

AUTOREFERAT
przedstawiający opis dorobku i osiągnięć
naukowych, w szczególności określonych
w art. 16 ust. 2 ustawy

Renata Żochowska
Politechnika Śląska
Wydział Transportu

Katowice, maj 2015

SPIS TREŚCI:

1. Imię i nazwisko	1
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	1
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	1
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki	2
a) tytuł osiągnięcia naukowego	2
b) wykaz prac stanowiących osiągnięcie naukowe w układzie chronologicznym	3
c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	5
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych	17
5.1. Działalność naukowo-badawcza przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych - lata 1994-2004	18
5.2. Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych - lata 2005-2015.....	20
5.3. Działalność dydaktyczna.....	28
5.4. Działalność organizacyjna	31
5.5. Uzyskane nagrody, wyróżnienia i odznaczenia	32

1. Imię i nazwisko

Renata Żochowska

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

22.06.1994 - uzyskanie stopnia **magistra inżyniera** na kierunku **transport** w zakresie **sterowanie ruchem w transporcie** na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu Politechniki Śląskiej - temat pracy magisterskiej: „Zastosowanie urządzeń rejestrujących w badaniach ruchu drogowego” - promotor: dr inż. Jerzy Skorwider.

16.12.2004 - uzyskanie stopnia **doktora nauk technicznych** w dyscyplinie transport (specjalność: **modelowanie systemów transportowych**) na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej - temat rozprawy doktorskiej: „**Optymalizacja zamknięć ulic w złożonych sieciach transportowych**” - promotor: prof. dr hab. Janusz Woch.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1994 – 1995 - na stanowisku **asystenta I** w Zakładzie Inżynierii Ruchu w Instytucie Transportu na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu Politechniki Śląskiej.

1995 – 98, 1999 – 2001 – na stanowisku **doktoranta** w Zakładzie Inżynierii Ruchu w Instytucie Transportu na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu Politechniki Śląskiej.

2001 – 2003 - na stanowisku **asystenta – mianowanego nauczyciela akademickiego** w Zakładzie Inżynierii Ruchu w Instytucie Transportu na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu Politechniki Śląskiej.

2003 – 2004 - na stanowisku **asystenta – mianowanego nauczyciela akademickiego** w Katedrze Inżynierii Ruchu na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej.

2004 - na stanowisku **wykładowcy** w Katedrze Inżynierii Ruchu na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej.

2004 – obecnie - na stanowisku **adiunkta** w Katedrze Inżynierii Ruchu, a następnie (po restrukturyzacji wydziału) w Katedrze Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Transport określonym w art. 16. ust. 2 obowiązującej ustawy, jest jednotematyczny cykl publikacji związanych z problematyką planowania tymczasowej organizacji ruchu pt. „**Modele decyzyjne w planowaniu tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej**”.

Jednotematyczny cykl publikacji tworzących wskazane powyżej osiągnięcie naukowe został wybrany według kryterium, które ma na celu pokazanie holistycznego podejścia do budowy modeli decyzyjnych w zakresie planowania tymczasowej organizacji ruchu. Takie podejście stanowi przemyślaną strategię, począwszy od identyfikacji czynników, które w sposób istotny oddziałują na uczestników procesu decyzyjnego, poprzez odwzorowanie matematyczne poszczególnych elementów modelu decyzyjnego, a skończywszy na sformułowaniu i rozwiązaniu problemu optymalizacyjnego. Opracowane algorytmy rozwiązania oraz ich implementacja na danych rzeczywistych są wymiernym efektem procesu modelowania. Zagadnienia te zostały przedstawione w publikacjach [1-17]. Całość stanowi **metodykę wspomaganie podejmowania decyzji przy planowaniu tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej**. Istotą tych prac jest również przedstawienie złożoności analizowanej problematyki oraz uporządkowanie wiedzy dotyczącej możliwości wykorzystania narzędzi modelowania popytu i prognozowania ruchu w planowaniu tymczasowej organizacji ruchu.

Publikacje przedstawione w **punkcie 4b autoreferatu** zamieszczone zostały w **załączniku 7** – jako pliki „**hab.7.1.pdf ÷ hab.7.17.pdf**”.

b) wykaz prac stanowiących osiągnięcie naukowe w układzie chronologicznym

- [1]. **Żochowska R.:** *Model sieci dla oceny jakości komunikacji miejskiej*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, nr kol. 1704, seria TRANSPORT, z. 61, PL ISSN 0209-3324, Gliwice 2007, s. 281-291.
- [2]. **Żochowska R.:** *Dynamic Approach to the Origin-Destination Matrix Estimation in Dense Street Networks*. The Archives of Transport, Polish Academy of Sciences, ISSN 0866-9546, Warsaw 2012, Vol. 24/2012, Issue 3, pp. 389-413, **5 pkt MNiSW**.
- [3]. **Żochowska R.:** *Modelowanie wyboru drogi w transporcie indywidualnym – wybrane aspekty*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria TRANSPORT z. 86, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISSN 1230-9265, Warszawa 2012, s. 83-104, **4 pkt MNiSW**.
- [4]. **Żochowska R.:** *Modelowanie zachowań podróży w warunkach zamknięć ulic w gęstych sieciach miejskich*. Logistyka 4/2012 (dodatek elektroniczny „Logistyka-nauka”), Wydawnictwo ILiM, ISSN 1231-5478, Poznań, s. 803-818, **4 pkt MNiSW**.
- [5]. **Żochowska R., Karoń G.:** *Przegląd literatury na temat zjawiska kongestii i zakłóceń ruchu w systemie transportowym miasta w aspekcie modelowania podróży*. Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP o/Kraków, Nr 98, ISSN 1231-9155, Kraków 2012, s. 251-276, **4 pkt MNiSW**, udział **50%**, współautor: Grzegorz Karoń.
- [6]. **Żochowska R., Karoń G., Sobota A.:** *Podatność na zakłócenia jako miara efektywności sieci drogowej w mieście*. [w:] A. Krych, J. Rychlewski (red.) „Wydajność systemów transportowych”. Materiały IX Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań – Rosnówko 19-21 czerwca 2013, SITK RP, oddział

w Poznaniu, s. 401 – 420, ISBN 978-83-61091-86-8, udział **34%**, współautorzy: Grzegorz Karoń, Aleksander Sobota.

- [7]. **Żochowska R.:** *Model struktury sieci miejskiej dla potrzeb oceny wariantów organizacji ruchu w czasie zajęcia pasa drogowego.* Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria TRANSPORT z. 97, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISSN 1230-9265, Warszawa 2013, s. 555-564, **4 pkt MNiSW.**
- [8]. **Żochowska R.:** *Uogólniony koszt podróży jako kryterium oceny wariantów organizacji ruchu w czasie zajęcia pasa drogowego w mieście.* Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria TRANSPORT z. 97, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISSN 1230-9265, Warszawa 2013, s. 565-574, **4 pkt MNiSW.**
- [9]. **Żochowska R.:** *Improvement of traffic safety in road work zones.* Logistyka 4/2014 (dodatek elektroniczny „Logistyka-nauka”), Wydawnictwo ILiM, ISSN 1231-5478, Poznań, s. 3459-3467, CD-ROM nr 3, **10 pkt MNiSW.**
- [10]. **Żochowska R.:** *Safety in road work zone – practical aspects.* Logistyka 4/2014 (dodatek elektroniczny „Logistyka-nauka”), Wydawnictwo ILiM, ISSN 1231-5478, Poznań, s. 3469-3478, CD-ROM nr 3, **10 pkt MNiSW.**
- [11]. **Żochowska R.:** *Selected Issues in Modelling of Traffic Flows in Congested Urban Networks.* The Archives of Transport, Vol.29, Issue 1, ISSN 0866-9546, Warsaw 2014, pp. 77-89, **6 pkt MNiSW.**
- [12]. **Żochowska R.:** *Niekonwencjonalne metody wyznaczania rozkładu przestrzennego ruchu.* Logistyka 6/2014 (dodatek elektroniczny „Logistyka-nauka”), Wydawnictwo ILiM, ISSN 1231-5478, Poznań, s. 11837-11849, **10 pkt MNiSW.**
- [13]. **Żochowska R., Sobota A.:** *Fundamentalny diagram ruchu – teoria i praktyka.* Logistyka 6/2014 (dodatek elektroniczny „Logistyka-nauka”), Wydawnictwo ILiM, ISSN 1231-5478, Poznań, s. 11862-11871, **10 pkt MNiSW**, udział **50%**, współautor: Aleksander Sobota.

- [14]. **Żochowska R.**, Karoń G.: *ITS services packages as a tool for managing traffic congestion in cities*. [in:] “Intelligent transportation systems – problems and perspectives” (Ed. A. Sładkowski, W. Pamuła). Series: “Studies in Systems, Decision and Control”, Vol. 32, ISBN 978-3-319-19149-2, Springer-Verlag, Berlin 2015, **6 pkt MNiSW**, udział **50%**, współautor: Grzegorz Karoń.
- [15]. Karoń G., **Żochowska R.**: *Modelling of Expected Traffic Smoothness In Urban Transportation Systems for ITS Solutions*. The Archives of Transport, Vol., Issue, ISSN 0866-9546, Warsaw 2015, **6 pkt MNiSW**, udział **50%**, współautor: Grzegorz Karoń.
- [16]. **Żochowska R.**: *Wielokryterialny model decyzyjny dla potrzeb optymalizacji tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria TRANSPORT, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISSN 1230-9265, Warszawa 2015, **4 pkt MNiSW**.
- [17]. **Żochowska R.**: *Wielokryterialne wspomaganie podejmowania decyzji w zastosowaniu do planowania tymczasowej organizacji ruchu w sieciach miejskich*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015, ISBN 978-83-7814-366-6, **25 pkt MNiSW**.

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Omówienie ogólnego celu naukowego prac [1 – 17] przedstawionych do oceny

Zasadniczym celem naukowym prac przedstawionych do oceny jest opracowanie **metodyki wyznaczania optymalnego harmonogramu zdarzeń powodujących konieczność wprowadzania tymczasowej organizacji ruchu**. Metodyka ta ma charakter wielokryterialny, tzn. uwzględnia kryteria rozpatrywane z punktu widzenia podmiotów zaangażowanych w proces planowania różnego rodzaju przedsięwzięć realizowanych w pasie drogowym. W ramach sformułowanego w ten sposób celu wyodrębniono następujące zadania badawcze:

- scharakteryzowanie analizowanego zagadnienia w ujęciu systemowym,

- zidentyfikowanie problemów decyzyjnych występujących w procesie planowania tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej,
- zidentyfikowanie i sformalizowanie elementów modelu planowania tymczasowej organizacji ruchu w ujęciu dynamicznym,
- zidentyfikowanie i sformalizowanie ograniczeń wpływających na możliwości zastosowania określonych rozwiązań,
- zidentyfikowanie i sformalizowanie kryteriów istotnych z punktu widzenia podmiotów zaangażowanych w proces planowania tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej,
- opracowanie modeli matematycznych dla systemu wspomagającego proces decyzyjny przy planowaniu tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej,
- opracowanie algorytmów rozwiązania problemów decyzyjnych,
- implementacja opracowanej metodyki dla danych rzeczywistych.

Tematyka podjęta w jednotematycznym cyklu publikacji wskazanym przez habilitantkę dotyczy **planowania tymczasowej organizacji ruchu**, której wprowadzenie może być konieczne w przypadku prowadzenia robót związanych lub nie związanych z zarządzaniem ruchem lub zarządzaniem drogą. Przyczynami planowanych działań mogą być również imprezy masowe lub inne wydarzenia organizowane na terenie miasta. Wybór najlepszego wariantu organizacji opiera się na optymalizacji wielokryterialnej uwzględniającej możliwość doboru najkorzystniejszego terminu wprowadzenia zmian w organizacji ruchu.

Obszar zurbanizowany stanowi miejsce powiązań różnych gałęzi transportu (podsystemów transportowych), które z jednej strony charakteryzują się odrębnymi cechami, a z drugiej silnie oddziałują na siebie. Powoduje to, że nawet drobne zmiany w infrastrukturze drogowej mogą powodować zakłócenia i przyczyniać się do zmian w strukturze ruchu całego miasta. Oddziaływanie to nie ogranicza się więc jedynie do ruchu drogowego, ale może także wpływać na funkcjonowanie innych podsystemów transportowych w mieście. W związku z tym **planowanie tymczasowej organizacji ruchu w sieciach transportowych w obszarach miejskich** jest szczególnie złożonym zagadnieniem.

Wielowymiarowość problematyki i systemowe podejście do zagadnienia wymaga właściwego odwzorowania struktury sieci miejskiej, która rozumiana jest jako *zbiór węzłów położonych w obszarze miasta oraz połączeń między nimi, przy czym węzły i połączenia to zarówno istniejące w rzeczywistości obiekty infrastruktury transportowej,*

jak i inne elementy związane z procesem przemieszczania się w obszarze miasta (np. węzły ciążenia rejonów transportowych, odcinki odwzorowujące powiązania pomiędzy tymi węzłami i węzłami sieci transportowej, odcinki odwzorowujące wzajemne powiązania pomiędzy różnymi podsystemami transportowymi). Zależności pomiędzy tymi elementami uwarunkowane określonym poziomem dostępności, wpływają na kształtowanie się ruchu w analizowanym obszarze.

Infrastruktura transportowa znajdująca się w obszarze miejskim powinna zapewniać bezpieczne i efektywne przemieszczanie osób oraz sprawny przewóz ładunków przy minimalizacji kosztów ruchu i szkodliwego wpływu na otoczenie. Wprowadzenie tymczasowej organizacji ruchu może spowodować zakłócenia w dotychczasowym funkcjonowaniu systemu transportowego miasta. Rozważania podjęte we wskazanych pracach [1–17] dotyczą przede wszystkim takich zakłóceń, które mają bezpośredni wpływ na sprawność ruchu w sieci miejskiej. Stanowią one potencjalną przyczynę zarówno **zaburzenia płynności ruchu**, jak i **zmian w procesach decyzyjnych** użytkowników systemu transportowego związanych ze sposobem realizacji przemieszczenia.

W inżynierii ruchu ze względu na złożoność procesów zachodzących w przepływie potoków ruchu w sieci miejskiej powszechną metodą badawczą staje się **modelowanie matematyczne**, będące podstawą budowy modeli symulacyjnych. Optymalne planowanie ruchu w mieście wymaga opracowania takich modeli, które w jak najlepszym stopniu opisują zjawiska specyficzne dla tego obszaru i tendencje ich rozwoju. Złożoność zagadnienia jest jednak ogromna. Uwzględnienie wszystkich aspektów i kontekstów zadania optymalizacyjnego poprzez odwzorowanie odpowiednich zależności w modelu wymaga przeprowadzenia wielu badań i analiz. Jak wiadomo, każdy model jest pewnym uproszczeniem sytuacji rzeczywistej. Dla osiągnięcia wymiernych efektów należy skoncentrować się jedynie na tych czynnikach, które są istotne z punktu widzenia celu modelowania. W tym przypadku celem modelowania jest **zaplanowanie tymczasowej organizacji ruchu dla zdarzeń, które mogą spowodować zakłócenia w ruchu drogowym, w taki sposób, aby oddziaływanie tych zakłóceń było jak najmniejsze**. Ważne jest również określenie odpowiednich mierników jakości uzyskanego rozwiązania oraz poziomu dopuszczalnych strat tej jakości.

Planowanie tymczasowej organizacji ruchu w obszarze miejskim ma charakter wielowymiarowy i wymaga zaspokojenia często wzajemnie sprzecznych potrzeb użytkowników systemu transportowego i jego otoczenia. Podejmowanie racjonalnych

i efektywnych decyzji w takich warunkach jest więc szczególnie trudne i pociąga za sobą konieczność zastosowania specjalistycznych narzędzi informatycznych wspomagających **procesy podejmowania decyzji**. Coraz szybszy rozwój techniki pozwala na konstruowanie bardzo dokładnych modeli, uwzględniających w sposób systemowy złożoność zjawisk zachodzących w ruchu w mieście.

Konieczność uwzględnienia wzajemnie sprzecznych potrzeb podmiotów zaangażowanych w planowanie czynności prowadzonych w obszarze pasa drogowego oraz użytkowników systemu transportowego i mieszkańców miasta narażonych bezpośrednio na oddziaływanie zakłóceń spowodowanych wprowadzeniem tymczasowej organizacji ruchu wymusza również potrzebę **zastosowania metod wielokryterialnych w procesie wspomagającym planowanie tymczasowej organizacji ruchu**. Na tej podstawie najczęściej otrzymuje się rozwiązania kompromisowe, czyli takie, które najbardziej są zbliżone do rozwiązania idealnego.

Omówienie osiągniętych wyników badań – na podstawie prac [1 – 17]

Autorskim osiągnięciem przedstawionym w jednotematycznym cyklu publikacji pt. „Modele decyzyjne w planowaniu tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej” jest opracowanie **metodyki planowania tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej**, obejmującej:

- opis systemowy analizowanego zagadnienia,
- identyfikację problemów decyzyjnych występujących w procesie planowania tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej,
- identyfikację i zapis formalny elementów modelu planowania tymczasowej organizacji ruchu w ujęciu dynamicznym,
- identyfikację i zapis formalny ograniczeń wpływających na możliwości zastosowania określonych rozwiązań,
- identyfikację i zapis formalny kryteriów istotnych z punktu widzenia procesu decyzyjnego przy planowaniu tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej,
- modele matematyczne dla systemu wspomagającego proces decyzyjny przy planowaniu tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej,
- algorytmy rozwiązania problemów decyzyjnych,
- implementacja dla danych rzeczywistych.

W dotychczasowej literaturze poszczególne elementy tak zdefiniowanej metodyki podawane są w sposób rozproszony. Brakuje **kompleksowego podejścia** do planowania zmian w systemie transportowym związanych z wprowadzeniem tymczasowej organizacji ruchu. Często poszczególne rozwiązania traktowane są indywidualnie, bez uwzględnienia oddziaływań, jakie wywołują one w procesie kształtowania ruchu w mieście. Istotnym problemem w sytuacji planowanych zamknięć odcinków ulic jest również właściwa koordynacja robót i inwestycji prowadzonych w pasie drogowym, które mogą wystąpić jednocześnie. Obejmuje ona nie tylko analizy związane z doborem odpowiedniego sposobu prowadzenia prac w obszarze zamkniętym dla ruchu, ale również wybór optymalnego wariantu organizacji ruchu. Zestawienie i uporządkowanie tych czynników stanowi istotny wkład habilitantki w rozwój dyscypliny Transport.

Metody wspomagania podejmowania decyzji związanych z planowaniem zmian w systemie transportowym miasta wymagają budowy odpowiedniego modelu matematycznego, składającego się z wielu modeli cząstkowych, opisujących m.in. strukturę sieci miejskiej i jej charakterystyki, sposób kształtowania przepływów potoków ruchu, zachowania użytkowników systemu w warunkach zakłóceń. Holistyczne podejście do zagadnienia polega na uwzględnieniu nie tylko wszystkich tych elementów, ale również ograniczeń i kryteriów istotnych dla różnych uczestników procesu decyzyjnego. Jednocześnie metody wykorzystywane w badaniach systemów złożonych muszą tworzyć spójną i logiczną metodykę. Takie podejście zostało przedstawione w pracach [1-17].

Ocena poziomu oddziaływania powinna być również uwzględniać **dynamiczne zmiany w strukturze ruchu** w sieci transportowej miasta. Ponadto efektywne zarządzanie ruchem drogowym wymaga podjęcia odpowiednich decyzji w sytuacjach krytycznych, np. wypadki, roboty drogowe, awarie czy inne nietypowe sytuacje drogowe. W tych przypadkach często niezbędna okazuje się identyfikacja poszczególnych składowych potoku ruchu przemieszczającego się określonym elementem sieci. Prowadzi to do konieczności odtworzenia **macierzy podróży**, stanowiącej odwzorowanie wielkości popytu transportowego w układzie relacji przemieszczania dla analizowanego przedziału czasu. Metody statyczne okazują się w takiej sytuacji mało przydatne. W związku z tym opracowywane są coraz bardziej złożone procedury, za pomocą których można oszacować elementy macierzy podróży na podstawie bieżących danych o ruchu. W dobie powszechnego monitorowania ruchu drogowego w miastach wykorzystanie takich danych do określania predykcyjnych wielkości potoku ruchu staje się wyzwaniem podejmowanym (z różnym skutkiem) już od wielu dekad za granicą. Zaowocowało to

opracowaniem coraz dokładniejszych metod opartych na nowoczesnych technikach modelowania. Modele te wykorzystywane są do budowy specjalistycznych narzędzi informatycznych, wchodzących w skład złożonych systemów zarządzania ruchem.

W publikacji [2] przedstawiono szeroki przegląd modeli statycznych i dynamicznych stosowanych w celu uzyskania macierzy podróży w sieciach miejskich. Zagadnienia związane z niekonwencjonalnym sposobem wyznaczania rozkładu przestrzennego ruchu kontynuowano, uzupełniono i uporządkowano w publikacji [12]. Pozwoliło to na **sformułowanie ogólnych założeń do budowy dynamicznego modelu ruchu** jako narzędzia pomocnego przy wyznaczaniu wielkości ruchu przemieszczającego się określonymi elementami sieci miejskiej w kolejnych przedziałach czasu. W modelu tym wykorzystywane są zarówno dane historyczne, jak i bieżące informacje, uzyskiwane z urządzeń monitorujących ruch, a cykliczne wahania ruchu wyznaczane są dla poszczególnych składników sieci przy ustalonym poziomie tolerancji, którego przekroczenie może być interpretowane jako pojawienie się **zakłócenia**. Odpowiednia identyfikacja takiego zakłócenia prowadzi do budowy modelu zakłóceń i określenia poziomu jego oddziaływania na system transportowy miasta. Algorytm dynamicznego modelu ruchu przedstawiony w publikacji [2] został następnie rozbudowany i wykorzystany przez habilitantkę w metodyce planowania tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej przedstawionej w monografii [17]. **Powiązanie klasycznego systemowego ujęcia zagadnienia z nowoczesnymi metodami bazującymi na wartościach natężeń ruchu na odcinkach sieci transportowej** jest istotnym osiągnięciem naukowym habilitantki.

Jednym z najważniejszych etapów modelowania ruchu w miastach jest odwzorowanie zachowań podróżnych związanych z decyzją o wyborze drogi. Problem ten jest szczególnie istotny w gęstych sieciach miejskich, dla których efektywne zarządzanie ruchem często wymaga określenia aktualnego rozkładu przestrzennego ruchu na podstawie chwilowych wartości natężeń ruchu na odcinkach sieci. W publikacji [3] zidentyfikowano najistotniejsze problemy związane z modelowaniem procesów decyzyjnych dotyczących wyboru drogi przez użytkowników transportu indywidualnego w sieciach miejskich. Na tym tle przedstawiono najczęściej stosowane modele oraz sformułowano i sformalizowano kryterium wyboru drogi z wykorzystaniem teorii użyteczności jako uogólniony koszt przemieszczania daną drogą w określonym przedziale czasu. Podkreślono również szczególną rolę informacji w procesie podejmowania decyzji.

Publikacja [3] pozwoliła na dalsze badania w zakresie modelowania zachowań podróżnych w warunkach zakłóceń, czego efektem jest model przedstawiony w pracy [4]. Model ten został zbudowany na podstawie analizy procesu decyzyjnego podróżnych w sytuacji zamknięcia ulicy w przypadku możliwości przeniesienia ruchu na drogi alternatywne. W opracowanym modelu uwzględniono oszacowanie poziomu wiedzy użytkowników o aktualnych zakłóceniach występujących w sieci miejskiej oraz sformułowano funkcję czasu przemieszczania w zależności od momentu uzyskania informacji o rozpoczęciu i zakończeniu zamknięcia odcinka drogi. Takie podejście stanowi oryginalny wkład habilitantki w rozwój dyscypliny Transport. Model przedstawiony w pracy [4] został rozbudowany i uwzględniony w metodyce planowania tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej opisanej w monografii [17].

Konsekwencje zakłóceń w sieci transportowej miasta są znacznie szersze niż wzrost czasu podróżowania i powinny być rozpatrywane jako problem zredukowanej efektywności całego systemu transportowego w mieście. W artykule [5], na podstawie dostępnej literatury, przedstawiono przegląd i klasyfikację czynników wpływających na występowanie kongestii i zakłóceń w ruchu drogowym. Praca ta wytyczyła kierunki dalszych badań w zakresie analiz zakłóceń i ich oddziaływań, czego efektem była publikacja [6], w której m.in. przedstawiono różne miary stosowane do oceny podatności sieci drogowej na zakłócenia. Natomiast w artykule [13] do identyfikacji poziomu zakłócenia na odcinku drogi wykorzystano zależności pomiędzy podstawowymi charakterystykami strumienia ruchu. Artykuł ten zawiera również szeroki przegląd literatury w zakresie rozwoju teorii związanej z fundamentalnym diagramem ruchu.

Dynamiczne odwzorowanie ruchu jest szczególnie istotne przy sporządzaniu prognoz krótkoterminowych wykorzystywanych w systemach zarządzania ruchem. Publikacja [14] zawiera opis systemowy zarządzania kongestią w mieście z uwzględnieniem wpływu tego zarządzania na procesy decyzyjne użytkowników systemu transportowego. Ponadto scharakteryzowano rozwiązania w zakresie usług ITS na różnych poziomach zarządzania oraz przedstawiono problem wyboru usług ITS w mieście jako zagadnienie optymalizacyjne. Publikacja [14] zawiera również zapis formalny miar płynności ruchu jako kryteriów optymalizacji ruchu w sieci miejskiej. Problematyka ta była kontynuowana przez habilitantkę jako zagadnienie badawcze, czego efektem jest systemowy opis funkcjonalnej integracji usług ITS w kontekście modelowania ruchu przedstawiony w pracy [15], zawierającej również analizę praktycznych aspektów

wdrożenia usług ITS na przykładzie wybranego odcinka przeplatania zlokalizowanego w Aglomeracji Górnośląskiej.

Kontynuację zagadnień przedstawionych w publikacjach [2-5] stanowi formalizacja odwzorowania przepływu potoków ruchu w sieci miejskiej zamieszczona w pracy [11]. W opracowanym modelu istotną rolę pełnią decyzje podejmowane przez użytkowników systemu transportowego w zależności od poziomu kongestii wyrażone w postaci prawdopodobieństwa wyboru drogi. Ze względu na indywidualne reakcje użytkowników sieci transportowej, do odwzorowania struktury ruchu i jego dynamiki nie wystarczają jedynie analogie nawiązujące do zasad obowiązujących w naukach mechanicznych. Należy również sięgać po modele wykorzystywane w opisie zachowań ludzkich stosowane w socjologii, demografii czy psychologii. W publikacji [11] zamieszczono również klasyfikację i przegląd metod wykorzystywanych do odwzorowania przepływu potoków ruchu, które stanowiły podstawę przy określeniu sposobu wyznaczania składowych potoku ruchu na odcinku dla potrzeb analizy zakłóceń i kongestii w sieci miejskiej.

Jak wcześniej wykazano, obszar miejski jest złożonym układem przestrzenno-strukturalnym, w którym poszczególne podsystemy są ze sobą ściśle powiązane. Wobec tego struktura sieci miejskiej musi być odwzorowana w taki sposób, żeby umożliwiać w jak najszerszym zakresie analizę wzajemnych oddziaływań. W publikacji [1] zaprezentowano formalizację modelu sieci dla publicznego transportu zbiorowego wykorzystanego w dalszych badaniach do oceny jakości usług przewozowych. Głównym założeniem budowy takiego modelu była możliwość uwzględnienia warunków ruchu w sieci drogowej i oceny ich wpływu na punktualność pojazdów publicznego transportu zbiorowego. Bardziej rozbudowane i uogólnione podejście do budowy modelu sieci miejskiej przedstawiono w publikacji [7], w której sformalizowano strukturę sieci miejskiej wyodrębniając w niej zarówno istniejące w rzeczywistości elementy w postaci sieci transportowych różnych podsystemów transportowych, jak i abstrakcyjne odwzorowania pomocne w uwzględnieniu wzajemnych powiązań pomiędzy poszczególnymi elementami różnych podsystemów transportowych oraz pomiędzy nimi a otoczeniem.

Budowa modelu sieci miejskiej pozwoliła na sformułowanie modelu przemieszczeń z uwzględnieniem różnych podsystemów transportowych dla potrzeb oceny wariantów organizacji ruchu w czasie zajęcia pasa drogowego z punktu widzenia minimalizacji czasu przemieszczania, co przedstawiono w artykule [8]. Uogólniony koszt podróży jako

jedno z najistotniejszych kryteriów optymalizacji odwzorowuje subiektywne postrzeganie uciążliwości przemieszczania w sieci miejskiej w warunkach zajęcia pasa drogowego. Innym kryterium może być bezpieczeństwo rozpatrywane zarówno z punktu widzenia uczestników ruchu, jak i osób prowadzących różnego rodzaju czynności w strefie robót drogowych. Problematykę tą podjęto w publikacjach [9, 10]. Szczególną uwagę zwrócono w nich na potrzebę kompleksowego ujęcia analiz bezpieczeństwa, które powinno mieć charakter wielopoziomowy i obejmować koordynację zadań realizowanych przez różne podmioty, tj. planistów, projektantów, inżynierów ruchu, robotników czy operatorów sprzętu budowlanego. Zestawiono również najczęściej stosowane sposoby poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w czasie prowadzenia robót drogowych oraz scharakteryzowano niektóre z działań podejmowanych w tym zakresie w ramach różnych programów badawczych.

Ze względu na złożoność systemu transportowego i jego otoczenia, model decyzyjny nie może ograniczać się jedynie do użytkowników sieci transportowej i odwzorowywać kryteriów istotnych dla tej grupy. Skutki wprowadzania określonego wariantu tymczasowej organizacji ruchu trzeba rozpatrywać z punktu widzenia postrzegania ich uciążliwości dla różnych podmiotów, wykorzystując przy tym miary zróżnicowane dla każdego z nich. Wielopłaszczyznowe ujęcie oddziaływania określonego wariantu tymczasowej organizacji ruchu w sieci miejskiej wymaga więc uwzględnienia różnych kryteriów, co prowadzi do konieczności szukania rozwiązań opartych na **optymalizacji wielokryterialnej**. Jednak zarówno w rozprawie doktorskiej habilitantki nt. „Optymalizacja zamknięć ulic w złożonych sieciach transportowych”, jak i w jej późniejszych pracach związanych z tematyką planowania tymczasowej organizacji ruchu [1-15] problem wyboru optymalnego wariantu był traktowany jako problem jednokryterialny. Lukę tę wypełnia monografia [17], która stanowi podsumowanie i rozwinięcie wcześniejszych prac habilitantki w zakresie planowania tymczasowej organizacji ruchu.

W monografii [17] przedstawiono wielokryterialne modele decyzyjne planowania tymczasowej organizacji ruchu. Zostały one zapisany w sposób formalny uwzględniając, z naukowego punktu widzenia, wszystkie elementy w zakresie wielokryterialnego wspomaganie decyzji. Modele planowania tymczasowej organizacji ruchu określone zostały z wykorzystaniem następujących elementów:

- modelu sieci miejskiej, przedstawiającego strukturę sieci miejskiej oraz charakterystyki określone na elementach tej struktury,

- potoku ruchu, rozumianego jako odwzorowanie realizowanego lub planowanego popytu transportowego,
- organizacji ruchu w sieci miejskiej, rozumianej jako sposób rozłożenia potoków ruchu dla poszczególnych relacji przemieszczania na elementy struktury sieci miejskiej uwarunkowany kryteriami rozpatrywanymi z punktu widzenia jej użytkowników,
- modelu zakłóceń, rozumianego jako odwzorowanie zachowań transportowych użytkowników sieci miejskiej w warunkach tymczasowej organizacji ruchu z uwzględnieniem poziomu ich wiedzy o warunkach ruchu,
- modelu czasu, przedstawiającego sposób odwzorowania zmienności pozostałych elementów modelu tymczasowej organizacji ruchu w czasie,
- modelu zdarzeń wymagających wprowadzenia tymczasowej organizacji ruchu, obejmującego strukturę powiązań pomiędzy zdarzeniami oraz ich charakterystykę, a także warianty techniczne tymczasowej organizacji ruchu oraz potencjał niezbędny do ich realizacji.

Każde z zadań optymalizacyjnych wykorzystywanych w procesie planowania polega na wyznaczeniu **harmonogramu** rozumianego jako przyporządkowanie każdemu planowanemu zadaniu (zdarzeniu) określonego wariantu technicznego tymczasowej organizacji ruchu oraz przedziału czasu jego występowania przy następujących danych:

- strukturze sieci miejskiej,
- charakterystykach opisanych na elementach struktury,
- wielkościach popytu transportowego,
- planowanych zadaniach określanych jako zdarzenia i ich charakterystykach,
- potencjałach wykonawców planowanych zadań,
- wariantach tymczasowej organizacji ruchu i ich charakterystykach

oraz spełnieniu:

- warunków wynikających z charakterystyk struktury sieci miejskiej,
- ograniczeń warunkujących realizację planowanych przedsięwzięć,
- ograniczeń wynikających z zastosowanej technologii prowadzonych prac,
- warunków i ograniczeń nałożonych na potok ruchu,

w taki sposób, aby kryterium oceny jakości rozwiązania wyrażone w **postaci wektorowej funkcji celu** przyjęło wartość ekstremalną.

Sformułowana wektorowa funkcja celu zawiera kilka funkcji cząstkowych, z których każda stanowi ocenę dla poszczególnych uczestników procesu decyzyjnego. Opracowane modele decyzyjne oraz wektorowe funkcje celu dla każdego z nich stanowią oryginalne osiągnięcia autorki monografii [17]. W dotychczasowych modelach brakuje bowiem syntetycznego ujęcia zależności pomiędzy poszczególnymi elementami systemu transportowego miasta oraz uwzględnienia relacji zachodzących pomiędzy zdarzeniami mającymi miejsce w sieci miejskiej.

Istotnym problemem jest również właściwa **koordynacja zdarzeń**, które mogą wystąpić jednocześnie. Jak dotąd problem ten był dość marginalnie traktowany zarówno w opracowaniach teoretycznych, jak i rozwiązaniach praktycznych. Często analizy dotyczą jedynie poszukiwania najlepszego rozwiązania dla pojedynczych wariantów tymczasowej organizacji ruchu. W bardziej złożonych badaniach problem decyzyjny polega na wyborze najlepszego rozwiązania spośród kilku zaproponowanych wariantów. Uwzględniają one wprawdzie określoną konfigurację zdarzeń, jednak organizacja ta opracowywana jest często w sposób intuicyjny. Uzyskiwane w ten sposób rozwiązania mają charakter statyczny i bazują na uśrednionych wartościach. W monografii [17] problem koordynacji zdarzeń planowanych w sieci miejskiej przedstawiony został w ujęciu dynamicznym. Autorka opracowała algorytm koordynacji, w którym uwzględniono zależności ruchowe, strukturalne, czasowe i technologiczne pomiędzy określonymi zdarzeniami w poszczególnych przedziałach czasu. Wynikają one nie tylko z cyklicznych wahań ruchu w sieci miejskiej, ale również z uwarunkowań techniczno-organizacyjnych związanych ze sposobem prowadzenia prac w obszarze pasa drogowego. Z jednej strony zawężają więc obszar decyzyjny, z drugiej – pomagają wybrać najkorzystniejszy wariant tymczasowej organizacji ruchu. Takie ujęcie problemu ma charakter oryginalny i stanowi istotny wkład habilitantki w rozwój dyscypliny Transport.

Innym oryginalnym podejściem jest uwzględnienie przy budowie modelu planowania tymczasowej organizacji ruchu dwóch zależnych od siebie procesów decyzyjnych:

- procesu decyzyjnego planisty i organizatora dotyczącego zarządzania ruchem w sieci miejskiej,
- procesu decyzyjnego użytkowników systemu transportowego miasta dotyczącego sposobu przemieszczania w sieci miejskiej.

Procesy te są silnie za sobą powiązane i decydują o kształtowaniu ruchu w sieci miejskiej. W wielu dotychczasowych modelach brakuje uwzględnienia reakcji

użytkowników na wprowadzane zmiany w organizacji ruchu zakładając, że posiadają oni pełną wiedzę o warunkach ruchu i postępują w sposób racjonalny wybierając sposób przemieszczania w sieci miejskiej.

Monografia [17] zawiera szeroki opis autorskiego kompleksowego ujęcia zagadnienia obejmujący koordynację jednoczesnej realizacji planowanych zdarzeń w sieci miejskiej. Sformułowane zadanie optymalizacyjne podzielono na dwa poziomy. Zadanie I poziomu polega na wyznaczeniu optymalnego wariantu tymczasowej organizacji ruchu dla każdego planowanego zadania przy ustalonym przedziale czasie jego występowania. Dokładną budowę tego modelu wraz z opisem formalnym oraz przykładem zastosowania zamieszczono w publikacji [16]. Wyniki uzyskane z rozwiązania zadania I poziomu w postaci wektorów zawierających uszeregowane numery wariantów technicznych tymczasowej organizacji ruchu dla każdego pojedynczego zdarzenia są następnie wykorzystywane w zadaniu II poziomu, w którym następuje wyznaczanie optymalnego przedziału czasu występowania planowanego zdarzenia. Zadania te są ze sobą silnie powiązane. W efekcie takiego postępowania otrzymuje się optymalny harmonogram dla wszystkich zdarzeń planowanych w okresie analizy. Elementem wspomagającym model decyzyjny jest dynamiczny model przemieszczeń, którego strukturę przedstawiono w sposób formalny w monografii [17]. Uwzględnienie sposobu przepływu potoku przez sieć przedstawionego w publikacji [11] pozwoliło na dynamiczne podejście do analizowanych problemów. Zastosowanie takiego modelu pozwala na dokładniejszą ocenę poziomu oddziaływań analizowanych rozwiązań i wybór najlepszego wariantu z uwzględnieniem zmian zachodzących w systemie transportowym miasta w poszczególnych przedziałach czasu.

Wymiernym efektem jest opracowanie algorytmów, które pozwalają na kompleksowe podejście do rozwiązania problemów decyzyjnych. W proponowanej metodyce można wykorzystać istniejące specjalistyczne narzędzia informatyczne. Ze względu na to, że wielu praktyków korzysta już z określonego oprogramowania jest to istotną zaletą tego podejścia, gdyż umożliwia stosowanie proponowanej metodyki bez zmiany używanych dotychczas narzędzi informatycznych. W przypadku, gdy takie narzędzia są niedostępne, metodyka pozwala również na opracowanie dedykowanych procedur i budowę oryginalnych aplikacji komputerowych, które mogłyby mieć zastosowanie w planowaniu tymczasowej organizacji ruchu.

Udział w projekcie badawczym NB-67/RT5/2009, którego celem była analiza zachowań transportowych mieszkańców Aglomeracji Górnośląskiej, a następnie budowa

modelu ruchu dla tego obszaru i sporządzenie prognoz ruchowych, pozwolił na implementację proponowanej metodyki na danych rzeczywistych. W monografii [17] zamieszczono przykłady zastosowania opracowanej metodyki z wykorzystaniem różnych metod wielokryterialnego wspomaganie podejmowania decyzji.

Opracowana metodyka wielokryterialnego wspomaganie podejmowania decyzji ma charakter uniwersalny dzięki możliwości doboru różnych funkcji kryterialnych oraz wykorzystania różnych metod optymalizacji wielokryterialnej. W związku z tym może znaleźć zastosowanie w procesie planowania czasowych zmian w organizacji ruchu w sieciach miejskich przy zróżnicowanych uwarunkowaniach strukturalno-ruchowych.

Omówienie wykorzystania osiągniętych wyników badań – na podstawie prac [1–17]

Wyniki badań uzyskane na podstawie prac [1-17] doprowadziły do osiągnięć, które można wykorzystać m.in. w zakresie:

- opracowania systemu efektywnego zarządzania ruchem z wykorzystaniem dynamicznego modelu przemieszczeń,
- poprawy bezpieczeństwa w czasie wykonywania robót drogowych,
- wyboru optymalnego wariantu technicznego tymczasowej organizacji ruchu,
- przeprowadzania analiz ruchowych dla różnych rozwiązań wariantowych,
- sporządzania prognoz ruchowych przy określonych założeniach stanu infrastruktury transportowej i jej charakterystyk,
- opracowania systemu wspomagającego koordynację przedsięwzięć prowadzonych w obszarze miasta,
- opracowania optymalnych rozwiązań w sytuacji kryzysowych przy założeniu różnych scenariuszy zdarzeń mających miejsce w sieci miejskiej,
- budowy profesjonalnego narzędzia informatycznego wspomagającego w sposób kompleksowy proces decyzyjny przy planowaniu zmian w organizacji ruchu.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych

Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych zamieszczono w załączniku 4 w pliku "**hab-4.pdf**".

5.1. Działalność naukowo-badawcza przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych - lata 1994-2004

Przed obroną pracy doktorskiej dorobek habilitantki koncentrował się zasadniczo wokół tematyki związanej z **planowaniem zamknięć ulic w gęstych sieciach transportowych**. Analizy dotyczące budowy modelu planowania zamknięć ulic w gęstych sieciach transportowych zostały zapoczątkowane badaniami wykonanymi w ramach pracy [III.A.1.1]. W publikacjach [II.A.2.1, II.A.2.2] zamieszczono wyniki analizy statystycznej dotyczącej zamknięć w sieci drogowo-ulicznej przeprowadzonych na terenie miasta Katowice. Analiza ta wykazała rozmiar problemu oraz potrzebę budowy odpowiedniego narzędzia symulacyjnego, które odwzorowywałoby wpływ lokalizacji i czasu trwania zamknięć w gęstej sieci transportowej na warunki ruchu oraz wskazywałoby optymalne ich rozmieszczenie. W ujęciu badawczym zastosowano opis statystyczny, co pozwoliło na poszerzenie wiedzy w tym zakresie.

W planowaniu zamknięć w złożonych sieciach transportowych ważnym elementem jest odpowiednia organizacja danych wykorzystywanych w dalszych analizach. Wymusiło to potrzebę budowy odpowiednio skonstruowanej bazy danych zawierającej zarówno informacje o strukturze sieci drogowej, jak i wielkości potoków ruchu przemieszczających się po odcinkach tej sieci [II.A.1.5]. W ramach badań statutowych Politechniki Śląskiej [III.A.1.2] prowadzonych przez habilitantkę powstały również inne narzędzia informatyczne wykorzystywane do wspomagania planowania zamknięć w sieciach uliczno-drogowych, tj. aplikacje służące do wyznaczania przepustowości i oceny warunków ruchu na skrzyżowaniach bez sygnalizacji świetlnej [II.A.1.6] oraz na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną [II.A.1.8, II.A.1.9]. Aplikacje te zostały skonstruowane w taki sposób, aby umożliwiać łatwe komunikowanie się z wcześniej opracowaną bazą danych, która została uzupełniona o wartości parametrów geometryczno-ruchowych dla śródmieścia Katowic. Zapewniało to ciągłą aktualizację danych na podstawie informacji o rzeczywistych warunkach ruchu w sieci transportowej miasta. Działania te wymusiły dokładne zapoznanie się z procesem budowy modelu symulacyjnego, począwszy od opisu struktury danych wejściowych i wyjściowych, poprzez algorytmizację zagadnienia, a skończywszy na budowie narzędzi informatycznych. Osiągnięte wyniki zostały zaprezentowane na II Międzynarodowej Konferencji Naukowej nt. „Transport Systems Telematics” [II.A.3.2].

Budując model optymalizacyjny szczególną uwagę zwrócono na problematykę koordynacji zamknięć ulic w gęstych sieciach transportowych. W publikacji [II.A.1.4] przedstawiono model rozmieszczeń zamknięć na sieci drogowo-ulicznej, który w znacznej mierze oparty był na modelu opracowanym dla sieci kolejowej. Głównym założeniem modelu było wykorzystanie macierzy związków ruchowych do określenia wspólnych strat czasu, a następnie minimalizacja tych strat dla założonego układu zamknięć. Ponadto przedstawiono algorytm koordynacji zamknięć. Zarówno model matematyczny, jak i algorytm koordynacji zamknięć wielokrotnie udoskonalano [II.A.2.3, II.A.2.4]. Wymusiło to dokładne poznanie oraz opanowanie techniki modelowania matematycznego przez habilitantkę.

Dla potrzeb planowania zamknięć w gęstych sieciach transportowych w ramach badań statutowych [III.A.1.3] opracowano metodę wyznaczania macierzy związków ruchowych pomiędzy poszczególnymi odcinkami sieci drogowej oraz aplikację komputerową wspomagającą proces obliczeniowy [II.A.1.7]. W kolejnej publikacji na ten temat [II.A.1.13] przedstawiono formalizację rozbudowanej wersji tej metody, w której zadanie optymalizacyjne sformułowano jako minimalizację sumy odchyień pomiędzy wartościami potoków zaobserwowanych i uzyskanych w trakcie obliczeń dla poszczególnych odcinków sieci przy założeniu minimalizacji czasu podróży dla użytkowników pojazdów indywidualnych. Opracowane przez habilitantkę algorytmy pozwoliły na uzyskanie ostatecznej wersji metodyki koordynacji zamknięć ulic opartej na analizie związków ruchowych pomiędzy poszczególnymi odcinkami sieci drogowej, która wraz z opisem narzędzia informatycznego wspomagającego proces obliczeniowy została zamieszczona w publikacji [II.A.1.11]. Jest ona wynikiem analiz prowadzonych w ramach badań statutowych [III.A.1.4].

Kontynuacja prac w zakresie tematyki planowania zamknięć w gęstych sieciach transportowych polegała na opracowaniu metodyki wyznaczania globalnych strat czasu wynikających z wprowadzenia różnych wariantów organizacji ruchu. Algorytmy zaprezentowane w publikacjach [II.A.1.10, II.A.1.12] uwzględniają sytuacje, w których ruch w całości lub w części przenoszony jest na drogi alternatywne. Do wyznaczenia wartości strat czasu w takich przypadkach opracowano oryginalne oprogramowanie. Ponadto w ramach pracy [III.A.1.5] sformułowano model wyznaczania strat czasu dla grupy zamknięć jednoczesnych w sieciach drogowych [II.A.1.14].

Podsumowaniem dotychczasowych osiągnięć w zakresie planowania zamknięć w sieciach drogowych była rozprawa doktorska nt. „Optymalizacja zamknięć ulic

w złożonych sieciach transportowych” [I.1.1] obroniona na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. W pracy przedstawiono model matematyczny optymalnego rozmieszczenia zamknięć w sieci ulic oraz sformułowano metodę optymalizacji zamknięć ulic. Jako kryterium przyjęto globalne straty czasu w sieci miejskiej. Ponadto w rozprawie doktorskiej przedstawiono zmodyfikowane algorytmy obliczeniowe, na podstawie których zbudowano narzędzia komputerowe wspomagające proces planowania zamknięć w sieci drogowej.

Innym obszarem badawczym podejmowanym przez habilitantkę przed obroną pracy doktorskiej była **automatyzacja pomiarów w ruchu drogowym**. Problematyka ta została zapoczątkowana bezpośrednio po zakończeniu studiów technicznych na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej i obronie pracy magisterskiej nt. „Zastosowanie urządzeń rejestrujących w badaniach ruchu drogowego”. Praca dotyczyła opracowania narzędzia informatycznego, które umożliwiłoby wykorzystanie rejestratora zdarzeń w różnego typu pomiarach w ruchu drogowym. Aplikacja komputerowa opracowana przez habilitantkę przetwarzała dane transmitowane z urządzenia rejestrującego i umożliwiała analizę wyników pomiarów. Przykłady wykorzystania tego narzędzia informatycznego w pomiarach ruchu drogowego zamieszczono w publikacji [II.A.1.1].

Obszarem badawczym podejmowanym przez habilitantkę była również **analiza parkowania**. Na podstawie danych uzyskanych z badań patrolowych opracowano najważniejsze charakterystyki związane z parkowaniem w śródmieściu Katowic, a następnie wykonano analizę porównawczą dla okresu kilkuletniego. Wyniki zamieszczono w publikacjach [II.A.1.2, II.A.1.3]. Badania te pozwoliły dokładniej poznać aparat statystyczny wykorzystywany w analizie ilościowej danych pomiarowych.

Omówione wyżej prace prowadzone były głównie w ramach badań statutowych Politechniki Śląskiej [III.A.1.1-III.A.1.5]. Uzyskane wyniki zostały zaprezentowane na konferencjach krajowych i międzynarodowych [II.A.3.1-II.A.3.4].

5.2. Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych - lata 2005-2015

Działalność naukowa habilitantki po obronie pracy doktorskiej dotyczyła kilku ściśle ze sobą powiązanych obszarów badawczych, wśród których można wyodrębnić:

- analizy przepustowości i ocenę warunków ruchu w sieci drogowo-ulicznej,
- modelowanie podróży w sieciach miejskich,

- ocenę jakości komunikacji miejskiej,
- analizy możliwości zastosowania narzędzi ITS w aspekcie zarządzania ruchem,
- planowanie tymczasowej organizacji ruchu w gęstych sieciach transportowych.

Analizy przepustowości i ocena warunków ruchu w sieci drogowo-ulicznej

Tematyka związana z analizami przepustowości i oceną warunków ruchu w sieci drogowo-ulicznej została podjęta przez habilitantkę w ramach prac [III.B.1.1, III.B.1.2]. W publikacjach [II.B.2.1, II.B.2.2] scharakteryzowano podstawowe modele baz danych, zaproponowano wykorzystanie strumieniowych baz danych DSMS w analizie potoków ruchu i przedstawiono koncepcję rejestrowania strumienia danych. Przetwarzanie danych z wykorzystaniem komend w języku CQL zrealizowano w systemie DSMS: STREAM. Sposób wykorzystania strumieniowego modelu baz danych do gromadzenia danych oraz dynamicznego wyznaczania przepustowości i oceny warunków ruchu przedstawiono w artykule [II.B.2.3]. Inne analizy przepustowości wraz z oceną warunków ruchu wykonane przez habilitantkę w ramach prac [III.B.1.6, III.B.1.8, III.B.1.9] oraz [III.B.3.2] oparte były na wynikach pomiarów przeprowadzonych na obiektach rzeczywistych. Rezultaty badań zamieszczono w publikacjach [II.B.2.22, II.B.2.29, II.B.2.34, II.B.2.35, II.B.3.5].

Modelowanie podróży w sieciach miejskich

Chociaż zagadnienia związane z modelowaniem podróży pojawiły się po raz pierwszy już w pracy doktorskiej habilitantki to badania na danych rzeczywistych zostały zapoczątkowane wraz z rozpoczęciem badań zachowań transportowych mieszkańców Aglomeracji Górnośląskiej prowadzonych w ramach pracy [III.B.3.1] w celu budowy modelu ruchu dla tego obszaru, a następnie sporządzenia prognoz ruchowych. Wyniki tych badań w syntetycznej formie opublikowano w artykule [II.B.2.10]. Doświadczenie zdobyte podczas budowy modelu podróży pozwoliły na opracowanie publikacji [II.B.2.12], w której przedstawiono typowe błędy, które powstają na poszczególnych etapach konstrukcji i kalibracji modelu podróży. Publikacja zawiera również charakterystykę wybranych problemów występujących podczas gromadzenia danych wykorzystywanych do budowy modelu transportowego. Materiał zebrany podczas badań zachowań transportowych prowadzonych w Aglomeracji Górnośląskiej posłużył także do przedstawienia problematyki związanej z rolą komodalności w poprawie mobilności w aglomeracjach w publikacji [II.B.1.5].

Zasadniczą częścią modelowania podróży jest wyznaczanie rozkładu przestrzennego ruchu, czyli określenie macierzy podróży, która stanowi matematyczne odwzorowanie popytu transportowego w układzie relacji przemieszczania i może być budowana dla poszczególnych środków transportu, dla określonych interwałów czasu, dla różnych motywacji podróży oraz grup uczestników ruchu. W zależności od wykorzystania modelu ruchu i sporządzanych prognoz oraz stopnia dokładności dostępnych danych przy wyznaczaniu macierzy podróży wykorzystuje się różne metody. Szeroką klasyfikację tych metod z punktu widzenia różnych kryteriów przedstawiono w publikacji [II.B.2.13]. Praca ta stanowiła punkt wyjścia do dalszych badań w zakresie poszukiwania najefektywniejszych metod wyznaczania rozkładu przestrzennego ruchu. Szczególną grupę stanowią metody, w których wykorzystuje się wielkości natężeń na odcinkach sieci transportowej. Takie podejście można stosować w dynamicznym sterowaniu i zarządzaniu ruchem. W ramach pracy [III.B.1.4] podjęto działania zmierzające do opracowania algorytmu obliczeniowego, a następnie budowy specjalistycznego oprogramowania. W wyniku tego w publikacjach [II.B.1.4, II.B.2.9, II.B.2.11] przedstawiono w sposób uogólniony proces obliczeniowy, natomiast w artykule [II.B.2.16] zaprezentowano aplikację komputerową opracowaną na podstawie autorskiej koncepcji. W opracowanym modelu funkcją celu była suma wartości bezwzględnych odchyłeń pomiędzy wartościami potoków zaobserwowanych i uzyskanych w trakcie obliczeń. Wartość ta była obliczana dla każdego przedziału czasu. Opracowane przez habilitantkę autorskie oprogramowanie ma strukturę modułową, gdzie na etapie początkowym zastosowano proste modele cząstkowe. Aplikacja po odpowiedniej rozbudowie może być również częścią składową bardziej złożonego systemu zarządzania, wykorzystującego informację o aktualnym stanie sieci do sterowania ruchem.

Tematyka związana z budową macierzy podróży z wykorzystaniem danych o wielkości potoku ruchu na poszczególnych odcinkach sieci transportowej jest nadal kontynuowana przez habilitantkę, czego przykładem jest publikacja [II.B.2.32]. Obecnie, wobec coraz bardziej powszechnego monitorowania obszarów miejskich, wykorzystanie metod niekonwencjonalnych do aktualizacji wartości elementów macierzy podróży staje się coraz bardziej atrakcyjną alternatywą wobec metod klasycznych, które stosowane dla specyficznych przedziałów czasu (godzina szczytu komunikacyjnego lub doba) nie uwzględniają chwilowych zakłóceń w rozkładzie przestrzennym ruchu wynikających

z pór dnia, sezonowości, organizacji imprez masowych, robót drogowych czy warunków atmosferycznych.

Jednym z najważniejszych etapów modelowania ruchu w miastach jest odwzorowanie zachowań podróżnych związanych z decyzją o wyborze drogi. Problem ten jest szczególnie istotny w gęstych sieciach miejskich, w których ruch z miejsca źródłowego do docelowego rozkładany jest na określoną liczbę dróg. Wybór każdej z nich uwarunkowany jest wieloma czynnikami, w tym uciążliwością przemieszczania wyrażoną odpowiednio sformułowaną funkcją oporu. Zagadnienia te podejmowane były w ramach pracy [III.B.1.5]. Modelowanie wyboru drogi jest zasadniczym elementem planowania zamknięć ulic w sieciach miejskich. W publikacji [II.B.2.14] dokonano przeglądu różnych funkcji oporu oraz algorytmów rozłożenia potoków ruchu na sieć transportową. Na tej podstawie sformułowano jednokryterialne zadanie oparte na minimalizacji globalnych strat czasu w sieci oraz zaproponowano schemat postępowania w przypadku konieczności przeniesienia ruchu na drogi alternatywne. Czas przemieszczania, który jest podstawowym atrybutem drogi, w sposób zasadniczy wpływający na zachowanie podróżnych, może być w różny sposób postrzegany przez poszczególnych użytkowników sieci w zależności od czynników obiektywnych i subiektywnych. Dynamiczny model procesu decyzyjnego wymaga bardziej szczegółowej reprezentacji zachowania użytkowników sieci niż klasyczny model równowagi. W publikacji [II.B.2.15] przedstawiono w postaci analitycznej różne modele wyboru drogi wyrażone w postaci prawdopodobieństw zależnych od postrzeganego kosztu przemieszczania. W przypadku podróży realizowanych publicznym transportem zbiorowym problem wyboru drogi jest szczególnie złożony, gdyż zależy nie tylko od informacji oraz możliwych wariantów przemieszczania, ale również od chwilowych preferencji poszczególnych podróżnych w aspekcie jakości oferowanego pakietu usług przewozowych. Dlatego też właściwe modelowanie procesu decyzyjnego wpływa na wiarygodność modelowania popytu, a w konsekwencji również modelu systemu publicznego transportu zbiorowego. W artykule [II.B.3.2] wyszczególniono czynniki wpływające na proces decyzyjny, przedstawiono rozwój metod modelowania tych zagadnień oraz scharakteryzowano modelowanie procesów decyzyjnych podróżnych w ujęciu teorii użyteczności. Opisano także modele zachowań podróżnych w ujęciu dynamicznym. Problem segregacji popytu transportowego dla poszczególnych przedziałów czasu analizowano w publikacji [II.B.2.17]. Na tej podstawie

scharakteryzowano najczęściej stosowane modele wyboru drogi z wykorzystaniem dynamicznej teorii użyteczności.

Pozostałe artykuły z zakresu modelowania podróży w sieciach miejskich opublikowane przez habilitantkę dotyczyły między innymi analizy postrzeganego czasu podróży w celu określenia potencjału kolei w przewozach w Aglomeracji Górnośląskiej [II.B.1.1] oraz opracowania koncepcji, a następnie metody podziału obszaru na rejony transportowe [II.B.2.7, II.B.2.8]. Ciekawy problem badawczy przedstawiono również w publikacji [II.B.3.6] analizując strukturę podróży fakultatywnych i względnie obligatoryjnych na przykładzie miast Aglomeracji Górnośląskiej.

Doświadczenia nabyte przez habilitantkę podczas analiz związanych z modelowaniem podróży w sieci miejskiej pozwoliły na zapoznanie się z aparatem matematycznym stosowanym w tym zakresie, co zostało wykorzystane przy budowie modeli decyzyjnych wspomagających proces planowania tymczasowej organizacji ruchu.

Ocena jakości komunikacji miejskiej

Innym zagadnieniem badawczym podejmowanym przez habilitantkę jest ocena jakości komunikacji miejskiej. Badania w tym zakresie zostały zapoczątkowane w ramach pracy [III.B.1.3]. Dla potrzeb oceny jakości komunikacji miejskiej sformułowano model sieci dla publicznego transportu zbiorowego oraz opracowano oprogramowanie umożliwiające gromadzenie danych i wspomagające przeprowadzanie analiz w tym zakresie [II.B.2.4, II.B.2.5]. Wymusiło to dokładne rozpoznanie założeń teorii grafów i możliwości wykorzystania jej w opisie systemu transportowego miasta oraz analizach ruchu. Wiedza ta została następnie wykorzystana w budowie modeli decyzyjnych wspomagających proces planowania tymczasowej organizacji ruchu. Wyniki badań przeprowadzonych na obiektach rzeczywistych oraz ocenę jakości komunikacji miejskiej na podstawie wybranych charakterystyk zaprezentowano w publikacjach [II.B.1.2, II.B.2.5, II.B.3.1].

Analizy możliwości zastosowania narzędzi ITS w aspekcie zarządzania ruchem

Badania habilitantki w zakresie potrzeb i możliwości zastosowania narzędzi ITS w aspekcie zarządzania ruchem w znacznej mierze odniesione są do specyfiki Aglomeracji Górnośląskiej. W odróżnieniu od innych aglomeracji w Polsce występują tu charakterystyczne dla tego obszaru problemy: skali, struktury oraz administracyjne, które związane są z rozproszonym pomiędzy różne organy samorządowe zarządzaniem ruchem drogowym. Problemy te zostały zidentyfikowane i opisane w artykule [II.B.1.3],

w którym wyeksponowano również potrzebę aktualizacji macierzy podróży zgodnie z bieżącą sytuacją na drodze. Adaptacja modeli opartych na aktualizacji natężeń ruchu na poszczególnych odcinkach sieci drogowej w systemach zarządzania ruchem w gęstej sieci drogowej Aglomeracji Górnośląskiej wiąże się z przyjęciem istotnych założeń i ograniczeń dotyczących sposobu rejestracji danych wejściowych oraz złożoności obliczeniowej. W publikacji [II.B.3.3] zagadnienia te zostały uzupełnione szerokim przeglądem metod zarządzania popytem w aspekcie wykorzystania usług ITS. Uprzywilejowanie publicznego transportu zbiorowego, oczekiwane rezultaty wprowadzenia priorytetu dla pojazdów komunikacji miejskiej oraz koncepcja wdrożenia takiego priorytetu w ramach usług ITS były zagadnieniami omawianymi w publikacji [II.B.2.23].

Zarządzanie ruchem wymaga właściwej reakcji na kongestię oraz różnego typu zakłócenia w przepływie potoku ruchu. Badania w tym zakresie prowadzone były w ramach pracy [III.B.1.7]. Analiza oddziaływania usług ITS powinna mieć charakter kompleksowy. W tym celu warto wykorzystać narzędzia modelowania podróży. Zagadnienia te przedstawiono w publikacji [II.B.2.38], w której wykazano złożoność problematyki oraz sformułowano założenia do opisu formalnego. Działania minimalizujące negatywne skutki kongestii i zakłóceń powinny być podejmowane na różnych poziomach zarządzania ruchem: strategicznym, taktycznym oraz operacyjnym. Wymaga to ścisłej współpracy i koordynacji pomiędzy planistami, projektantami oraz operatorami ruchu drogowego. W artykule [II.B.2.33] przedstawiono strategię zarządzania kongestią w miastach. Zaprezentowano także koncepcję zintegrowanego podejścia do tego zagadnienia w aspekcie oczekiwanej płynności ruchu. Problematyka ta była kontynuowana w publikacji [II.B.2.39], w której przedstawiono formalizację zagadnienia z uwzględnieniem konfiguracji funkcjonalno-użytkowej ITS.

Wyznaczanie macierzy podróży w sposób dynamiczny wymaga właściwej identyfikacji natężeń ruchu w kolejnych przedziałach czasu. Takie podejście, wykorzystywane między innymi w zarządzaniu ruchem na poziomie taktycznym i operacyjnym, wymaga budowania krótkoterminowych prognoz ruchu opartych na znajomości macierzy podróży w poszczególnych przedziałach czasu. Jakość wyznaczonej macierzy O-D jest w znacznym stopniu uzależniona od jakości i ilości wprowadzanych danych, co z kolei jest uwarunkowane liczbą punktów pomiarowych w sieci. W dobie stosowania inteligentnych systemów transportowych (ITS) dane o natężeniu ruchu stają się coraz bardziej dostępne. Kluczowym problemem w tym zakresie jest identyfikacja

zbioru odcinków, na których należy przeprowadzić pomiary dające informację o wielkości potoków ruchu. Główne zadanie optymalizacyjne sprowadza się do wyznaczenia takich miejsc pomiarowych, które z jednej strony zapewnią odpowiednią jakość danych wejściowych, a z drugiej strony zminimalizują ich redundancję. Problemem tym zajmowano się w pracy [III.B.3.3] (Multimodalny System Monitorowania Ruchu Drogowego - projekt finansowany ze środków NCBiR w ramach programu „INNOTECH”) w ramach zadania nt. ”Opracowanie algorytmu umożliwiającego optymalne rozmieszczenie czujników multimodalnych”. W publikacji [II.B.2.26] przedstawiono formalizację tego zagadnienia, przyjmując jako kryteria optymalizacji liczbę punktów pomiarowych w sieci (kryterium minimalizowane) i wielkość zaobserwowanych potoków ruchu w sieci (kryterium maksymalizowane) oraz zamieszczono algorytm wyboru lokalizacji punktów pomiarowych i przykład obliczeniowy.

Planowanie tymczasowej organizacji ruchu w gęstych sieciach transportowych

Problematyka planowania tymczasowej organizacji ruchu w gęstych sieciach transportowych została podjęta przez habilitantkę w roku 2012, stanowiąc rozszerzone i uzupełnione ujęcie zagadnień analizowanych w pracy doktorskiej. Doświadczenia nabyte przy modelowaniu podróży pozwoliły na uwzględnienie tych aspektów zarówno przy całkowitym zamknięciu odcinka sieci dla ruchu, jak i częściowym zajęciu pasa drogowego. Modelowanie zachowań komunikacyjnych podróżnych wymaga kompleksowego podejścia z uwzględnieniem możliwości zastosowania nowoczesnych systemów informacyjnych. Jednocześnie analiza behawioralna związana z procesami decyzyjnymi powinna obejmować wszystkich użytkowników sieci. Dlatego w niektórych sytuacjach nie można bazować na modelach, które zakładają pełną wiedzę wszystkich podróżnych o warunkach ruchu. W artykule [II.B.2.18] dokonano próby opisu zachowań komunikacyjnych podróżnych w sytuacji zamknięcia ulicy w zależności od posiadanej informacji o warunkach w sieci miejskiej. Dla potrzeb odwzorowania struktury podróży sformułowano model przemieszczania potoków ruchu w gęstej sieci miejskiej z wykorzystaniem teorii grafów oraz hierarchicznego procesu decyzyjnego. W opracowanym modelu uwzględniono stan wiedzy podróżnego o rozpoczęciu i zakończeniu zamknięcia ulicy w postaci funkcji określonych jako udział podróżnych, planujących przemieszczanie drogą zawierającą zamykaną ulicę, posiadających w określonym momencie informację o rozpoczęciu (zakończeniu) jej zamknięcia.

W zależności od planowanego momentu wyjazdu z miejsca początkowego podróży wyróżniono trzy następujące sytuacje, w których podróżny dotarłby do zamykanego odcinka ulicy: przed rozpoczęciem, w czasie oraz po zakończeniu jego zamknięcia. Analiza zachowań podróżnych w różnych sytuacjach pozwoliła na określenie postaci analitycznej zależności strat czasu od momentu wyjazdu z miejsca początkowego i stanu wiedzy o rozpoczęciu lub zakończeniu zamknięcia.

Obszar miejski jest złożonym układem przestrzenno-strukturalnym. W związku z tym decyzje dotyczące wyboru optymalnego wariantu organizacji ruchu w czasie zajęcia pasa drogowego podejmowane na etapie planowania powinny być uwarunkowane kompleksową analizą uwzględniającą zależności pomiędzy poszczególnymi elementami systemu transportowego i jego otoczeniem. W artykule [II.B.2.20] sformalizowano strukturę sieci miejskiej w sposób umożliwiający modelowanie przemieszczeń z wykorzystaniem różnych podsystemów transportowych funkcjonujących w mieście. Natomiast w publikacji [II.B.2.24] wykorzystano teorię grafów do przedstawienia zapisu formalnego modelu miejskiej sieci transportowej, w którym uwzględniono określone modyfikacje grafu odwzorowującego strukturę sieci. Taki model, po odpowiedniej rozbudowie, umożliwia precyzyjne i kompleksowe badanie wpływu zakłóceń występujących w sieci drogowej zarówno na inne elementy tej sieci, jak i na pozostałe podsystemy transportowe.

W obszarze miejskim wybór optymalnego rozwiązania powinien opierać się na podejściu wielokryterialnym, uwzględniającym czynniki wpływające na efektywność funkcjonowania systemu transportowego. W artykule [II.B.2.21] scharakteryzowano jedno z najważniejszych kryteriów oceny wariantów organizacji ruchu istotnych dla użytkowników systemu transportowego, jakim jest uogólniony koszt podróży. Wielkość ta odwzorowuje subiektywne postrzeganie uciążliwości przemieszczania w sieci miejskiej w warunkach zajęcia pasa drogowego. Zaspokojenie wymagań bezpieczeństwa i sprawności ruchu w takich sytuacjach oraz spełnienie oczekiwań podróżnych w zakresie zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości usług transportowych wymaga kompleksowej oceny oddziaływania tymczasowej organizacji ruchu oraz podjęcia odpowiednich działań w celu minimalizacji zakłóceń w systemie transportowym miasta. W artykule [II.B.2.25] przedstawiono złożoność zagadnienia oraz wyeksponowano aspekty, które powinny być brane pod uwagę na etapie planowania. Istotnym problemem w sytuacji planowanych zamknięć odcinków ulic jest również właściwa koordynacja robót i inwestycji prowadzonych w pasie drogowym, które mogą wystąpić jednocześnie.

Obejmuje ona nie tylko analizy związane z doбором odpowiedniego sposobu prowadzenia prac w obszarze zamkniętym dla ruchu, ale również wybór optymalnego wariantu organizacji ruchu.

Opis przepływu potoku ruchu jest złożony i ma charakter nieliniowy, silnie uwarunkowany oddziaływaniem pomiędzy poszczególnymi jednostkami potoku. Ze względu na indywidualne reakcje użytkowników sieci transportowej, do odwzorowania struktury ruchu i jego dynamiki nie wystarczają jedynie analogie nawiązujące do zasad obowiązujących w naukach mechanicznych. Należy również sięgać po modele wykorzystywane w opisie zachowań ludzkich stosowane w socjologii, demografii czy psychologii. W modelach statycznych, wykorzystywanych często w planowaniu potoków ruchu w obszarach zurbanizowanych, zakłada się, że cały proces przepływu potoku w sieci miejskiej z miejsca początkowego do końcowego odbywa się w jednym odpowiednio długim przedziale czasu. Analiza zakłóceń i ocena ich oddziaływania wymaga jednak podejścia dynamicznego, które nie tylko uwzględnia zmienność popytu w czasie, ale również wychwytuje nietypowe odchylenia pomiędzy rzeczywistymi (zmiernymi) a oczekiwanymi (prognozowanymi) wartościami charakterystyk potoku ruchu. Takie różnice mogą być traktowane jako potencjalne zakłócenia i powinny być dokładniej zbadane. W publikacjach [II.B.2.27, II.B.2.31] zamieszczono klasyfikację i przegląd metod odwzorowania przepływu potoków ruchu. Stanowiły one podstawę do sformalizowania modelu przepływu potoków ruchu dla potrzeb analizy zakłóceń.

Dynamiczne odwzorowanie ruchu jest szczególnie istotne przy sporządzaniu prognoz krótkoterminowych wykorzystywanych w systemach zarządzania ruchem. Takie systemy powinny uwzględniać również warunki pogodowe, które mogą być przyczyną wprowadzenia tymczasowej organizacji ruchu. Formalizację tych zagadnień w ujęciu dynamicznym przedstawiono w artykule [II.B.2.40].

5.3. Działalność dydaktyczna

W ramach działalności dydaktycznej habilitantka prowadziła lub aktualnie prowadzi **zajęcia laboratoryjne** na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej na kierunku Transport z **przedmiotów ogólnych** takich jak: infrastruktura transportu, podstawy inżynierii ruchu, teoria potoków ruchu, systemy i procesy transportowe, komputerowe harmonogramowanie ruchu transportowego, projektowanie systemów transportowych, podstawy informatyki oraz modelowanie komputerowe sieci

transportowych oraz **wykłady, zajęcia projektowe i laboratoryjne** z przedmiotów dla **specjalności "inżynieria ruchu" i "systemy informatyczne transportu"** (specjalność otwarta w ramach projektu FSD-57/RM4/2009): statystyka procesów transportowych (wykład + laboratorium), inżynieria ruchu drogowego (wykład + projekt), planowanie potoków ruchu (wykład + projekt) i analiza systemów transportowych (wykład + laboratorium). **Treści programowe, przygotowane sylabusy i instrukcje oraz materiały dydaktyczne i prezentacje multimedialne** do tych przedmiotów stanowią autorski wkład do dydaktyki prowadzonej na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej. Tematyka zagadnień realizowanych w ramach tych przedmiotów zmieniała się wraz ze zmianą programów studiów. Zajęcia realizowane były na Wydziale Transportu w Katowicach oraz jego oddziale, w ramach studiów inżynierskich w Tychach.

Ponadto habilitantka realizowała zajęcia dydaktyczne na **kursach doształcających** prowadzonych w ramach projektu FSD-57/RM4/2009 o następującej tematyce:

- modele rozkładu przestrzennego ruchu (kurs „Modelowanie ruchu drogowego”),
- analiza warunków ruchu na skrzyżowaniach (kurs „Inżynieria ruchu drogowego w praktyce”),
- metody uspokojenia ruchu w miastach (kurs „Zarządzanie i organizacja ruchu drogowego”)

oraz opracowała **program i była kierownikiem kursu doształcającego "Inżynieria Ruchu Drogowego w Praktyce"** prowadzonego w ramach projektu FSD-57/RM4/2009. Kurs ten realizowany był w 7 edycjach.

Podczas zajęć habilitantka wykorzystuje wyniki aktualnych badań prowadzonych w Katedrze Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu oraz wzbogaca treści programowe o wiedzę nabytą podczas udziału w wielu konferencjach naukowo-technicznych dotyczących zagadnień inżynierii ruchu i modelowania podróży. Innowacyjne podejście do dydaktyki przejawia się również w organizacji wycieczek do Centrum Sterowania Ruchem w Gliwicach, gdzie studenci mają okazję zapoznać się z jednym z najnowocześniejszych systemów zarządzania ruchem w mieście.

W ramach opieki nad studentami w latach 2004-2015 habilitantka była promotorem 21 prac dyplomowych magisterskich, 30 prac i projektów inżynierskich oraz wielu prac przejściowych. Jedna z tych prac była nagrodzona przez Prezesa Zarządu PKP SA za najlepszą pracę magisterską z dziedziny transportu szynowego w roku akademickim 2006/2007. Obecnie habilitantka jest opiekunem 4 prac magisterskich oraz 4 projektów

inżynierskich. Tematyka zrealizowanych prac jest bardzo szeroka i obejmuje różne obszary związane z inżynierią ruchu oraz logistyką transportu, wśród których należy wymienić:

- oceny jakości w publicznym transporcie zbiorowym,
- analizy stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- oceny warunków ruchu i koncepcje ich poprawy,
- metody uspokojenia ruchu w miastach,
- zagadnienia związane z przewozami intermodalnymi oraz transportem ponadnormatywnym,
- synchronizacje rozkładów jazdy w publicznym transporcie zbiorowym,
- analizy zachowań transportowych na podstawie badań ankietowych,
- analizy planowanych robót w pasie drogowym,
- modelowanie podróży i prognozowanie ruchu.

W ramach działalności dydaktycznej habilitantka zajmuje się również przygotowaniem studentów do udziału w sesjach naukowych oraz wystąpieniach na konferencjach dla młodych naukowców.

Od roku 2004 habilitantka jest powoływana w skład komisji egzaminacyjnej ds. Obron Prac Dyplomowych w Katedrze Inżynierii Ruchu, a następnie (po restrukturyzacji) w Katedrze Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej, dla której przygotowała wiele recenzji prac dyplomowych. Była także członkiem komisji maturalnych w szkołach średnich, które podpisały umowę o tzw. „maturach łączonych”.

Aby poszerzać swoją wiedzę i kwalifikacje habilitantka w latach 2004 – 2005 brała udział w zajęciach w ramach Studiów Podyplomowych nt. „Zarządzanie Organizacjami” organizowanych przez Wydział Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej oraz w 2015 roku w tematycznych kursach doszkalających nt. „Systemy bezpieczeństwa ruchu drogowego”, „Zarządzanie i organizacja ruchu drogowego” oraz „Modelowanie ruchu drogowego” organizowanych przez Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej.

5.4. Działalność organizacyjna

Do działalności organizacyjnej habilitantki należy zaliczyć udział w **Komitecie Organizacyjnym Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Systemy Transportowe. Teoria i praktyka”**, organizowanej przez Wydział Transportu Politechniki Śląskiej od 2003 roku jako:

- **członek Komitetu Organizacyjnego:**
 - I Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2003),
 - II Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2004),
 - V Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2008),
 - VI Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2009),
 - VII Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2010),
 - VIII Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2011),
 - IX Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2012),
 - X Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2013),
 - XI Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2014),
 - XII Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2015),
- **przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego** :
 - III Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2005),
 - IV Konferencji Naukowo-Technicznej (wrzesień 2006),

Ponadto habilitantka została zaproszona do **udziału w Komitetach Naukowych** następujących konferencji odbywających się w odstępie dwuletnim:

- III Konferencji Naukowo – Technicznej nt. „Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu”. Kraków 15-16 listopada 2012, organizowanej przez Politechnikę Krakowską,
- IX Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań – Rosnówko 19-21 czerwca 2013, organizowanej przez SITK Oddział Poznań,
- IV Konferencji Naukowo – Technicznej nt. „Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu”. Kraków 12-13 czerwca 2014, organizowanej przez Politechnikę Krakowską,
- X Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań – Rosnówko 17-19 czerwca 2015, organizowanej przez SITK Oddział Poznań.

Habilitantka sporządziła również wiele recenzji referatów publikowanych w materiałach konferencyjnych oraz czasopismach naukowych. Jest także Redaktorem działu Zeszytów Naukowych Politechniki Śląskiej.

Do działalności organizacyjnej należy zaliczyć również **prowadzenie sesji na konferencjach naukowo-technicznych:**

- Konferencja Naukowo-Techniczna nt. „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, organizowana przez SITK Oddział Poznań,
- Konferencja „Dostępność i mobilność w przestrzeni”, organizowana przez Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk oraz Polskie Towarzystwo Geograficzne Komisja Geografii Komunikacji,
- Ogólnopolska Konferencja Naukowo – Techniczna nt. „Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu”, organizowana przez Politechnikę Krakowską.

W ramach działalności organizacyjnej habilitantka wielokrotnie brała udział w komisji ds. Planowania Zajęć na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej.

Habilitantka znajduje się w Bazie Ekspertów Politechniki Śląskiej. W związku z tym konsultowała wiele prac naukowo-badawczych związanych z tematyką inżynierii ruchu drogowego oraz modelowania podróży w miastach.

5.5. Uzyskane nagrody, wyróżnienia i odznaczenia

Habilitantka w roku 2012 otrzymała:

- brązowy medal za długoletnią służbę

oraz w roku 2015:

- nagrodę zespołową III stopnia JM Rektora Politechniki Śląskiej za działalność organizacyjną,
- nagrodę jubileuszową JM Rektora Politechniki Śląskiej za 20 lat pracy.

Renata Zochowicz

Imię i Nazwisko