementowanych w lotnictwie, w dalszym ciągu poszukuje się innowacyjnych rozwiązań, które mogą być wdrażane zarówno w przestrzeni powietrznej, jak i na lotniskach. Ważne jest poszukiwanie narzędzi wspomagających pracę kontrolerów ruchu lotniczego w podejmowaniu decyzji np. podczas szeregowania statków powietrznych, mając na uwadze, że nieadekwatne decyzje do aktualnej sytuacji na lotnisku, mogą skutkować wystąpieniem zakłóceń wpływając na bezpieczeństwo i przepustowość lotniska.

Celem moich badań naukowych, poczynwszy od 2009 roku, były działania w zakresie modelowania procesów ruchu i obsługi statków powietrznych a także szeregowania statków powietrznych oraz opracowanie autorskiej metodyki modelowania ruchu dolotowego statków powietrznych a także stworzenie jednolitej metodyki postępowania przy sekwencjonowaniu przedstartowym.

Cykl publikacji został wybrany przeze mnie według kryterium, mając na celu wskazanie metodologicznego podejścia do modelowania procesów ruchu i obsługi statków powietrznych, jako zamierzonej i przemyślanej strategii. Jednym z istotnych elementów prowadzonych badań było przedstawienie złożoności analizowanej problematyki oraz uporządkowanie wiedzy dotyczącej możliwości wykorzystania metod i narzędzi matematycznych do oceny sposobu szeregowania statków powietrznych w aspekcie efektywności zadań transportowych.

Wykaz prac związanych z jednotematycznym cyklem publikacji został zamieszczony w pkt 4.2 w publikacjach [2-11]. Istotą tych prac było wskazanie problematyki szeregowania lądujących i startujących statków powietrznych, przedstawienie zapisu matematycznego, a także zastosowanie modelowania symulacyjnego do zbadania zachodzących zależności. Opracowane modele umożliwiły przeprowadzenie badań eksperymentalnych i uzyskanie wyników. Takie podejście pozwala na uzyskanie modeli o dużym stopniu dokładności odwzorowania rzeczywistości, a wyniki badań symulacyjnych pozwalają na wiarygodne wnioskowanie z zakresu ruchu lotniczego.

Zasadniczym celem naukowym i badawczym prowadzonych przez mnie prac jest opracowanie wspólnej metodyki postępowania i analizy ruchu lotniczego w obszarze zbliżania do lotniska oraz ruchu naziemnego odbywającego się na lotnisku. Opracowałam i przedstawiłam metodę z zastosowaniem grafu i wzbogaciłam o metodę symulacyjną, co w konsekwencji jest wskazaniem jednolitej metodologii postępowania, wypełniając zidentyfikowaną lukę badawczą. Zważając na powyższy cel, wyodrębniłam następujące zadania badawcze:

- analiza uwarunkowań operacyjnych w ruchu lotniczym,
- analiza ograniczeń i wymagań dla procesów w ruchu lotniczym,
- analiza czynników wpływających na efektywność i bezpieczeństwo funkcjonowania transportu lotniczego,

- analiza metod i kryteriów do oceny realizacji procesów w ruchu lotniczym,
- zaprezentowanie przykładów zastosowania metod i narzędzi matematycznych do szeregowania statków powietrznych,
- zidentyfikowanie i sformalizowanie ograniczeń uwzględniających aspekty operacyjne, bezpieczeństwa i inne,
- opracowanie metody modelowania procesu ruchu w kontekście lądujących statków powietrznych,
- ocena organizacji ruchu dolotowego przy zastosowaniu opracowanego wskaźnika,
- opracowanie modelu ruchu dolotowego w celu wykonania symulacji z zastosowaniem wybranych narzędzi symulacyjnych,
- analiza procesów zachodzących podczas obsługi naziemnej statków powietrznych,
- analiza ilościowa występujących zakłóceń w ruchu naziemnym,
- analiza procesu kołowania wpływającego na sekwencjonowanie przedstartowe,
- opracowanie jednolitego sposobu postępowania w modelowaniu procesów w ruchu naziemnym,
- przedstawienie metodologii szeregowania statków powietrznych.

Podjęta przeze mnie i przedstawiona do oceny tematyka, dotyczy zagadnień nurtujących wiele podmiotów zaangażowanych w sterowanie i zarządzanie procesami w ruchu lotniczym. Uwzględniając założenie i zakres opracowanej metodyki modelowania ruchu dolotowego i naziemnego, można stwierdzić, iż celowe jest tworzenie szczegółowych modeli odzwierciedlających zachodzące procesy w celu uzyskania optymalnych rozwiązań w analizowanych obszarach. Podjęte badania pozwalają na nowe podejście do analizy struktury dolotowej do lotniska a zaproponowany wskaźnik oceny organizacji ruchu umożliwi, na etapie projektowania tras dolotowych, bazowe oszacowanie skuteczności projektowanych trajektorii. Wykonane prace badawcze w ruchu naziemnym, umożliwiły wykonanie analizy ilościowej zakłóceń powstających podczas obsługi naziemnej i wskazanie zależności wpływu tych zakłóceń na sekwencjonowanie przedstartowe.

Opracowana metodyka ma znaczenie:

- teoretyczne, umożliwiające poznanie zależności w analizowanym zagadnieniu,
- praktyczne, gdyż umożliwia wykorzystanie opracowanych modeli do konkretnych problemów decyzyjnych, dzięki czemu decydenci (kontrolerzy ruchu lotniczego, zarządzający portami lotniczymi oraz agenci obsługi naziemnej) mogą uzyskać możliwe i dopuszczalne rozwiązania w analizowanych obszarach,
- badawczo-rozwojowe, gdyż prowadzone badania są również powiązane z projektami badawczymi, których efekty mogą być implementowane w ruchu lotniczym.

Podsumowując ten rozdział, efektem finalnym prowadzonych przez mnie badań jest opracowanie autorskiej metodologii postępowania przy szeregowaniu statków powietrznych oraz opracowanie wskaźnika oceny organizacji ruchu dolotowego, co zostało przedstawione w autorskiej monografii [1]. W ramach ruchu naziemnego, opracowanie spójnego sposobu postępowania przy sekwencjonowaniu przedstartowym statków powietrznych jest ważne z punktu widzenia prowadzenia badań nad zwiększeniem przepustowości portów lotniczych.

4.3.2. Omówienie osiągniętych wyników badań - na bazie pracy [1], podrozdział 4.2

Autorska monografia pt. Modelowanie procesów ruchu i obsługi statków powietrznych

Efektem prowadzonych prac badawczych, i jako jedno z moich osiągnięć naukowych, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, jest autorska monografia o tytule **Modelowanie procesów ruchu i obsługi statków powietrznych**, która została opublikowana w 2023 roku.

Jednym z istotnych elementów przeprowadzonych badań jest przedstawienie złożoności analizowanej problematyki oraz systematyzacja wiedzy dotyczącej modelowania procesów ruchu i obsługi statków powietrznych, ale również możliwości zastosowania narzędzi i metod do szeregowania statków powietrznych, opracowania autorskiej metodologii postępowania przy szeregowaniu statków powietrznych oraz oceny realizacji ruchu lotniczego w wybranych obszarach.

Monografia składa się z części wstępnej, wprowadzającej do zagadnień, którymi się zajmowałam a także, części zawierającej autorskie osiągnięcia naukowe, związane z modelowaniem procesów ruchu i obsługi statków powietrznych w ramach ruchu dolotowego oraz ruchu naziemnego.

Wprowadzenie do zagadnień, będących przedmiotem badań naukowych, zawiera opis rozwiązań w ruchu lotniczym w zakresie ruchu dolotowego, w ramach, których przedstawiłam różne sposoby i struktury organizacji tego ruchu. Często stosowanym rozwiązaniem jest ustandaryzowany sposób organizacji ruchu dolotowego w postaci zdefiniowanej procedury STAR, przedstawiającej trasy statków powietrznych, bazujących na punktach nawigacyjnych. Jednak ruch lotniczy może odbywać się również w oparciu o trasy skrócone, które wyznaczane są między punktami nawigacyjnymi z pominięciem zdefiniowanych trajektorii wyznaczonych w procedurach dolotowych. W monografii zamieściłam i scharakteryzowałam różne sposoby organizacji ruchu statków powietrznych w rejonie zbliżania. Związane jest z tym zagadnienie szeregowania statków powietrznych do wykonania operacji lądowania, opierające się na planowanych sekwencjach uwzględniając dostępność dróg startowych i przestrzeni powietrznej. Taka wstępnie ustalona sekwencja podlega aktualizacji aż do ostatniego punktu, w którym takie sekwencje mogą być zmieniane.

Zagadnienie, które szeroko analizowałam i opisałam w monografii, związane jest z ruchem naziemnym, w ramach którego występują czynności obsługi naziemnej statków powietrznych realizowane na lotnisku a także operacja wypychania statków powietrznych z miejsc postojowych, których odpowiednia sekwencja wpływa na zajętość dróg kołowania i sekwencjonowanie przedstartowe. W literaturze, obsługa naziemna jest często analizowana jako odrębny zbiór czynności. Natomiast w kontekście sekwencjonowania przedstartowego statków powietrznych, konieczna jest dogłębna analiza i włączenie obsługi naziemnej do ruchu naziemnego.

Wspomniane zagadnienia są bardzo szerokie, jak również bardzo szeroko analizowane w literaturze. W ramach zarówno ruchu dolotowego i ruchu naziemnego dokonałam przeglądu literatury, który podzieliłam na 5 głównych obszarów. Pierwszym obszarem jest przepustowość, która wskazywana jest jako główna miara oceny ruchu lotniczego i szeroko rozważana w literaturze pod kątem czynników wpływających na jej ograniczenie, wpływu separacji na

przepustowość, terminową realizację rozkładu lotów, analizy infrastruktury lotniska w kontekście zwiększania przepustowości i inne. Z przepustowością związany jest problem szeregowania statków powietrznych w ruchu lotniczym. W teorii szeregowania istnieje duży zasób publikacji, jednak zauważyłam, iż zastosowanie metod szeregowania dla ruchu lotniczego jest niewielkie. W tym obszarze wypełniłam tę lukę, gdyż w monografii wskazałam wybrane metody i sposoby zastosowania metod szeregowania w ruchu lotniczym wraz z licznymi przykładami.

W wyniku przeglądu literatury, zidentyfikowałam przestrzeń badawczą, zarówno w ruchu dolotowym jak i ruchu naziemnym, która stanowiła ciekawe obszary do działalności naukowej a efekty zostały zaprezentowane w monografii oraz w artykułach naukowych.

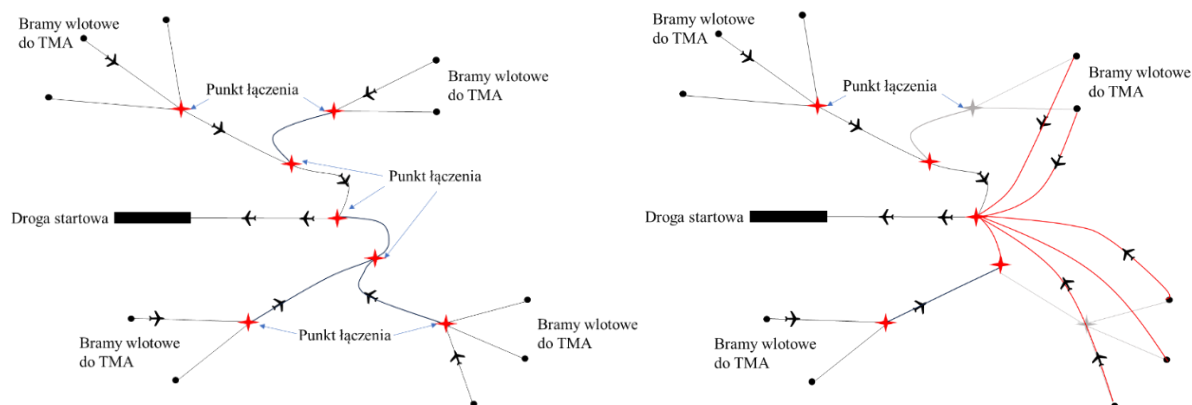
W kontekście lądujących statków powietrznych i różnorodności struktur dolotowych, brak jest wskazania, który sposób organizacji ruchu dolotowego przynosi najlepsze korzyści np. operacyjne lub środowiskowe. Proponowane struktury ruchu lotniczego są analizowane pod kątem głównej miary, czyli przepustowości, jednak nie ma metodologicznego podejścia jak organizować taką strukturę dolotową ani w jaki sposób ją zmierzyć i określić efektywność przy danym kryterium. W kontekście sekwencjonowania przedstartowego, analizowane są głównie operacje kołowania. I tutaj również zauważyłam lukę badawczą i konieczność analizy ruchu naziemnego włączając obsługę naziemną, jako element sekwencjonowania przedstartowego.

Stąd też określiłam cel pracy w ramach którego:

- a) **poszukiwałam zależności między liczbą etapów sekwencjonowania lądujących statków powietrznych i wyborem punktów łączenia strumieni dolotowych a czasem realizacji sekwencji oraz określenia czy istnieje zależność między doborem punktów łączenia a sposobem organizacji ruchu dolotowego. W efekcie przedstawiłam zapis matematyczny organizacji ruchu dolotowego i opracowałam wskaźnik oceny organizacji ruchu dolotowego Q_{AC} . Wskaźnik ten zdefiniowałam jako przyrost czasu przelotu statków powietrznych w rejonie zbliżania w stosunku do czasu nominalnego, przyjmując, że celem sterowania jest minimalizacja tego kryterium,**
- b) **poszukiwałam zależności powstających zakłóceń podczas obsługi naziemnej na opóźnienia rozpoczęcia operacji kołowania oraz opracowałam zapis ruchu naziemnego w postaci grafu składającego się z operacji obsługi naziemnej statków powietrznych oraz operacji kołowania, których realizacja ma wpływ na sekwencjonowanie przedstartowe,**
- c) **opracowałam spójną metodykę postępowania dla ruchu dolotowego oraz naziemnego, w ramach której przedstawiłam metodę grafową wzbogaconą o metodę symulacyjną dając łącznie metodologię postępowania.**

Jak już nadmieniałam, organizacja ruchu dolotowego może odbywać się w oparciu o różne struktury. Popularnym rozwiązaniem są procedury dolotowe STAR, które stanowią usystematyzowany sposób organizacji ruchu statków powietrznych w przestrzeni. Prowadzenie statku powietrznego odbywa się po kolejnych punktach nawigacyjnych wyznaczonych w procedurze STAR. W zależności od natężenia ruchu dolotowego, kontrolerzy ruchu lotniczego mogą stosować tzw. skróty trasowe, pozwalające na pominięcie pośrednich punktów procedury. W praktyce kontrolerzy często stosują takie rozwiązania omijając punkty procedury STAR nakazując pilotom lot bezpośrednio między dowolnymi dwoma punktami nawigacyjnymi.

Dlatego też, ruch statków powietrznych może odbywać się w sposób mieszany, np. po trasach skróconych, wykorzystując częściowo trasy zdefiniowane w STAR a częściowo trasy skrócone. Schematy zamieszczone na rys. 1 odzwierciedlają sposób organizacji ruchu dolotowego, w ramach którego wyszczególnione zostały punkty łączenia strumieni lądujących statków powietrznych.



Rys. 1. Ogólny schemat łączenia tras lądujących statków powietrznych

Kontrolerzy ruchu lotniczego pozwalają na zmianę trasy statku powietrznego stosując trasy skrócone. Przykładowa realizacja tras skróconych została wskazana na rys. 1 i oznaczona kolorem czerwonym. Niezależnie od założonej trasy statku powietrznego (pełna procedura STAR czy „skrót”), ważne jest wskazanie końcowego punktu, w którym ułożona jest sekwencja lądujących statków powietrznych.

W związku z tym, ruch dolotowy może być zorganizowany z uwzględnieniem różnych poziomów łączenia strumieni powietrznych i możliwe jest wskazanie kilku rozwiązań. Organizacja ruchu dolotowego może odbywać się według:

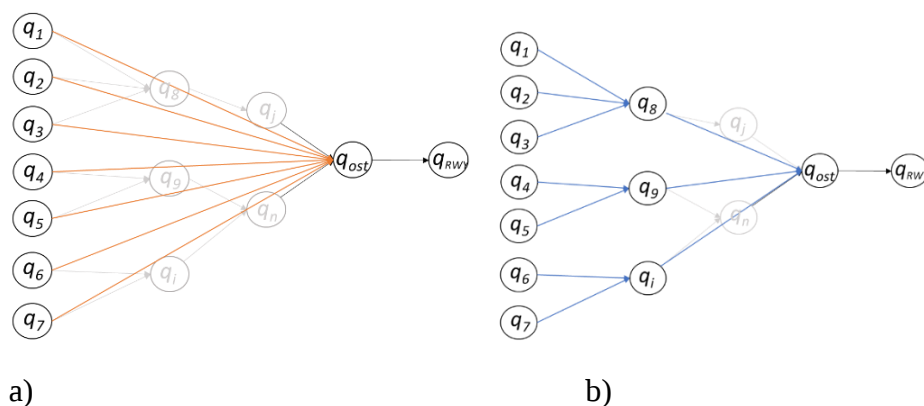
- pełnej procedury STAR – łączenie tras odbywa się według określonych zasad,
- częściowo po procedurze i włączenie skrótów dolotowych – uwzględniając np. aktywowanie „skrótów” po wlocie do TMA lub w końcowej fazie sekwencjonowania statków powietrznych do operacji lądowania,
- aktywowanie „skrótów” od bram wlotowych do TMA do ostatniego możliwego punktu łączenia strumieni dolotowych

Wspominałam wcześniej, że w literaturze nie ma określonego zdefiniowanego sposobu łączenia strumieni lądujących statków powietrznych ani też miary oceniającej, który z tych sposobów jest najlepszy z punktu widzenia danego kryterium. Stąd też moim autorskim rozwiązaniem, jest przedstawiony w monografii, sposób opisu i oceny organizacji ruchu dolotowego. Opisałam sposób organizacji ruchu, który określiłam jako:

- **1L – jednopoziomowe** łączenie strumieni lądujących statków powietrznych, czyli zastosowanie pełnych skrótów trasowych oznaczających skierowanie statków powietrznych z bram wlotowych do punktu nawigacyjnego, w którym rozpoczyna się ostatnia prosta do lądowania,
- **2L – dwupoziomowe** łączenie strumieni lądujących statków powietrznych, czyli przelot częściowo po procedurze STAR a częściowo z zastosowaniem skrótów trasowych,
- **3L – trzypoziomowe** oznaczające przelot statku powietrznego po pełnej procedurze STAR,

- **nL** – **n-poziomowe** oznaczające więcej poziomów łączenia lądujących statków powietrznych.

Strukturę ruchu dolotowego przedstawiłam jako graf (rys. 2) oraz opracowałam zapis matematyczny w ramach, którego uwzględniłam ograniczenia dotyczące przemieszczania się statków powietrznych, zachowania separacji między nimi oraz przedstawiłam funkcję celu.



Rys. 2. Przykładowe grafy odzwierciedlające sposoby łączenia a) 1L, b) 2L

Statki powietrzne wykonujące lot zgłaszają się w punktach wlotowych (wejście do TMA), należących do zbioru V^{arr} , i wykonują lot aż do podejścia na ostatniej prostej do punktu q_{ost} . Możliwe jest inne ustawienie statków powietrznych niż określa procedura STAR a mianowicie inne trasy w grafie wyznaczają inny punkt łączenia się statków powietrznych. Taka realizacja zmniejsza liczbę punktów łączenia strumieni statków powietrznych a tym samym może mieć wpływ na inne ustawienie statków powietrznych do lądowania.

Opracowałam i przedstawiłam wskaźnik oceny organizacji ruchu dolotowego oznaczony jako Q_{AC} . Wskaźnik ten opiera się na czasach realizacji sekwencji lądujących statków powietrznych w kontekście przyrostu czasu przebywania w obszarze zbliżenia do czasu nominalnego. Wskazane w celu pracy poszukiwanie zależności między liczbą poziomów łączenia lądujących statków powietrznych a czasem realizacji sekwencji wymaga określenia czasu nominalnego τ^{nom} . Czas nominalny jest czasem przebywania i -tego statku powietrznego między wierzchołkami q_l a q_{ost} , który oznaczyłam jako $\tau_{i(q_l, q_{ost})}^{nom}$ uwzględniający nominalne prędkości w wierzchołkach. Czas $\tau_{i(q_l, q_{ost})}^r$ oznacza rzeczywisty czas przelotu i -tego statku powietrznego między wierzchołkami q_l i q_{ost} . Średnia wartość czasu nominalnego uwzględnia n statków powietrznych zgłaszających się do TMA wyliczona jest z zależności:

$$\bar{\tau}_{i(q_l, q_{ost})}^{nom} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_{i(q_l, q_{ost})}^{nom}$$

Miara oceny organizacji ruchu dolotowego Q_{AC} obliczana jest następująco:

$$Q_{AC} = \frac{\Delta \bar{\tau}_s^n}{\bar{\tau}_{i(q_l, q_{ost})}^{nom}} 100\%$$

Wskaźnik Q_{AC} pozwala dokonać oceny organizacji ruchu dolotowego i obliczony jest na podstawie przyrostu czasu przebywania w rejonie zbliżania (TMA) do czasu nominalnego wynikającego z parametrów technicznych statków powietrznych i przebytej trasy w TMA.

Podczas prac badawczych, model ruchu lotniczego w rejonie zbliżania do lotniska posłużył do celów poszukiwania wskazanych zależności między liczbą etapów sekwencjonowania lądujących statków powietrznych i wyborem punktów łączenia tych strumieni a czasem realizacji sekwencji. W tym zakresie opracowałam model z wykorzystaniem sieci Petriego pozwalający na elastyczne odwzorowanie procesów współbieżnych oraz ich efektywną analizę. Do przeprowadzenia badań i eksperymentów wykorzystano hierarchiczną, kolorowaną sieć Petriego o następującej strukturze:

$$S_{AM} = \{P, T, A, M_0, \Gamma, C, G, E, B\}$$

gdzie:

P – zbiór miejsc,

T – zbiór tranzycji $T \cap P = \emptyset$,

$A \subseteq (T \times P) \cup (P \times T)$ – zbiór łuków,

$M_0: P \rightarrow \mathbb{Z}_+ \times R$ – oznaczenie określające stan początkowy modelowanego systemu,

Γ – skończony zbiór kolorów odpowiadających możliwym właściwościom znaczników,

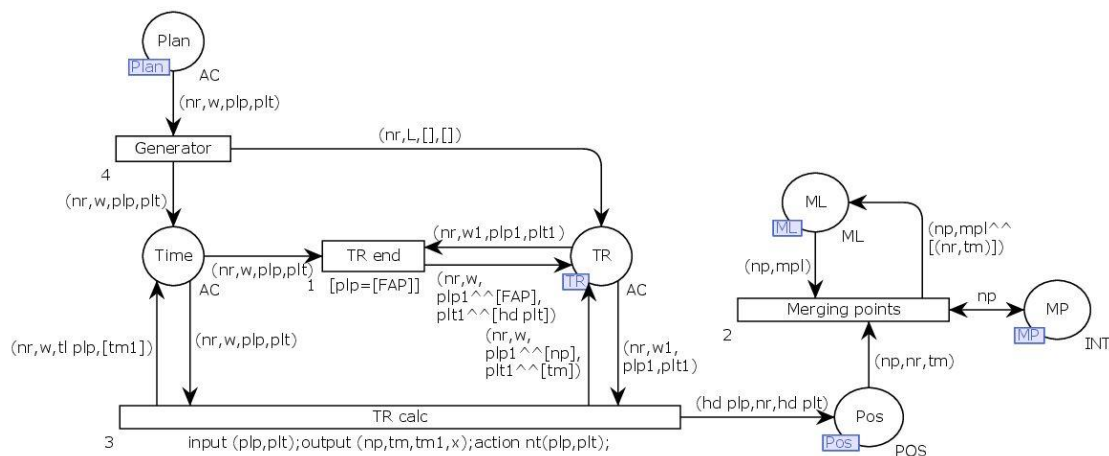
C – funkcja określająca rodzaje znaczników przechowywanych w danym miejscu: $C: P \rightarrow \Gamma$,

G – funkcja „strażnika”, która określa warunki, jakie muszą być spełnione, aby dane zdarzenie mogło wystąpić,

E – funkcja opisująca tzw. wagi łuków, czyli właściwości znaczników, które są przetwarzane,

$B: T \rightarrow \mathbb{Z}$ – funkcja określająca priorytet danego zdarzenia, czyli sterująca dynamiką sieci, gdy istnieje kilka zdarzeń, które mogą wystąpić jednocześnie.

Do modelowania wybrano implementację modelu w postaci kolorowanej, hierarchicznej i priorytetowej sieci Petriego. Hierarchia sieci jest realizowana przez mechanizm stron, który pozwala na wydzielenie części modelu. Synchronizacja stron w tym przypadku jest realizowana przez mechanizm „fuzji miejsc”. W zbudowanym modelu utworzono pięć stron. Rys. 3 przedstawia stronę odpowiadającą za utworzenie sekwencji statków powietrznych do obsłużenia.



Rys. 3. Utworzenie sekwencji statków powietrznych do obsłużenia

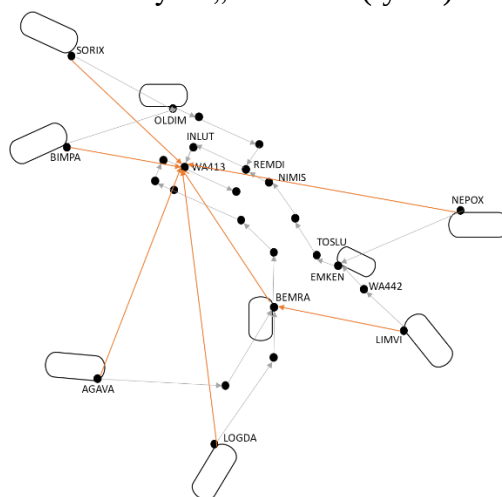
Zbudowane strony modelu odpowiedzialne były m.in. za procesy inicjalizacyjne, sprawdzanie separacji między zgłoszeniami, zmiany sekwencji przy konieczności aktualizacji i uzupełniania dystansu koniecznego do utrzymania separacji czy też tworzenie końcowej

sekwencji lądujących statków powietrznych. Zastosowana sieć Petriego, zbudowana została jako skierowany graf dwudzielny, tzn. graf, w którym zbiór węzłów jest sumą dwóch rozłącznych zbiorów a dowolny łuk tego grafu musi zawsze łączyć węzły różnych rodzajów. Dokonałam weryfikacji modelu, otrzymując pozytywny wynik. Zastosowałam test Fishera, który jest statystycznym testem używanym do porównywania wariancji dwóch próbek populacji. Tabela 1 zawiera wynik stosunku wariancji dla badanych próbek, co wskazuje, że iloraz jest bliski 1, oznaczający, że hipoteza o zgodności próbek jest prawdziwa (dla poziomu istotności 5%) i wariancje dwóch grup są zbliżone.

Tabela 1. Iloraz wariancji badanych próbek

	$1L$	$3L$
F	0,958	0,783

Opracowane założenia mojej metody, zaimplementowałam dla przykładowej drogi startowej RWY11 Lotniska Chopina. Opracowany model hierarchiczny odzwierciedla organizację ruchu w TMA Lotniska Chopina, w którym zdefiniowano standardowe procedury dolotu STAR, ułatwiające nawigowanie statku powietrznego aż do punktu rozpoczęcia procedury końcowego podejścia do lądowania. Zdefiniowałam punkty tras zawierające punkty wejściowe do TMA, które są jednocześnie punktami początkowymi procesu szeregowania, punkty łączenia oraz jeden punkt końcowy. Rejon TMA został przedstawiony jako sieć łączących się ze sobą odcinków tras lotniczych, odwzorowując procedurę STAR dla Lotniska Chopina dla drogi startowej RWY11 wraz z możliwymi „skrótami” (rys. 4).



Rys. 4. Schemat procedury STAR dla Chopin Airport oraz trasy skrócone – runway RWY 11

Opracowałam dane wejściowe do modelu, które bazowały na pięciu wariantach charakteryzujących się różnymi odstępami momentów wlotu statków powietrznych do obszaru TMA (60, 70, 80, 90 sek. oraz zgłoszenia losowe). Plan lotu statków powietrznych generowany był w oparciu o przyjęte odstępy czasu a wykonane symulacje przeprowadzone były dla takiego samego planu przylotów, o identycznych momentach oraz punktach zgłoszenia się statków powietrznych do rejonu zbliżania (tabela 2).

Tabela 2. Warianty zgłaszania się statków powietrznych oraz przykładowy plan lotu

Lp.	Pkt początkowy									
FL#1	60 sek.		70 sek.		80 sek.		90 sek.		losowe	
1	LOGDA	0	LOGDA	0	SORIX	0	LIMVI	0	BIMPA	72
2	LIMVI	60	NEPOX	70	BIMPA	80	SORIX	90	NEPOX	159
3	AGAVA	120	LOGDA	140	BIMPA	160	SORIX	180	SORIX	201
4	NEPOX	180	AGAVA	210	AGAVA	240	SORIX	270	SORIX	265
5	AGAVA	240	SORIX	280	BIMPA	320	AGAVA	360	AGAVA	357
6	SORIX	300	AGAVA	350	AGAVA	400	LIMVI	450	SORIX	477
7	SORIX	364	AGAVA	420	SORIX	480	AGAVA	540	LIMVI	561
8	LOGDA	424	LOGDA	490	AGAVA	560	LOGDA	630	LIMVI	625
9	LIMVI	484	AGAVA	560	NEPOX	640	LOGDA	720	NEPOX	671
10	LIMVI	548	LOGDA	630	LOGDA	720	AGAVA	810	NEPOX	737

Sekwencja wejściowa została zbudowana na bazie próbki dziesięciu statków powietrznych, zgłaszających się do punktów wlotowych przyjmując założone warianty zgłaszania się statków powietrznych. Wykonano symulacje stu sekwencji wejściowych w każdej po dziesięć statków powietrznych. Każda z tych próbek została poddana analizie przelotu statków powietrznych w trzech założonych scenariuszach łączenia strumieni statków powietrznych lądujących pozwalające na osiągnięcie celu zadania badawczego **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.:**

- 1) 1L – jednopoziomowy sposób łączenia strumieni statków powietrznych lądujących, czyli zastosowanie pełnych skrótów oznaczających skierowanie statków powietrznych z bram wlotowych do ostatniego punktu nawigacyjnego,
- 2) 2L – dwupoziomowe łączenie strumieni lądujących statków powietrznych, czyli przelot częściowo po procedurze STAR a częściowo z zastosowaniem skrótów,
- 3) 3L – trzypoziomowe łączenie strumieni lądujących statków powietrznych (dla analizowanego przykładu oznacza przelot po pełnej procedurze STAR).

Wykonane symulacje, dla przyjętych założeń, pozwoliły odpowiedzieć na pytanie badawcze, czy lepiej ustalać trajektorię po skrótach trasowych dla wszystkich statków powietrznych, czyli na jeden poziom łączenia, czy też na dwa różne punkty łączenia, czy jednak trajektorie statków powietrznych powinny być realizowane według standardowej procedury. Uzyskałam wyniki, które zaprezentowane zostały w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki dla scenariuszy symulacyjnych

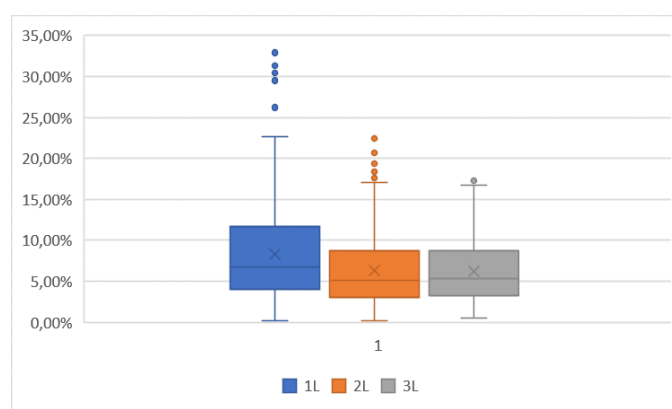
Q_{AC}	1L	2L	3L
60	10,35%	7,88%	8,55%
70	8,49%	6,54%	6,98%
80	8,68%	5,98%	5,3%
90	6,32%	4,96%	4,2%
R	7,48%	6,09%	6,04%

Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły na sprecyzowanie wniosków dotyczących określenia wskaźnika oceny organizacji ruchu dolotowego Q_{AC} określającego przyrost czasu realizacji sekwencji do czasu nominalnego. Zestawienie wyników zawiera tabela 4.

Tabela 4. Zestawienie wyników eksperymentów

Scenariusz	1L	2L	3L
Średni czas [min]	20,35	14,7	12,26
Q_{AC}	8,26	6,29	6,21

Wyniki wskazały, że najniższe średnie przyrosty czasu uzyskano dla sekwencji odbywającej się po procedurze STAR (rys. 5).

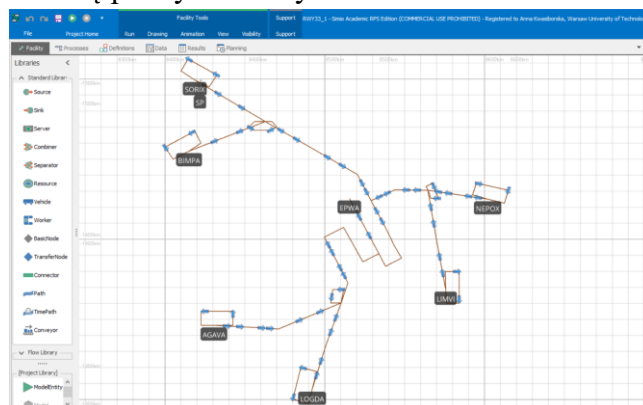


Rys. 5. Podsumowanie wyników dla przyjętych scenariuszy i wariantów

Przyjęte eksperymenty zakładały różne sposoby łączenia strumieni lądujących statków powietrznych. Badania rozpoczęto od scenariusza, w którym statki powietrzne poruszały się po trasach procedury STAR. W tym przypadku, strumienie statków powietrznych były poddawane łączeniu trzykrotnemu. W drugim scenariuszu, założono dwupoziomowy sposób łączenia strumieni statków powietrznych. Trzeci eksperyment dotyczył łączenia jednopoziomowego, czyli realizację tras dolotu do ostatniej prostej po „skrótach”. Uzyskane wyniki są zaskakujące, gdyż wskazały, że najmniejsze średnie opóźnienie uzyskano dla scenariusza pierwszego, czyli przelot po pełnej procedurze. Oczywiście należy zauważyć, że uproszczone sposoby łączenia dają ogólnie krótsze czasu realizacji sekwencji lądujących statków powietrznych. Dla obecnego stanu badań uzyskano jednoznaczną zależność, która wskazuje na to, że upraszczanie procedury łączenia poprzez sprowadzenie jej do tylko jednego poziomu, nie daje korzystnych wyników w odniesieniu do czasu realizacji sekwencji. Bardzo zbliżone wyniki uzyskano również dla dwupoziomowego sposobu łączenia strumieni dolotowych statków powietrznych.

Analizując sposób łączenia strumieni dolotowych i realizację sekwencji statków powietrznych, badania przeprowadzono także z zastosowaniem specjalistycznego oprogramowania. Wykonano analizę problemu badawczego dla drogi startowej RWY33 Lotniska Chopina, sprawdzając przyjęte założenia modelu i obliczając wskaźnik Q_{AC} .

Rys. 6 przedstawia model odzwierciedlający procedurę STAR w ramach której statki powietrzne mogą poruszać się po wyznaczonych trasach.



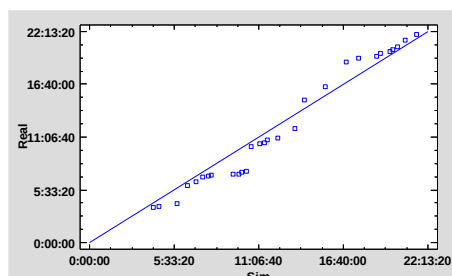
Rys. 6. Schemat modelu odzwierciedlający pełną procedurę STAR

Dla zidentyfikowanych momentów zgłoszenia do TMA oraz czasów przebywania statków powietrznych w rejonie TMA, wykonano nieparametryczne testy zgodności Kołmogorowa-Smirnowa w celu porównania rozkładów dwóch próbek, tj. rzeczywistych pomiarów *Real* i uzyskanych z symulacji *Sim*. Dane ruchu lotniczego zostały pozyskane podczas identyfikacji ruchu statków powietrznych w TMA Warszawa. Dokonano identyfikacji 100 statków powietrznych. Otrzymany wynik wskazał, iż nie ma statystycznie istotnej różnicy między tymi dwoma rozkładami na poziomie ufności 95,0%. Wyniki statystyczne przedstawia tabela 5.

Tabela 5. Zestawienie danych statystycznych próbek *Real* i *Sim* czasów w TMA

	<i>Real</i>	<i>Sim</i>
Liczność próby	100	100
Średnia	12:09:55	12:36:12
Odchylenie standardowe	6:13:10	5:17:51
Współczynnik zmienności	51,1238%	42,033%
Minimum	3:45:03	4:07:46
Maximum	21:53:23	21:47:42
Zasięg	18:08:20	17:39:56

Maksymalna odległość między skumulowanymi rozkładami dwóch próbek wynosi 0,208974, co zostało przedstawione wykresie kwantylowym (rys. 7).



Rys. 7. Wykres kwantylowy

Uruchomienie eksperymentów w narzędziu symulacyjnym pozwala na otrzymanie wyników dotyczących takich parametrów jak:

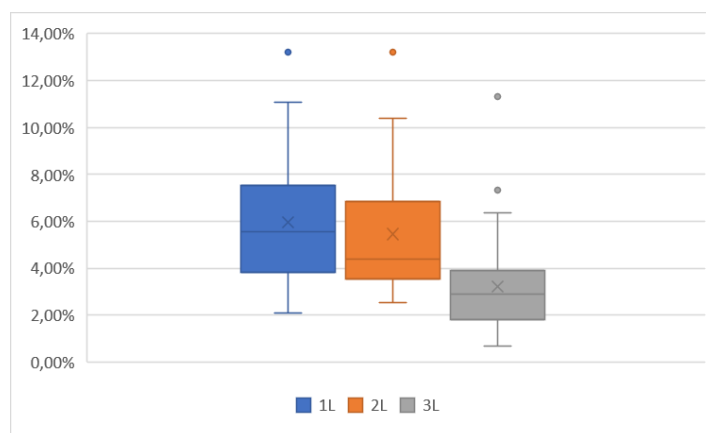
- liczba statków powietrznych w TMA,
- liczba sytuacji kolizyjnych określonych liczbą przeprowadzonych operacji dotyczących zmiany prędkości statku powietrznego,
- czas przebywania w rejonie TMA, czyli od momentu pojawienia się statku powietrznego na bramie wlotowej do momentu ostatniego punktu łączenia,
- oceny ruchu dolotowego za pomocą wskaźnika Q_{AC} .

Wyniki wskazały wartość parametru Q_{AC} za pomocą którego możliwa jest ocena organizacji ruchu dolotowego w oparciu o sposób łączenia tras dolotowych (tabela 6).

Tabela 6. Zestawienie wyników eksperymentów

Scenariusz	1L	2L	3L
Q_{AC}	5,95	5,45	3,21

Wyniki zostały zaprezentowane na rys. 8.

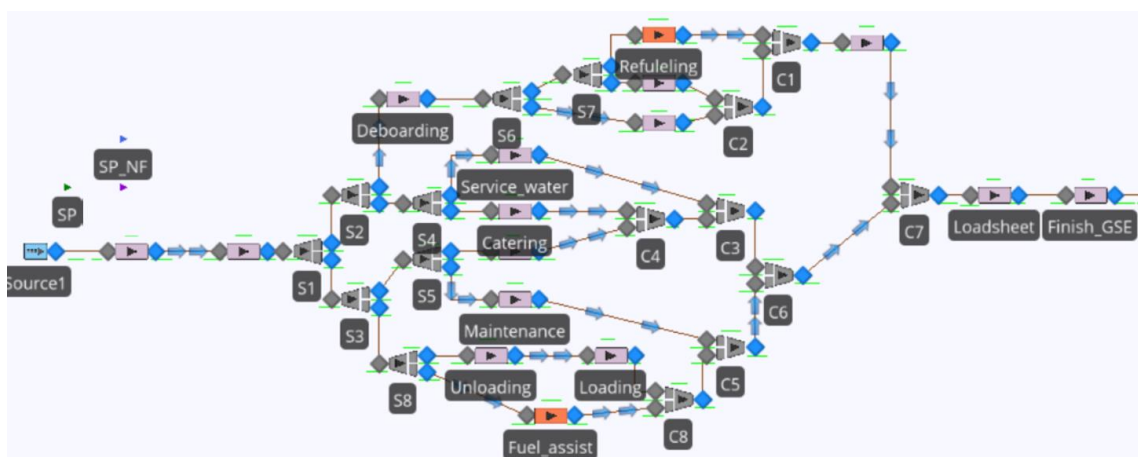


Rys. 8. Wyniki symulacji dla przyjętych scenariuszy

Realizując ruch lotniczy po procedurze STAR uzyskano najkrótszy wskaźnik Q_{AC} dla scenariusza 3L. Podsumowując przeprowadzone symulacje, można wyciągnąć wniosek, że uporządkowany ruch statków powietrznych z uwzględnieniem zachowanych prędkości powoduje znacznie lepszą organizację ruchu dolotowego.

Tak zaproponowany sposób analizy organizacji ruchu dolotowego i opracowany wskaźnik Q_{AC} oceny tego ruchu, niewątpliwie może być ważnym podejściem w projektowaniu struktur dolotowych i uzyskanie korzyści operacyjnych, ale również środowiskowych. Wskaźnik może być stosowany przy projektowaniu struktur dla ruchu lotniczego z uwagi na jego skuteczność oraz uniwersalność oceny różnych sposobów organizacji ruchu dolotowego. Zaproponowana metoda zapisu i oceny organizacji ruchu dolotowego oraz opracowany wskaźnik Q_{AC} wypełnia lukę badawczą w obszarze analizy procesów dolotowych do lotniska.

W kontekście wspomnianego już ruchu naziemnego i opracowania metodyki sekwencjonowania przedstartowego konieczne jest włączenie procesu obsługi naziemnej statku powietrznego jako element początkowy i istotny w kontekście szeregowania. Obsługa naziemna kończy się określeniem momentu odblokowania statku powietrznego, który jest analizowany przez cały czas jej trwania. Z punktu widzenia sekwencjonowania przedstartowego jest to ważny moment. Zbudowałam model obsługi naziemnej zawierający elementarne czynności obsługowe. Zbudowany model odzwierciedla czynności wykonywane podczas postoju statku powietrznego wzorując się na schemacie bazowym dla przewoźników nisko-kosztowych (rys. 9).



Rys. 9. Model procesu obsługi naziemnej w Simio

Zbudowany model również był zweryfikowany dając pozytywny rezultat. Przeprowadziłam symulację z zastosowaniem narzędzia symulacyjnego dla czterech różnych wariantów oraz sześciu scenariuszy. Warianty dotyczyły obsługi naziemnej z opcją tankowania bez i z asystą straży pożarnej, w podziale na producentów statków powietrznych, uwzględniając czterech różnych przewoźników nisko-kosztowych oraz losowego sposobu generowania danych wejściowych odzwierciedlających czas między kolejnymi rejsami. Scenariusze charakteryzowały się różnymi prawdopodobieństwami wystąpienia zakłóceń czynności elementarnych obsługi naziemnej. Przyjęto do modelowania cztery następujące warianty:

- 1) bazowy (*basic*) – oznacza obsługę naziemną, podczas której wykonuje się tankowanie bez asysty lub z asystą straży pożarnej; bez rozróżnienia modelu statku powietrznego i przewoźnika; generowane trzy *Entity*: statki powietrzne (SP), czyli tankowanie paliwa bez asysty, Fuel_assist oznacza zapewnioną asystę straży pożarnej podczas tankowania, SP_NF identyfikuje lot, który nie wymaga tankowania,
- 2) statek powietrzny (AC) – obsługa statków powietrznych dwóch producentów (Airbus i Boeing); generowane *Entity* z podziałem na producentów statków powietrznych; generowanie czynności tankowania lub jego braku (jak w wariantie bazowym),
- 3) przewoźnik (*Airline*) – obsługa przewoźników nisko-kosztowych (A, B, C i D) uwzględniając również podział w zależności od rodzaju tankowania lub jego braku,
- 4) losowy (*Random*) – generowanie danych wejściowych w sposób losowy, czas między kolejnymi rejsami generowany przez generator liczb pseudolosowych.

W celu określenia wpływu zakłóceń na proces obsługi naziemnej, przyjęto sześć scenariuszy, które różnią się prawdopodobieństwem wystąpienia zakłóceń w zależności od sekwencji czynności. Wartości przyjętych prawdopodobieństw wystąpienia zakłóceń zostały przedstawione w tabeli 7.

Tabela 7. Wartości przyjętych prawdopodobieństw wystąpienia zakłóceń dla różnych sekwencji czynności

Nr scenariusza	Wejście/wyjście pasażerów	Wyładunek i załadunek	Obsługa techniczna, asenizacyjna, wodna	Pozostałe czynności	Uszkodzenia sprzętu GSE
1	0,25	0,05	0,05	0,05	0,02
2	0,05	0,25	0,05	0,05	0,02
3	0,05	0,05	0,25	0,05	0,02
4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,25
5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,25
6	0,25	0,25	0,25	0,25	0,02

Scenariusze dobrano w celu sprawdzenia wpływu zakłóceń na czas wykonywania czynności obsługi statku powietrznego. Wartość prawdopodobieństwa przyjęto na podstawie obserwacji oraz analiz raportów zdarzeń i incydentów lotniczych agentów obsługi naziemnej. Dla scenariusza o numerze sześć, prawdopodobieństwa zakłóceń założono w sposób losowy.

Wyniki symulacji, jednoznacznie wskazują, że przy występujących zakłóceniach uzyskano opóźnienia zakończenia obsługi naziemnej, które przedstawiłam w sposób ilościowy, ale również mają wpływ na zależne od siebie elementarne czynności znajdujące się na danej ścieżce krytycznej. W pierwszym scenariuszu, dla którego zwiększone były wartości prawdopodobieństw wystąpienia zakłóceń podczas wyjścia i wejścia pasażerów, średni czas trwania tych czynności zwiększył się o ok. 1 minutę, podobnie jak dla pozostałych scenariuszy. Scenariusz numer sześć charakteryzuje się znacznie dłuższymi średnimi czasami wykonywania czynności wynikającymi z wysokich wartości prawdopodobieństw. Sprawdzono również sekwencję czynności na ścieżkach krytycznych i zostało to przedstawione w tabeli 8.

Tabela 8. Ścieżki krytyczne dla scenariuszy symulacyjnych z zakłóceniami

Ścieżka krytyczna	Scenariusze					
	1	2	3	4	5	6
Wyjście-czyszczenie pokładu-wejście	33%	38%	45%	39%	47%	45%
Wyładunek-załadunek	67%	59%	54%	66%	58%	59%
Pozostałe czynności (tankowanie z asystą, obsługa techniczna itp.)	15%	8%	23%	15%	12%	13%

Jak można zauważyć, zakłócenia mają wpływ na czynności znajdujące się na ścieżkach krytycznych. W scenariuszu 1 i 4, czynności związane z wyładunkiem i załadunkiem są wydłużone. W scenariuszach 2 i 6 zwiększono prawdopodobieństwo wystąpienia zakłóceń przy załadunku i wyładunku co przełożyło się na wzrostu udziału ścieżki związanej właśnie z tymi czynnościami. Zakłócenia wpływające na czynności na ścieżce krytycznej powodują wydłużenie czasu obsługi statku powietrznego nawet o 30%, analizując średnie czasy (np. scenariusz 6).

Wykonana symulacja wskazała, że zmiana prawdopodobieństw występowania zakłóceń ma wpływ na czynności znajdujące się na ścieżce krytycznej i przekłada się na wydłużenie czasu wykonywania tych czynności, jak również całego procesu obsługi naziemnej, dla których została przeprowadzona analiza ilościowa. Podczas swojej pracy naukowej, jak i zawodowej, systematycznie zajmowałam się analizą zakłóceń występujących podczas obsługi naziemnej śledząc raporty i zdarzenia lotnicze w ww. obszarze, uczestnicząc w audytach bezpieczeństwa i aktualizując programy szkolenia dla agenta obsługi naziemnej, analizując ich wpływ na aspekt operacyjny, ale również poziom bezpieczeństwa.

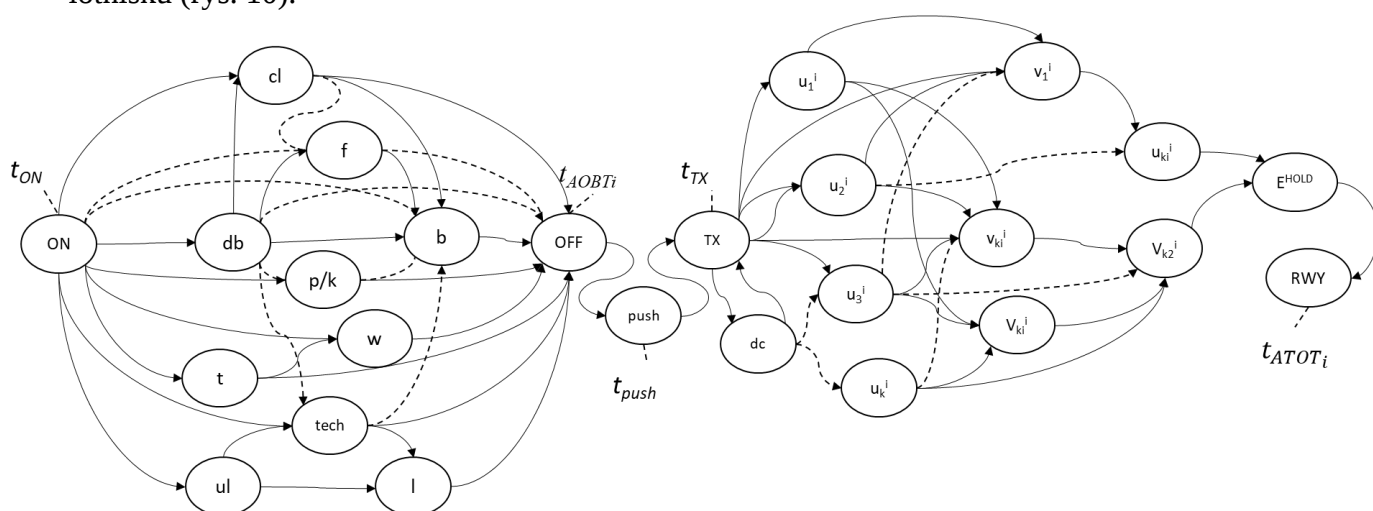
Opracowałam metodykę postępowania przy sekwencjonowaniu przedstartowym, która została przedstawiona w postaci zapisu matematycznego, uwzględniając rozwiązywanie konfliktów na drogach kołowania, zapisanych w postaci ograniczeń. Dla konfliktów na drogach kołowania przedstawiłam zależność dotyczącą zapewnienia separacji w wierzchołkach grafu. Ruch naziemny można zapisać jako graf $G = (V^{dep}, TX)$, gdzie:

V^{dep} – zbiór wierzchołków wyróżnionych w ruchu naziemnym w celu definiowania miejsc postojowych, dróg kołowania (zbiór węzłów grafu) i punktów oczekiwania na operacje startu,

TX – zbiór odcinków dróg kołowania między wierzchołkami (krawędzie).

Elementy będące wierzchołkami są ponumerowane indeksem u i v . Zbiór V^{dep} zawiera istotne punkty w ruchu naziemnym i można wyróżnić: punkty początkowe odzwierciedlające miejsce postojowe należące do zbioru EV^{dep} , punkty pośrednie na drogach kołowania ze zbioru MV^{dep} i punkt końcowe, jako punkty oczekiwania na operacje startu ze zbioru HV^{dep} .

Każdy wierzchołek reprezentuje istotne punkty w ruchu naziemnym. Skierowana krawędź reprezentuje drogę między wierzchołkami tj. między czynnościami podczas obsługi naziemnej oraz drogi kołowania pomiędzy dwoma przecięciami. Funkcja $d: TX \rightarrow R^+$ oznacza długość krawędzi. Dany jest graf opisujący sieć połączeń pomiędzy punktami charakterystycznymi na lotnisku (rys. 10).



Rys. 1. Graf odzwierciedlający ruch naziemny lotniska wraz z punktami charakterystycznymi

Opisałam zależności dotyczące pojawiania się statków powietrznych w poszczególnych punktach wprowadzając zmienne binarne. W dalszej kolejności określiłam zależności w postaci nierówności wskazujące na kolejność pojawiania się i zajętości poszczególnych wierzchołków. Celem jest zminimalizowanie wykorzystania zasobów lotniska w postaci minimalizacji sumy całkowitych czasów kołowania dla wszystkich statków powietrznych:

$$\min_t \sum_{i \in S} (t_{iu_{ki}}^i - t_{iu_1}^i)$$

Korzystanie z tej funkcji celu może powodować niepożądane harmonogramy w odniesieniu do planowania odlotów: odlatujący statek powietrzny może przybyć na drogę startową (punkt oczekiwania) na długo przed momentem t_{ATOT} . Można tego uniknąć, uwzględniając również czas oczekiwania odlatujących statków powietrznych na drogę startową (punkt wejścia), minimalizując w ten sposób całkowity czas spędzony od rozpoczęcia kołowania do t_{ATOT} . Daje to następującą funkcję celu:

$$\min_t \sum_{i \in S^{dep}} (t_{ATOTi} - t_{iu_1}^i) + \sum_{i \in S^{arr}} (t_{iu_{ki}}^i - t_{iu_1}^i)$$

Celem jest minimalizacja sumy całkowitych czasów kołowania dla wszystkich statków powietrznych, zapewniając minimalizację zajętości dróg kołowania. Uwzględniłam również występujące opóźnienia jako czas oczekiwania odlatujących statków powietrznych na wykonanie operacji startu na drodze startowej, minimalizując w ten sposób całkowity czas spędzony od rozpoczęcia kołowania do rozpoczęcia operacji startu.

Podsumowując, w ramach autorskiej monografii zrealizowałam następujące zagadnienia:

- dokonałam charakterystyki ruchu lotniczego, jego elementów składowych oraz opisałam rolę i zadania służb ruchu lotniczego,
- przedstawiłam organizację ruchu dolotowego w przestrzeni powietrznej oraz na lotnisku wskazując różne sposoby organizacji procesów odlotowych w ruchu naziemnym z uwzględnieniem nowych rozwiązań stosowanych na lotniskach,
- opisałam proces obsługi statków powietrznych odbywających się na lotniskach,
- przedstawiłam teoretyczną wiedzę dotyczącą metod analizy procesów w ruchu lotniczym,
- opisałam wybrane narzędzia symulacyjne w odniesieniu do analizy wybranych procesów obsługi ruchu lotniczego,
- dokonałam przeglądu istniejących metod i narzędzi służących do analizy procesów obsługi statków powietrznych,
- wzbogaciłam monografię podając przykłady zastosowania metod szeregowania do analizowanych procesów ruchu statków powietrznych,
- przedstawiłam autorską metodologię postępowania przy analizie ruchu dolotowego statków powietrznych,
- opracowałam autorski wskaźnik oceny organizacji ruchu dolotowego Q_{AC} ,
- zastosowałam sieci Petriego oraz narzędzie symulacyjne do oceny organizacji ruchu dolotowego,

- zastosowałam narzędzie symulacyjne do modelowania obsługi naziemnej statków powietrznych,
- przedstawiłam autorski sposób postępowania przy sekwencjonowaniu przedstartowym statków powietrznych,
- zaproponowałam jednolitą metodologię postępowania zarówno w ruchu dolotowym jak i w ruchu naziemnym, która pozwala na kompleksowe spojrzenie i analizę tych obszarów.

Opis jednotematycznego cyklu publikacji pt. Problematyka szeregowania statków powietrznych – na bazie prac [2-11] podrozdziału 4.2

Biorąc pod uwagę mój autorski, jednotematyczny cykl publikacji wymieniony w poprzednim podrozdziale, w kolejnych latach brałam pod uwagę różne koncepcje modelowania, które mogłyby doprowadzić do zamierzonego celu, którym było opracowanie metody szeregowania statków powietrznych. Realizowane prace badawcze związane były z analizą metod szeregowania, które można zastosować do ruchu lotniczego i wskazać ich praktyczne zastosowanie, jako metody wspomagające podejmowanie decyzji przez kontrolerów ruchu lotniczego.

Podejmowana problematyka w większości dotyczyła szeregowania lądujących statków powietrznych, ale podczas prac badawczych podejmowałam również działania w celu analizy operacji lotniczych wpływających na uszeregowanie startujących statków powietrznych. Takie podejście ma na celu uporządkowanie i uzupełnienie pewnych braków w teoretycznym i praktycznym tworzeniu i opracowaniu modeli matematycznych. Brak jest jednolitego i kompleksowego podejścia do analizy ruchu dolotowego i naziemnego. Uzupełniając zidentyfikowaną lukę badawczą, przedstawiłam formalny zapis szeregowania statków powietrznych zarówno dla ruchu dolotowego jak i naziemnego.

Artykuły zawarte w wykazie (podrozdział 4.2) i opisane w autoreferacie dotyczą dwóch obszarów zagadnień: szeregowania lądujących statków powietrznych (artykuły [2-4], [6-8] oraz [10-11]) oraz szeregowania startujących statków powietrznych (artykuły [5] i [9]). Według tak przyjętego podziału, opisałam poniżej osiągnięcia i mój merytoryczny wkład w każdym przytoczonym artykule.

Analiza **szeregowania lądujących statków powietrznych** poprzedzona była szerokim przeglądem literatury, w ramach której sprawdziłam stosowane metody i narzędzia w tym zakresie. Pozwoliło mi to na wyselekcjonowanie metod, które można zastosować do analizowanego obszaru. Artykuł [2] był przygotowany według mojej koncepcji prowadzonych badań naukowych. W pracy tej przedstawiłam problematykę sekwencjonowania strumieni lądujących statków powietrznych wykorzystując metody listowego szeregowania zadań. Procedury realizowane w ruchu lotniczym w rejonie zbliżania mają zasadnicze znaczenie na przepustowość lotniska oraz bezpieczeństwo ruchu lotniczego. W tym kontekście ważna jest koordynacja ruchu lotniczego i prowadzony nadzór przez kontrolerów, których decyzje opierają się na zapewnieniu bezpiecznych separacji między statkami powietrznymi, w oparciu o kontrolę prędkości a w uzasadnionych przypadkach stosując wektorowanie radarowe. Zakres prowadzonych analiz w ruchu lotniczym, w kontekście szeregowania statków powietrznych,

skłonił mnie do poszukiwania metod i narzędzi adekwatnych do tego obszaru. Stąd też byłam pomysłodawcą prowadzonych badań, w celu poszukiwania metod oraz tworzenia narzędzi wspomagających podejmowane decyzje przez kontrolerów ruchu lotniczego. W artykule przedstawiłam i scharakteryzowałam wybrane metody wspomagania kontrolera ruchu lotniczego. Metody szeregowania zadań początkowo aplikowano tylko do systemów produkcyjnych, jednakże podejmowane są próby wykorzystania algorytmów szeregowania do transportu lotniczego. W artykule zapisałam strukturę dolotową jako zadanie szeregowania oraz przedstawiłam analizę hipotetycznego ruchu lotniczego z wykorzystaniem reguł szeregowania w celu określenia parametrów opisujących uszeregowanie statków powietrznych zgłaszających się do wykonania operacji lądowania. Wykonałam badania i przedstawiłam uzyskane wyniki, wskazujące na szeregowanie statków powietrznych stosując różne algorytmy listowe, otrzymując długość uszeregowania oraz średni czas przepływu. Wskazałam możliwości wykorzystania metod szeregowania listowego z uwzględnieniem reguł sortowania do rozwiązania problemu sekwencjonowania statków powietrznych lądujących jako wsparcie dla kontrolerów ruchu lotniczego.

Problematykę szeregowania lądujących statków powietrznych realizowałam również w kolejnej publikacji [3], w której dokonałam przeglądu stosowania narzędzi badań operacyjnych do analizowanego obszaru. W artykule tym opisałam złożoność problematyki oraz wskazałam na najczęściej stosowane w badaniach algorytmy i metody, do których zaliczyłam między innymi algorytmy ewolucyjne oraz metody poszukiwania lokalnego. Przegląd tego obszaru pozwolił mi na zdefiniowanie problemu szeregowania składającego się z trzech etapów czasowych: szeregowania, modyfikacji planu i realizacji. W artykule zamieściłam zapis formalny i opisałam zmienne decyzyjne, parametry a także funkcję celu określającą minimalizację średniego opóźnienia wykonania operacji lotniczych równoznaczną z maksymalizacją przepustowości drogi startowej. Wskazałam również konieczność minimalizacji kosztów zużytego paliwa, które mogą obejmować nawet 50% kosztów operacyjnych. Problem lądowania statków powietrznych może obejmować jednoczesną optymalizację różnych skorelowanych i zależnych celów, które nie muszą się synchronizować, więc mogą być wymagane kompromisy między celami. Z tego powodu konieczna jest optymalizacja w formie funkcji celu z wieloma ważnymi kryteriami. Przedstawiłam również operacyjne ograniczenia związane z wykorzystaniem drogi startowej, separacji między statkami powietrznymi uwzględniając kryterium czasu oraz separacji wynikające z turbulencji w śladzie aerodynamicznym. Proponowane rozwiązanie optymalizacji wielokryterialnej może stanowić bazę do opracowania narzędzia wspomagającego pracę kontrolerów ruchu lotniczego.

Problematyka ruchu dolotowego dla zadania sekwencjonowania strumieni lądujących statków powietrznych była analizowana również w kolejnym artykule [4]. W artykule tym, jako pomysłodawca badań i współautor manuskryptu, opisałam podejmowaną problematykę w kontekście zadań i odpowiedzialności służb zbliżania oraz dokonałam analizy ruchu dolotowego dla rozpatrywanego lotniska. Dokonałam wstępnego opisu procedur podejścia do lądowania (uzupełniony przez współautorkę) a także wskazałam istotę sektoryzacji obszaru zbliżania i konfiguracji dróg startowych w kontekście podejmowanych decyzji przez kontrolerów ruchu lotniczego. Wykonałam badania zebranych danych z obszaru zbliżania dla drogi startowej na kierunku 33 Lotniska Chopina. Dla każdego z punktów wlotowych, wykonałam analizę przebiegu trajektorii ruchu statków powietrznych. Analiza wykazała

realizowane skrócone trajektorie oraz wskazała punkt nawigacyjny, w którym statki powietrzne są szeregowane w końcowym podejściu do lądowania. Przeprowadzona analiza ilościowa wskazała procentowy udział operacji lotniczych w każdej fazie podejścia do lądowania. Podczas przeprowadzonej analizy, wskazałam najczęściej wybierane punkty tworzenia tras dolotowych dla statków powietrznych zgłaszających się do poszczególnych bram wlotowych. W zależności od natężenia ruchu obszar odpowiedzialności kontrolerów ruchu lotniczego może zostać podzielone na sektory, stąd też ważna jest analiza takiego ruchu, gdyż podział na mniejsze sektory wpływa na zmniejszenie obciążenia pracą kontrolerów ruchu lotniczego, co może mieć wpływ na bezpieczeństwo ruchu lotniczego. Wśród wyników, zauważalne a jednocześnie intuicyjne jest, że przydzielanie tras skróconych dla statków powietrznych skutkuje krótszym czasem przebywania w przestrzeni powietrznej lecz wiąże się z większą liczbą wydawanych decyzji dotyczących zmian w zaplanowanym ruchu lotniczym. To z kolei, może mieć wpływ na osiągnięcie wysokiego poziomu bezpieczeństwa w analizowanym obszarze.

Osiągnięte wyniki prowadzonych badań, ukierunkowały kolejne prace na stworzenie narzędzia za pomocą którego możliwe było wskazanie zależności między szeregowaniem statków powietrznych na potencjalnymi konfliktami strumieni lądujących statków powietrznych. Podczas przeglądu literatury, zauważyłam, że coraz częściej wspominany był aspekt automatyzacji systemów kontroli ruchu lotniczego, co pozwoliłoby na częściowe odciążenie pracy kontrolerów. W artykule [6] przedstawiłam koncepcję narzędzia, które może być podstawowym narzędziem wspomagającym pracę kontrolera ruchu lotniczego i służącym do sekwencjonowania statków powietrznych realizujących operacje lotnicze w wybranym obszarze wokół lotniska. Zaplanowane operacje lądowania statków powietrznych odbywają się z uwzględnieniem minimalnej separacji między nimi. Dodatkowo program wskazuje trajektorie, którymi statek porusza się w danym obszarze. Opracowany program posłużył również do zidentyfikowania potencjalnych konfliktów strumieni lądujących statków powietrznych, co z kolei przyczynia się do określenia sekwencji lądujących statków powietrznych. Uzyskane wyniki wskazują na uszeregowanie statków powietrznych i zauważono, że znacznie lepszy rezultat uzyskano dla symulacji z niewielkim natężeniem ruchu. Przy zwiększonym ruchu pojawiła się większa liczba kolizji, co może potwierdzać, że konieczna jest dalsza rozbudowa o moduły odpowiedzialne za określanie zmiennej prędkości statku powietrznego i automatyczne jego przekierowanie do stref oczekiwania w sytuacjach awaryjnych. Dodatkowo wskazałam, że całkowite zastąpienie człowieka w podejmowaniu decyzji podczas procesu kontroli i zarządzania ruchem będzie trudne.

W pracy [7] kontynuowałam ten problem i kompleksowo przedstawiłam problem sekwencji lądujących statków powietrznych. W pierwszej części artykułu scharakteryzowałam rzeczywisty problem, opisałam model oraz przyjęte założenia dotyczące szeregowania lądujących statków powietrznych. Opisałam ten problem w postaci grafu skierowanego oraz stworzyłam model całkowitoliczbowy, który posłużył do rozwiązania problemu szeregowania lądujących statków powietrznych. Przedstawiłam zapis matematyczny prezentując zbiory, parametry, zmienne, ograniczenia a także funkcję celu. Ograniczenia opisują zachowania w punktach grafu oraz dotyczące dopuszczalnej prędkości statków powietrznych. Przedstawiłam sposób zapisu separacji między statkami powietrznymi i rozwiązania konfliktu w punktach łączenia strumieni lądujących statków powietrznych. Przedstawiłam również optymalne rozwiązanie.

Artykuł [8] dotyczy również podobnej problematyki w obszarze sekwencjonowania lądujących statków powietrznych, uwzględniając minimalizację długości uszeregowania. Zaprezentowane w artykule podejście, dotyczy reprezentacji pożądaney liczby operacji lądowania w możliwie najkrótszym czasie. Zweryfikowałam zastosowanie algorytmów teoretycznych i opracowałam metodologię określania kolejności operacji lądowania, zapewniając możliwie najkrótsze czasy wykonania wszystkich operacji. Na podstawie komputerowego algorytmu sekwencjonowania lądujących samolotów z uwzględnieniem minimalizacji sumy czasów operacji lądowania statków powietrznych wykonałam obliczenia sprawdzające poprawność algorytmu. Zastosowałam algorytm zachłanny do obliczenia rozwiązania optymalnego. Podczas pracy badawczej dostrzegłam, że analiza ruchu dolotowego i sekwencjonowanie statków powietrznych może mieć wpływ na zużycie paliwa.

W związku z tym podjęłam wykonanie analizy ruchu dolotowego w tym zakresie i zostało to poruszone w artykule [10]. Artykuł, którego byłam pomysłodawcą, zawiera również wprowadzone pojęcie jakości kolejki, co oznacza ocenę uszeregowania statków powietrznych do wykonania operacji lądowania zdefiniowanej jako sumaryczny czas realizacji sekwencji statków powietrznych. W tym celu przedstawiłam autorski model struktury organizacji ruchu dolotowego i zbudowałam z zastosowaniem sieci Petriego. Przedstawiłam zapis matematyczny zbudowanego modelu i zdefiniowałam scenariusze. Model został zaimplementowany dla Lotniska Chopina oraz zostały przeprowadzone symulacje. Za pomocą wykonanych badań uzyskano wyniki związane ze sumarycznym czasem realizacji sekwencji w obszarze zbliżania w sytuacji wprowadzenia konieczności wektorowania statków powietrznych. Wykonałam analizę wyników, które posłużyły do wykonania oceny wpływu sposobu łączenia strumieni lądujących statków powietrznych na zwiększone zużycie paliwa. Wykorzystałam otrzymane wyniki do obliczenia zwiększonego zużycia paliwa, przy założeniach średniego zużycia paliwa w poszczególnych fazach lotu dla najbardziej popularnych statków powietrznych, np. Boeinga 737-800. Otrzymany średni wzrost opóźnienia dla jednego ze scenariuszy symulacyjnych na poziomie 8,3%, może przełożyć się na zwiększone zużycie paliwa o ponad 600 litów w ciągu pierwszej godziny lotu. Uwzględniając ruch lotniczy w ciągu doby można oszacować, że z powodu złej organizacji kolejki lądujących statków powietrznych zużycie paliwa może być większe nawet o 100 ton.

Analizując różne struktury przestrzeni dla ruchu lądujących statków powietrznych i w oparciu o bazowe wytyczne Eurocontrol, w artykule [11] przedstawiłam nowatorską koncepcję zintegrowanego planowania trajektorii statku powietrznego. System ten (PMS Point Merge System) jest nowym podejściem do łączenia strumieni lądujących statków powietrznych, którego bazowe założenia zostały opracowane dla ruchu lotniczego. Stworzony system opiera się na zarządzaniu przylotami AMAN, który umożliwia zwiększenie precyzji trajektorii podejścia do lądowania oraz wspomaganie sekwencjonowania ruchu lotniczego na wczesnym etapie zwiększając możliwości planowania do co najmniej 180-200 NM. Pozwala to na nowe podejście do dynamicznego zarządzania trajektoriami w nowo zdefiniowanych obszarach zbliżania. Główny cel koncepcji PMS to stworzenie łatwej w koordynacji struktury dolotowej, która ustandaryzuje metodykę działań kontrolerów ruchu lotniczego. Rozwiązania stosowane w PMS skutkują bardziej uporządkowanym przepływem strumieni statków powietrznych przekładających się na wzrost przewidywalności trajektorii tras operacji lotniczych. W PMS łatwiej jest zatem o optymalizację tras przelotu oraz o zachowanie wewnętrznych separacji, co

skutecznie ogranicza występowanie potencjalnych miejsc kolizji. Na bazie wytycznych tej koncepcji, opracowałam nową strukturę organizacji ruchu dolotowego, która została zaprezentowana dla strefy zbliżania Lotniska Chopina. Strukturę tę dopasowałam pod wyznaczone granice zbliżania i odpowiednio skalibrowałam pod względem występujących stref zakazanych oraz ograniczających prowadzenie ruchu lotniczego. Zaprojektowana koncepcja PMS posiada jeden układ PMS na które przypadają dwie gałęzie sekwencjonowania. Opracowałam również schemat blokowy, który prezentuje sposób postępowania przy tworzeniu kolejki dolotowej w zaprojektowanym modelu PMS. Przedstawiony sposób może stanowić bazę do analizy przepustowości lotniska. Odpowiednia konfiguracja PMS wpłynie na lepsze wykorzystanie trasowej przestrzeni powietrznej, przy jednoczesnym nieprzekroczeniu granic dostępnej pojemności sektorowej w rejonie zbliżania. Struktura systemu PMS wpływa na wykorzystanie przepustowości danej drogi startowej oraz ogranicza występowanie sytuacji zagrażających bezpieczeństwu ruchu lotniczego.

Problematyka **szeregowania startujących statków powietrzna** była również poruszana w wielu moich artykułach a szeroki przegląd literatury wskazał na konieczność badań w tym zakresie. Wśród wielu artykułów dotyczących tego obszaru wybrałam dwa, które stanowią ważny punkt widzenia i wieńczą proces badawczy w tym zakresie. Artykuł [5] przedstawia metodę sekwencjonowania przedstartowego. Zaprezentowana metoda dynamicznie definiuje bieżącą kolejność odlatających statków powietrznych z uwzględnieniem czasu wymaganego do utrzymania minimalnej separacji pomiędzy kolejnymi startami oraz ocenia zajętość drogi startowej w odniesieniu do planowanych przylotów. Opracowana metoda wykorzystuje kryteria redukcji maksymalnego opóźnienia na stanowisku oczekiwania na zezwolenie operacji startu. W artykule przedstawiłam formalny zapis szeregowania startujących statków powietrznych oraz funkcję celu. Problem, który postawiłam w artykule dotyczył znalezienia uszeregowania startujących statków powietrznych, które uwzględniając minimalne separacje, doprowadzi do minimalizacji maksymalnego opóźnienia. Uszeregowanie zbioru statków powietrznych odbywa się według momentu operacji wypychania z miejsca postojowego i szacowania momentu startu dla każdego z nich. W opracowanej metodzie, dobierana jest kolejność z uwzględnieniem typów statków powietrznych w celu ustalenia korzystnej sekwencji operacji wypychania z miejsca postojowego, która spowoduje zmniejszenie opóźnienia startu. Dzięki tej metodzie uzyskano czytelne uszeregowanie statków powietrznych znajdujących się na miejscach postojowych. Uszeregowanie to przyporządkowuje numery kolejności według niemalejących czasów startów statków powietrznych. Zaproponowana metoda sekwencjonowania przedstartowego może znacząco zwiększając dokładność wykonania operacji startu statków powietrznych.

Artykuł [9] dotyczy problematyki sekwencjonowania operacji wypychania statków powietrznych z miejsc postojowych. Z przeanalizowanych momentów opuszczenia statków powietrznych miejsc postojowych wynika, że większość, które otrzymały zezwolenie na wypchnięcie na drogę kołowania, otrzymało je po zaplanowanym czasie. Opóźnienie wynikające z późnego rozpoczęcia operacji wypychania statków powietrznych na drogę kołowania stanowi aż 62% wszystkich opóźnień. Opóźnienie to wynika z gotowości statku powietrznego do kołowania. Wiele operacji może przyczynić się do opóźnienia, ponieważ przed wypchnięciem statek powietrzny jest obsługiwany przez agenta obsługi naziemnej. Poddając analizie moment zakończenia obsługi naziemnej i rozpoczęcie operacji wypychania statków powietrznych, możliwe jest wyeliminowanie zjawiska kolejki u progu drogi startowej. Umożliwia to określenie

kolejności operacji startu statków powietrznych już na etapie ich wypychania. Celem artykułu jest przedstawienie możliwości bardziej efektywnego wykorzystania sekwencji wypychania samolotów, zwiększając przepustowość pola manewrowego lotniska. Proponowany algorytm opiera się na sekwencjonowaniu statków powietrznych rozpoczynających operacje kołowania w celu zminimalizowania opóźnień związanych z odchyleniami od planu lotu. Zaprezentowałam schemat lotniska odzwierciedlający graf skierowany oraz przedstawiłam zapis matematyczny. Głównym celem zaproponowanego algorytmu było zwiększenie przepustowości pola manewrowego. Proponowany system odlotów statków powietrznych może zapewnić minimalną zajętość drogi kołowania ze stanowiska postojowego na drogę startową. Opisałam również proces kołowania i przedstawiłam zastosowanie algorytmu Dijkstra do określenia kolejności statków powietrznych do wykonania operacji startu.

Podsumowując jednotematyczny cykl publikacji pt. „Problematyka szeregowania statków powietrznych”, opisana w pracach [2÷11] problematyka badawcza dotyczy modelowania procesu lądujących i startujących statków powietrznych.

W zakresie wyżej opisanych prac badawczych **zrealizowałam następujące zagadnienia:**

- dokonałam szerokiego przeglądu literatury w zakresie stosowanych i realizowanych rozwiązań szeregowania statków powietrznych zarówno lądujących jak i startujących,
- scharakteryzowałam wybrane metody matematyczne, które można zastosować do analizowanego obszaru,
- zastosowałam metody listowego szeregowania zadań do rozwiązania problemu szeregowania w ruchu lotniczym,
- zapisałam strukturę dolotową jako zadanie szeregowania oraz przedstawiłam analizę hipotetycznego ruchu lotniczego z wykorzystaniem reguł szeregowania w celu określenia parametrów opisujących uszeregowanie statków powietrznych zgłaszających się do wykonania operacji lądowania,
- wykonałam badania oraz przedstawiłam uzyskane wyniki, wskazujące na szeregowanie statków powietrznych otrzymując długość uszeregowania oraz średni czas przepływu,
- przedstawiłam możliwości wykorzystania metod szeregowania listowego z uwzględnieniem reguł sortowania do rozwiązania problemu sekwencjonowania statków powietrznych lądujących jako wsparcie dla kontrolerów ruchu lotniczego,
- dokonałam przeglądu stosowania narzędzi badań operacyjnych do analizowanego obszaru,
- opracowałam zapis matematyczny wraz ze zmiennymi decyzyjnymi, parametrami a także funkcją celu określającą minimalizację średniego opóźnienia wykonania operacji lotniczych równoznaczną z maksymalizacją przepustowości drogi startowej,
- zaproponowałam rozwiązanie optymalizacji wielokryterialnej, które może stanowić bazę do opracowania narzędzia wspomagającego pracę kontrolerów ruchu lotniczego,
- scharakteryzowałam procedury podejścia do lądowania oraz wskazałam istotę sektoryzacji obszaru zbliżania i konfiguracji dróg startowych w kontekście podejmowanych decyzji przez kontrolerów ruchu lotniczego,
- wykonałam analizę ilościową zidentyfikowanych statków powietrznych z obszaru zbliżania dla drogi startowej na kierunku 33 Lotniska Chopina,

- dokonałam analizy przebiegu trajektorii ruchu statków powietrznych dla zebranej próby,
- przedstawiłam koncepcję narzędzia, jako podstawowe narzędzie wspomagające pracę kontrolera ruchu lotniczego i służące do sekwencjonowania statków powietrznych realizujących operacje lotnicze w wybranym obszarze wokół lotniska,
- dokonałam kompleksowego zapisu matematycznego problemu szeregowania lądujących statków powietrznych w postaci grafu skierowanego oraz stworzyłam model całkowitoliczbowy, który posłużył do rozwiązania problemu szeregowania lądujących statków powietrznych,
- dokonałam weryfikacji zastosowania algorytmów teoretycznych i opracowałam metodologię określania kolejności operacji lądowania, zapewniając możliwie najkrótsze czasy wykonania wszystkich operacji oraz wykonałam obliczenia sprawdzające poprawność algorytmu na podstawie komputerowego algorytmu sekwencjonowania lądujących samolotów z uwzględnieniem minimalizacji sumy czasów operacji lądowania statków powietrznych,
- wprowadziłam pojęcie jakości kolejki, co oznacza ocenę uszeregowania statków powietrznych do wykonania operacji lądowania zdefiniowanej jako sumaryczny czas realizacji sekwencji statków powietrznych,
- przedstawiłam autorski model struktury organizacji ruchu dolotowego i zbudowałam z zastosowaniem sieci Petriego,
- przedstawiłam zapis matematyczny zbudowanego modelu i zdefiniowałam scenariusze symulacyjne opierając się na założonym planie lotu statków powietrznych,
- zaimplementowałam zbudowany model dla Lotniska Chopina oraz przeprowadziłam symulacje,
- wykonałam analizę i dyskusję otrzymanych wyników związanych ze wzrostem czasu przebywania w obszarze zbliżania w sytuacji wprowadzenia konieczności wektorowania statków powietrznych,
- wykonałam analizę ruchu dolotowego dla zadania sekwencjonowania lądujących statków powietrznych oraz zaproponowałam sposób oceny ruchu dolotowego uwzględniając również aspekt środowiskowo-ekonomiczny określany jako zwiększone zużycie paliwa przy różnych sposobach organizacji ruchu dolotowego.
- przedstawiłam nowatorską koncepcję zintegrowanego planowania trajektorii samolotu w nowym systemie łączenia strumieni lądujących statków powietrznych PMS,
- opracowałam nową strukturę organizacji ruchu dolotowego, która została zaprezentowana dla strefy zbliżania Lotniska Chopina oraz skalibrowałam pod względem występujących stref zakazanych oraz ograniczających prowadzenie ruchu lotniczego,
- opracowałam również schemat blokowy, który prezentuje sposób postępowanie przy tworzeniu kolejki dolotowej w zaprojektowanym modelu PMS,
- opracowałam metodę sekwencjonowania przedstartowego, która dynamicznie definiuje bieżącą kolejność odlatujących statków powietrznych z uwzględnieniem czasu wymaganego do utrzymania minimalnej separacji pomiędzy kolejnymi startami oraz ocenia zajętość drogi startowej w odniesieniu do planowanych przylotów,

- przedstawiłam formalny zapis szeregowania startujących statków powietrznych oraz funkcję celu, uzyskując czytelne uszeregowanie statków powietrznych znajdujących się na miejscach postojowych,
- przedstawiłam możliwości bardziej efektywnego wykorzystania sekwencji wypychania samolotów, zwiększając przepustowość pola manewrowego lotniska,
- zaproponowałam algorytm, który opiera się na sekwencjonowaniu statków powietrznych rozpoczynających operacje kołowania w celu zminimalizowania opóźnień związanych z odchyleniami od planu lotu,
- zaprezentowałam schemat lotniska odzwierciedlający graf skierowany oraz przedstawiłam zapis matematyczny,
- opisałam proces kołowania i przedstawiłam zastosowanie algorytmu Dijkstra do określenia kolejności statków powietrznych do wykonania operacji startu.
- dokonałam zapisu formalnego operacji wypychania statków powietrznych z miejsca postojowego oraz opracowałam metodę sekwencjonowania przedstartowego w aspekcie szeregowania startujących statków powietrznych.

4.3.3. Ogólny sposób wykorzystania osiągniętych wyników badań

Podsumowując przeprowadzone powyżej rozważania dotyczące metod modelowania procesów ruchu i obsługi a także problematyki szeregowania statków powietrznych, związane z osiągnięciami naukowymi (autorska monografia [1] i jednotematyczny cykl powiązanych tematycznie publikacji [2-11]), można zastosować w podanym zakresie:

1. Optymalizacji procesów zachodzących w ruchu lotniczym w rejonie lotniska, uwzględniając:
 - zwiększenie przepustowości portu lotniczego oraz poziomu bezpieczeństwa dla założonej przepustowości,
 - określanie trajektorii lotu statków powietrznych mając na uwadze bezpieczeństwo oraz koszty przewozowe,
 - opracowanie procedur w zakresie ruchu dolotowego do lotniska,
 - opracowanie nowych struktur dolotowych w rejonach zbliżania do lotniska uwzględniając aspekt bezpieczeństwa ale również aspekt ekonomiczny,
 - ocenę projektowanych struktur przestrzeni powietrznych,
 - weryfikację dotychczasowych planowanych strumieni lądujących statków powietrznych,
 - wspomaganie podejmowania decyzji dla wielu decydentów w tym dla kontrolerów ruchu lotniczego, zarządzających portami lotniczym oraz agentów obsługi naziemnej,
 - określanie potoków ruchu a także ich oceny,
 - aspekty środowiskowe przy projektowaniu tras dolotowych statków powietrznych, które związane są zarówno z generowaniem hałasu ale przede wszystkim z emisją szkodliwych substancji do atmosfery.

2. Opracowywania i projektowania procedur dla ruchu statków powietrznych przestrzeni powietrznej jak i na lotnisku przy uwzględnieniu ograniczeń infrastruktury, uzyskując zwiększenie przepustowości portu lotniczego.
3. Oceny stopnia wykorzystania infrastruktury lotniskowej i próby jej racjonalizacji.
4. Budowy symulatorów szkoleniowych dla personelu kontroli ruchu lotniczego oraz personelu odpowiedzialnego za zarządzanie i kierowaniem ruchem naziemnym.

Jako kierunki dalszych badań można wymienić następujące działania:

1. Zastosowanie opracowanych modeli do badania charakterystyk operacyjnych portu lotniczego a także oceny bezpieczeństwa ruchu przy uwzględnieniu losowości zdarzeń.
2. Poszukiwanie metod i narzędzi w aspekcie wielokryterialności, w szczególności w zarządzaniu procesami w ruchu lotniczym warunkach niepewnej i niepełnej informacji.
3. Prowadzenie analiz w zakresie problematyki czynnika ludzkiego, gdyż ten aspekt powinien być eksplorowany w ramach badań naukowych w celu poprawy bezpieczeństwa lotniczego.

4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Wykaz opublikowanych prac naukowo-badawczych zamieszczono w załączniku 4.

Przed doktoratem

Moja działalność naukowa, przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych, dotyczyła w większości procesów realizowanych podczas obsługi naziemnej statków powietrznych. W celu poznania tego obszaru, uczestniczyłam wielokrotnie w stażach na Lotnisku Chopina. Poznanie problematyki tego obszaru pozwoliło mi na realizację prac badawczych, których efekty były publikowane w czasopismach naukowych oraz prezentowane na konferencjach (II.2.A.1, II.4.A.1÷8, II.7.A.1÷2,4÷13).

Przedstawiony wyżej dorobek pozwolił mi na opracowanie i opublikowanie pracy doktorskiej (I.1.1), którą obroniłam w 2009 r., w której **przedstawiłam metodę koordynacji naziemnych operacji lotniskowych** uzyskując zwiększenie przepustowości badanego portu lotniczego. Opracowana i zastosowana metoda ma szereg możliwości przeprowadzenia badań, jak również możliwe jest rozbudowanie prezentowanego modelu o dodatkowe parametry oraz procedury. Opracowana metoda koordynacji naziemnego ruchu lotniskowego może mieć zastosowanie praktyczne zwiększając przepustowość portu lotniczego. Prace związane z tym obszarem były publikowane również po doktoracie. Poznanie procesów zachodzących na lotnisku, pokazały mi również dodatkowe obszary ważne z punktu widzenia naukowego, a mianowicie zarządzanie ruchem lądujących i startujących statków powietrznych, co pozwoliło mi na przygotowanie artykułów i zaprezentowanie na konferencjach (II.2.B.5,10,16,21,24, II.4.B.2,20,22). Tematyka ta również była analizowana i opisywana w kolejnych artykułach.

Oprócz pracy naukowej, przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych uczestniczyłam w pracach zespołów badawczych, jako członek zespołu badawczego, w projektach badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Komitet Badań Naukowych a także w ramach finansowania (ze środków na naukę)

działalności statutowej (**II.9.A.1÷6**) realizowanych w zakresie wielokryterialnego projektowania bezpiecznych systemów obsługi ruchu lotniczego i pasażerów w rejonie lotniska, a także opracowania metody oceny tych systemów w rejonie portu lotniczego celem zwiększenia przepustowości operacji lotniczych. Ważnym obszarem badawczym będącym w obszarze mojego zainteresowania było bezpieczeństwo operacji lotniskowych i stąd mój udział w projektach badawczych z tego zakresu.

Istotnym projektem badawczym, w którym uczestniczyłam, był **projekt ZEUS (II.9.A.8)**, którego celem była budowa systemu zarządzania bezpieczeństwem transportu zapewniającego jego użytkownikom minimalizację ryzyka utraty życia i zdrowia na wszystkich etapach podróży. Efektem prac badawczych było powstanie monografii nt. **Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu**, którego współautorami byli pracownicy naukowcy m.in. z Politechniki Gdańskiej, Politechniki Warszawskiej, Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych oraz Akademii Morskiej. W ramach projektu zebrałam informacje o zaistniałych zdarzeniach, przesłankach do ich powstawania oraz przyczynach i skutkach niepożądanych zdarzeń a także współtworzyłam podsystem oceny stanu bezpieczeństwa w transporcie lotniczym.

Projekt badawczo-rozwojowy nt. **System Transportu Małymi Samolotami (II.9.A.7)**, w ramach którego byłam współautorem, realizowany był razem z Instytutem Lotnictwa oraz Szkołą Główną Handlową. Celem projektu była analiza ruchu pasażerskiego w Polsce na trasach międzyregionalnych, pokonywany głównie samochodami osobowymi oraz zbadanie możliwości i celowości zastąpienia na tych trasach transportu samochodowego transportem małymi samolotami. Projekt kontynuował tematykę transportu małymi samolotami rozpoczętą w projekcie EPATS, skupiając się na transporcie w Polsce. Efektem naukowym realizacji tego projektu były artykuły, publikacje i referaty prezentowane na konferencjach (**II.4.B.5-6,8, II.7.B.1,5,7,14**). Celem badań naukowych było wykorzystanie istniejących lotnisk i lądowisk dla Systemu Transportu Małymi Samolotami na terenie Polski i opracowanie wielokryterialnej metody dla zadania lokalizacji lotnisk. W ramach prowadzonych badań opracowałam kryteria do wyznaczenia rozwiązania wyboru nowych lokalizacji lotnisk dla wszystkich regionów w podziale na województwa. W tym celu wykorzystałam (jako współautor) regułę maksymalizacji i sumowania ważonej użyteczności, gdzie danymi wejściowymi były cechy, które ze względu na wagi podzielono na grupy. Na podstawie reguły maksymalizacji i sumowania użyteczności wybrałam wariant, który osiągnął największą sumę ważoną użyteczności, ocenianej dla wszystkich cech. Efektem końcowym było opracowanie wielokryterialnej metody dla zadania lokalizacji lotnisk.

Po doktoracie

Po obronie pracy doktorskiej, moja działalność naukowa była wielowątkowa. Kontynuowałam **prace badawcze w obszarze obsługi naziemnej statków powietrznych (II.4.B.4)** oraz rozszerzyłam ten zakres o **analizę przewozów cargo (II.2.B.1,6, II.4.B.3,7,9,10,12)**, ze szczególnym uwzględnieniem przewozów materiałów niebezpiecznych oraz konieczność realizacji **analizy ryzyka**.

Problematyka zarządzania operacjami lotniskowymi była szeroko przez mnie analizowana, skupiając się na zastosowaniu narzędzi i metod oraz opracowaniu autorskiej metody zarządzania operacjami startu i lądowania statków powietrznych (**II.2.B.12,18,19**). Efektem prowadzonych wieloletnich badań było opracowanie autorskiej monografii nt.

Modelowanie procesów ruchu i obsługi statków powietrznych oraz przygotowanie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych związanych z **problematyką szeregowania statków powietrznych**.

Kolejnym ważnym zagadnieniem analizowanym w publikacjach naukowych było **bezpieczeństwo w transporcie lotniczym**. Lotnisko i jego rejon są to obszary niezwykle podatne na działanie różnych czynników. Dlatego też ta problematyka jest ważna i podjęłam się realizacji prac badawczych w tym obszarze. Podejmowałam również zagadnienia związane z kolizjami statków powietrznych z ptakami w rejonie lotniska oraz zarządzania ryzykiem związanym z tymi zdarzeniami (**II.2.B.11,14**), w ramach którym identyfikowałam zagrożenia w analizowanym obszarze oraz przedstawiłam nowe koncepcje metod zapobiegających zderzeniom statków powietrznych z ptakami i zwierzętami na lotnisku.

Powstało kilka publikacji inspirowanych m.in. aktualizacją ustawy Prawo lotnicze, polityką bezpieczeństwa transportu lotniczego (**II.2.B.3,8-9**) w ramach których dokonałam analizy zmian w ustawodawstwie oraz przedstawiłam nowopowstające europejskie organizacje w transporcie lotniczym, mające wpływ na politykę bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego. Artykuł (**II.2.B.15**) dotyczył opisanie nowej strategii w transporcie lotniczym na obszarze europejskim. Ważne zagadnienie, wynikające z analizy dokumentów ustawodawczych, to problem minimalizacji generowania hałasu w transporcie lotniczym. Dlatego też, ten zakres był również analizowany przez mnie i powstały artykuły opublikowane jako rozdziały w monografiach naukowych oraz w czasopismach naukowych (**II.4.B.15, II.4.B.28**). W ramach prac badawczych **analizowałam istniejące metody redukcji hałasu w pobliżu lotnisk**, biorąc pod uwagę ich wpływ na strukturę, płynność, punktualność, a zwłaszcza bezpieczeństwo ruchu lotniczego oraz analizowałam skuteczności tych narzędzi. W rezultacie zidentyfikowałam istniejące zagrożenia oraz zaproponowałam sposób postępowania przy analizie hałasu. Wykonałam również analizy zastosowania metody dla Lotniska Chopina.

Zagadnienia związane z bezpieczeństwem, stanowią dużą i wielowątkową grupę artykułów. Manuskrypty (**II.2.B.13,20**) dotyczyły obowiązujących standardów bezpieczeństwa, ochrony w lotnictwie cywilnym i zagadnień formalnoprawnych z tym związanych a także roli agenta obsługi naziemnej w działalności lotniczej (**II.4.B.23**) w związku z wprowadzeniem systemu zarządzania bezpieczeństwem w transporcie lotniczym (**II.2.B.4**). Uzyskane wyniki wytyczyły kierunki dalszych działań w obszarze badania bezpieczeństwa i identyfikacji zagrożeń. W myśl systemu zarządzania bezpieczeństwem, ważne jest proaktywne działanie, dlatego też analiza przyczyn wypadków lotniczych jest cennym narzędziem służącym poprawie bezpieczeństwa transportu lotniczego. Jako współautor artykułu (**II.2.B.22**), zaproponowałam analizę nie tylko przyczyn rzeczywistego incydentu na lotnisku, ale także możliwości jego przekształcenia w wypadek. Coraz większe znaczenie przypisuje się analizie ilościowej poważnych incydentów. Za pomocą metody drzewa zdarzeń z rozmytymi prawdopodobieństwami (ETFP) oszacowano prawdopodobieństwo wypadku. Eksperymenty symulacyjne wykazały, że możliwe jest określenie ilościowej zależności pomiędzy poziomem wyszkolenia operatorów urządzeń obsługi naziemnej (GSE) a prawdopodobieństwem przekształcenia się zdarzenia w wypadek.

Kontynuacją zagadnień związanych z obsługą naziemną i bezpieczeństwem w ruchu lotniskowym była **realizacja projektu badawczego** (którego byłam pomysłodawcą i koordynatorem w ramach Politechniki Warszawskiej) (**II.9.B.8**), związanego z opracowaniem innowacyjnego symulatora szkoleniowego dla operatorów obsługi naziemnej. Celem projektu

było opracowanie i wykonanie prototypu mobilnego symulatora procesów obsługi naziemnej z wykorzystaniem symulacji sprzętu GSE (Ground Support Equipment), co umożliwia zastosowanie innowacyjnej metody szkolenia koordynacji współpracy pracowników obsługi naziemnej samolotów oraz szkolenia w zakresie nieprzewidzianych sytuacji jakie mogą wystąpić podczas operacji handlingowych. Projekt mobilnego symulatora dla operatorów obsługi naziemnej zakładał stworzenie urządzenia opartego na technologii wirtualnej rzeczywistości, które pomoże nie tylko w szkoleniach, ale jednocześnie wesprze proces wstępnej oceny predyspozycji kandydatów do pracy w tym zawodzie. W praktyce urządzenie pozwala ograniczać błędy popełniane podczas naziemnej obsługi statków powietrznych, m.in. w trakcie obsługi pasażerów, ładowania bagażu czy uzupełniania paliwa. Efektem prac badawczych było opublikowanie artykułu (II.4.B.30), w ramach którego, wraz z zespołem, określiłam profil zawodowy kandydata, zdefiniowałam oczekiwania oraz wymagania wobec przyszłego pracownika oraz opracowałam ilościową metodę oceny przydatności do pracy w charakterze operatora GSE. Ponieważ niektóre cechy charakteryzujące pracownika nie są mierzalne, a relacje między cechami są nieprecyzyjne i często subiektywne, do budowy metody oceny zostały wykorzystane modele rozmyte oparte na zmiennych lingwistycznych. Do oceny przykładowych kandydatów na stanowisko operatora cysterny paliwowej wykorzystano komputerową implementację systemu wnioskowania rozmytego. Uzyskane wyniki wskazały, że zastosowane podejście umożliwia łatwe porównanie przydatności kandydatów do pracy na tym stanowisku. Eksperymenty symulacyjne wykazały również, że metoda ta pozwala na tworzenie zindywidualizowanych programów szkoleniowych w oparciu o cząstkowe oceny indywidualnych cech kandydatów.

Zastosowanie metod analizy ryzyka również było w obszarze moich zainteresowań naukowych. Powołując się na założenia systemu zarządzania bezpieczeństwem (SMS) należy podejmować działania minimalizujące przyczyny potencjalnych zdarzeń. W procesie obsługi naziemnej duże znaczenia ma czynnik ludzki, aspekt techniczny oraz przestrzeganie obowiązujących procedur. Będąc współautorem artykułu (II.4.B.36), dokonałam szerokiej analizy ilościowej zakłóceń powstających podczas obsługi naziemnej, poznając jego przyczyny i skutki, co pozwoliło na uniknięcie niekorzystnych zdarzeń. Występujące zakłócenia mogą powodować opóźnienia w wykonaniu operacji lotniczych, ale również mogą być przyczyną incydentów lotniczych. W artykule tym przedstawiłam wyniki analiz zakłóceń, prezentując je w postaci diagramu Ishikawy a zastosowanie metody FRAM umożliwiło mi dokonanie analizy możliwych zakłóceń podczas procesu obsługi bagażu. Identyfikacja zakłóceń jest ważna również z powodu wskazania momentów zakończenia obsługi naziemnej i rozpoczęcia operacji kołowania statku powietrznego.

Metodę FRAM zastosowałam również w innym obszarze a mianowicie komunikacji lotniczej pomiędzy kontrolerem ruchu lotniczego a pilotem statku powietrznego (II.2.B.25). Wzrost natężenia ruchu lotniczego oraz coraz większe zatłoczenie przestrzeni powietrznej, zmusza do poszukiwania nowych rozwiązań w zakresie zarządzania ruchem lotniczym. Jednym z takich rozwiązań jest system Pegasus_21, dzięki któremu możliwa jest obsługa ponad dwukrotnie większej liczby statków powietrznych niż przy starszych systemach m.in. wprowadzając poziomy oraz pionowy podziału sektorowy przestrzeni powietrznej. W tym zakresie ważna jest komunikacja lotnicza pomiędzy kontrolerem ruchu lotniczego a pilotem statku powietrznego, która ma wpływ na poziom bezpieczeństwa. Pegasus_21 wyposażony jest

w system CPDLC, którego działanie opiera się na wysyłaniu wiadomości tekstowych za pośrednictwem łącza danych. Korzystanie z takiego rozwiązania jest alternatywą dla komunikacji głosowej, właśnie w obszarach o zwiększonym natężeniu ruchu lub przy problemach z łącznością radiową. Ważną kwestią w takim rozwiązaniu jest parametr czasu, który określa moment podejmowania działań przez załogę statku powietrznego oraz kontrolera. Odpowiedni czas jest kryterium poprawnej oraz bezpiecznej pracy systemu i może stanowić kluczowy problem omawianego zagadnienia. W wyszczególnionym artykule przedstawiłam charakterystykę systemu Pegasus_21 wraz z wybranymi funkcjonalnościami oraz zaprezentowałam model pracy systemu CPDLC z zastosowaniem metodyki FRAM, ukazując wzajemne wpływy poszczególnych funkcji. Zaprezentowane w artykule wyniki badań naukowych były efektem współpracy z Politechniką Wrocławską.

Badania w zakresie powstających zakłóceń były kontynuowane w artykułach. Wspólnie ze współautorem (**II.2.B.23**, **II.4.B.35**), wskazałam dwa zasadnicze problemy występujące podczas obsługi naziemnej statku powietrznego. Pierwszy z nich dotyczył identyfikacji zakłóceń podczas obsługi naziemnej, które mają wpływ na punktualne zakończenie tej obsługi. Drugi problem to określenie jak te zakłócenia wpływają na środowisko naturalne poprzez oszacowanie zwiększonego zużycia paliwa przez statek powietrzny. W pierwszym kroku opracowałam katalog zakłóceń w procesie obsługi statku powietrznego, które mogą wpłynąć na opóźnienia wykonanie kolejnych operacji statku powietrznego. Do wykonania analizy wpływu zakłóceń na realizację obsługi naziemnej zastosowałam specjalistyczne oprogramowanie Simio, w którym dokonano symulacji losowych zakłóceń. Opracowany mikro model i wykonane symulacje posłużyły do określenia wpływu zakłóceń na zwiększenie zużycia paliwa przez statek powietrzny. Badania wykazały, że nawet przy niewielkich zakłóceniach, statek powietrzny zwiększa zużycie paliwa pozwalające na pokonanie 200 km trasy lotniczej. Przeprowadzane analizy mają ogromne znaczenie dla agentów obsługi naziemnej oraz przewoźników lotniczych, którzy dążą do minimalizacji czasów trwania czynności obsługowych oraz eliminowania zagrożeń podczas obsługi naziemnej.

Zastosowanie oprogramowania SIMIO było kontynuowane w obszarze terminala lotniczego na przykładzie Lotniska Chopina (**II.4.B.40**). Modyfikacja procesu obsługi pasażerów na stanowiskach odprawy biletowo-bagażowej była realizowana za pomocą modelowania a następnie wykonałam symulacje różnych scenariuszy w celu uzyskania korzyści czasowych. Organizacja obsługi pasażerów odlatujących jest najbardziej złożonym systemem, w skład którego wchodzi wiele czynności obsługowych, mające na celu przygotowanie ich samych oraz ich bagażu do transportu statkiem powietrznym. Na podstawie przeprowadzonych badań przedstawiłam założenia dla każdego scenariusza obsługi biletowo-bagażowej. Następnie wykonałam implementację modeli w programie symulacyjnym SIMIO. W kolejnym kroku wprowadziłam modyfikacje rozkładu pasażerów na poszczególnych stanowiskach i dokonałam porównania z poziomem obsługi pasażerów określonych przez IATA. Przedstawione wyniki symulacji dla poszczególnych scenariuszy pozwoliły na wskazanie czasowych korzyści po wprowadzeniu proponowanych zmian. Przeprowadzone symulacje ukazały dwa ważne elementy przy aktualnym i proponowanym układzie stanowisk obsługi biletowo-bagażowej oraz wprowadzeniu zmian na stanowiskach bagażowych. Artykuł przedstawiał specyfikację czasów przebywania w systemie oraz oczekiwania w kolejce. Przeprowadzone analizy wskazały, że zaproponowany koncepcja pozwoli na przejście 40% pasażerów korzystających z sąsiednich

stanowisk szybkiej obsługi bagażu. Badania wskazały, że dodanie kolejnych stanowisk do obsługi, pozwoli na całkowite pokrycie zapotrzebowanie na usługę samodzielnego nadania bagażu. Wyciągnięte wnioski są cenne przy wprowadzaniu modernizacji w procesie obsługi pasażera i jego bagażu.

Artykuł (**II.4.B.37**) dotyczył **zastosowania dostępnych metod i narzędzi oceniających ryzyko** w transporcie lotniczym. Wyszczególniłam kilka z nich, przedstawiłam wybrane metody analizy zdarzeń lotniczych oraz narzędzia służące do oceny ryzyka wraz z ich zastosowaniem. Wyniki tam zaprezentowane były efektem prowadzonych badań w projekcie (**II.9.B.11**) w ramach którego wykonałam (wraz z zespołem) kompleksową identyfikację zagrożeń i ocenę ryzyka zgodnie z **metodologią SORA w operacjach bezzałogowych statków powietrznych**. Efektem były również modele eksploatacyjne pojedynczego egzemplarza jak i roju bezzałogowych statków powietrznych, uwzględniający procesy, użytkowania i obsługiwania, wraz z wyszczególnionym zakresem badań eksploatacyjnych. Przedstawiłam modele zbudowane jako graf skierowany, charakteryzujący się wieloma stanami. Opisałam wskaźniki eksploatacyjnej niezawodności użytkowej i obsługowej, które wyrażają względną zmianę nieuszkodzalności obiektu w przedziale czasu oraz opisałam kolejny wskaźnik: intensywność napraw, określany jako liczba wykonanych napraw przypadająca na jednostkę sumarycznego czasu napraw. Przedstawione wyniki badań powstały w wyniku realizacji projektu „Drone Light Show”.

Prowadzone badania w obszarze zastosowania bezzałogowych statków powietrznych, skłoniły mnie do prowadzenia badań naukowych w zakresie **efektywności energetycznej** (**II.4.B.38**). Dlatego też, nawiązałam współpracę z Siecią Badawczą Łukasiewicza w celu prowadzenia badań dotyczących zużycia energii przez bezzałogowe statki powietrzne. Z uwagi na to, że miasta zmierzają w stronę zrównoważonego rozwoju, na który składają się zadania i wyzwania mające na celu minimalizację zużycia energii, prowadzona analiza zakładała porównanie bezzałogowych statków powietrznych i innego środka transportu w tej kwestii. Koncepcja zrównoważonej mobilności obejmuje wybór innego niż samochód środka transportu w przypadku wszelkich podróży, zwłaszcza na krótkich dystansach, oraz w przypadku dostawy towarów. W związku z rosnącą populacją miast, brakiem wolnej przestrzeni i wysokimi kosztami budowy infrastruktury dla tradycyjnych środków transportu, miasta poszukują nowoczesnych rozwiązań, które pozwolą na tani, szybki i ekologiczny transport osób i towarów. Odpowiedzią na te problemy jest mobilność powietrzna w miastach, która wykorzystuje statki powietrzne eVTOL (elektryczny pionowy start i lądowanie) oraz systemy bezzałogowych statków powietrznych (BSP). Główny cel prowadzonych badań zakładał przedstawienie analizy efektywności energetycznej wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych i skuterów elektrycznych w miastach, co stanowi rozwiązanie wpisujące się w politykę transportu zeroemisyjnego. W artykule przedstawiłam problem badawczy związany z wyborem transportu elektrycznego (skutery/BSP) wskazujący na mniejsze zapotrzebowanie na energię elektryczną podczas dostarczania żywności z restauracji do klientów indywidualnych. Do analizy zastosowałam modele energetyczne D’Andrei, Dorlinga, Figliozziego, Kirchsteina i Tseng’a. Wykonane obliczenia posłużyły do przeprowadzenia analizy porównawczej zużycia energii dla trzech przyjętych scenariuszy związanych ze zużyciem energii przez BSP.

Z uwagi na zainteresowania meteorologią lotniczą (prowadzę wykład i ćwiczenia z tego zakresu), podjęłam się przeprowadzenia analizy **wpływu warunków meteorologicznych na**

możliwość realizacji operacji lotniczych przy różnych kategoriach ILS. Uzyskane wyniki zostały zaprezentowane w artykule (II.B.4.39). System ILS jest popularnym systemem nawigacyjnym z podejściem precyzyjnym, który posiada kilka kategorii umożliwiając podejście nawet w niekorzystnych warunkach meteorologicznych. Jednak nie każde lotnisko wyposażone jest w ILS wysokiej kategorii a uruchomienie takiego wyposażenia nawigacyjnego jest długotrwałe i kosztowne. Trudne warunki meteorologiczne są szczególnie niebezpieczne podczas wykonywania operacji startu i lądowania, ale również mogą być przyczyną zakłóceń w ruchu lotniczym powodując np. opóźnienia w ruchu lotniczym lub przekierowania statków powietrznych na inne lotniska. Główny cel prowadzonych analiz to określenie wpływu warunków meteorologicznych, w szczególności widzialność, na możliwość wykonywania operacji lotniczych przy różnych kategoriach ILS. Do analizy wybrałam trzy lotniska: Lotnisko Chopina w Warszawie, Mazowiecki Port Lotniczy Warszawa-Modlin oraz Kraków Airport im. Jana Pawła II. Analiza została przeprowadzona na podstawie depesz METAR i wskazała w jakich okresach najczęściej dochodziło do wstrzymywania operacji lądowania. Pozwoliło to na określenie prawdopodobieństwa wstrzymania operacji lądowania. Przedstawiłam również rekomendacje dotyczące planowania rozkładu lotów unikając godzin z wysokim prawdopodobieństwem obniżonej widzialności, co skutkuje przekierowaniem lotów na inne lotnisko. Badania były prowadzone we współpracy z University of Zilina.

W 2016 r. byłam **samodzielnym redaktorem naukowym dwóch monografii** i w 2020 r. **współautorem monografii** wydanej przez Wydawnictwo Springer.

Pierwsza monografia (II.3.B.1) dotyczyła najważniejszych aspektów z zakresu bezpieczeństwa transportu lotniczego i rozwiązań realizowanych w wybranych portach lotniczych. Pierwsza część monografii związana była z polityką transportową UE, w ramach których prowadzone rozważania dotyczyły wskazania źródeł, a także kształtu polityki bezpieczeństwa UE, dla której transport lotniczy stał się istotnym aspektem w podejmowanych działaniach. Kolejna część monografii to artykuły zajmujące się problematyką ochrony na lotnisku i innowacyjnych rozwiązań w tym zakresie. Główna wartość monografii związana jest ze wskazaniem problematyki badawczej i przedstawieniem opracowanych rozwiązań w zakresie bezpieczeństwa, uwzględniając wytyczne i rozporządzenia organizacji międzynarodowych i krajowych.

Druga monografia (II.3.B.2) prezentowała wielowątkowość transportu lotniczego poczynając od najważniejszych zagadnień dotyczących bezpieczeństwa, połączeń międzygałęziowych, a skończywszy na analizach związanych z nowym zagrożeniem, czy też nowością technologiczną w ruchu lotniczym, jakim są bezzałogowe statki powietrzne. Poruszane zagadnienia badawcze w monografii dotyczyły identyfikacji zagrożeń związanych ze stanem nawierzchni lotniskowych, ale również w kontekście punktów kontroli bezpieczeństwa w porcie lotniczym. W tym zakresie zostały zaprezentowane metody oceny efektywności procesu związanego z ochroną bagaży w porcie lotniczym. Wspomniane już bezzałogowe statki powietrzne, rozważane były w kontekście niezawodności maszyny latającej, gdzie autorzy opracowali i przedstawili model eksploatacyjny BSP, a także rozważyli konieczność wprowadzenia narzędzi prawnych wspierających bezpieczeństwo lotu BSP. Kolejny bardzo ważny i ciekawy temat dotyczył implementacji koncepcji elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej, wraz z charakterystyką zasad i procedur oraz wymagań systemów technicznych wspierających proces zarządzania przestrzenią powietrzną w Europie.

Trzecia monografia (**II.3.B.3**) (wydana przez Wydawnictwo Springer) zawiera artykuły dotyczące m.in. innowacyjnych rozwiązań w zakresie transportu lotniczego i relacji z innymi gałęziami transportu, a także wpływu planowanej budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego na rynek pracy. Zaprezentowane zostały metody i modele matematyczne odnoszące się do systemu eksploatacji pojazdów, analizy i metody kategoryzacji pasażerów w strefie przylotów terminala lotniczego, ale również ważne zagadnienie wpływu Covid-19 na operacje lotnicze i dostosowanie portu lotniczego i przewoźników lotniczych do zaistniałego zagrożenia.

W 2018 r. byłam współautorem monografii (**II.1.B.1**) wydanej przez Lotniczą Akademię Wojskową nt. Organizacja transportu lotniczego, która stanowi kompendium wiedzy dotyczącej organizacji i funkcjonowania przedsiębiorstw w obszarze transportu lotniczego. Głównym zamierzeniem monografii było zaprezentowanie i przybliżenie procesów zachodzących w transporcie lotniczym oraz elementów związanych z organizacją tego transportu. W monografii opracowałam zagadnienia związane ze światowymi, europejskimi i polskimi organizacjami lotniczymi, przedstawiając cele, zadania i rolę tych instytucji w transporcie lotniczym w aspekcie operacyjnym i bezpieczeństwa. Opisałam port lotniczy wraz z jego zadaniami, funkcjonalnością oraz kryteriami podziału oraz zamieściłam charakterystykę zarządzającego lotniskiem, agenta obsługi naziemnej a także służb sankcjonujących na terenie lotniska, wraz z ich obszarami odpowiedzialności. Dokonałam również charakterystyki transportu ładunków lotniczych, w kontekście podstawowych zasad przewozu a także niezbędnej dokumentacji i ich zabezpieczenia przez zagrożeniami.

Uczestniczyłam również w **projekcie badawczym (II.9.B.10) nt. Opracowanie innowacyjnego stanowiska szkolenia i doszkalania operatora kontroli bezpieczeństwa w porcie lotniczym**, w ramach którego, wraz z zespołem badawczym, przeprowadziliśmy prace B+R związane ze zwiększeniem poziomu ochrony lotnictwa cywilnego poprzez opracowanie innowacyjnej metody szkolenia i oceny operatorów kontroli bezpieczeństwa, eliminującej wady dotychczasowych metod szkoleniowych. W projekcie wykorzystano nowoczesne technologie informatyczne oraz optoelektroniczne, w tym sztuczną inteligencję, technologię śledzenia ruchów gałki ocznej oraz technologię wirtualnej rzeczywistości. Efektem realizacji projektu jest nowa metoda szkolenia i oceny operatorów kontroli bezpieczeństwa w zakresie bagażu, ładunków lotniczych, poczty i pasażerów. Efektem naukowym jest artykuł nt. Expert system for assessing and supporting security screener training, który został przesłany do "Expert Systems With Applications" (200 pkt, IF(8,665) i jest w fazie recenzji.

Kolejnym **projektem badawczym (II.9.B.11)**, którego byłam kierownikiem był projekt dotyczący opracowania analizy ryzyka oraz modelu eksploatacyjnego dla roju dronów. W ramach tego projektu przeprowadziłam ocenę ryzyka zgodnie z metodologią SORA. Wykonane zadania badawcze dotyczyły identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka lotu rojem BSP z wykorzystaniem różnych modeli i metod, a także oceny ryzyka planowanej operacji zgodnie z metodologią SORA. Stworzyłam również raport oceny ryzyka wskazując środki ograniczające ryzyko, przygotowałam koncept operacji CONOPS oraz opracowałam niezbędne instrukcje operacyjne. Współuczestniczyłam w tworzeniu modelu eksploatacyjnego oraz opracowaniu algorytmu postępowania odnoszącego się do wykonywanej misji roju dronów. W ramach zadań badawczych wykonałam analizy dostępnych parametrów komponentów składowych dronów celem znalezienia zestawu pasującego do sparametryzowanej misji, opracowałam zestawienie parametrów lotów dronów w zależności od parametrów misji oraz zmiennych środowiskowych

(wiatr, temperatura, zamglenie, wilgotność) a także przedstawiłam algorytm przeprowadzania misji w zależności od typu misji oraz warunków przeprowadzania misji.

Byłam (w 2020 r.) **(II.9.B.12)** i jestem kierownikiem grantu badawczego (w 2022 r.) **(II.9.B.13)** w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, który realizowałam i kontynuuję badania naukowe w zakresie **kontroli bezpieczeństwa pasażerów** i zastosowania innowacyjnego oprogramowania w oparciu o wirtualną rzeczywistość odzwierciedlającą procesy realizowane podczas kontroli bezpieczeństwa pasażerów. W ramach specjalistycznego oprogramowania, odzwierciedlona jest kontrola bezpieczeństwa pasażerów przechodzących przez bramkę do wykrywania metalu. Kontrola pasażerska realizowana jest na wysokiej jakości goglach VR wyświetlających obraz zbliżony do rozdzielczości ludzkiego oka, prezentujący trójwymiarowy obraz pasażerów przechodzących przez kontrolę bezpieczeństwa. W ramach działalności badawczej z zastosowaniem specjalistycznego oprogramowania, wykonywane są próby identyfikujące stan zagrożenia z punktu widzenia wnoszonych urządzeń przez kontrolę bezpieczeństwa. Prowadzone badania mają na celu opracowanie metody i systemu eksperckiego wspomagającego obiektywną ocenę poziomu wyszkolenia. Zaproponowany system ekspercki, oparty na wnioskowaniu rozmytym, uwzględnia liczne kryteria oceny, umożliwiając automatyczne porównywanie ocen różnych operatorów. Wstępnie opracowany model do oceny przewidywanych działań operatorów kontroli bezpieczeństwa a także określenie granicznych warunków dopuszczenia operatora kontroli bezpieczeństwa do czynności zawodowych, będzie weryfikowany i uszczegóławiany. Ogólna struktura modelu systemu dla ocena poziomu wyszkolenia operatora kontroli bezpieczeństwa w kolejnym pracach badawczych będzie rozbudowywana wraz z poszczególnymi elementami systemu wnioskowania rozmytego.

Od 2023 r. **(II.9.B.14)** uczestniczę w projekcie nt. Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU) realizujących koncepcję centrów doskonałości zawodowej, w dziedzinie „Eksplatacja portów i terminali lotniczych”, których realizacja przyczyni się do poprawy jakości kształcenia oraz zwiększenia szans na zatrudnienie personelu w branży lotniczej. Projekt realizowany jest wraz z następującymi partnerami: Centralny Port Komunikacyjny, Sieć Badawcza Łukasiewicza, Stowarzyszenie Portów Lotniczych V4+, Przedsiębiorstwo Porty Lotnicze, Welcome Airport Services.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Przed doktoratem

Po doktoracie

Moja działalność naukowa związana była z następującymi uczelniami:

- I. Akademia Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztora w Pułtusku.
- II. Lotnicza Akademia Wojskowa.
- III. Transport and Telecommunication Institute in Riga.
- IV. Politechnika Wrocławska i Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej.
- V. Sieć Badawcza Łukasiewicza.
- VI. University of Žilina.

W ramach współpracy z ww. uczelniami wykazywałam się aktywnością naukową w ramach której uzyskiwałam efekty naukowe opisane poniżej.

- I. W latach **2012–2018** r. współpracowałam z **Akademią Humanistyczną** im. Aleksandra Gieysztora w Puławach. W ramach tej współpracy zorganizowałam Konferencję Naukową nt. **Bezpieczeństwo transportu lotniczego**, która odbyła się w dniu 22 listopada 2014 r. pod Patronatem Honorowym Dziekana Wydziału Nauk Politycznych Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora w Puławach. Jednocześnie pełniłam funkcję członka Komitetu Naukowego i podczas konferencji prowadziłam sesję główną i tematyczną.

W latach 2014-2016 uczestniczyłam w pracach naukowych w ramach projektów (Uchwała Rady Wydziału Nauk Politycznych Akademii Humanistycznej z dnia 22 września 2014 r.) realizowanych w Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora w Puławach w zakresie:

1. Ochrona informacji w polityce bezpieczeństwa państwa
2. Polityka UE w zakresie bezpieczeństwa transportu lotniczego

Efektom prowadzonych prac naukowych i udziału w projektach była monografia nt. **Bezpieczeństwo transportu lotniczego**, której byłam redaktorem naukowym. Monografia została wydana przez Wydawnictwo Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR w Warszawie (ISBN 978-83-7549-252-1) w roku 2016. Monografia była recenzowana przez: dra hab. Marka Ilnickiego, prof. AH. Mój merytoryczny wkład w powstanie monografii dotyczył następujących zagadnień: opracowanie koncepcji monografii, przygotowanie przedmowy, analiza treści i dbałość o wysoki poziom merytoryczny, przygotowanie redakcyjne oraz graficzne monografii.

Pełniłam również funkcję **promotora pomocniczego** rozpraw doktorskich realizowanych na Akademii Humanistycznej:

1. Mgr inż. Piotr Czech, temat rozprawy „Polityka Unii Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa cywilnego transportu lotniczego w latach 1986-2014”. Powołanie na promotora pomocniczego – Decyzja Dziekana Wydziału Nauk Politycznych nr NP-205/2015 z dnia 18 maja 2015 r. Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. inż. Tadeusz Compa, obrona rozprawy doktorskiej odbyła się w 2017 roku.
2. Mgr Artur Radwan, temat rozprawy „Polityka transportowa Federacji Rosyjskiej na kierunku Europa-Azja w XXI wieku”. Powołanie na promotora pomocniczego – Decyzja Dziekana Wydziału Nauk Politycznych nr NP-259/2015 z dnia 17 czerwca 2015 r. Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. Marek Ilnicki/dr hab. Ireneusz Kraś, obrona rozprawy doktorskiej odbyła się w 2018 roku.

W ramach tej współpracy przygotowałam również karty przedmiotów i prowadziłam zajęcia dydaktyczne na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na Wydziale Nauk Politycznych Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora w Puławach.

- II. W latach **2017-2018** współpracowałam z **Lotniczą Akademią Wojskową** (Wydział Bezpieczeństwa Lotniczego). Efektom współpracy było wydanie monografii z dr Małgorzatą Żmigrodzką, pracownikiem naukowym Wydziału Bezpieczeństwa Lotniczego

Lotniczej Akademii Wojskowej pt. **Organizacja transportu lotniczego** (ISBN 978-83-64636-61-5) wydanej przez Wydawnictwo Lotniczej Akademii Wojskowej w 2028 roku. Recenzenci monografii: dr hab. Tadeusz Compa, prof. dr hab. inż. Marek Opielak.

Mój wkład merytoryczny w powstanie monografii: przygotowanie rozdziałów dotyczących istoty transportu lotniczego w nowoczesnym świecie, struktury administracyjnej lotnictwa cywilnego w Polsce, organizacji portu lotniczego, służb na terenie lotniska i portu lotniczego odpowiedzialnych za bezpieczeństwo oraz przewóz ładunków lotniczych.

III. W roku **2020** rozpoczęłam współpracę z **Transport and Telecommunication Institute in Riga**, Latvia, Mathematical Methods and Modelling Department.

Efektom współpracy było wydanie w 2021 roku redagowanej monografii przy współpracy z Profesor Iriną Yatskiv – Kwasiborska A., Skorupski J., Yatskiv I.: (red.) **Advances in Air Traffic Engineering, Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure book series (LNITI)**, 2021, Springer, ISBN 978-3-030-70924-2, 165 s. DOI:10.1007/978-3-030-70924-2.

Mój merytoryczny wkład w powstanie monografii: przygotowanie koncepcji i struktury monografii, weryfikacja treści rozdziałów, dbałość o wysoki poziom merytoryczny monografii, przygotowanie, edycja i redakcja manuskryptu.

IV. W latach **2019-2022** realizowała współpracę z **Politechniką Wrocławską** (Wydział Mechaniczny) i **Akademią WSB w Dąbrowie Górniczej**. W ramach współpracy realizowany był projekt badawczo-rozwojowy „Opracowanie innowacyjnego stanowiska szkolenia i doszkalania operatora kontroli bezpieczeństwa w porcie lotniczym”, finansowanego w ramach konkursu nr 2/4.1.4/2019, w ramach działania 4.1: Badania naukowe i prace rozwojowe, poddziałanie 4.1.4: “Projekty aplikacyjne”, POIR.

W dniach 21-25 listopada 2022 r. odbyłam **staż naukowy w Politechnice Wrocławskiej**. Celem stażu było podniesienie merytorycznego potencjału naukowego oraz warsztatu badawczego habilitantki. Ponadto nastąpiła wymiana doświadczeń w zakresie realizacji badań naukowych i prac rozwojowych oraz stosowanych metod, technik i narzędzi badawczych.

W wyniku współpracy powstał wspólny artykuł pt. „**Charakterystyka systemu zarządzania ruchem lotniczym Pegasus_21 z uwzględnieniem analizy bezpieczeństwa funkcji CPDLC metodą FRAM**”, współautor T. Kisiel. Manuskrypt został wydany w 2023 i umieszczony jako rozdział w monografii: Rosiński, A., Siergiejczyk, M. (red.) „Zagadnienia eksploatacji i niezawodności wybranych systemów antropotechnicznych”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-586-8.

Mój wkład merytoryczny w powstanie artykułu: przegląd literatury, charakterystyka systemu Pegasus_21 wraz z wybranymi funkcjonalnościami oraz modelu pracy systemu CPDLC, koncepcja badań, zastosowanie metodyki FRAM do wskazania wpływu poszczególnych funkcji, przygotowanie manuskryptu, (mój wkład procentowy - 75%).

- V. W roku 2023 podjęłam współpracę z **Siecią Badawczą Łukasiewicza**. Wynikiem jest wspólna realizacja publikacji pt. **Quantitative and Comparative Analysis of Energy Consumption in Urban Logistics Using Unmanned Aerial Vehicles and Selected Means of Transport**. *Energies* 2023, 16, 6467. <https://doi.org/10.3390/en16186467>, współautorzy: A. Stelmach, I. Jabłońska. Punktacja artykułu: 140 pkt, IF(3,2).
Mój wkład merytoryczny w powstanie artykułu: koncepcja badań, wykonanie częściowego przeglądu literatury, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie metodyki badań, opracowanie wniosków, przeprowadzenie dyskusji w odniesieniu do innych autorów, przygotowanie redakcyjne i graficzne manuskryptu, (mój wkład procentowy - 50%).
- VI. W roku 2023 podjęłam współpracę z **University of Žilina, Department of Air Transport**. W ramach współpracy powstała publikacja pt. **The Influence of visibility on the opportunity to perform flight operations with various categories of the Instrument Landing System**, *Sensors* 2023, 23, 7953. <https://doi.org/10.3390/s23187953>, współautorzy: M. Grabowski, A. Noval Sedláčková, A. Novák. Punktacja artykułu: 100 pkt, IF(3,9).
Mój wkład merytoryczny w powstanie artykułu: opracowanie koncepcji badań, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie manuskryptu, opracowanie wniosków, przeprowadzenie dalszych badań w tym zakresie, przygotowanie redakcyjne i graficzne manuskryptu, (mój wkład procentowy - 40%).

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

6.1. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych

Przed doktoratem

W 2001 roku zostałam zatrudniona na stanowisko asystenta w Zakładzie Sterowania Ruchem Lotniczym na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. Przed doktoratem, czyli do 2009 roku, prowadziłam zajęcia ze studentami zarówno na studiach stacjonarnych jak i niestacjonarnych w ramach planu zajęć Zakładu Sterowania Ruchem Lotniczym i były to:

- Badania operacyjne - I stopień, studia stacjonarne i niestacjonarne, ćwiczenia,
- Podstawy inżynierii ruchu lotniczego - I stopień, studia stacjonarne i niestacjonarne, wykład,
- Organizacja i sterowanie ruchem lotniczym - I stopień, studia stacjonarne i niestacjonarne, wykład i projekt,
- Operation Research - zajęcia w ramach wymiany studenckiej Erasmus w języku angielskim, wykład i ćwiczenia,
- Air Traffic Control - zajęcia w ramach wymiany studenckiej Erasmus w języku angielskim, wykład i projekt.

Ponadto byłam opiekunem czterech studentów ubiegających się o wyjazd w ramach programu wymiany studenckiej Erasmus-Sokrates.

Po doktoracie

Moja działalność dydaktyczna po obronie pracy doktorskiej dotyczyła opracowania kart przedmiotów i prowadzenia zajęć dydaktycznych na specjalności sterowanie ruchem lotniczym zarówno na studiach I i II stopnia, studiów stacjonarnych i niestacjonarnych w każdej formie, wykłady, ćwiczenia, laboratorium oraz zajęcia projektowe i były to następujące zajęcia:

- Badania operacyjne – wykład i ćwiczenia,
- Podstawy inżynierii ruchu – wykład,
- Inżynieria ruchu lotniczego I – wykład,
- Inżynieria ruchu lotniczego II – wykład i ćwiczenia,
- Meteorologia lotnicza – ćwiczenia,
- Systemy zarządzania ruchem lotniczym – wykład i projekt,
- Inżynieria ruchu lotniczego – laboratorium,
- Zarządzanie przepływem ruchu lotniczego – wykład,
- Metody matematyczne w transporcie – wykład i ćwiczenia,

Ponadto opracowałam program zajęć dydaktycznych w języku angielskim (jestem kierownikiem dwóch wyszczególnionych przedmiotów) w ramach przedmiotów:

- Control and Management in Transport – wykład (od 2019 do 2021),
- Legal Regulations in Transport Policy – wykład (od 2017 r.) na studiach II stopnia specjalności Transport Systems Engineering and Management,
- Mathematic Methods in Transport – wykład i ćwiczenia (od 2019 r.).

Prowadziłam również zajęcia w ramach studiów podyplomowych w latach 2010-2014 dotyczące, m.in. Zarządzania ruchem lotniczym oraz Inżynierii zarządzania portami lotniczymi. Obszar tematyczny prowadzonych zajęć to zagadnienia dotyczące m.in.: inżynierii ruchu lotniczego, problematyki bezpieczeństwa ruchu lotniczego oraz sterowania i zarządzania ruchem lotniczym.

W 2016 r. utworzyłam **laboratorium Inżynierii Ruchu Lotniczego**. Opracowałam program zajęć i przygotowałam wewnętrzne materiały dydaktyczne dla studentów. Laboratorium IRL dysponuje zapleczem pomiarowym pozwalającym na realizację prac dyplomowych w tematyce inżynierii ruchu lotniczego. Aparatura umieszczona w Laboratorium umożliwia realizację badań w zakresie następujących tematów:

- realizacja operacji lotniczych i ich odwzorowanie w planie lotu samolotu,
- analiza trajektorii podejścia do lądowania,
- badanie zdarzenia lotniczego z wykorzystaniem narzędzia RAT (Risk Analysis Tool),
- analiza poziomu emisji hałasu lotniczego,
- operacyjny plan przydziału stanowisk postojowych w porcie lotniczym,
- analizy parametrów lotu,
- projektów parametrów koordynacyjnych portu lotniczego,
- łączność radiotelefoniczna w ruchu lotniczym.

Jestem współautorem specjalności: Organizacja i Sterowanie Ruchem Lotniczym na I stopniu studiów oraz Inżynieria Transportu Lotniczego na II stopniu studiów na kierunku Transport. W ramach ww. specjalności opracowałam nowy program zajęć dydaktycznych i jestem kierownikiem następujących przedmiotów:

- Meteorologia lotnicza – wykład i ćwiczenia,
- Obsługa naziemna – wykład,
- Ekonomika transportu lotniczego – wykład,
- Inżynieria ruchu lotniczego – laboratorium,
- Zarządzanie przepływem ruchu lotniczego – wykład,
- Procesy obsługi naziemnej – wykład,
- Ochrona środowiska w transporcie lotniczym – wykład,
- Techniki symulacyjne w ruchu lotniczym – projekt.

W ramach prac dyplomowych:

- byłam promotorem prac:
 - inżynierskich – 39 prac dyplomowych,
 - magisterskich – 15 prac dyplomowych,
 - magisterskich w języku angielskim – 6 prac dyplomowych,
- recenzentem – 32 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich,
- członkiem komisji dyplomowania.

Prowadziłam również działalność dydaktyczną związaną z innymi uczelniami w kraju i za granicą. Realizowałam staże dydaktyczne w University of Zilina w Słowacji i prowadziłam zajęcia dydaktyczne w ramach LLP-Erasmus w dniach: 28.04.2011-08.05.2011, 29.04.2012-9.05.2012, 8.06.2013-16.06.2013, 01.06.2014-10.06.2014.

W latach 2012–2016 przygotowałam karty przedmiotów i prowadziłam zajęcia dydaktyczne na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na Wydziale Nauk Politycznych Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora w Puławach:

- Zasady funkcjonowania portów lotniczych,
- Podstawy prawne transportu lotniczego,
- Seminarium dyplomowe dla studentów 3 roku studiów niestacjonarnych pierwszego stopnia kierunku bezpieczeństwo narodowe,
- Organizacja ruchu lotniczego,
- Polityka lotnicza UE,
- Porty lotnicze w strukturze miast i regionów,
- Controlling w systemach ochrony,
- Bezpieczeństwo logistyki,
- Polityka bezpieczeństwa w unii europejskiej.

W latach 2017–2018 przygotowałam karty przedmiotów i prowadziłam zajęcia dydaktyczne na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na Wydziale Zarządzania i Dowodzenia Akademii Sztuki Wojennej:

- Perspektywy rozwoju lotnictwa i wykorzystania kosmosu,
- Informacja lotnicza,

- Polityka kosmiczna,
- Lotnictwo studium przyszłości,
- Polityka lotnicza,
- Podstawy prawa i przepisów lotniczych,
- Zarządzanie przestrzenią powietrzną.

W latach 2019-2020 opracowałam i modyfikowałam programy kształcenia na potrzeby Wydziału Nauk o Zarządzaniu i Bezpieczeństwie Akademii Pomorskiej w Słupsku w ramach realizowanego projektu „Zintegrowany Program Uczelni – jakość dla rozwoju” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020, Działanie 3.5 Kompleksowe programy szkół wyższych – 2019-2020 r. (Umowa nr ZP/776.29/2019). W ramach tej działalności opracowałam podręcznik dla studentów studiów pierwszego stopnia nt. *Zabezpieczenie logistyczne portów lotniczych*.

W latach 2021–2022 przygotowałam karty przedmiotów i prowadziłam zajęcia dydaktyczne na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych w Wyższej Szkole Bankowej w Warszawie w ramach następujących przedmiotów:

- Obsługa pasażerska w porcie lotniczym,
- Rynek lotniczy,
- Meteorologia lotnicza,
- Bezpieczeństwo transportu lotniczego,
- Nowoczesne technologie wykorzystywane w awiacji i kierunki rozwoju branży,
- Infrastruktura portów lotniczych,
- Seminarium dyplomowe.

6.2. Informacja o osiągnięciach organizacyjnych

W trakcie mojej pracy zawodowej realizowałam zadania na rzecz Politechniki Warszawskiej, będąc członkiem:

- Komisji Zapewnienia Jakości Kształcenia od roku 2012 - jestem współautorem opracowanych procedur oraz powstałej Księgi Jakości,
- Komisji egzaminu dyplomowego specjalności sterowanie ruchem od roku 2015,
- Komisji Dziekańskiej Wydziału Transportu ds. Nagród i Odznaczeń w kadencji 2016-2020,

oraz pełnię funkcje:

- Redaktora Bazy Wiedzy Politechniki Warszawskiej od roku 2012,
- Sekretarza i redaktora technicznego czasopisma WUT Journal of Transportation Engineering od roku 2019.

Do osiągnięć organizacyjnych należy również uruchomienie Laboratorium Inżynierii Ruchu Lotniczego i nawiązanie współpracy z instytucjami w obszarze transportu celem pozyskania środków finansowych na zakup sprzętu i oprogramowania.

Jestem organizatorem i koordynatorem Międzynarodowej Konferencji Inżynieria Ruchu Lotniczego (od roku 2012). Konferencję organizuję co dwa lata angażując studentów ze Studenckiego Koła Naukowego Transportu Lotniczego Wydziału Transportu PW. Celem Konferencji jest wymiana wiedzy, doświadczeń i osiągnięć środowisk naukowych oraz organizacji lotniczych w zakresie transportu lotniczego i integracji z pozostałymi gałęziami transportu.

Angażowałam się w działalność Studenckiego Koła Naukowego Transportu Lotniczego Wydziału Transportu PW organizując wizyty studyjne na lotniskach w Krakowie i Warszawie oraz zapraszając ciekawe osoby do wygłoszenia prelekcji i prezentacji innowacyjnych rozwiązań w transporcie lotniczym.

Działalność organizacją realizowałam również w Akademii Humanistycznej Wydziału Nauk Politycznych w Pułtusku, organizując Studencką Konferencję Naukową w 2014 r., gdzie byłam członkiem Komitetu Naukowego.

6.3. Informacja o osiągnięciach popularyzujących naukę

1. Uczestniczyłam w dniach otwartych dla kandydatów na studia.
2. Brałam udział w ćwiczeniach na Lotnisku Chopina jako obserwator zewnętrzny z ramienia Politechniki Warszawskiej a także zorganizowałam takie uczestnictwo dla grupy studentów Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej.
3. Uczestniczyłam (w latach 2021-2022) w kursie dla wykładowców prowadzonych w Centrum Języków Obcych Politechniki Warszawskiej, który zakończyłam oceną pozytywną. Podniesienie poziomu mojej znajomości języka angielskiego umożliwił mi uczestniczyć w popularyzacji nauki w środowisku międzynarodowym.
4. Uczestniczyłam w zadaniach o charakterze naukowo-informacyjnym związanych z promocją Wydziału Transportu i specjalnością sterowanie ruchem lotniczym.
5. Organizowałam wyjazd ze studentami do podmiotów branżowych między innymi Lotnisko Chopina, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, agenci obsługi naziemnej. Wyjazdy te pozwalały na weryfikację wiedzy teoretycznej z praktyką oraz dawały możliwość dyskusji na tematy związane z transportem lotniczym w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa i efektywności transportu
6. Uczestniczyłam w panelach eksperckich: CPK Day oraz Take off organizowany przez Welcome, omawiając role kształcenia i przygotowania studentów do realizacji celów zawodowych.
7. Współpracuję z firmami Lufthansa, Koleje Mazowieckie, LS Airport Services, Welcome Airport Services, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej – w zakresie pozyskiwania partnerów do realizacji projektów naukowych.
8. Współpracuję z Centrum Kształcenia i Doradztwa IKKU realizując wspólnie prace zlecone np. Audyt Due dilligance Poty Lotniczego Modlin na zlecenie PPL.
9. Współpracuję z Instytutem Dróg i Lotnisk Sp. z o.o., realizując prace badawcze zlecone z podmiotów zewnętrznych oraz jestem biegłym sądowym realizując prace na zlecenie Sądu.
10. Uczestniczę w pracach Stowarzyszenia Polski Klub Lotniczy.

11. Aktywnie uczestniczę w społecznościowym portalu dla naukowców ResearchGate.
12. Uczestniczyłam jako **obserwator zewnętrzny** sprawdzający w szkołach prawidłowość przebiegu egzaminu maturalnego z ramienia **Okręgowej Komisji Egzaminacyjnej** w Warszawie w Liceum Ogólnokształcącym im. Ignacego Jana Paderewskiego w Sulejówku w dniu 12 maja 2023 r.

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

7.1. Współpraca z przemysłem

1. Wykonanie analizy przepustowości dla Portu Lotniczego im. Fryderyka Chopina w Warszawie – współautorstwo wraz z prof. Markiem Malarskim – 2008 r.
2. Opracowanie i aktualizowanie programów szkoleniowych i instrukcji w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego dla agenta obsługi naziemnej LS AIRPORT SERVICES S.A.
3. Prowadzenie audytów wewnętrznych w obszarze działalności agenta obsługi naziemnej.
4. Organizacja i tworzenie raportów z audytów wewnętrznych oraz zewnętrznych dla agenta obsługi naziemnej LS AIRPORT SERVICES S.A.
5. Ekspertyza dla Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej pt. Analiza przestrzeni powietrznej w kontekście utworzenia Centralnego Portu Komunikacyjnego - 2018 r.
6. Wykonanie audytu due dilligance Portu Lotniczego Modlin w zakresie analizy operacyjnej, technicznej i inwestycyjnej – współpraca z Ernst&Young, PPL, Multiconsalnet, IKKU – 2019 r.
7. Wykonanie kompleksowej analizy bezpieczeństwa w operacjach bezzałogowych statków powietrznych wykorzystywanych do Drone Light Show z zastosowaniem metodologii SORA – 2022 r.

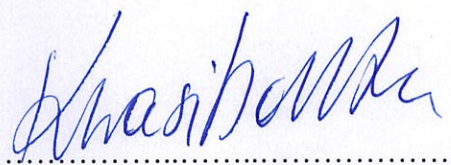
7.2. Odbyte staże i szkolenia

1. Szkolenie nt. **Skuteczne zarządzanie projektem**, realizowanym w dniach 14-16 marca 2016 r. organizowane przez Gdańską Fundację Kształcenia Menedżerów.
2. Szkolenie z ochrony lotnictwa cywilnego organizowane przez Polskie Porty Lotnicze S.A. realizowane w 2014 r.
3. Szkolenie nt. **Auditor wewnętrzny agenta handlingowego**, realizowanym w dniach 09-10 czerwca 2016 r. organizowane przez AVIATION-ART (Audits, Research and Training) w Warszawie.
4. Szkolenie dotyczące **Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji i opisu kwalifikacji** dla recenzentów kwalifikacji rynkowych – 30 czerwca 2020 r.
5. Szkolenie e-learningowe pt. **Przeciwdziałanie korupcji** - Certyfikat ukończenia z dnia 24.08.2021 r.
6. Szkolenie e-learningowe pt. **Korupcja w biznesie** - Certyfikat ukończenia z dnia 24.08.2021 r.
7. Szkolenie e-learningowe pt. **Korupcja w administracji publicznej** - Certyfikat ukończenia z dnia 24.08.2021 r.

8. **Kurs prowadzenia dydaktyki w języku obcym** (język angielski na poziomie C1) dla nauczycieli akademickich Politechniki Warszawskiej podnoszący kompetencje dydaktyczne.
9. **Staż w Zilina Univerzita** w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Application of operations research in transportation” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 28.04.2011-08.05.2011.
10. **Staż w Zilina Univerzita** w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Operations research methods in air transport” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 29.05.2012-9.05.2012.
11. **Staż w Zilina Univerzita** w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Selected elements of air traffic engineering” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 8.06.2013-16.06.2013.
12. **Staż w Zilina Univerzita** w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Air traffic engineering” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 01.06.2014-10.06-2014.
13. **Staż naukowy** w Politechnice Wrocławskiej w dniach 21-25 listopada 2022 r. w łącznym wymiarze 40 godzin.

7.3. Uzyskane nagrody

1. Nagroda zespołowa stopnia III Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe w latach 2016-2017.
2. Nagroda zespołowa stopnia I Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia dydaktyczne w latach 2022-2023.



.....
(podpis wnioskodawcy)

**Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych,
stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny**

Anna Kwasiborska

Politechnika Warszawska

Wydział Transportu

Zakład Inżynierii Transportu Lotniczego i Teleinformatyki

Warszawa, 2023 r.

Spis treści

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY.....	4
1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy	4
2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy.....	4
3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy	5
II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ	6
1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1)	6
2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.....	6
3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii	8
4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2)	9
5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)	12
6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).....	13
7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.....	13
8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.....	16
9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów	17
10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach	19
11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.....	19
12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.)	20
13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.....	20
14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.....	21

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9	21
16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny	22
III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM.....	23
1. Wykaz dorobku technologicznego.	23
2. Współpraca z sektorem gospodarczym.	23
3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.....	24
4. Wykaz wdrożonych technologii.	24
5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców	24
6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.....	25
7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.	25
IV. DANE NAUKOMETRYCZNE	26
1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).....	26
2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań	27
3. Indeks Hirscha	27

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH,
O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy

1. Kwasiborska A. **Metoda koordynacji naziemnego ruchu lotniskowego**. Warszawa 2009. Rozprawa doktorska. Politechnika Warszawska, Wydział Transportu.
2. Kwasiborska A. **Modelowanie procesów ruchu i obsługi statków powietrznych**. Warszawa 2023. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-578-3, udział merytoryczny 100%

2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy

- Kwasiborska A., Markiewicz K. (2014). **Metody listowego szeregowania samolotów lądujących jako narzędzie wspomagania kontrolera w podejmowaniu decyzji**, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2014, nr 104, s. 21-32, udział 50%, pkt. MNiSW: 7.
- Kwasiborska A. (2016). **Przegląd problematyki lądowania samolotów z wykorzystaniem narzędzi badań operacyjnych**, w: Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej / Feliks Jerzy (red.), vol. IV, Wydawnictwa AGH, 2016, ISBN 978-83-7464-913-1, s. 104-113, udział 100% – pkt. MNiSW: 5.
- Kwasiborska A., Jagieło D. (2016). **Analiza ruchu dolotowego w TMA dla zadania sekwencjonowania strumieni samolotów lądujących**, w: Wyzwania inżynierii ruchu lotniczego / Skorupski Jacek (red.), Wydział Transportu PW, ISBN 978-83-7814-547-9, s. 97-107, udział 50%, pkt. MNiSW: 5.
- Kwasiborska A., Stelmach A. (2016). **Pre-departure sequencing method in the terms of the dynamic growth of airports**, Journal of KONES, Łukasiewicz Research Network - Institute of Aviation, vol. 23, nr 4, s. 253-260, DOI:10.5604/12314005.1217213, udział 50%, pkt. MNiSW: 14.
- Kwasiborska A., Jagieło D. (2017). **The Concept of Tool to Support the Work of Air Traffic Controller in the Field of Aircraft Landing Scheduling in the TMA with Little Traffic**, w: Smart solutions in today's transport / Mikulski Jerzy (red.), Communications in Computer and Information Science, vol. 715, Springer, ISBN 978-3-319-66250-3, s. 436-446, DOI:10.1007/978-3-319-66251-0_35, udział 50%, pkt. MNiSW: 20.
- Kwasiborska A. (2017). **The problem of sequencing landing aircraft**, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 115, s. 103-113, udział 100% – pkt. MNiSW: 7.
- Kwasiborska A. (2017). **Sequencing landing aircraft process to minimize schedule length**, Transportation Research Procedia, Elsevier BV, nr 28, s. 111-116, DOI:10.1016/j.trpro.2017.12.175, udział 100% – pkt. MNiSW: 15.

- **Kwasiborska A. (2021). Development of an Algorithm for Determining the Aircraft Pushback Sequence**, Acta Polytechnica Hungarica, vol. 18, nr 6, s. 157-173, DOI:10.12700/APH.18.6.2021.6.5, udział 100% – pkt. MNiSW: 70, IF(1,806).
- **Kwasiborska A., Skorupski J. (2021). Assessment of the Method of Merging Landing Aircraft Streams in the Context of Fuel Consumption in the Airspace**, Sustainability, vol. 13, nr 22, s. 1-18, DOI:10.3390/su132212859, udział 50%, pkt. MNiSW: 100, IF(2,592).
- **Kwasiborska A., Roszkowka M. (2021). The Concept of Merging Arrival Flows in PMS for an Example Airport**, w: Advances in Air Traffic Engineering / Kwasiborska Anna, Skorupski Jacek, Yatskiv Irina (red.), Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure book series (LNITI), Springer, 2021, ISBN 978-3-030-70924-2, s. 131-145, DOI:10.1007/978-3-030-70924-2_11, udział 50%, pkt. MNiSW: 20.

3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy

A. Przed doktoratem

Realizacja projektu dotyczącego analizy przepustowości dla Portu Lotniczego im. Fryderyka Chopina w Warszawie – współautorstwo wraz z prof. Markiem Malarskim w 2008 r. na zlecenie Urzędu Lotnictwa Cywilnego, w ramach którego mój indywidualny wkład dotyczył następujących osiągnięć:

- opracowania założeń do budowy oprogramowania do analizy przepustowości dla Portu Lotniczego im. Fryderyka Chopina w Warszawie,
- przygotowanie danych do symulacji w opracowanym narzędziu badania przepustowości dla części operacyjnej lotniska i części terminalowej,
- wykonanie analizy przepustowości dla części operacyjnej i terminalowej,
- opracowanie merytoryczne raportu analizy przepustowości w języku angielskim, wykonanie redakcyjne i graficzne przygotowanych treści.

B. Po doktoracie

W ramach współpracy z Akademią Pomorską w Słupsku opracowałam i dokonałam modyfikacji programów kształcenia oraz przygotowałam materiały dydaktyczne na potrzeby Wydziału Nauk o Zarządzaniu i Bezpieczeństwie Akademii Pomorskiej. Mój indywidualny wkład dotyczył następujących osiągnięć:

- opracowania programów zajęć nowych przedmiotów,
- opracowanie siatki godzin dla przedmiotowej specjalności,
- opracowanie macierzy efektów kształcenia dla przedmiotowej specjalności,
- opracowania sylabusów 16 przedmiotów specjalistycznych,
- opracowanie podręcznika pt. Zabezpieczenie logistyczne portów lotniczych, składającego się z 16 rozdziałów odpowiadających treściom merytorycznym zawierający treści wykładów, zakres ćwiczeń, pytania kontrolne, wskazówki dotyczące samokształcenia, spis literatury.

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1 - pogrubiono)

A. Przed doktoratem

Brak

B. Po doktoracie

1. Kwasiborska A., Żmigrodzka M. (2018). *Organizacja transportu lotniczego*, Lotnicza Akademia Wojskowa, ISBN 978-83-64636-61-5, 234 s., 80 punktów, udział merytoryczny 50%.

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych

A. Przed doktoratem

1. Kwasiborska A. *Analiza realizacji procesu obsługi naziemnej*, w: *Badania operacyjne i systemowe: środowisko naturalne, przestrzeń, optymalizacja*. O. Hryniewicz, A. Straszak, J. Strudziński, Eds. 2008, s. 267–274.

B. Po doktoracie

1. Kwasiborska A. *About some aspect of transportation of airfreight*, w: *Problems of transport logistics*, M. Fertsch A. Stachowiak, Eds. House of Poznan University of Technology, 2010, s. 143–152.
2. Kwasiborska A., Stelmach A. *Infrastructure requirements for ground operations of Airbus A380*, in *Logistics & Production*, Z. Praca, Ed. 2012.
3. Kwasiborska A., Szterk D. *Aktualizacja Ustawy Prawo Lotnicze, a wybrane aspekty polityki rozwoju bezpieczeństwa transportu lotniczego*, w: *Bezpieczeństwo, gospodarka, geopolityka. Wybrane problemy*, Ilnicki M., Z. Nowakowski, Eds. Towarzystwo Naukowe Powszechne, 2014, s. 209–235.
4. Kwasiborska A., Szterk D. *Charakterystyka Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem w transporcie lotniczym*, in *Współczesne wyzwania polityki bezpieczeństwa - wybrane zagadnienia*, M. Ilnicki, Nowakowski Z., Eds. Towarzystwo Naukowe Powszechne S.A., 2014, s. 45–63.
5. Kwasiborska A. *Multicriteria pre-departure sequencing of aircraft using the greedy scheduling algorithm*, in *CLC 2013: Carpathian Logistics Congress - Congress Proceedings*, 2014, s. 512–517.
6. Kwasiborska A., Migza W. *Zapewnienie bezpieczeństwa w przewozach cargo transportem lotniczym*, w: *Wybrane aspekty bezpieczeństwa w transporcie*, K. Załęski, N. Saletra, K. Kowalska, Eds. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, 2015, s. 140–151.

7. Kwasiborska A., Jagieło D. *Analiza ruchu dolotowego w TMA dla zadania sekwencjonowania strumieni samolotów lądujących*, w: Wyzwania inżynierii ruchu lotniczego, J. Skorupski, Ed. Wydział Transportu PW, 2016, s. 97–107.
8. Kwasiborska A., Czech P. *Europejskie organizacje kształtujące politykę bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego*, w: Transport lotniczy i jego otoczenie, Ed. Wydział Transportu PW, 2016, s. 41–53.
9. Kwasiborska A., Stelmach A. *Ewolucja percepcji bezpieczeństwa transportu lotniczego w polityce transportowej UE*, in Bezpieczeństwo energetyczne. Gospodarka. Społeczeństwo-wybrane zagadnienia, Ilnicki Marek, Z. Nowakowski, Eds. Towarzystwo Naukowe Powszechne S.A., 2016, s. 199–213.
10. Kwasiborska A. *Heurystyka populacyjna jako narzędzie zastosowane w problematyce szeregowania samolotów lądujących*, w: Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej, vol. IV, J. Feliks, Ed. Wydawnictwa AGH, 2016, s. 93–103.
11. Kwasiborska A., Stelmach A. *Metody zapobiegania zderzeniom statków powietrznych z ptakami w rejonie lotniska*, w: Uwarunkowania działalności lotniczej, K. Biskup, Z. Bukowski, Eds. Uniwersytet Kazimierz Wielkiego, 2016, s. 169–184.
12. Kwasiborska A. *Przegląd problematyki lądowania samolotów z wykorzystaniem narzędzi badań operacyjnych*, w: Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej, vol. IV, J. Feliks, Ed. Wydawnictwa AGH, 2016, s. 104–113.
13. Kwasiborska A., Czech P. *Rola Unii Europejskiej w procesie tworzenia światowych standardów bezpieczeństwa*, w: Transport lotniczy i jego otoczenie, Ed. Wydział Transportu PW, 2016, s. 55–66.
14. Kwasiborska A., Stelmach A. *Zarządzanie ryzykiem związanym ze zderzeniami statków powietrznych z ptakami*, w: Uwarunkowania działalności lotniczej, K. Biskup, Z. Bukowski, Eds. Uniwersytet Kazimierz Wielkiego, 2016, s. 185–200.
15. Kwasiborska A., Jagieło D. *Pakiet lotniskowy i nowa europejska strategia w dziedzinie lotnictwa - jako propozycje rozwiązań dla europejskiego wzrostu gospodarczego*, w: Współczesne aspekty bezpieczeństwa w transporcie lotniczym, A. Radomyski, J. Kozuba, J. Ogonowski, M. Bujek, Eds. Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych, 2017, s. 309–323.
16. Kwasiborska A., Jagieło D. *The Concept of Tool to Support the Work of Air Traffic Controller in the Field of Aircraft Landing Scheduling in the TMA with Little Traffic*, w: Smart solutions in today's transport, 2017, vol. 715, s. 436–446. DOI:10.1007/978-3-319-66251-0_35.
17. Kwasiborska A., Jagieło D. *Problem bezpieczeństwa cybernetycznego w lotnictwie*, w: Logistyka lotnictwa. Teoria i praktyka, D. Ungiert, Ed. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, 2018, s. 107–118.
18. Kwasiborska A., Skorupski J. *Analysis of the Process of Merging Air Traffic Streams. Case Study of TMA Warsaw*, w: Management Perspective for Transport Telematics, 2018, s. 320–334. DOI:10.1007/978-3-319-97955-7_22.
19. Kwasiborska A., Rutkowska P. *Charakterystyka systemu zarządzania przylotami AMAN*, w: Logistyka lotnictwa. Teoria i praktyka, D. Ungiert, Ed. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, 2018, s. 7–19.

20. Kwasiborska A., Czyżewski D. *Zagadnienia formalnoprawne ochrony w transporcie lotniczym*, w: Logistyka lotnictwa. Teoria i praktyka, D. Ungiert, Ed. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, 2018, s. 129–142.
21. Kwasiborska A., Ragus A. *Zmiany struktury przestrzeni powietrznej w FIR Warszawa*, w: Logistyka lotnictwa. Teoria i praktyka, D. Ungiert, Ed. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, 2018, s. 129–142.
22. Kwasiborska A., Kozłowski M., Rutkowska P., Skorupski J., Stelmach A. *Evaluation of the Probability of Aerodrome Traffic Incident Transformation into Accident*, w: Proceedings of the 29th European Safety Reliability Conference, 2019, s. 67–74. DOI:10.3850/978-981-11-2724-3_038-cd.
23. Kwasiborska A., Postól J. *Modeling of Ground Handling Processes in Simio Software*, w: Advances in Air Traffic Engineering, 2021, s. 57–75. DOI:10.1007/978-3-030-70924-2_6.
24. Kwasiborska A., Roszkowska M. *The Concept of Merging Arrival Flows in PMS for an Example Airport*, w: Advances in Air Traffic Engineering, 2021, s. 131–145. DOI:10.1007/978-3-030-70924-2_11.
25. Kwasiborska A., Kisiel T. *Charakterystyka systemu zarządzania ruchem lotniczym Pegasus_21 z uwzględnieniem analizy bezpieczeństwa funkcji CPDLC metodą FRAM*, rozdział w monografii Rosiński, A., Siergiejczyk, M. (red.), *Zagadnienia eksploatacji i niezawodności wybranych systemów antropotechnicznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-586-8, Warszawa.

Opracowano na podstawie <https://repo.pw.edu.pl/info/author/WUT56225/> (stan na dzień 22.09.2023 r.)

3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii

A. Przed doktoratem

Brak

B. Po doktoracie

1. Kwasiborska A.: (red. naukowa) (2016). *Bezpieczeństwo transportu lotniczego. Wybrane aspekty*, ASPRA-JR, ISBN 978-83-7549-252-1, 277 s. 5 punktów
2. Kwasiborska A.: (red. naukowa) (2016). *Transport lotniczy i jego otoczenie*, Wydział Transportu PW, ISBN 978-83-7814-548-6, 330 s., 5 punktów
3. Kwasiborska A., Skorupski J., Yatskiv I. (red. naukowa) (2021). *Advances in Air Traffic Engineering*, Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure book series (LNITI), Springer, ISBN 978-3-030-70924-2, 165 s. DOI:10.1007/978-3-030-70924-2, 20 punktów

4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2 - pogrubiono)

A. Przed doktoratem

1. Kwasiborska A. *Analiza i modelowanie operacji naziemnych w porcie lotniczym*, Logistyka, Art. no. 6, 2006.
2. Kwasiborska A. *Rozwój sieci lotnisk w Polsce*, Zeszyty Naukowe. Transport - Politechnika Śląska, vol. 6, s. 295–302, 2006.
3. Kwasiborska A. *Metoda zarządzania operacjami lotniskowymi*, Systemy Transportowe Teoria, vol. I, s. 197–202, 2008.
4. Kwasiborska A., Malarski M. *Analiza operacji obsługi naziemnej dla zadania koordynacji ruchu lotniskowego*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Art. no. 71, 2009.
5. Kwasiborska A. *Badanie i modelowanie procesu obsługi naziemnej*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Art. no. 71, 2009.
6. Kwasiborska A. *Koordinacja naziemnego ruchu lotniskowego*, Logistyka, 2009.
7. Kwasiborska A. *Stochastic analysis of ground handling operation*, Logistyka, 2009.
8. Kwasiborska A. *Zastosowanie modelu symulacyjnego do oceny procesu obsługi naziemnej*, Logistyka, 2009.

Opracowano na podstawie <https://repo.pw.edu.pl/info/author/WUT56225/> (stan na dzień 22.09.2023 r.)

B. Po doktoracie

1. Kwasiborska A. *Podstawowe wymagania dotyczące obsługi samolotu Airbus A380*, Logistyka, 2009.
2. Kwasiborska A. *Analiza systemu dróg kołowania w porcie lotniczym*, Logistyka, 2010.
3. Kwasiborska A. *Charakterystyka wybranych samolotów Boeing z uwzględnieniem przewozu frachtu lotniczego*, Logistyka, 2010.
4. Kwasiborska A. *Modelling of ground handling operations at airport*, Journal of KONES, Art. no. 17, 2010.
5. Kwasiborska A., Stelmach A. *Opracowanie kryteriów i analiza istniejącej sieci lotnisk i lądowisk w Polsce w aspekcie rozwoju systemu transportu małymi samolotami*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Art. no. 73, 2010.
6. Kwasiborska A. *Rozwój koncepcji systemu transportu małymi samolotami dla istniejącej sieci lotnisk i lądowisk w Polsce*, Logistyka, 2010.
7. Kwasiborska A. *Przewozy materiałów niebezpiecznych transportem lotniczym*, Logistyka, 2011.
8. Kwasiborska A., Stelmach A. *The potential possibilities of usage of existing aerodromes and landing strips network in Poland in aspects of the Small aircraft transport system (SATS) conception*, Transport Problems, Art. no. 6/1, 2011.
9. Kwasiborska A. *Wybrane zagadnienia przewozu przesyłek w transporcie lotniczym*, Logistyka, 2011.
10. Kwasiborska A. *Analiza zagadnienia załadunku frachtu lotniczego*, Logistyka, 2012.

11. Kwasiborska A., Stelmach A. *The project of adaptation of airport to executing the irregular service of airplane Airbus 380*, Journal of KONES, Art. no. 19/4, 2012.
12. Kwasiborska A. *Analiza wybranych aspektów zagadnienia przewozu frachtu lotniczego*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Art. no. 89, 2013.
13. Kwasiborska A., Stelmach A. *Analysis of landing operation including the emergency states*, Journal of Polish CIMAC, vol. 8, Art. no. 2, 2013.
14. Kwasiborska A., Stelmach A. *Identification and analysis take-off aircraft operations*, Journal of KONES, vol. 20, Art. no. 4, 2013.
15. Kwasiborska A., Stelmach A. *Analysis of airport traffic in the context of enviromental throughput*, Transport Problems, vol. 9, Art. no. 1, 2014.
16. Kwasiborska A., Markiewicz K. *Metody listowego szeregowania samolotów lądujących jako narzędzie wspomagania kontrolera w podejmowaniu decyzji*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Art. no. 104, 2014.
17. Kwasiborska A., Skorupski J. *Metody szeregowania zadań, jako narzędzie rozwiązywania problemu sekwencjonowania samolotów*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Art. no. 101, 2014.
18. Kwasiborska A., Jabiry K. E. *Problematyka transportu lotniczego Ukrainy*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, Art. no. 104, 2014.
19. Kwasiborska A., Kłodawki M. *Wybrane przejawy mobilności w aspekcie dynamicznego rozwoju transportu lotniczego i intermodalnego*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Informatyki, Zarządzania i Administracji w Warszawie, vol. 1, Art. no. 26, 2014.
20. Kwasiborska A. *Decision support in air transportation using AHP/ANP tools*, Logistyka, Art. no. 2, 2015.
21. Kwasiborska A., Kozłowski M., Skorupski J., Stelmach A. *Operacyjne i teoretyczne aspekty nowoczesnego zarządzania ruchem lotniczym*, Przegląd Komunikacyjny, vol. 70, Art. no. 2, 2015.
22. Kwasiborska A. *Decision Support in Air Transportation Using AHP/ANP Tools*, Ekonomia i Zarządzanie, Art. no. 2, 2016.
23. Kwasiborska A. *Działalność agenta handlingowego wobec zmian legislacyjnych w sprawie wspólnych zasad ochrony lotnictwa cywilnego*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomia Transportu i Logistyka, vol. 1, Art. no. 59, 2016.
24. Kwasiborska A., Stelmach A. *Pre-departure sequencing method in the terms of the dynamic growth of airports*, Journal of KONES, vol. 23, Art. no. 4, 2016, DOI:10.5604/12314005.1217213.
25. Kwasiborska A. *Proces obsługi pasażerów w porcie lotniczym*, STUDIA OECONOMICA POSNANIENSIA, vol. 4, Art. no. 7, 2016.
26. Kwasiborska A. *The problem of sequencing landing aircraft*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, vol. 115, s. 103–113, 2017.
27. Kwasiborska A. *Idea of sustainable development of transport with special reference to air transportation*, Springer Proceedings in Business and Economics, vol. 1, s. 47–56, 2017, DOI:10.1007/978-3-319-51427-7.

28. Kwasiborska A., Skorupski J. *Operational restrictions for reducing noise and the safety of air operations*, Zeszyty Naukowe. Transport - Politechnika Śląska, vol. 94, s. 89–98, 2017, DOI:10.20858/sjsutst.2017.94.9.
29. Kwasiborska A. *Sequencing landing aircraft process to minimize schedule length*, Transportation Research Procedia, Art. no. 28, 2017, DOI:10.1016/j.trpro.2017.12.175.
30. Kwasiborska A., Skorupski J., Grabarek I., Czyżo S. *Assessing the suitability of airport ground handling agents*, Journal of Air Transport Management, vol. 83, 2020, DOI:10.1016/j.jairtraman.2020.101763.
31. Kwasiborska A., Al-Janabi B. *Evaluation of public transport to develop possible solutions for the implementation of a sustainable transport study on the example of Baghdad*, WUT Journal of Transportation Engineering, vol. 133, s. 89–112, 2021, DOI:10.5604/01.3001.0016.0372.
32. Kwasiborska A., Banaszek K., Gładys S., Manerowski J., Roś M. *Analysis of aircraft equipment requirements to conduct RNP APCH approach operation*, Systemy Logistyczne Wojsk, Art. no. 55, 2021, DOI:10.37055/slww/145830.
33. Kwasiborska A., Skorupski J. *Assessment of the Method of Merging Landing Aircraft Streams in the Context of Fuel Consumption in the Airspace*, Sustainability, vol. 13, Art. no. 22, 2021, DOI:10.3390/su132212859.
34. Kwasiborska A. *Development of an Algorithm for Determining the Aircraft Pushback Sequence*, Acta Polytechnica Hungarica, vol. 18, Art. no. 6, 2021, DOI:10.12700/APH.18.6.2021.6.9.
35. Kwasiborska A., Gładys S., Postół J. *Determination of the impact of disruptions in ground handling on aircraft fuel consumption*, Transport Problems, vol. 17, Art. no. 2, 2022, DOI:10.20858/tp.2022.17.2.10.
36. Kwasiborska A., Kądzioła K. *Application of causal analysis of disruptions and the functional resonance analysis method (FRAM) in analyzing the risk of the baggage process*, Zeszyty Naukowe. Transport, Politechnika Śląska, vol. 119, s. 63–81, 2023, DOI:10.20858/sjsutst.2023.119.4.
37. Kwasiborska A., Stelmach A. *Identification of threats and risk assessment in air transport with the use of selected models and methods*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, vol. 86, s. 77–94, 2023, DOI:10.5604/01.3001.0053.7147.
38. Kwasiborska A., Stelmach A., Jabłońska I. *Quantitative and Comparative Analysis Of Energy Consumption In Urban Logistics Using Unmanned Aerial Vehicles And Selected Means Of Transport*, Energies, 2023, vol. 16, nr 18, s.6467. DOI:10.3390/en16186467.
39. Kwasiborska A., Grabowski M., Novak Sedlackova A., Novak A. *The Influence of Visibility on the Opportunity to Perform Flight Operations with Various Categories of the Instrument Landing System*, Sensors 2023, 23, 7953. DOI:10.3390/s23187953.
40. Kwasiborska A., Kalbarczyk I., Gładys S. *The decision support facilitating the check-in service at the Chopin airport with the use of computational experiments in SIMIO*, Transport, 38(2), 67–76, 2023, DOI:10.3846/transport.2023.18334.

Opracowano na podstawie <https://repo.pw.edu.pl/info/author/WUT56225/> (stan na dzień 25.09.2023 r.)

5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)

A. Przed doktoratem

Realizacja projektu „ZEUS” (opis w podrozdziale 9) pozwoliła na zdobycie następujących osiągnięć:

- budowa systemu zarządzania bezpieczeństwem transportu zapewniającego jego użytkownikom minimalizację ryzyka utraty życia i zdrowia na wszystkich etapach podróży,
- stworzenie bazy danych o zaistniałych zdarzeniach, przesłankach do ich powstawania oraz przyczynach i skutkach niepożądanych zdarzeń,
- budowa podsystemu oceny stanu bezpieczeństwa w transporcie lotniczym,
- rozwój współpracy między Wydziałem Transportu Politechniki Warszawskiej oraz Politechniką Gdańską, Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych oraz Akademią Morską,
- współpraca przy przygotowaniu 1 monografii naukowej,
- przedstawienie wyników badań podczas wystąpień na konferencjach naukowych.

Realizacja projektu „System Transportu Małymi Samolotami” (opis w podrozdziale 9) pozwoliła na zdobycie następujących osiągnięć:

- analiza ilościowa ruchu pasażerskiego w Polsce na trasach międzyregionalnych, pokonywany głównie samochodami osobowymi,
- raport z badania możliwości i celowości zastąpienia tras transportu samochodowego transportem małymi samolotami,
- opracowanie metodologii do wyznaczenia rozwiązania wyboru nowych lokalizacji lotnisk dla wszystkich regionów w podziale na województwa,
- opracowanie kryteriów wyboru nowych lokalizacji lotnisk dla systemu transportu małymi samolotami,
- opracowanie wielokryterialnej metody dla zadania lokalizacji lotnisk,
- rozwój współpracy między Wydziałem Transportu Politechniki Warszawskiej oraz Instytutem Lotnictwa oraz Szkołą Główną Handlową,
- współpraca przy przygotowaniu 3 manuskryptów,
- przedstawienie wyników badań podczas wystąpień na konferencjach naukowych.

B. Po doktoracie

Realizacja projektu „Innowacyjny, mobilny symulator szkoleniowy dla operatorów obsługi naziemnej” (opis w podrozdziale 9) pozwoliła na zdobycie następujących osiągnięć projektowych:

- zdefiniowałam oczekiwania oraz wymagania wobec przyszłego pracownika w obszarze analizowanym w projekcie czyli obsługi naziemnej statków powietrznych,
- określiłam profil zawodowy kandydata do pracy jako operator sprzętu GSE,
- współtworzyłam ilościową metodę oceny przydatności do pracy w charakterze operatora GSE,
- opracowanie wyników uzyskanych z implementacji wnioskowania rozmytego,

- wykonanie eksperymentów symulacyjnych, które wykazały, że opracowana metoda pozwala na tworzenie zindywidualizowanych programów szkoleniowych w oparciu o cząstkowe oceny indywidualnych cech kandydatów.

Realizacja projektu „**Opracowanie oraz wdrożenie Drone Light Show**” (opis w podrozdziale 9) pozwoliła na zdobycie następujących osiągnięć:

- wykonałam kompleksową identyfikację zagrożeń i ocenę ryzyka zgodnie z metodologią SORA w operacjach bezzałogowych statków powietrznych,
- współtworzyłam modele eksploatacyjne pojedynczego egzemplarza jak i roju bezzałogowych statków powietrznych, uwzględniający dwa procesy, użytkowanie i obsługiwane wraz z wyszczególnionym zakresem badań eksploatacyjnych,
- przedstawiłam modele jako graf skierowany, charakteryzujący się wieloma stanami,
- opracowałam wskaźniki eksploatacyjnej niezawodności użytkowej i obsługowej, które wyrażają względną zmianę nieuszkodzalności obiektu w przedziale czasu oraz opisałam kolejny wskaźnik: intensywność napraw, określany jako liczba wykonanych napraw przypadająca na jednostkę sumarycznego czasu napraw.

6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)

(brak)

7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych

A. Przed doktoratem

1. Międzynarodowa Konferencja Naukowa TRANSPORT XXI wieku – 20-22.09.2004 Warszawa. Artykuł: Problem zarządzania ruchem samolotów startujących. Publikacja: materiały konferencyjne, Tom I, ss. 119-126.
2. I Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna SYSTEMY LOGISTYCZNE, TEORIA I PRAKTYKA – 14.09.2005, Warszawa. Artykuł: Identyfikacja ograniczeń przepływu w operacjach startu samolotu. Publikacja: materiały konferencyjne, ss. 311-319.
3. IV Konferencja Naukowo-Techniczna SYSTEMY TRANSPORTOWE, TEORIA I PRAKTYKA – 6.09.2006, Katowice. Artykuł: Rozwój sieci lotnisk w Polsce. Publikacja: Zeszyty Naukowe. Transport - Politechnika Śląska, Vol. 6, ss. 295-302.
4. II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna SYSTEMY LOGISTYCZNE, TEORIA I PRAKTYKA – 21-22.09.2006, Warszawa. Artykuł: Analiza i modelowanie operacji naziemnych w porcie lotniczym. Publikacja: Czasopismo Logistyka nr 6.

5. X Międzynarodowa Konferencja Komputerowe Systemy Wspomagania, Nauki, Przemysłu i Transportu TRANSCOMP – 4-7.12.2006, Zakopane. Artykuł: Problem koordynacji operacji lotniskowych naziemnych. Publikacja: materiały konferencyjne, tom I, ss. 461-466.
6. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna LOGITRANS 2007, 25-27.04.2007, Szczyrk. Artykuł: Wybrane aspekty zarządzania operacjami lotniskowymi. Publikacja: Czasopismo Logistyka.
7. Międzynarodowa Konferencja Naukowa TRANSPORT XXI wieku – 18-21.09.2007, Stare Jabłonki. Artykuł: Wybrane aspekty koordynacji operacji lotniskowych samolotów. Publikacja: materiały konferencyjne.
8. XI Międzynarodowa Konferencja Komputerowe Systemy Wspomagania, Nauki, Przemysłu i Transportu TRANSCOMP, Zakopane. Artykuł: Zarządzanie naziemnymi operacjami lotniskowymi. Publikacja: materiały konferencyjne.
9. V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna LOGITRANS 2008, 23-25.04.2008, Szczyrk. Artykuł: Koordynacja naziemnego ruchu lotniskowego. Publikacja: Czasopismo Logistyka
10. III Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna SYSTEMY LOGISTYCZNE, TEORIA I PRAKTYKA – 10-12.09.2008, Spała. Artykuł: Analiza realizacji operacji obsługi naziemnej. Publikacja: Czasopismo Logistyka nr 4/2008.
11. X Międzynarodowa Konferencja Naukowa BADANIA OPERACYJNE I SYSTEMOWE BOS 2008 - 18-20.09.2008, Warszawa. Artykuł: Analiza realizacji procesu obsługi naziemnej. Publikacja (rozdział w monografii): Hryniewicz Olgierd, Straszak Andrzej, Strudziński J. (red.): Badania operacyjne i systemowe: środowisko naturalne, przestrzeń, optymalizacja, 2008, s. 267-274.
12. V Konferencja Naukowo-Techniczna SYSTEMY TRANSPORTOWE TEORIA I PRAKTYKA – 23.09.2008, Katowice. Artykuł: Metoda zarządzania operacjami lotniskowymi. Publikacja: Systemy Transportowe Teoria, s. 197-202.
13. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna SYSTEMY LOGISTYCZNE, TEORIA I PRAKTYKA – 9-11.09.2008, Ossa. Artykuł: Analiza operacji obsługi naziemnej dla zadania koordynacji ruchu lotniskowego. Publikacja: Prace Naukowe seria Transport 2009.

B. Po doktoracie

1. Konferencja „Regiony – jako główny beneficjent systemu transportu małymi samolotami” 22 października 2009 r. Referat: Potencjalne możliwości wykorzystania istniejącej sieci lotnisk i lądowisk.
2. XIII Konferencja Logistyki Stosowanej „Total Logistic Management” – 25-208.11.2009, Zakopane. Artykuł: Podstawowe wymagania dotyczące obsługi samolotu Airbus A380. Czasopismo Logistyka.
3. XII Międzynarodowa Konferencja Komputerowe Systemy Wspomagania, Nauki, Przemysłu i Transportu TRANSCOMP – 30.11-3.12.2009, Zakopane. Publikacja: Czasopismo Logistyka 6/2009.

4. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna LOGITRANS 2010, 14-16.04.2010, Szczyrk. Artykuł: Analiza systemu dróg kołowania w porcie lotniczym. Publikacja: ISBN 978-83-73-51-362-4.
5. II International Science Conference TRANSPORT PROBLEMS – 8-11.06.2010, Kraków. Artykuł: The potential possibilities of usage of existing aerodromes and landing strips network in Poland in aspects of the “Small aircraft transport system” (SATS) conception. Publikacja: Transport Problems, ISSN 1896-0596, nr 6/1, s. 5-10.
6. XXXVI International Scientific Congress on Powertrain and Transport Means EUROPEAN KONES 2010, 12-15.09.2010, Jurata. Artykuł: Modelling of ground handling operations at airport. Publikacja: Journal of Kones Vol. 17 Nr 3, ISSN 1231-4005, s. 253-262.
7. Międzynarodowa Konferencja Naukowa TRANSPORT XXI wieku – 21-24.09.2010 Białowieża. Artykuł: Criteria description and analysis of existing aerodromes and landing network in Poland in the aspect of the small aircraft transport system development. Publikacja: Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Z. 73, ISSN 1230-9265, ss. 105-122.
8. V Konferencja Naukowa „Oszczędność i Efektywność” OiE 2010 – 17-19.11.2010, Ślesin. Artykuł: About some aspects of transportation of airfreight. Publikacja: Politechnika Poznańska.
9. XIV Konferencja Logistyki Stosowanej “Total Logistic Management” – 2-4.12.2010, Zakopane. Artykuł: Charakterystyka wybranych samolotów do przewozu frachtu. Publikacja: Czasopismo Logistyka.
10. Konferencja Naukowa Zarządzanie Żegluga Powietrzną w XXI w. – 13-14.12.2010, Spała. Organizowane przez SKNTL.
11. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna LOGITRANS 2011, Szczyrk. Publikacja: Czasopismo Logistyka 3/2011, ss. 1489-1494.
12. V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna SYSTEMY LOGISTYCZNE, TEORIA I PRAKTYKA – Publikacja: Czasopismo Logistyka 4/2011, ss. 532-537.
13. XV Konferencja Logistyki Stosowanej “Total Logistic Management” – Zakopane. Publikacja: Czasopismo Logistyka.
14. Konferencja w sprawie współpracy naukowo-badawczej dotyczącej innowacyjnego systemu transportu małymi samolotami – 14 października 2014 r. w Krośniewicach.
15. XVIII Konferencja Logistyki Stosowanej “Total Logistic Management” – 10-13 grudnia 2014 r. Zakopane, Publikacja: Decision support in air transportation using AHP/ANP tools.
16. XIX Konferencja Logistyki Stosowanej “Total Logistic Management” – 9-12 grudnia 2015 r. Zakopane, Publikacje: Heurystyka populacyjna jako narzędzie zastosowane w problematyce szeregowania samolotów lądujących, Przegląd problematyki lądowania samolotów z wykorzystaniem narzędzi badań operacyjnych.
17. Carpathian Logistic Congress, 28-30 listopada 2016 r.
18. International Science Conference Transport Problems – 28 czerwca 2021 r., Artykuł: Determination of the impact of disruptions in ground handling on aircraft fuel consumption, Transport Problems, Publikacja: Transport Problems, ISSN 1896-0596, nr vol. 17, nr 2, s. 115-126.

19. Konferencja DroneTech – 3-4 listopada 2022 r. Artykuł: Identification of threats and risk assessment in air transport with the use of selected models and methods. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji

A. Przed doktoratem

Brak

B. Po doktoracie

1. **Organizator** Studenckiej Konferencji Naukowej „Bezpieczeństwo Transportu Lotniczego” - Konferencja organizowana pod Patronatem Honorowym Dziekana Wydziału Nauk Politycznych Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora, 22 listopada 2014 r. Pułtusk.
2. Studencka Konferencja Naukowa „Bezpieczeństwo Transportu Lotniczego” Konferencja organizowana pod Patronatem Honorowym Dziekana Wydziału Nauk Politycznych Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora, 22 listopada 2014 r. Pułtusk – **członek Komitetu Naukowego**
3. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Logistyka Lotnictwa 2016. Teoria i praktyka”, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych, Dęblin, 2-3 czerwca 2016 r. – **członek Komitetu Naukowego**
4. Konferencja naukowa „Kształcenie kadr dla lotnictwa jako element budowy zasobów systemu obronnego państwa” – Katedra Zarządzania Lotnictwem Cywilnym Wydziału Zarządzania i Dowodzenia, Akademia Sztuki Wojennej, 2017 r. - **członek Komitetu Naukowego**
5. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Logistyka Lotnictwa 2018. Teoria i praktyka”, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych, Dęblin, 28-29 czerwca 2018 r. – **członek Komitetu Naukowego**
6. Konferencja naukowa „Lotnictwo polskie wobec wyzwań przyszłości” - Katedra Zarządzania Lotnictwem Cywilnym Wydziału Zarządzania i Dowodzenia, Akademia Sztuki Wojennej, 2018 r. - **członek Komitetu Naukowo-programowego**
7. **Koordynator i organizator** Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Inżynieria Ruchu Lotniczego” - International Scientific Conference “Air Traffic Engineering” od 2012 r. - Konferencja odbywa się regularnie co dwa lata przy współpracy z Studenckim Kołem Naukowym Transportu Lotniczego.

9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów

A. Przed doktoratem

1. Udział w projekcie badawczym KBN 5T12C 030 22 nt.: Wielokryterialne projektowanie bezpiecznych systemów obsługi ruchu lotniczego i pasażerów w rejonie lotniska, Warszawa 2002-2004 - Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Komitet Badań Naukowych – **członek zespołu badawczego.**
2. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Metody oceny systemów obsługi ruchu lotniczego i pasażerskiego w rejonie portu lotniczego, Warszawa 2005-2006 - Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, prace finansowane ze środków na naukę – **członek zespołu badawczego.**
3. Udział w projekcie badawczym KBN 4T12C 028 27 nt.: Wymiarowanie bezpieczeństwa w inżynierii ruchu lotniczego, Warszawa 2004-2007 - Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Komitet Badań Naukowych – **członek zespołu badawczego.**
4. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zarządzanie lotami nietrasowymi w ruchu lotniczym kontrolowanym, Warszawa 2006-2007 – **członek zespołu badawczego.**
5. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zarządzanie bezpieczeństwem operacji lotniskowych, Warszawa 2007-2008 – **członek zespołu badawczego.**
6. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zwiększenie przepustowości operacji lotniczych część 1, Warszawa 2008-2009 – **członek zespołu badawczego.**
7. Udział w projekcie rozwojowym 10-0023-04 nt. System Transportu Małymi Samolotami – Analizy i Opracowanie Modelu Transportowego (STMS), Warszawa 2006-2009. Projekt STMS współpraca z SGH i IL – **członek zespołu badawczego.**
8. W latach 2008-2010 uczestniczyłam w projekcie nt. Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu ZEUS (Decyzja Ministra Nauki PBZ-MEiN-7/2/2006 z dnia 30 stycznia 2006 r.). Efektem prac badawczych był monografia nt. Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu (Redaktor zbiorowy Ryszard Krystek) wydana w 2010 r. przez Wydawnictwo Komunikacji i Łączności sp. z o.o. w Warszawie. ISBN 978-83-206-1796-2 – **członek zespołu badawczego.**

B. Po doktoracie

1. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zwiększenie przepustowości operacji lotniczych część 2, Warszawa 2009-2010 – **członek zespołu badawczego.**
2. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zwiększenie przepustowości operacji lotniczych część 3, Warszawa 2010-2011 – **członek zespołu badawczego.**

3. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zwiększenie przepustowości operacji lotniczych część 4, Warszawa 2011-2012 – **członek zespołu badawczego**.
4. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zwiększenie przepustowości operacji lotniczych część 5, Warszawa 2012-2013 – **członek zespołu badawczego**.
5. Udział w pracy statutowej nr 504G 3600/1160 nt. Zwiększenie przepustowości operacji lotniczych część 6, Warszawa 2013-2014 – **członek zespołu badawczego**.
6. Udział w pracach naukowych projektów realizowanych w Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora w Puławach „Ochrona informacji w polityce bezpieczeństwa państwa” oraz „Polityka UE w zakresie bezpieczeństwa transportu lotniczego” w latach 2014-2016 – **członek zespołu badawczego**
7. Udział w pracy statutowej nr 503/03543/1160 nt. Algorytmy wspomagania elementów systemów zarządzania ruchem lotniczym, Warszawa 2018-2019 – **członek zespołu badawczego**.
8. Realizacja projektu „Innowacyjny, mobilny symulator szkoleniowy dla operatorów obsługi naziemnej”, finansowanego w ramach konkursu nr POIR.04.01.04-00-0059/16, w ramach działania 4.1: Badania naukowe i prace rozwojowe, poddziałanie 4.1.4: „Projekty aplikacyjne”, POIR – 2017-2019 – **pomysłodawca projektu, koordynator projektu ze strony Politechniki Warszawskiej i członek zespołu badawczego**.
9. Grant dziekański „Wpływ sposobu łączenia strumienia lądujących samolotów na jakość kolejki do lądowania” – 2019 r. – **członek zespołu badawczego**.
10. Realizacja projektu „Opracowanie innowacyjnego stanowiska szkolenia i doszkalania operatora kontroli bezpieczeństwa w porcie lotniczym”, finansowanego w ramach konkursu nr 2/4.1.4/2019, w ramach działania 4.1: Badania naukowe i prace rozwojowe, poddziałanie 4.1.4: „Projekty aplikacyjne”, POIR - 2020-2022 – **członek zespołu badawczego**.
11. Realizacja projektu „Opracowanie oraz wdrożenie Drone Light Show - usługi będącej wynikiem prac B+R opracowanej przez instytucję badawczą” w ramach Osi 1: Gospodarka wiedzy; Działanie 1.2: Badania i innowacje w przedsiębiorstwach; Poddziałanie 1.2.3: Bony na innowacje, Typ projektu C Bon na usługę B+R wraz z wdrożeniem; Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020 – **kierownik projektu**.
12. Realizacja Grantu badawczego w 2020 r. wspierającego prowadzenie działalności naukowej w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport – **kierownik projektu**.
13. Realizacja Grantu badawczego w 2022 r. wspierającego prowadzenie działalności naukowej w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport – **kierownik projektu**.
14. Realizacja projektu „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU) realizujących koncepcję centrów doskonałości zawodowej”, finansowane przez UE Next Generation EU – współpraca z Stowarzyszenie Portów Lotniczych V4+, Przedsiębiorstwo Państwowe „Porty Lotnicze”, Sieć Badawcza Łukasiewicza – Instytut Technologii Eksploatacji, CPK, Welcome Airport Services, umowa nr BFH23033423GP/D – **kierownik projektu**.

10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach

A. Przed doktoratem

Brak

B. Po doktoracie

1. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji R² od 2014 roku.
2. ITS POLSKA - Stowarzyszenie Inteligentne Systemy Transportowe od 2016 roku.
3. Polskie Towarzystwo Badań Operacyjnych i Systemowych od 2012 roku.
4. Polski Klub Lotniczy od 2022 roku.

11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru

A. Przed doktoratem

Brak

B. Po doktoracie

1. Staż w Zilina Univerzita w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Application of operations research in transportation” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 28.04.2011-08.05.2011,
2. Staż w Zilina Univerzita w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Operations research methods in air transport” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 29.05.2012-9.05.2012,
3. Staż w Zilina Univerzita w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Selected elements of air traffic engineering” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 8.06.2013-16.06.2013,
4. Staż w Zilina Univerzita w Słowacji w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych „Air traffic engineering” w ramach LLP-Erasmus w terminie: 01.06.2014-10.06.2014.
5. Staż naukowy – Politechnika Wrocławska Wydział Mechaniczny, Wrocław – 21-25 listopada 2022 r. (40 godzin) - badania naukowe w zakresie opracowania metod oceny operatorów kontroli bezpieczeństwa, badania naukowe w zakresie bezpieczeństwa w transporcie lotniczym z uwzględnieniem metod i analiz oceny ryzyka.
Efektem stażu naukowego jest publikacja artykułu: Kwasiborska A., Kisiel T. *Charakterystyka systemu zarządzania ruchem lotniczym Pegasus_21 z uwzględnieniem analizy bezpieczeństwa funkcji CPDLC metodą FRAM*, rozdział w monografii Rosiński, A., Siergiejczyk, M. (red.), *Zagadnienia eksploatacji i niezawodności wybranych systemów antropotechnicznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-586-8, Warszawa.

12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.)

A. Przed doktoratem

Brak

B. Po doktoracie

1. Sekretarz redakcji i redaktor techniczny Czasopisma WUT Journal of Transportation Engineering, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. ISSN: 1230-9265, ICV: 88.39, MEiN: 70.

13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych

A. Przed doktoratem

(brak)

B. Po doktoracie

Od 2009 roku wykonywałam recenzje prac naukowych. Tabela 1 przedstawia zestawienie zrecenzowanych publikacji realizowanych dla Wydawnictwa Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Łącznie wykonałam 18 recenzji.

Tabela 1. Liczba recenzowanych publikacji w wysoko punktowanych czasopismach międzynarodowych

Nazwa czasopisma	IF	Liczba pkt. MNiSW/MEiN	ISSN	Lata	Liczba recenzji
Sustainability	3,889	100	2071-1050	2022-2023	14
Air	0	20	2813-4168	2022	1
Applied Science	2,7	100	2076-3417	2023	2
International Journal of Environmental Research and Public Health	0	20	1660-4601	2023	1
				Razem	18

Dodatkowo wykonałam recenzje artykułów naukowych dla:

- Sieć Badawcza Łukasiewicza – 2 recenzje,
- Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Witelona w Legnicy w 2019 r. - 2 recenzje,
- WJTE Warsaw Journal of Transportation – 12 recenzji.

14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych

A. Przed doktoratem

(brak)

B. Po doktoracie

1. Realizacja projektu finansowanego z Funduszy europejskich nt. "Innowacyjny, mobilny symulator szkoleniowy dla operatorów obsługi naziemnej", finansowanego w ramach konkursu nr POIR.04.01.04-00-0059/16, w ramach działania 4.1: Badania naukowe i prace rozwojowe, poddziałanie 4.1.4: "Projekty aplikacyjne", POIR – 2017-2019.
2. Realizacja projektu finansowanego z Funduszy europejskich „Opracowanie innowacyjnego stanowiska szkolenia i doszkalania operatora kontroli bezpieczeństwa w porcie lotniczym”, finansowanego w ramach konkursu nr 2/4.1.4/2019, w ramach działania 4.1: Badania naukowe i prace rozwojowe, poddziałanie 4.1.4: "Projekty aplikacyjne", POIR - 2020-2022.
3. Realizacja projektu finansowanego z Funduszy europejskich „Opracowanie oraz wdrożenie Drone Light Show - usługi będącej wynikiem prac B+R opracowanej przez instytucję badawczą” w ramach Osi 1: Gospodarka wiedzy; Działanie 1.2: Badania i innowacje w przedsiębiorstwach; Poddziałanie 1.2.3 Bony na innowacje, Typ projektu C Bon na usługę B+R wraz z wdrożeniem; Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020 – kierownik projektu.
4. Realizacja projektu finansowanego z Funduszy europejskich „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU) realizujących koncepcję centrów doskonałości zawodowej”, finansowane przez UE NextGenerationEU – współpraca z Stowarzyszenie Portów Lotniczych V4+, Przedsiębiorstwo Państwowe „Porty Lotnicze”, Sieć Badawcza Łukasiewicza – Instytut Technologii Eksploatacji, CPK, Welcome Airport Services - kierownik projektu.

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9

A. Przed doktoratem

(brak)

B. Po doktoracie

(brak)

16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny

A. Przed doktoratem

(brak)

B. Po doktoracie

1. Ekspert w Komisji ds. wyboru uczestników projektu pn. Potencjał naukowy wsparciem dla gospodarki Mazowsza w ramach I edycji projektu systemowego Samorządu Województwa Mazowieckiego pn. Potencjał naukowy wsparciem dla gospodarki Mazowsza – ocena merytoryczna wniosków o przyznanie stypendium i udzielenie wsparcia towarzyszącego w 2011 r. – 5 recenzji.
2. Ekspert w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju do oceny wniosków w ramach konkursu Programu Badań Stosowanych i POIR od roku 2011 – 20 recenzji.
3. W ramach projektu „Wspieranie realizacji II etapu wdrażania zintegrowanego systemu kwalifikacji na poziomie administracji centralnej oraz instytucji nadających kwalifikacje i zapewniających jakość nadawania kwalifikacji” – 3 recenzje.
4. Wydawnictwo MDPI – 18 recenzji.
5. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa – 2 recenzje.
6. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Witelona w Legnicy w 2019 r. - 2 recenzje
7. EPRD Biuro Polityki Gospodarczej i Rozwoju Regionalnego Sp. z o.o. w Kielcach – 3 recenzje opisów kwalifikacji – 2020 r.
8. Ekspert w komisji oceniającej wnioski związane z realizacją projektu systemowego “wspieranie realizacji II etapu wdrażania Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji na poziomie administracji centralnej oraz instytucji nadających kwalifikacje i zapewniających jakość nadawania kwalifikacji” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach programu Operacyjnego: Wiedza, Edukacja, Rozwój, Priorytet II: Efektywne polityki publiczne dla rynku pracy, gospodarki i edukacji. Działanie 2.13: przejrzysty i spójny krajowy system kwalifikacji – 2020 r.
9. Fundacja Przedsiębiorczości Kobiet w Warszawie – ocena merytoryczna wniosków składanych w ramach XIII edycji Konkursu „Innowator Mazowsza” w kategorii Innowacyjny Naukowiec w 2021 r. – 3 recenzje.

III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego.

2. Współpraca z sektorem gospodarczym.

1. Podpisane porozumienia o współpracę z następującymi podmiotami branżowymi:
 - Polska Agencja Żeglugi Powietrznej,
 - Koleje Mazowiecki,
 - Lufthansa,
2. Współpraca z agentem obsługi naziemnej jako Starszy Specjalista ds. Ochrony w Zespole Jakości, Bezpieczeństwa i Ochrony LS AIRPORT SERVICES S.A. Zadania: planowanie i organizowanie szkoleń w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego, udział w przygotowaniu i aktualizacja programów szkoleniowych w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego, prowadzenie baz danych oraz innej niezbędnej dokumentacji w zakresie ochrony lotnictwa, prowadzenie spraw związanych z przepustkami osobowymi i sprzętowymi, wprowadzenie wymaganych statystyk i przygotowanie raportów, przygotowywanie wymaganych procedur i instrukcji w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego uczestniczenie w audytach wewnętrznych oraz zewnętrznych. Efektem jest uzyskanie Certyfikatu Audytora wewnętrznego - od 10.02.2015 do 21.11.2018.
3. Współpraca z Centrum Kształcenia i Doradztwa „IKKU” Sp. z o.o., Ernst&Young, Multiconsalnet, Przedsiębiorstwo Państwowe Porty Lotnicze (od 2023 r. Polskie Porty Lotnicze) przy realizacji audytu due dilligance Portu Lotniczego Modlin w zakresie analizy operacyjnej, technicznej i inwestycyjnej – 2019 r.
4. Współpraca z Instytut Dróg i Lotnisk Sp. z o.o. jako ekspert sądowy – od 2021 r.
5. Współpraca z WELCOME Airport Services Sp. z o.o. – umowa o współpracę w zakresie prowadzenia badań naukowych – od 2023 r.
6. Współpraca z Stowarzyszenie Portów Lotniczych V4+, Polskie Porty Lotnicze, Sieć Badawcza Łukasiewicza – Instytut Technologii Eksploatacji, Centralny Port Komunikacyjny, WELCOME Airport Services Sp. z o.o. przy tworzeniu Branżowego Centrum Umiejętności – od 2022 r.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych

(brak)

4. Wykaz wdrożonych technologii

(brak)

5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców

A. Przed doktoratem

1. Analiza przepustowości Portu Lotniczego im. F. Chopina w Warszawie – zlecenie Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Współwykonawca analizy – Kierownik prof. dr hab. inż. M. Malarski. Umowa o dzieło nr 13/LBP/08, (współdziałanie z prof. Markiem Malarskim) wykonanie analizy przepustowości dla Portu Lotniczego im. F. Chopina w Warszawie na zlecenie Urzędu Lotnictwa Cywilnego, obejmująca przedstawienie przepustowości obiektów terminalowych danego portu lotniczego jak również części operacyjnej lotniska drogi startowe drogi kołowania płyty postojowe oraz parkingów i układu komunikacyjnego wokół lotniska. analiza została opracowana na zastosowanie modeli parametrycznych oraz metod modelowania statystycznego. Zbudowano narzędzie pozwalające na określenie przepustowości analizowanego portu lotniczego. W ramach wymienionej współpracy powstało oprogramowanie do badania przepustowości - 2008 r.

B. Po doktoracie

1. Ekspertyza w zakresie utrzymania i koniecznego rozwoju infrastruktury na lotniskach kontrolowanych, w kontekście planowanej budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego zleconej przez Polską Agencję Żeglugi Powietrznej z dnia 18.07.2017 r. w Warszawie.
2. Wykonanie elementów audytu due dilligance Portu Lotniczego Modlin w zakresie analizy operacyjnej, technicznej i inwestycyjnej – współpraca z Ernst&Young, PPL, Multiconsalnet, IKKU – 2019 r.
3. Opracowanie i modyfikacja programów kształcenia oraz przygotowania materiałów dydaktycznych na potrzeby Wydziału Nauk o Zarządzaniu i Bezpieczeństwie Akademii

Pomorskiej w Słupsku w ramach realizowanego projektu „Zintegrowany Program Uczelni – jakość dla rozwoju” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020, Działanie 3.5 Kompleksowe programy szkół wyższych – 2019-2020 r.

4. Wykonanie analizy ryzyka oraz opracowanie modelu eksploatacyjnego dla roju dronów w ramach realizacji projektu pt.: „Opracowanie oraz wdrożenie Drone Light Show - usługi będącej wynikiem prac B+R opracowanej przez instytucję badawczą” zlecone przez firmę Radcoders sp. z o.o. w Warszawie – umowa z dnia 01.10.2021 r.

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych

1. Samorząd Województwa Mazowieckiego, 2011 rok
2. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), od 2011 r. - obecnie
3. Centrum Kształcenia i Doradztwa IKKU Sp. z o.o., od 2015 r. - obecnie
4. Panel ekspercki CPK Day – 2023 r.
5. Panel ekspercki Take off organizowany przez WELCOME Airport Services Sp. z o.o. – 2023 r.
6. Udział w Komitecie bezpieczeństwa Polskie Porty Lotnicze – od 2016 r.
7. Udział w PDSZ (Plan Działania w Sytuacji Zagrożenia) i ćwiczeniach na lotnisku jako obserwator zewnętrzny – 2018-2019 r.
8. Udział w posiedzeniu Sekcji Sterowania Ruchem Komitetu Transportu PAN – 2022 r.
9. Członek Stowarzyszenia Polski Klub Lotniczy, od 2021 r. - obecnie

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

Brak

IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

Dane w punkcie 1 2 oraz 3 zostały przedstawione na podstawie baz danych
Web of Science Core collection

Scopus

Google Scholar

Dane te zostały opracowane na podstawie załączonego dokumentu biblioteki głównej Politechniki
Warszawskiej

1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

A. Przed doktoratem

B. Po doktoracie

Tabela 2. Informacje o indeksie IF z poszczególnych artykułów

Artykuł	Nazwa czasopisma	ISSN	IF
Assessing the suitability of airport ground handling agents	Journal of Air Transport Management	0969-6997	4,134
Development of an Algorithm for Determining the Aircraft Pushback Sequence	Acta Polytechnica Hungarica	2064-2687	1,711
Assessment of the Method of Merging Landing Aircraft Streams in the Context of Fuel Consumption in the Airspace	Sustainability	2071-1050	3,889
Determination of the impact of disruptions in ground handling on aircraft fuel consumption	Transport Problems	2300-861X	0,7
Quantitative and Comparative Analysis of Energy Consumption in Urban Logistics Using Unmanned Aerial Vehicles and Selected Means of Transport	Energies, Modeling of quality, reliability and exploitation for supply systems – 2 nd edition	1996-1073	3,2
The influence of visibility on the opportunity to perform flight operations with various categories of the instrument landing system	Sensors, Physical Sensors	1424-8220	3,9
		Razem	17,534

2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań

Tabela 3. Dane o cytowaniach z wyodrębnieniem bez autocytowań dla wszystkich publikacji

	Web of Science Core Collection		Scopus		Google Scholar	
	Sumarycznie	Z wykluczeniem autocytowań	Sumarycznie	Z wykluczeniem autocytowań	Sumarycznie	Z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	60	35	60	38	319	265

3. Indeks Hirscha

Tabela 4. Dane o indeksie Hirscha z wyodrębnieniem bez autocytowań dla wszystkich publikacji

	Web of Science Core Collection		Scopus		Google Scholar	
	Sumarycznie	Z wykluczeniem autocytowań	Sumarycznie	Z wykluczeniem autocytowań	Sumarycznie	Z wykluczeniem autocytowań
Indeks Hirscha	5	4	5	4	12	11

1. Informacja o liczbie punktów MNiSW/MEiN

A. Przed doktoratem

Tabela 5. Podsumowanie liczby publikacji przed doktoratem (2001-07.2009)

Rodzaj publikacji	Autorskie	Współautorstwo	Łącznie	Liczba punktów
Rozdziały z monografii	1	0	1	3
Artykuły z czasopism	8	0	8	8
Materiały konferencyjne	5	0	0	0
Razem				11

B. Po doktoracie

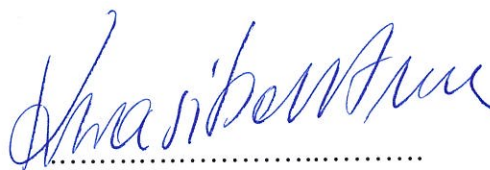
Tabela 6. Podsumowanie liczby publikacji po doktoracie (po 07.2009)

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji			Liczba punktów
	Autorskie	Współautorstwo	Łącznie	
Książki redagowane	2	1	3	30
Książki autorskie	1	1	2	160
Rozdziały z monografii	3	20	23	154
Artykuły z czasopism	16	23	39	1096
Razem				1440

Tabela 7 zawiera podsumowanie liczby publikacji oraz punktacji w ramach całego dorobku.

Tabela 7. Podsumowanie liczby publikacji oraz punktacji całego dorobku

Liczba publikacji				
	Przed doktoratem			
Rodzaj publikacji	Autorskie	Współautorstwo	Łącznie	Liczba punktów
Artykuły z czasopism	8	1	9	8
Rozdziały z monografii	1	0	1	3
Książki redagowane	0	0	0	0
Książki autorskie	0	0	0	0
Razem	9	1	10	11
	Po doktoracie			
Artykuły z czasopism	16	23	39	1096
Rozdziały z monografii	3	20	23	154
Książki redagowane	2	1	3	30
Książki autorskie	1	1	2	160
Razem	22	45	67	1440
Suma	31	46	77	1451



(podpis wnioskodawcy)

**Biblioteka
Główna**Dotyczy:

informacji o cytowaniach publikacji, których autorem lub współautorem jest
dr inż. Anna Kwasiborska

- **Web of Science Core Collection (opcja Researchers i Cited Reference)**

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	60	35
Indeks Hirscha	5	4
JIF	17,534	

- **Scopus (opcja Basic Search i Secondary Documents)**

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	60	38
Indeks Hirscha	5	4

- **Google Scholar**

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	319	265
Indeks Hirscha	12	11

- **Punktacja ministerialna**

Punktacja ministerialna	1451
-------------------------	------

KIEROWNIK
Oddziału Informacji Naukowej
i Analiz Bibliometrycznych
Biblioteki Głównej PW
mgr Iwona Socik

Wykonała:

mgr inż. Joanna Gola
Oddział Informacji Naukowej
i Analiz Bibliometrycznych BG PW

**Politechnika
Warszawska**

Plac Politechniki 1
00-661 Warszawa
www.bg.pw.edu.pl

Dotyczy:

informacji o cytowaniach publikacji, których autorem lub współautorem jest
dr inż. Anna Kwasiborska

- **Web of Science Core Collection** (opcja Researchers i Cited Reference)

- dla wszystkich publikacji

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	60	35
Indeks Hirscha	5	4
JIF	17,534	

- dla publikacji z lat 2010-2023

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	55	33
Indeks Hirscha	5	4

- dla publikacji z lat 2006-2009

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	5	2
Indeks Hirscha	1	1

dr inż. Anna Kwasiborska

- Scopus (opcja Basic Search i Secondary Documents)

- dla wszystkich publikacji

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	60	38
Indeks Hirscha	5	4

- dla publikacji z lat 2010-2023

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	56	35
Indeks Hirscha	5	4

- dla publikacji z lat 2006-2009

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	4	3
Indeks Hirscha	1	1

dr inż. Anna Kwasiborska

• **Google Scholar**

- dla wszystkich publikacji

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	319	265
Indeks Hirscha	12	11

- dla publikacji z lat 2010-2023

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	284	236
Indeks Hirscha	12	11

- dla publikacji z lat 2006-2009

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	35	29
Indeks Hirscha	3	3

• **Punktacja ministerialna**

Punktacja ministerialna	1451
-------------------------	------

Wykonała:

mgr inż. Joanna Gola

Oddział Informacji Naukowej

i Analiz Bibliometrycznych BG PW

KIEROWNIK
Oddziału Informacji Naukowej
i Analiz Bibliometrycznych
Biblioteki Głównej PW
mgr Iwona Socik

**Politechnika
Warszawska**

Plac Politechniki 1
00-661 Warszawa
www.bg.pw.edu.pl