

Dr hab. inż. Kazimierz Jamroz, prof. PG  
Politechnika Gdańska  
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska  
Katedra Inżynierii Drogowej  
Ul. Narutowicza 11  
80-233 Gdańsk  
e-mail: kjamroz@pg.gda.pl

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Szaraty  
pt. „**Modelowanie ruchu z dynamicznym  
uprzywilejowaniem autobusów**”

### 1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej, dr hab. inż. Bartosza Millera prof. PRz z dnia 21.05.2018 r. nawiązujące do uchwały Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej z dnia 16.05.2018 r.

### 2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pod tytułem "Modelowanie ruchu z dynamicznym uprzywilejowaniem autobusów" wykonana na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej przez mgr inż. Mateusza Szaratę. Promotorem ocenianej rozprawy jest dr hab. inż. Piotr Olszewski, prof. nadzw. PW, a promotorem pomocniczym dr inż. Lesław Bichajło.

### 3. Omówienie treści rozprawy wraz z oceną poszczególnych rozdziałów

Rozprawa została przygotowana w formie książki i składa się z 221 stron, w tym 173 stron zasadniczej części rozprawy podzielonej na 7 rozdziałów, 10 stron spisu literatury (152 poz.), 35 stron załączników (Załączniki Z.1- Z.6).

**W rozdziale 1** Autor przedstawił skrótowe wprowadzenie do tematyki rozprawy, w którym zarysowuje problem, uzasadnienia podjęcie tematu oraz definiuje główne cele i tezy rozprawy.

*Autor zajmuje się dynamicznym zarządzaniem ruchem pojazdów transportu zbiorowego na odcinkach ulic. Wybór tematu uzasadnia brakiem w Polsce badań nad zastosowaniem dynamicznie wydzielanych pasów ruchu dla autobusów transportu miejskiego, które na podstawie przytoczonej literatury powinny być bardziej skuteczne niż wydzielone na stałe pasy ruchu dla autobusów. To stwierdzenie było podstawą do sformułowania celów rozprawy (przyjęto 1 cel główny i 6 celów szczegółowych) i postawienia naukowych tez rozprawy (1 teza główna i 2 tezy pomocnicze). Brakuje w tym miejscu zarysowania metodyki rozwiązania postawionego problemu i schematu realizacji pracy (np. w postaci schematu blokowego lub „mapy drogowej”).*

**W rozdziale 2** Autor przedstawił przegląd literatury z zakresu aktualnie stosowanych metod uprzywilejowania transportu publicznego. Opisane zostały przykłady zarówno prostych roz-

wiązań np. odpowiednie usytuowanie przystanków wzdłuż odcinka ulicy, jak i bardziej zaawansowanych, wykorzystujących systemy sterowania ruchem pojazdów za pomocą sygnalizacji świetlnej. Wśród metod uprzywilejowania dużo uwagi poświęcono wydzielonym pasom autobusowym, dla których przedstawiono przede wszystkim aktualnie stosowane rozwiązania. Przeprowadzony został przegląd wytycznych dla oznakowania pasów w Polsce. W rozdziale przedstawiono również przykłady metod modelowania ruchu drogowego uwzględniające uprzywilejowanie autobusów przy użyciu modeli analitycznych i probabilistycznych.

*W przeglądzie literatury duża miejsca poświęcono opisom przypadków zastosowania dynamicznych pasów autobusowych DPA, natomiast zbyt mało miejsca poświęcono charakterystyce miar oceny warunków ruchu transportu indywidualnego i zbiorowego na odcinkach ulic. Brakuje przeglądu metod pomiaru i walidacji tych miar, przeglądu metod szacowania tych miar, przeglądu metod oceny warunków ruchu i warunków funkcjonowania urządzeń dla transportu zbiorowego. Ponadto brakuje odniesienia do prac badaczy krajowych w zakresie badań, modelowania i metod oceny warunków ruchu ulicznego, także z uwzględnieniem transportu zbiorowego. Niepotrzebnie przepisano akapity z dokumentów formalnych (wytyczne, rozporządzenia) zamiast ich cytowania. Zamiast streszczenia podsumowującego rozdział, bardziej oczekiwane byłyby wnioski i problemy wymagające rozwiązania w dalszej części pracy.*

**W rozdziale 3** Autor w pierwszej części scharakteryzował istniejący system transportu zbiorowego w Rzeszowie oraz system obszarowego sterowania ruchem ulicznym. W drugiej części przedstawił koncepcje uprzywilejowania ruchu autobusów na wybranych odcinkach sieci ulic w Rzeszowie. Zaprezentował koncepcję zastosowania dynamicznych pasów autobusowych DPA zawierającą: zasady działania DPA, logikę sterowania ruchem ulicznym w przypadku zastosowania DPA oraz wymagania dla infrastruktury niezbędnej do funkcjonowania DPA w Rzeszowie.

*Wdrożenie przedstawionej koncepcji zastosowania dynamicznego zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego DPA wymaga wsparcia naukowego. Zamiast streszczenia rozdziału Recenzent oczekiwał specyfikacji elementów przedstawionego systemu DPA wymagających wsparcia naukowego i zarysowania sposobu ich rozwiązania.*

**W rozdziale 4** Autor przedstawił wyniki badań ruchu ulicznego przeprowadzonych na wybranych odcinkach ulic Rzeszowa. Badania ruchu przeprowadzono na trzech wybranych odcinkach ulic. Jedną z ulic (ul. Dąbrowskiego) objętych pomiarem był odcinek, na którym obecnie funkcjonuje klasycznie wydzielony pas autobusowy. Każdy badany odcinek opisano i przeprowadzono badania ruchu w okresie dnia (godz. 7 – 17, na ul. Dąbrowskiego) lub w okresie szczytu popołudniowego na pozostałych ulicach. Badania ruchu obejmowały pomiar: natężenia ruchu ulicznego, struktury rodzajowej i kierunkowej potoku pojazdów, pomiar długości kolejek, pomiar czasu przejazdu samochodów i autobusów. Ponadto na ul. Dąbrowskiego badano napełnienia autobusów oraz zachowania kierowców samochodów wjeżdżających lub nie na wydzielony pas dla autobusów. Następnie Autor opisał metody prowadzenia pomiarów i metodykę prowadzenia analiz statystycznych wyników pomiarów. Zaprezentował także wybrane wyniki pomiarów w postaci wykresów lub tabel generalnie dla wartości średnich.

*Przeprowadzone badania można uznać za zbiór badań terenowych niezbędnych do opisanie poligonu badawczego i zebrania danych do dalszych analiz i badań symulacyjnych. Niestety Autor traktuje tę część pracy jako zadanie inżynierskie, a nie naukowe. Dlatego w analizach wyników badań terenowych znajdują się zestawienia wartości średnich poszczególnych zmiennych i przyjętych miar, a brakuje analiz rozkładów badanych parametrów ruchu i doboru kształtu rozkładów opisujących te zmienne (np. odstępów czasu między pojazdami, czasów przejazdu, prędkości przejazdu zarówno samochodów jak i autobusów). Brakuje także standardowej oceny warunków ruchu ulicznego w poszczególnych okresach pomiarowych. Te*

*mankamenty powodują, iż trudno Recenzentowi ocenić dobrany poligon badawczy i warunki jego funkcjonowania.*

**W rozdziale 5** Autor przedstawił autorską metodę analityczną oceny funkcjonowania odcinków ulic z wydzielonymi pasami dla autobusów (Autor nazywa to modelem analitycznym). Można wyróżnić trzy charakterystyczne części składowe tej metody: metoda szacowania oszczędności czasu przejazdu osób podróżujących pojazdami TZ, metoda szacowania strat czasu osób podróżujących pojazdami TI, metoda szacowania korzyści zastosowania wydzielonego pasa dla autobusów.

Za pomocą metody szacowania oszczędności czasu przejazdu TZ Autor oblicza czasu podróży pasażerów transportu zbiorowego (autobusów) przyjmując procedurę wykorzystującą dwa modele: czasu przejazdu autobusów (wg metody HCM) i strat czasu na skrzyżowaniu (według modelu opracowanego przez Zespół Politechniki Krakowskiej). Korzystając z tych modeli oblicza prędkości i czas podróży pojazdów TZ, a następnie po uwzględnieniu liczby autobusów i ich napełnienia szacowane były czasy podróży pasażerów TZ. Porównując czasy podróży dla różnych wariantów organizacji ruchu autobusowego na analizowanym odcinku szacowano oszczędności czasu przejazdu pasażerów transportu zbiorowego.

W metodzie szacowania strat czasu przejazdu TI Autor oblicza czas podróży pasażerów transportu indywidualnego (samochodów) przyjmując procedurę wykorzystującą dwa modele: czasu przejazdu pojazdów (wg metody HCM) i strat czasu na skrzyżowaniu (według modelu opracowanego przez Zespół Politechniki Krakowskiej). Korzystając z tych modeli obliczał prędkości i czas podróży pojazdów TI, a następnie po uwzględnieniu liczby pojazdów i ich napełnienia szacował czas podróży pasażerów TI. Porównując czasy podróży dla różnych wariantów organizacji ruchu na analizowanym odcinku szacował straty czasu pasażerów transportu indywidualnego.

Bilans oszczędności czasu pasażerów podróżujących transportem zbiorowym i strat czasu kierowców i pasażerów podróżujących transportem indywidualnym stanowi wynik prowadzonych obliczeń dla analizowanych wariantów.

Autor wykorzystał opracowaną w ten sposób metodę do wstępnej oceny możliwości wprowadzenia dynamicznie wydzielonych pasów autobusowych na wybranych odcinkach ulic w Rzeszowie. Następnie przedstawił wyniki przeprowadzonych analiz i ocen oraz wynikające z tych analiz warunki graniczne stosowania dynamicznego zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego (DPA).

*Metoda analityczna szacowania warunków podróżowania pasażerów TZ i TI na odcinkach ulic stanowi narzędzie do wstępnej oceny funkcjonowania ulic z różnymi rodzajami pasów dla autobusów. Narzędzie to wykorzystywane było także do kalibracji modelu symulacyjnego funkcjonowania pasów autobusowych. Jednakże proces budowy metody zawiera pewne mankamenty. Nie przeprowadzono analizy stosowanych modeli szacowania czasu podróży pojazdów TZ i TI i zasad wyboru zastosowanych modeli.*

*Do oceny skuteczności rodzaju priorytetu dla autobusów transportu miejskiego Autor wybrał ograniczoną grupę parametrów ruchu i tylko jedno kryterium oceny (bilans czasów podróży TZ i strat czasu pasażerów i kierowców TI). Nie podjął analizy możliwości zastosowania innych kryteriów transportowych (np. sumaryczny czas podróży TZ i TI), środowiskowych, bezpieczeństwa ruchu czy też ekonomicznych i nie przedstawił, możliwości zintegrowanego (wielokryterialnego) podejścia do oceny skuteczności dynamicznego zarządzania ruchem autobusowym (DPA) na odcinkach ulic.*

*Wprawdzie Autor wspomina o kalibracji całej metody, ale nie przedstawił sposobu jej przeprowadzenia i wyników jej kalibracji, w szczególności w odniesieniu do modeli cząstkowych prędkości, czasów podróży, strat czasu TZ i TI co jest bardzo istotne w kontekście wykorzystywania tej metody do kalibracji modeli symulacyjnych. Niejasno i nieprecyzyjnie zaprezen-*

tował wyniki analizy możliwości zastosowania dynamicznych pasów autobusowych za pomocą metody analitycznej.

**W rozdziale 6** Autor przedstawił metodę modelowania ruchu z zastosowaniem modelu mikrosymulacyjnego w celu oceny funkcjonowania odcinków ulic z wydzielonymi pasami dla autobusów (Autor nazywa to modelem mikrosymulacyjnym). Do modelowania ruchu pojazdów na odcinku analizowanej ulicy wykorzystał popularny w Polsce program VISSIM firmy PTV. Procedura budowy modelu mikrosymulacyjnego na bazie tego programu składała się z trzech etapów: 1) budowa modelu sieci transportowej (odcinek ulicy z różnymi elementami infrastruktury transportowej i wariantami organizacji ruchu), 2) kalibracja modelu z zastosowaniem trzech metod: eksperymentalnej, sieci neuronowych i algorytmów genetycznych oraz 3) walidacja modelu. W szczególności opisano budowę i zasadę działania modeli mikrosymulacyjnych tworzonych za pomocą oprogramowania PTV VISSIM. W modelu ruchu uwzględniono specyficzne zachowania kierowców zaobserwowane na badanych odcinkach, w tym udział kierowców, którzy niezgodnie z przepisami poruszają się po wydzielonych pasach autobusowych. Opracowaną w ten sposób metodę Autor zastosował do oceny funkcjonowania trzech wariantów organizacji ruchu na trzech wybranych do badań odcinkach ulic: 1) bez pasów dla autobusów, 2) z wydzielonymi na stałe pasami dla autobusów i 3) z dynamicznie wydzielanymi pasami dla autobusów DPA. Opracowaną w ten sposób metodę zastosował do symulacji funkcjonowania przyjętych wariantów odcinków ulic oraz analizy korzyści i strat zastosowania poszczególnych wariantów udogodnień dla pojazdów TZ. Przeprowadzone badania i analizy umożliwiły porównanie efektywności klasycznie wydzielanych pasów autobusowych z dynamicznie wydzielanymi pasami autobusowymi.

*Jest to najważniejszy rozdział rozprawy, jednakże Autor nie ustrzegł się wielu braków i niedopowiedzeń. Tytuł rozdziału nie oddaje zakresu przeprowadzonych prac, zamiast tytułu modelowanie mikrosymulacyjne ruchu drogowego, bardziej trafnym byłby tytuł np, Metoda mikrosymulacyjnego modelowania ruchu ulicznego z uwzględnieniem priorytetów dla transportu zbiorowego. Największe zastrzeżenia Recenzenta budzi zastosowanie nieskalibrowanej metody analitycznej do weryfikacji elementów modelu symulacyjnego. Nie określono warunków brzegowych dla przyjętych funkcji czasów przejazdu. Kalibrowano pojedyncze wyniki czasu przejazdu pojazdów, natomiast brak kalibracji parametrów funkcjonowania całego badanego obiektu. W zbyt małym stopniu wykorzystano opracowaną metodę do przeprowadzenia badań wpływu wybranych czynników na parametry funkcjonowania badanego obiektu. Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono skromnie tylko na jednym rysunku (rys. 6.19), co nie pozwala na opracowanie uogólnień wyników badań.*

**W rozdziale 7** Autor przedstawił podsumowanie poszczególnych punktów rozprawy, wnioski z realizacji założonych celów pracy oraz kierunki dalszych badań.

*Część wniosków zbyt ogólnych albo powtarzających nieistotne elementy rozprawy. Brakuje uwypuklenia osiągnięć Autora i jego wkładu w rozwój wiedzy nt. dynamicznego zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego w miastach. Przedstawione we wnioskach uogólnienia poparte są wynikami tylko pojedynczych przypadków – co powoduje, że Autor w niektórych wnioskach stosuje nieuprawnione stwierdzenia.*

**Spis literatury** zawierający 152 pozycje, w tym 131 publikacji naukowych i 15 dokumentów (ustawy, rozporządzenia, instrukcje) oraz 6 materiałów ze stron internetowych. Publikacje wykorzystano głównie w części dotyczącej analizy stanu zagadnienia, wyboru metod badań, opracowania metod badawczych oraz analizy ich wyników.

*Autor rzadko wykorzystuje odniesienia do literatury przy dyskusji własnych wyników badań i analiz. Skromna analiza dokonań krajowych (brak analizy prac innych ośrodków badawczych z Poznania, Bydgoszczy czy Gdańska).*

**Załączniki.** Do pracy dołączony jest 32 stronicowy zbiór 6 załączników (Z1 – Z6) stanowiących: Z1 – procedurę wyznaczania natężenia nasycenia, Z2 – procedurę wyznaczania osz-

czędności i strat czasu, Z3 – skrypt obliczeniowy zastosowany w programie w Matlab, Z4 – koncepcja pasów autobusowych w Rzeszowie, Z5 – kontroler VAP do sterowania DPA, Z6 – procedura oceny możliwości wprowadzenia wydzielonych pasów autobusowych.

*Pomieszczone złożenie stron, w przekazanym Recenzentowi egzemplarzu pracy po str. 198 następuje str. 212 itd., utrudnia to czytanie pracy. Przedstawione przykłady obliczeniowe (zał. Z2), przy braku porównania do wyników badań terenowych, nie pozwalają na ocenę ich poprawności.*

#### **4. Ogólna ocena rozprawy**

##### **4.1 Przedmiot rozprawy i jej zakres**

Oceniana rozprawa dotyczy aktualnej tematyki zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego, a w szczególności nie stosowanej jeszcze w Polsce metody automatycznego przydzielania priorytetów dla autobusów na wybranych odcinkach ulic. W szczególności rozprawa dotyczy doboru metod oceny skuteczności automatycznego zarządzania ruchem autobusów na wybranych odcinkach ulic, na których ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej. Ocena skuteczności różnych sposobów zarządzania ruchem autobusów wymaga opracowania i zastosowania wiarygodnych metod oceny, takich metod brakuje w Polsce. Autor wchodzi naprzeciw tym oczekiwaniom. Temat pracy jest ważny zarówno z naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia. Głównymi czynnikami wg Autora wpływającymi na możliwość zastosowania dynamicznego sterowania ruchem autobusów DPA są: odpowiedni przekrój poprzeczny ulicy i możliwość zastosowania systemu sterowania (urządzenia i oprogramowanie) oraz natężenie ruchu autobusowego i natężenie ruchu pojazdów samochodowych.

Przystępując do realizacji rozprawy Autor sformułował cel główny i kilka celów szczegółowych nie wyróżniając celów naukowych i praktycznych oraz trzy tezy powiązane z celami rozprawy.

Przyjęte tezy: teza główna i druga teza pomocnicza pracy są oczywiste, zatem mogły być pominięte podczas formułowania rozprawy. Nie mniej tezy te zostały potwierdzone w rozdz. 2, 5 i 6 rozprawy. Natomiast, pierwsza teza pomocnicza nie jest tezą oczywistą, a wręcz Autor częściowo zaprzeczył jej prawdziwości dowodząc, że nie zawsze zastosowanie DPA przynosi korzyści pozostałym uczestnikom ruchu ulicznego.

Analizując mnogość celów pracy, Recenzent spróbował wyłowić cel główny, cele naukowe i cele praktyczne pracy. W wyniku przeprowadzonych analiz przeprowadzonych przez Recenzenta można było uporządkować przyjęte przez Autora cele pracy, w następujący sposób:

**Celem głównym** rozprawy jest określenie efektywności dynamicznie wydzielanych pasów autobusowych DPA poprzez ocenę ich wpływu na korzyści pasażerów transportu zbiorowego oraz na straty pozostałych uczestników ruchu drogowego w stosunku do innych rozwiązań.

**Celami naukowymi** są:

1. Opracowanie ogólnej metody analitycznej do wstępnego szacowania parametrów ruchu autobusów i pojazdów samochodowych na odcinkach ulic z zastosowaniem DPA wraz z oceną ich efektywności,
2. Opracowanie szczegółowej metody szacowania parametrów ruchu autobusów i pojazdów samochodowych na odcinkach ulic, na których występują skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, z zastosowaniem DPA z wykorzystaniem modelu mikrosymulacyjnego wymagającego:
  - a) opracowanie modułu dla oprogramowania mikrosymulacyjnego umożliwiającego uwzględnienie pracy systemu DPA,
  - b) opracowanie algorytmu sterowania ruchem w przypadku zastosowania DPA,
  - c) opracowanie metody kalibracji i walidacji modelu mikrosymulacyjnego używanego w analizach efektywności DPA.

### **Celami praktycznymi są:**

1. Wykonanie badań ruchu niezbędnych do opisanie poligonu badawczego na wybranych odcinkach ulic,
2. Ocena możliwości zastosowania DPA w warunkach miejskich.
3. Określenie warunków brzegowych, dla których DPA może być stosowane,

Przeprowadzone studia i analizy (rozdz. 2, 5 i 6) potwierdzają, że realizując główny cel pracy, Autor przeprowadził przegląd metod i systemów dynamicznego zarządzania ruchem autobusów, opracował metody oceny efektywności i ocenił skuteczność stosowania dynamicznego zarządzania ruchem autobusów na wydzielonych pasach autobusowych DPA w warunkach miejskich w Polsce.

Realizując pierwszy, naukowy cel rozprawy Autor zaproponował ogólną metodę analityczną do wstępnego szacowania parametrów ruchu autobusów i pojazdów samochodowych na odcinkach ulic z zastosowaniem DPA wraz z oceną ich efektywności (co przedstawił w rozdz. 5).

Realizując drugi, naukowy cel rozprawy Autor zaproponował szczegółową metodę szacowania parametrów ruchu autobusów i pojazdów samochodowych na odcinkach ulic, na których występują skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, z zastosowaniem DPA z wykorzystaniem modelu mikrosymulacyjnego (rozdz. 6). W tym celu zaadaptował komercyjny pakiet programów VISSIM firmy PTV, wzbogacając go o trzy autorskie moduły wymagające wsparcia naukowego:

- 1) opracowanie modułu dla oprogramowania mikrosymulacyjnego umożliwiającego uwzględnienie pracy systemu DPA,
- 2) opracowanie algorytmu sterowania ruchem w przypadku zastosowania DPA,
- 3) opracowanie metody kalibracji i walidacji modelu mikrosymulacyjnego używanego w analizach efektywności DPA.

Wykonanie badań ruchu niezbędnych do opisanie poligonu badawczego na wybranych odcinkach ulic w Rzeszowie (rozdz. 3) stanowi realizację pierwszego praktycznego celu rozprawy. Natomiast zastosowanie opracowanych metod oceny skuteczności dynamicznego zarządzania ruchem autobusowym na wybranych odcinkach ulic na wybranych ulicach w Rzeszowie, umożliwiło realizację drugiego i trzeciego praktycznego celu rozprawy polegających na ocenie możliwości zastosowania DPA w warunkach miejskich w Polsce oraz określeniu warunków brzegowych, dla których DPA może być stosowane,

### **4.2 Charakter rozprawy i warsztat badawczy**

Opiniowana praca składa się zasadniczo z czterech części o różniące się rodzajem prowadzonych badań. Część pierwsza (rozdział 2) zawiera wyniki badań o charakterze studialno – teoretycznym i zawiera charakterystykę problemu badawczego (w tym przypadku zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego, ze szczególnym uwzględnieniem stosowania priorytetów dla autobusów). Część druga (rozdz. 3) zawiera wyniki badań terenowych niezbędnych do charakterystyki poligonu badawczego. Do charakterystyki warunków ruchu pojazdów transportu indywidualnego i zbiorowego Autor przeprowadził pomiary terenowe na wybranych odcinkach ulic w Rzeszowie. Trzecia część pracy zawiera wyniki badań analitycznych (rozdział 5) obejmuje opracowanie analitycznej metody do szacowania parametrów ruchu autobusów i pojazdów samochodowych na odcinkach ulic z zastosowaniem DPA wraz z wstępną oceną ich efektywności. Czwarta część pracy zawiera wyniki badań symulacyjnych (rozdz. 6) i obejmuje budowę symulacyjnego modelu ruchu na wybranych odcinkach ulic wraz z jego kalibracją i przeprowadzenie badań symulacyjnych pozwalających na ocenę skuteczności analizowanych wariantów systemu zarządzania ruchem autobusów transportu miej-

skiego. Opracowanie metody symulacyjnej i jej kalibracja różnymi metodami potwierdzają zdolność i kompetencje Autora do stosowania nowych narzędzi w badaniach naukowych.

#### **4.3 Redakcja rozprawy**

Struktura pracy jest umiarkowanie logiczna, ale występują dość duże dysproporcje między rozdziałami od 5 do 43 stron. Do stylu i formy pracy mam pewne zastrzeżenia:

- Autor (inżynier z wykształcenia) stosuje dużo opisów (jak w pracach humanistycznych), a zbyt mało podejścia inżynierskiego i matematycznego (wzory, zależności, wykresy, warunki brzegowe); pracę czyta się bardziej jako raport z opisu projektu niż jako pracę doktorską,
- Autor nagminnie umieszcza fragmenty tekstów poza numeracją podrozdziałów, np. do jakiego podrozdziału należy przypisać tekst zawarty między pkt. 5.8 i 5.8.1?
- a także często używa określenia komunikacja zamiast transport do opisu procesu przemieszczania osób,
- używa również żargonowych określeń, np. sygnał zielony jest nadawany, sterowanie sygnalizacją świetlną,
- w pracy brakuje szczegółowych komentarzy do uzyskanych wyników badań i analiz,
- w kilku miejscach (wskazanych w ocenie szczegółowej) Autor pomieszał: nr tablic, rysunków i odnośników do publikacji, co świadczy o tym, że Autor nie panował nad tekstem,
- brakuje jednoznacznych oznaczeń parametrów w wielu tablicach (np. czas przejazdu TP) co utrudnia czytanie i korzystanie z opracowania,
- literatura ułożona została według kolejności cytowania, a nie w porządku alfabetycznym, co sprawia, że źle wyszukuje się autorów i sprawdza, czy najważniejsze pozycje uwzględniono;
- zamieszczono także publikacje bez powołań w tekście, zamieszczono także złe odnośniki do publikacji w tekście – dobrze byłoby zastosować jakiś system porządkujący np. Mendelay, powoływanie się na publikacje internetowe (przykłady przedstawiono w ocenie szczegółowej),
- w otrzymanym do recenzji egzemplarzu źle poskładano kolejność stron rozprawy (w załącznikach pomieszana numeracja stron, np. po str. 198 następuje str. 212), co może świadczyć o dużym pośpiechu przy składaniu rozprawy.

#### **4.4 Oryginalne elementy w rozprawie**

Tematyka rozprawy, sformułowanie celów i tez oraz sposób przeprowadzenia ich dowodu zawierają elementy o cechach oryginalności, do których należy zaliczyć:

1. Opracowanie koncepcji systemu dynamicznego zarządzania ruchem autobusów transportu miejskiego na wybranych odcinkach ulic.
2. Opracowanie symulacyjnej metody oceny ruchu pojazdów samochodowych i autobusów transportu miejskiego z ich wielostopniową kalibracją i propozycja zastosowania do oceny skuteczności zarządzania ruchem autobusów za pomocą różnych systemów.
3. Wyznaczenie granic stosowania systemów dynamicznego zarządzania ruchem autobusów transportu miejskiego.

Zaproponowana metoda może stanowić merytoryczny wsad do budowy i rozwoju metod automatycznego zarządzania ruchem na sieci ulic w warunkach miejskich w Polsce.

## 5. Uwagi krytyczne i pytania recenzenta

### 5.1 Uwagi ogólne

Część uwag krytycznych o ogólnym charakterze została przedstawiona wcześniej, ważniejsze z nich można podsumować następująco:

- 1) W przeglądzie literatury Autor nie zamieścił ważnych informacji dotyczących badanego problemu. Brakuje podstaw teoretycznych oraz przeglądu i analizy modeli i metod szacowania zastosowanych w proponowanej metodzie analitycznej parametrów ruchu transportu zbiorowego i indywidualnego (czas przejazdu, straty czasu, prędkość przejazdu). W szczególności brakuje przeglądu dorobku i wyników badań polskich naukowców w tym zakresie.
- 2) W metodzie analitycznej Autor zapożyczył modele czasu przejazdu pojazdów samochodowych i pojazdów transportu zbiorowego od innych autorów. Jednakże Autor w cytowaniu źródeł posługuje się pojęciem ogólnym instrukcja lub podręcznik (np. Instrukcja MOP-SZS-04, Podręcznik HCM), natomiast nie podaje publikacji źródłowych autorów tych modeli lub metod (np. wykorzystywanych modeli opracowany przez prof. J. Chodura i prof. M. Tracza).
- 3) Zapożyczone modele czasu podróży zastosowane w metodzie analitycznej wymagały weryfikacji i kalibracji dla warunków występujących na poligonie badawczym. Autor nie przedstawił sposobu i wyników kalibracji tych modeli, jedynie wspomina, że kalibrował prędkość wyjściową. Jest to ważne zagadnienie, gdyż modele te zastosowane w metodzie analitycznej stosuje do oceny skuteczności stosowania wydzielonych pasów dla autobusów transportu miejskiego, określenia warunków granicznych stosowania DPA oraz do kalibracji elementów metody symulacyjnej oceny skuteczności zarządzania ruchem autobusowym na analizowanym poligonie badawczym.
- 4) Do oceny skuteczności różnych wariantów zarządzania ruchem ulicznym z uwzględnieniem pasów dla autobusów transportu miejskiego Autor przyjął czas przejazdu kierowców i pasażerów pojazdów samochodowych i autobusów transportu miejskiego. Za uzasadnione uznaje wprowadzenie pasów autobusowych wtedy, kiedy sumaryczne straty czasu dla wszystkich podróżujących w transporcie indywidualnym będą mniejsze lub równe od oszczędności czasu w transporcie publicznym. Jest kryterium różnicujące i antagonizujące użytkowników systemu transportowego miasta. Zabrakło szerszej analizy, wyboru i uzasadnienia kryterium skuteczności stosowania wydzielonych pasów uwzględniające podejście wielokryterialne np. podejście minimalizujące: czas podróży wszystkich użytkowników systemu transportu, wpływ na środowisko naturalne, poziom zagrożenia wypadkami, koszty funkcjonowania systemu i koszty użytkowników systemu transportowego, a także uwzględniające politykę transportową miasta.
- 5) Zastosowane modele obiektu (modele sieci, modele ruchu) kalibrowano dla trzech pojedynczych odcinków ulic. Ograniczony poligon badawczy i ograniczona liczba zastosowanych wariantów symulacji uniemożliwiły opracowanie uogólnień wyników badań, co obniżyło wartość naukową przedstawionej pracy.
- 6) Opracowana przez Autora szczegółowa metoda symulacyjna w zbyt skromnym zakresie została wykorzystana do badań wpływu różnych czynników na skuteczność stosowania dodatkowych pasów dla autobusów transportu zbiorowego. Jedyne wyniki uogólniające przeprowadzone analizy przedstawiono na rys. 6.19, jako zależność jednostkowych strat czasu pasażerów transportu indywidualnego i zbiorowego w zależności od stopnia wykorzystania przepustowości przekroju ulicy. Natomiast nie przeprowadzono innych analiz np. nie poszukiwano optimum dla łącznego czasu przejazdu TI i TZ, które dla jednostkowego czasu przejazdu jest przy TA ok 0,7, nie poszukiwano optimum dla łącznego czasu



podróży, nie poszukiwano innych wpływów np. liczby podróżnych, podziału zadań przewozowych.

- 7) Autor opracował koncepcję systemu zarządzania ruchem ulicznym z uwzględnieniem dwóch rodzajów priorytetów (stałe i dynamiczne) dla autobusów transportu miejskiego, skupiając się mocno na rozwiązaniu zadania inżynierskiego. Do oceny funkcjonowania analizowanych wariantów zastosował uproszczoną metodę analityczną, nie przedstawiając wyników jej kalibracji. Następnie dostosował system komputerowy VISSIM firmy PTV do symulacji ruchu ulicznego dla trzech odcinków ulic. Do kalibracji niektórych elementów tego modelu użył nieskalibrowaną metodę analityczną, co jest największym zarzutem Recenzenta wobec Autora opiniowanej pracy.

## 5.2 Uwagi szczegółowe

Poniżej zestawiono szczegółowe uwagi krytyczne, pominięte we wcześniejszych ocenach, zgodnie z kolejnością tekstu.

Str. 10. Pomieszano pojęcia transport i komunikacja. Transport obejmuje zagadnienia przemieszczania osób i towarów, natomiast komunikacja to wymiana informacji.

Str. 11. Nieprecyzyjne porównania 28 % emisji CO<sub>2</sub> transport indywidualny, 0,5 % emisji transport zbiorowy organizowany przez samorząd województwa. A jak wygląda to w odniesieniu do pracy przewozowej i eksploatacyjnej?

Str. 17. (tabl. 2.1). Kol. 1 jest przed/ za skrzyżowaniem, powinno być także przejściem dla pieszych.

Str. 22. Słabo widoczne białe napisy na schemacie (rys. 2.1)

Str. 25. Zbyt uproszczone założenia.

Str. 30. Pkt. 2.1.5 – wytyczne oznakowania pasów, zbyt szczegółowe jak na poziom pracy doktorskiej, należało się powołać na dokument, a nie przepisywać wytyczne.

Str. 34 – 42. Rozdz. 2.2 wiele szczegółowych opisów zastosowania pasów, przydatne dla celów inżynierskich, brak syntezy dla celów badawczych.

Str. 53. Rys. 2.22 – różne skale, trudno porównać

Str. 59. Sieć transportowa a nie komunikacyjna! Co Autor rozumie pod pojęciem pory newralgiczne?

Str. 60. W jakim celu przedstawiono tak szczegółowy opis systemu TA w Rzeszowie?

Str. 61. W tytule rozdziału System ITS, czy nie na wyrost? Gdyż w treści rozdziału – system sterowania sygnalizacją? Należy tutaj zwrócić uwagę, że z punktu widzenia Inżyniera ruchu sterujemy ruchem pojazdów i pieszych za pomocą sygnalizacji świetlnej, a nie sygnalizacją świetlną!

Str. 62. Autor przytacza efektywność i skuteczność zastosowania ITS w Rzeszowie na podstawie doniesień prasowych i publikacji internetowych (np. poz. [80, 81, 83]). W rozprawie doktorskiej, jako pracy naukowej, powinno się korzystać z udokumentowanych wyników badań, a nie publikacji gazetowych!

Str. 64. Nieczytelny rys. 3.7, a co z transportem indywidualnym?

Str. 64 i dalsze, Koncepcja wprowadzania DPA w Rzeszowie, brakuje usystematyzowanego podejścia: postawienie celu, przyjęcie założeń, ustalenie metod sterowania, ustalenie środków i technologii sterowania, określenie konieczności wsparcia naukowego, wraz ze wskazaniem elementów systemu wymagających takiego wsparcia!

Str. 69. Rozdz. 3.4 – po co zamieszczono kolejne podsumowania, będące streszczeniem rozdziału?

Str. 70 i dalsze. W doktoracie potrzebne są badania, a nie pomiary ruchu! Czy przeprowadzone pomiary można uznać za badania terenowe, jeżeli tak to jaki był ich cel?

Str. 76. Brak określenia wielkości błędu pomiarów.

Str. 78. W tekście transport indywidualny, w podpisie tabl. 4.1 komunikacja indywidualna.

Str. 82, 83. Niezrozumiały sposób analizy czasów przejazdu, brak analizy parametrów rozkładu i dopasowania modeli opisujących te rozkłady.

Str. 97. Przy powoływaniu się na zastosowane modele czasu przejazdu Autor posługuje się pojęciem ogólnym instrukcja, podręcznik (np. Instrukcja MOP-SZS-04, Podręcznik HCM), natomiast nie podaje publikacji źródłowych autorów tych modeli lub metod.

Str. 98. Zastosowany żargon: *Straty czasu na skrzyżowaniu zostały wyznaczone przy użyciu MOPSZS-04, a czasy przejazdu odcinka za pomocą podręcznika HCM*. Zbyt duże uogólnienie, należy podać modele z jakich skorzystano!

Str.99. W7g – tablica 4.1 (prawdopodobnie powinno być 5.1), podobnie str. 101.

Tabl. 5.1 Potoki to nie są parametry ruchu; parametrem ruchu jest natężenie ruchu (pojazdów lub osób).

Wz 5.1 Sgr – natężenie nasycenia grupy pasów ruchu, a nie pasa ruchu.

Str. 100. Wariant 1. Przyjęto dość ryzykowne założenia, które wymagają wyjaśnienia. Czy założenia poparte są badaniami? Mała skuteczność wydzielonych pasów dla autobusów;  $C_p=3672$  E/h/jezdnię,  $C_{pa}=3408$  E/h/jezdnię, tj. tylko o 8 % mniej?

Str. 101. Prawdopodobnie pomyłone nr tablic, np. zamiast 4.1 powinno być 5.1. Niespójne rysunki z tekstem. Jak wyznaczano straty czasu, brak formuły (rys. 5.3, rys. 5.4)

Str. 102. Niezrozumiały rys. 5.5, co oznacza linia graniczna – niebieska.

Str. 103. Co przedstawiono na rys. 5.6, jaki jest do niego komentarz? Skąd wzięto wzór 5.5, jak sprawdzono jego poprawność? Jest to podstawowa formuła stosowana do obliczania prędkości przejazdu TI. Co oznacza sformułowanie „starano się dopasować ta prędkość ...tak aby odpowiadała prędkości wyznaczonej w czasie pomiarów”? Na podstawie jakich przesłańek, co za Instrukcja kryje się pod poz. [71]?

Str. 104. Jaką prędkość wyznaczono na ul. Okulickiego (64,66 km/h)? Co oznacz wsp.  $f_{cs} = 4,35$  km/h? Jak zweryfikowano wzór (5.5)? Skąd pochodzi wzór (5.6) ? Wzór 5.7 nie służy do obliczania prędkości? Dlaczego nie pomierzono strat czasu na starcie na analizowanych ulicach tylko przyjęto z Instrukcji HCM?

Str. 105 Brak weryfikacji wzorów, formuł, modeli przyjętych z HCM i PK, np. na tle wyników pomiarów rzeczywistych, ewentualnie wprowadzenie wsp. korygujących. Zastosowano bardzo duże uproszczenia; przyjmowanie wartości czasu przejazdu autobusów na podstawie średniej z rozstępu jest bardzo ryzykowne.

Str.106. Analiza wrażliwości:

- analiza dotyczy parametrów modelu a nie współczynników,
- brak oznaczeń:  $dL$ ,  $dq$ ,  $d\lambda$  na rys.5.7.

Str. 107. Jak uwzględniano dynamiczną zmianę natężenia ruchu w przypadku zmiany rodzaju przekroju poprzecznego ulicy? Jak uwzględniono straty czasu pojazdów poszukujących innej drogi, ze względu na zatłoczenie?

Str. 108. Sumaryczne straty czasu w tabl. 5.2 – dla jakiego okresu liczone? Brak jednoznacznych zapisów, powinny być opisane matematycznie za pomocą znaków sumy  $\Sigma$ . Dlaczego nie przeprowadzono własnych pomiarów napełnienia pojazdów tylko skorzystano z innych?

w. 14 d – brak określenia „potencjalne straty czasu w transporcie indywidualnym (TI) zostaną zbilansowane”

Str. 109 – 111. Sygnał zielony jest wyświetlany, a nie nadawany (żargon). Jak uwzględniono straty czasu na wlotach bocznych skrzyżowań? Wymaga to szczegółowego wyjaśnienia!

Str. 112. Błąd we wzorze 5.17, prawdopodobnie powinno być:  $K_m=K \cdot I_p$ , gdzie  $K$  – liczba pojazdów w kolejce ( $P$ )

Tablica 5.3 – brak oznaczeń parametrów, w niektórych tablicach są w innych nie ma, ułatwia to czytanie i korzystanie z opracowania.

- Str. 113. Tabl. 5.5 – brak sumy DTI i DTP, której wynik powinien mówić także o skuteczności automatycznego sterowania ruchem z zastosowaniem DTA.
- Str. 114 – 121. Analiza wrażliwości, przedstawione wykresy nie wyjaśniają problemu, dobrze byłoby podać formuły matematyczne lub tabele z wartościami granicznymi.
- Str. 124. System sterowania ruchem, a nie system sterowania sygnalizacją. Powinien być zastosowany opis w trybie wskazującym na pracę własną Autora.
- Str. 125. Rys. 6.1 co Autor rozumie pod pojęciem Kalibracja modelu, a co pod pojęciem Walidacja modelu?
- Str. 126. Opis modeli powinien znajdować się w syntezie literatury,
- Str. 127. Tabl. 6.1 po co opisywano parametry modelu Wiedemann 99, skoro nie służy do modelowania ruchu miejskiego?
- Str. 128. Trudno się zorientować, czy rozdz. 6.2.1 to ogólny opis tworzenia modelu, czy założenia do modelu przyjętego w doktoracie. Model mikrosymulacyjny opisany jak dla realizacji projektu inżynierskiego, a nie pracy doktorskiej. Dużo opisów (jak w pracach humanistycznych) a zbyt mało podejścia matematycznego, wzory, zależności, warunki brzegowe, wykresy!
- Str. 129. Co oznacza zapis „wiarygodny model ruchu”.
- Str. 130 – 139. „Rysunek 6.7 Histogram średnich czasów podróży wygenerowany przez sieć neuronową, opracowanie własne Analiza histogramu umożliwi wyselekcjonowanie zestawów parametrów wejściowych, które są najbliższe szukanej wartości (np. czas przejazdu).” Dlaczego nie opisano rozkładu średnich czasów podróży wygenerowanych za pomocą modelu i nie porównano z rozkładem rzeczywistym?
- Str. 143. Autor używa różnych sformułowań; raz transport indywidualny, raz transport prywatny.
- Str. 144. Równanie 6.4 – brakuje warunków brzegowych poszczególnych zmiennych niezależnych, proszę i interpretacje graficzną.
- Str. 145. Co to za narzędzie Solver, jak je zastosowano? Wyniki kalibracji (tabl. 6.5) nie precyzyjne – tylko dla średnich (1 liczba)
- Str. 146. Do czego odnieść wyniki pomiarów czasu podróży, do wyników badań terenowych, czy oszacowania poczynione metoda analityczną?  
Dlaczego w modelu ruchu w przypadku występowania wydzielonych pasów dla autobusów przyjęto założoną liczbę pojazdów nie stosujących się do przepisów, a nie skorzystano z wyników własnych badań przeprowadzonych na badanym obiekcie?
- Str. 148. Jak rozumieć wyniki zamieszczone w tabl. 6.7? Czy w tym przypadku nie byłoby lepszym rozwiązaniem oszacowanie łącznego czasu podróży dla ulicy, obszaru, miasta i porównanie tych wartości jako łącznego wpływu funkcjonowania analizowanego rozwiązania transportowego?
- Str. 149. Czy występuje jakaś prawidłowość w doborze wartości współczynników (parametrów) dla kalibrowanego modelu dla trzech ulic? Skąd wynikają tak duże różnice? Dlaczego nie wyznaczono podstawowych parametrów ruchu z badan terenowych, a kalibrowano (dobierano) współczynniki modelu metodą prób i błędów? Nie zrozumiała metoda kalibracji! Czy podobnie postępowano w przypadku innych ulic?
- Str. 157. Na jakiej podstawie opracowano logikę modelu DPA? Czy Autor skorzystał z jakichś wzorców lub przykładów rozwiązań zastosowanych przez innych autorów?  
W jakim celu zastosowano podejście genetyczne?
- Str. 161. Warianty organizacji ruchu powinny być nazwane WoO, Wo1 itp., lepiej byłoby zrozumieć.
- Str. 162. Rys. 6.20 niezrozumiały, zamiast plusów i minusów lepszy byłoby podejście sumaryczne (dodatkowe kryterium). Do czego odnosić cytowane w tekście liczby: np. 0,66h, 8,55 h 209 h?

### 5.3 Pytania recenzenta

Część pytań szczegółowych została zadana wcześniej, nie mniej szerszego wyjaśnienia przez Autora wymaga kilka problemów:

- 1) W metodzie analitycznej Autor zastosował model czasu przejazdu samochodów opracowany przez Zespół Badawczy Politechniki Krakowskiej i model czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego przyjęty w metodzie HCM. Dlaczego do opracowanej metody przyjęto zostały te właśnie modele? Czy istnieją przykłady innych modeli szacowania czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego i zbiorowego na odcinkach ulic, w tym także modele opracowane w Polsce?
- 2) Autor nie przedstawił sposobu i wyników kalibracji przyjętych modeli czasu przejazdu samochodów i autobusów transportu miejskiego w metodzie analitycznej. Proszę o wyjaśnienie w jaki sposób przeprowadzono kalibrację poszczególnych parametrów? Proszę przedstawić uzyskane wyniki kalibracji (współczynniki, funkcje, wykresy).
- 3) W rozdz. 5.5 Autor przedstawił analizę wrażliwości natężenia ruchu, udziału sygnału zielonego i długości odcinka na zmianę wartości strat czasu. Nie przeprowadzono natomiast takiej analizy dla łącznego czasu przejazdu wszystkich użytkowników systemu transportowego po analizowanych ulicach. Interesujące jest zatem jakie czynniki istotnie wpływają na sumaryczny czas przejazdu pasażerów i kierowców pojazdów poruszających się po ulicach objętych poligonem badawczym?
- 4) Wzorem 5.10 opisano bilans korzyści zastosowania priorytetów dla transportu zbiorowego, z którego nie wynika jakie czynniki były brane do ich określania. Jak wygląda pełna postać matematyczna przedstawionego bilansu?
- 5) Z przedstawionego przeglądu literatury nie wynika, jakie kryteria są stosowane do oceny skuteczności stosowania priorytetów dla pojazdów transportu zbiorowego w miastach. Czy istnieją przykłady takich kryteriów? Czy możliwe było by zastosowania kryterium wieloparametrycznego i jak wyglądała by jego postać matematyczna?
- 6) Gdyby zamiast bilansu strat i korzyści Autor użył sumy czasów przejazdu uczestników ruchu transportem indywidualnym i zbiorowym STP, jak wyglądała by zmienność tego parametru w zależności od rodzaju zastosowanego priorytetu dla autobusów transportu miejskiego (wariant rozwiązania), przepustowości przekroju ulicy, natężenia ruchu pojazdów, natężenia ruchu autobusów? Czy zmienność tego parametru różni się od zmienności bilansu strat i korzyści?
- 7) Zastosowanie priorytetów dla autobusów transportu miejskiego może przynieść dodatkowe straty dla użytkowników transportu indywidualnego (zmiana trasy przejazdu, zmiana okresu jazdy) albo dodatkowe korzyści dla użytkowników transportu zbiorowego (prześiadanie się z samochodu do autobusów w godzinach ruchu szczytowego). Czy podjęto te problemy w opracowanych metodach szacowania czasu podróży i jak je rozwiązano?
- 8) Na rys. 6.19 przedstawiono wykresy zależności jednostkowych strat czasu pasażerów transportu indywidualnego i transportu zbiorowego w zależności od stopnia czasu aktywacji pasa autobusowego w godzinie. Interesującym dla Recenzenta jest problem zmienności sumarycznego czasu przejazdu uczestników ruchu transportem indywidualnym i zbiorowym STP dla badanych odcinków ulic w zależności od stopnia czasu aktywacji pasa autobusowego, wielkości natężenia ruchu podróżnych korzystających z transportu zbiorowego i transportu indywidualnego na wybranym odcinku ulicy wyposażonej w system DPA. Czy istnieje możliwość uzyskanie takiej zależności na podstawie analizy wyników badań przeprowadzonych przez Autora?

## 6. Wniosek końcowy

Podane w opinii uwagi krytyczne nie zmieniają ogólnie pozytywnej oceny opiniowanej rozprawy, pozwalającej na sformułowanie następujących wniosków końcowych:

1. Autor rozprawy zajmuje się, w niewielkim stopniu rozpoznaną w Polsce, problematyką dynamicznego zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego w miastach, ze szczególnym uwzględnieniem dynamicznych pasów dla autobusów. Przeprowadził studia literatury, przeprowadził badania terenowe na wybranych odcinkach sieci ulic, opracował koncepcję systemu dynamicznego zarządzania ruchem autobusów miejskich na odcinkach ulic, opracował metodę analityczną służącą do wstępnego szacowania oraz metodę symulacyjną, z wykorzystaniem pakietu programów VISSIM firmy PTV, służącą do szczegółowego szacowania korzyści i strat zastosowania udogodnień dla pojazdów transportu zbiorowego. Zaimplementował opracowane metody do oceny skuteczności zastosowania różnych wariantów organizacji ruchu na ulicy ze szczególnym uwzględnieniem dynamicznego zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego w warunkach miejskich.
2. Autor sformułował cel główny, cele szczegółowe o charakterze naukowym i praktycznym oraz tezy naukowe o cechach oryginalności i przeprowadził ich dowód. Przedstawiona do zaopiniowania rozprawa wykazała, że jej Autor dobrze orientuje się w dziedzinie analiz i modelowania ruchu ulicznego z dynamicznym uprzywilejowaniem ruchu autobusów transportu miejskiego. Tym samym potwierdził on umiejętności do formułowania problemów badawczych, zdolności do samodzielnego prowadzenia badań z wykorzystaniem metod teoretycznych i empirycznych, opracowania i kalibracji modeli oraz metod analitycznych i symulacyjnych.
3. Wykazane w opinii mankamenty i elementy dyskusyjne nie ujmują wiedzy Autora i zawartości naukowej ocenianej pracy. Recenzent oczekuje, że Autor ustosunkuje się do uwag krytycznych i pytań postawionych w niniejszej opinii, co przyczyni się do: udoskonalenia rozprawy, wzmocnienia wartości przyszłych publikacji wyników pracy oraz lepszego ukierunkowania programu dalszych badań.

Uwzględniając podane wcześniej zalety i oryginalne elementy rozprawy, stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza Szaraty pt. „Modelowanie ruchu z dynamicznym uprzywilejowaniem autobusów” spełnia wymagania określone w „Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym ...”. Stawiam zatem wniosek o przyjęcie opiniowanej pracy jako rozprawy doktorskiej w dyscyplinie budownictwo oraz o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Gdańsk 20.08.2018 r.

