



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA

Gdańsk, dn. 18.04.2022 r.

dr hab. inż. Jacek Oskarbski, profesor uczelni
Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
80-233 Gdańsk, ul. G. Narutowicza 11/12

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr. inż. Sylwii Pazdan

pt.: „Ocena wykorzystania danych GPS z systemu
rowerów miejskich w analizach ruchu rowerowego i jego
bezpieczeństwa”

Promotor: dr hab. inż. Mariusz Kieć, prof. PK

Recenzja przygotowana została na podstawie pisma Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej – prof. dr. hab. inż. Andrzeja Szaraty z dnia 24.02.2022 r. oraz dołączonej do pisma rozprawy doktorskiej mgr inż. Sylwii Pazdan pt. „Ocena wykorzystania danych GPS z systemu rowerów miejskich w analizach ruchu rowerowego i jego bezpieczeństwa” wykonanej pod kierunkiem Promotora pracy dr hab. inż. Mariusza Kiecia, profesora Politechniki Krakowskiej.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

Rozprawa poświęcona jest interesującym, zarówno z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia, problemom wykorzystania danych GPS (Global Positioning System) do szacowania parametrów ruchu rowerowego, oceny bezpieczeństwa w ruchu rowerowym oraz identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów. Praca napisana jest w języku polskim. Rozprawa obejmuje 154 ponumerowane strony wraz ze spisem literatury i załącznikami. Dzieli się na 9 rozdziałów poprzedzonych streszczeniem w języku polskim i angielskim, spisem treści oraz spisem podstawowych symboli i oznaczeń. Bibliografia obejmuje 162 pozycje literatury, w większości naukowej. W pracy znajdują się spis ilustracji, tabel, jak również wymienione są publikacje Autorki, które powstały w okresie przygotowywania pracy doktorskiej.

POLITECHNIKA GDAŃSKA
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
ul. G. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

DZIEKANAT
Wydziału Inżynierii Lądowej
tel. +48 604 475 876
e-mail: jacek.oskarbski@pg.edu.pl
www.pg.edu.pl

Wpłynęło dnia **06 MAJ 2022**
L. dz. **10.512.3.1.20.72**
podpis *[signature]*

2. OCENA METODYCZNA ROZPRAWY

Rozprawa poświęcona jest interesującym, zarówno z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia, problemom opracowania i wykorzystania narzędzi umożliwiających szacowanie parametrów ruchu rowerowego (tj. natężenia ruchu i prędkości) na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich oraz opracowania narzędzi umożliwiających wykorzystanie miar pośrednich wyznaczonych na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich do identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów oraz oceny poziomu bezpieczeństwa rowerzystów w ruchu drogowym. Znalazienie zależności w ruchu rowerowym na podstawie danych GPS przyczyniłoby się do usprawnienia procesu wyznaczania parametrów ruchu rowerowego, bez konieczności wykonywania kosztownych i czasochłonnych pomiarów manualnych lub instalowania gęstej sieci stacji ciągłego pomiaru automatycznego, a także szacowania parametrów ruchu rowerowego w szczególnych okresach (jak np. w trakcie trwania światowej pandemii, zmian w organizacji ruchu drogowego). Opracowanie narzędzi umożliwiających wykorzystanie miar pośrednich na podstawie danych GPS do ocen bezpieczeństwa ruchu, umożliwiłoby zarządom dróg realizację proaktywnego podejścia do bezpieczeństwa ruchu rowerowego poprzez odpowiednio wczesne podjęcie działań zapobiegawczych w miejscach o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów. Wychodząc naprzeciw takim oczekiwaniom, Doktorantka podjęła próbę wypełnienia luk wskazanych w studiach literatury poprzez zaproponowanie modeli predykcji liczby zdarzeń drogowych, dobowego wskaźnika zmienności natężenia ruchu rowerowego z uwzględnieniem wpływu warunków pogodowych, dobowego natężenia ruchu rowerowego na podstawie dobowego natężenia ruchu rowerów systemu miejskiego oraz prędkości chwilowej ruchu rowerowego na podstawie prędkości użytkowników systemu rowerów miejskich.

Należy stwierdzić, że praca ma właściwy i przemyślany układ. Kolejność rozdziałów i ich podział pozwalają na logiczne przedstawienie procesu dążenia do osiągnięcia celów pracy oraz weryfikacji postawionych tez badawczych. Wnioskowanie jest poprawne. Na wyróżnienie zasługuje znajomość szczegółowych technik badawczych oraz trafność ich zastosowania w zaprezentowanych analizach. Autorka nie ustrzegła się nielicznych błędów natury językowej zarówno stylistycznych jak i literowych, które zdarzają się w tego typu pracach, jednak nie zmniejszają one wysokiej wartości pracy pod względem edycyjnym. W pracy przedstawiono schemat blokowy i ilustracje, które tłumaczą czytelnikowi prezentowane zagadnienia. Między rozdziałami zachowano właściwe proporcje. Treść pracy zgodna jest z jej tytułem. Tytuły rozdziałów i podrozdziałów dają syntetyczny pogląd na przedstawioną w nich zawartość merytoryczną oraz reprezentują logiczne powiązanie całości pracy.

Podstawą opracowania głównych treści recenzowanej pracy doktorskiej było m.in.: rozpoznanie obszaru badań w studiach literatury. Podsumowanie przeglądu literatury wskazuje luki badawcze, których wypełnienie Autorka założyła w dysertacji wskazując na problem badawczy. Problem badawczy został określony pośrednio w celach pracy i znalazł potwierdzenie w przedstawionych tezach. Cele szczegółowe badań wskazane są również w poszczególnych rozdziałach i podrozdziałach. Do stopnia realizacji celu dysertacji oraz weryfikacji postawionych tez Autorka odniosła się w podsumowaniu pracy. W zakresie badań

opisanych w poszczególnych rozdziałach Autorka przedstawiła metodologię prowadzenia badań oraz ich wyniki. Dążenie do udowodnienia i weryfikacji postawionych w pracy doktorskiej tez podnosi walory merytoryczne rozprawy.

Wybór tematu oraz zakres rozprawy należy uznać za trafny oraz w pełni uzasadniony aktualnym stanem wiedzy i potrzebami praktyki. Z metodologicznego punktu widzenia rozprawa zasługuje na pozytywną ocenę.

3. OCENA MERYTORYCZNA I UWAGI KRYTYCZNE

Prezentowana rozprawa doktorska pt. *„Ocena wykorzystania danych GPS z systemu rowerów miejskich w analizach ruchu rowerowego i jego bezpieczeństwa”* mgr. inż. Sylwii Pazdan jest konsekwencją dorobku naukowego Doktorantki, wynikającego z wieloletniej pracy w Katedrze Dróg, Kolei i Inżynierii Ruchu na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej. Dotyczy to studiów teoretycznych oraz badań eksperymentalnych prowadzonych z wykorzystaniem dużych zbiorów danych w badaniach ruchu rowerowego i jego bezpieczeństwa. Badania prowadzone były z wykorzystaniem danych z obszaru miasta Krakowa.

Doktorantka, w ramach pracy dokonała:

- identyfikacji i wyboru miary pośredniej bezpieczeństwa ruchu rowerowego wyznaczonej na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich, wykazującej najlepsze powiązanie z liczbą zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów na przejazdach rowerowych;
- opracowania modelu predykcji liczby zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów z wykorzystaniem zidentyfikowanej miary pośredniej bezpieczeństwa ruchu rowerowego oraz z uwzględnieniem wpływu wybranych czynników drogowo-ruchowych;
- kwantyfikacji wpływu wybranych czynników infrastrukturalnych na zagrożenie zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów;
- wyznaczenia granicznej wartości opóźnienia w ruchu rowerów systemu miejskiego, która mogłaby być wykorzystana do identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów;
- porównania sezonowej zmienności natężenia ruchu rowerowego w układzie ulicznym miasta z sezonową zmiennością natężenia ruchu użytkowników systemu rowerów miejskich, reprezentowaną w analizach przez liczbę wypożyczeń rowerów miejskich;
- porównania wpływu warunków pogodowych na natężenie ruchu ogółu rowerzystów oraz rowerzystów korzystających z systemu rowerów miejskich;
- opracowania modelu predykcji dobowego wskaźnika zmienności natężenia ruchu rowerowego z uwzględnieniem wpływu warunków pogodowych;
- opracowania modelu predykcji dobowego natężenia ruchu rowerowego na podstawie dobowego natężenia ruchu rowerów systemu miejskiego;
- opracowania modelu predykcji prędkości chwilowej ruchu rowerowego na podstawie prędkości użytkowników systemu rowerów miejskich.

W rozdziale 1 (*Wprowadzenie*) Autorka przedstawiła problemy związane ze wzrostem ruchu rowerowego, stanowiącego w coraz szerszym zakresie alternatywę dla ruchu

samochodowego, przede wszystkim ze względu na intensyfikację zagrożenia bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Wzrost liczby zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów stanowi uzasadnienie rozwoju i stosowania metod ocen bezpieczeństwa ruchu z wykorzystaniem dużych zbiorów danych, dostępnych w przypadku stosowania nowych technologii, w tym technologii geolokalizacji satelitarnej (w przypadku rozprawy z zastosowaniem GPS w systemie rowerów miejskich). W tej części rozprawy określono problem praktyczny związany z koniecznością wprowadzania proaktywnych metod do oceny bezpieczeństwa ruchu rowerowego. W rozdziale scharakteryzowano ponadto zakres rozprawy.

W rozdziale 2 (*Studia literatury*) zaprezentowano wyniki studiów literatury. Przegląd literatury miał na celu identyfikację determinant bezpieczeństwa ruchu rowerowego, przedstawienie dotychczas stosowanych metod oceny bezpieczeństwa rowerzystów w ruchu drogowym oraz wykorzystywanych w tym celu miar pośrednich. Przedstawiono ponadto metody szacowania natężeń i prędkości w ruchu rowerowym oraz czynniki wpływające na wartości tych parametrów oraz rodzaje badań wykorzystujących dane GPS o ruchu rowerowym.

Uwagi krytyczne: Zasadne byłoby rozwinięcie akronimu GPS w miejscu, w którym po raz pierwszy pojawia się w pracy oraz krótkie scharakteryzowanie systemu i danych, jakich dostarcza z uwzględnieniem zagadnień dotyczących jakości danych (np. kompletność, dokładność, spójność, adekwatność czasowa). Kwestie dotyczące dokładności danych wykorzystanych w badaniach powinny również zostać przedstawione w rozdziałach, w których dane z GPS wykorzystywane są do przeprowadzenia analiz i opracowania modeli. Wydaje się zasadne, aby w przyszłych badaniach dane z systemu rowerów miejskich poddano takiej analizie.

W rozdziale 2.2 (*Metody oceny bezpieczeństwa ruchu drogowego*) Autorka przedstawiła ogólny opis miar bezpośrednich. Wydaje się, że miary bezpośrednie związane z ruchem rowerowym (np. miary względne) lub miary ryzyka (społecznego lub indywidualnego) mogłyby stanowić dodatkowy wkład do weryfikacji/porównania przedstawionych wyników badań z wykorzystaniem miar pośrednich.

Autorka słusznie stwierdziła, że „Dane geolokalizacyjne wykorzystywane w badaniach ruchu rowerowego pochodzą głównie z rejestratorów GPS zamontowanych w rowerach lub z dedykowanych aplikacji na telefon komórkowy” (rozdział 2.5). W tym miejscu nasuwa się pytanie z jakich rejestratorów mogą pochodzić dane oprócz wymienionych oraz czy dane mogą pochodzić z innych systemów nawigacji satelitarnej, poza systemem GPS-NAVSTAR?

W rozdziale 2.5 nie przedstawiono przykładów badań z wykorzystaniem danych GPS w ruchu rowerowym w Polsce a takie badania prowadzono.

W rozdziale 3 (*Cel, tezy i zakres pracy*) przedstawiono cele i tezy rozprawy doktorskiej oraz jej szczegółowy zakres, określone na podstawie luk badawczych zidentyfikowanych podczas przeglądu literatury.

Uwagi krytyczne: Zasadne byłoby jednoznaczne zdefiniowanie problemów badawczych, które w sposób pośredni wynikają z celów, tez oraz zakresu pracy.

W rozdziale 3.6. Autorka stwierdziła, że „*Studia literatury wskazują, że parametry ruchu pojazdów silnikowych (takie jak natężenie ruchu, prędkość, udział pojazdów ciężkich) mają*

zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo rowerzystów w ruchu drogowym (pkt. 2.1). Niemniej jednak, z uwagi na brak szczegółowych danych o charakterystykach ruchu pojazdów silnikowych, parametry ruchu tej grupy zostały uwzględnione w badaniach w sposób jakościowy poprzez klasy dróg samochodowych zdefiniowane w bazie OpenStreetMap". Pojawia się wątpliwość, czy uwzględnienie parametrów ruchu samochodowego (prędkość, natężenie – szczególnie w ruchu mieszanym lub w obrębie skrzyżowań) w sposób jakościowy gwarantuje otrzymanie satysfakcjonujących wyników badań (podobnie w przypadku ruchu mieszanego pieszych i rowerzystów, liczby pieszych na przejściach itp.).

W rozdziale 4 (Opis baz danych wykorzystywanych w analizach) szczegółowo opisano bazy danych wykorzystane w badaniach (dane o zdarzeniach drogowych z udziałem rowerzystów, dane o natężeniu ruchu rowerowego ze stacji ciągłego pomiaru automatycznego, dane GPS z systemu rowerów miejskich, dane o infrastrukturze i zagospodarowaniu terenu z OpenStreetMap, dane o infrastrukturze ruchu rowerowego z platformy CARTO).

Uwagi krytyczne: W rozdziale 4.3. Autorka przedstawiła charakterystykę danych GPS z systemu rowerów miejskich wskazując, że „Prędkości powyżej 15m/s oraz przyspieszenie powyżej 3m/s² i poniżej -3m/s² były bardzo rzadko rejestrowane, a ich występowanie było zapewne wynikiem dokładności pracy urządzeń GPS (zakłóceń sygnału w pobliżu wysokich budynków, tuneli, itp.)”. Zasadne byłoby przedstawienie jak często rejestrowane były odczyty z podanego zakresu (na rys. 4.9 przedstawiono liczebność, zasadne byłoby podanie szacunkowego udziału procentowego) oraz czy można zastosować lub opracować metodę weryfikacji jakości odczytów (np. w zakresie dokładności).

W rozdziale 4.4. (Baza Danych OpenStreetMap) Autorka przedstawiła podział na kategorie danych w infrastrukturze i zagospodarowaniu terenu. Pojawiają się wątpliwości, czy zaprezentowany podział (np. „Klasa drogi w OSM może odzwierciedlać poziom natężenia ruchu pojazdów, udział pojazdów ciężkich oraz prędkości pojazdów”) rzeczywiście odzwierciedla natężenie, strukturę rodzajową oraz prędkości potoku ruchu w stopniu pozwalającym na uzyskanie wiarygodnych wyników oraz czy zasadność zaprezentowanego podziału nie powinna być zweryfikowana pomiarami ruchu (np. z Kompleksowych Badań Ruchu w Krakowie) lub porównana z wynikami z modeli podróży i sieci transportowej, również w przypadku ruchu pieszych, jeżeli takie modele są dostępne.

W rozdziale 5 (Szacowanie parametrów ruchu rowerowego na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich) przedstawiono badania szacowania parametrów ruchu rowerowego na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich oraz wnioski z analiz w zakresie:

- porównania zmienności sezonowej natężenia ruchu rowerowego ze zmiennością liczby wypożyczeń rowerów publicznych,
- wpływu warunków pogodowych na natężenie ruchu rowerowego i liczbę wypożyczeń rowerów systemu miejskiego,
- udziału natężenia rowerów miejskich w całym potoku rowerzystów,
- określenia związku pomiędzy prędkościami chwilowymi rowerzystów korzystających z rowerów miejskich i prędkościami ogółu rowerzystów.

Wyniki badań zaprezentowane w rozdziale 5 wskazują, że dane z urządzeń GPS pochodzące z systemu rowerów miejskich mogą być wykorzystywane do szacowania charakterystyk ruchu ogółu rowerzystów i są alternatywą dla bezpośrednich pomiarów ruchu rowerowego, co stanowi potwierdzenie pierwszej z tezy przedstawionych w pracy. Przedstawione analizy z ich wynikami i graficznymi porównaniami są niewątpliwie mocną stroną recenzowanej pracy.

Uwagi krytyczne: W rozdziale 5.2.3. na rys. 5.3.b) błędnie opisano wartości na osi odciętych (wartości podane są dla średniej dobowej temperatury powietrza zamiast dla dobowego opadu deszczu).

W rozdziale 5.2.3 Autorka stwierdziła, że „Otrzymane wyniki mogą sugerować, że system rowerów miejskich Wavelo wykorzystywany był głównie do realizowania dojazdów do pracy czy szkoły, rzadziej w przypadku podróży rekreacyjnych”. Zasadne byłoby porównanie motywacji podróży rowerowych z wynikami Kompleksowych Badań Ruchu w odniesieniu do liczby podróży w poszczególnych motywacjach. Takie porównanie pozwoliłoby na rozwinięcie warstwy wnioskowania.

W rozdziale 5.3.3. we wzorze (5.16) wskazano C , określający charakter ruchu rowerowego (charakter gospodarczy lub turystyczny). Zabrakło wyjaśnienia w jaki sposób określono charakter ruchu.

Na rys. 5.8 omyłkowo opisano obydwie osie (odciętych i rzędnych) jako „Obserwowana wartość natężenia ruchu rowerowego”.

W rozdziale 5.4.2. przedstawiono metodologię pomiarów empirycznych prędkości chwilowej w ruchu rowerowym. W badaniach uwzględniono jedynie rowerzystów, którzy poruszają się w sposób płynny, bez zatrzymań. Przedstawienie udziału procentowego rowerzystów, którzy nie poruszali się w sposób płynny, mogłoby stanowić ważną wstępną informację o poziomie bezpieczeństwa lub sprawności ruchu w danej lokalizacji. Podczas przeprowadzania pomiaru użyteczna byłaby identyfikacja użytkowników rowerów miejskich, co pozwoliłoby na dodatkowy wkład do weryfikacji dokładności prędkości oszacowanej z danych GPS w rozdziale 5.4.3 (Prędkości chwilowe rowerów systemu miejskiego).

W rozdziale 5.4.5 Autorka prawdopodobnie słusznie stwierdziła, że „dla obu źródeł danych prędkości na przejazdach rowerowych zlokalizowanych wzdłuż kontrapasów były średnio o 0.3m/s (1.1km/h) i 1m/s (3.6km/h) wyższe niż na odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami (odpowiednio dla rowerów Wavelo i danych z pomiarów empirycznych), co może być wynikiem lokalnych uwarunkowań w miejscach lokalizacji wybranych poligonów badawczych”. Warto byłoby podjąć próbę oceny, jakie lokalne uwarunkowania miały wpływ na wyniki.

Autorka słusznie stwierdziła, że „Większa wartość odchylenia standardowego prędkości ogółu rowerzystów wskazuje na większą dyspersję prędkości, co może wynikać m.in. z bardziej zróżnicowanej grupy użytkowników pod względem wieku i płci oraz motywacji podróży”. W przyszłych badaniach zasadne będzie uwzględnienie cech grup użytkowników rowerów (w zależności od np. płci, wieku, doświadczenia oraz motywacji), co w sposób istotny może wpływać na opracowane zależności.

W rozdziale 6 (*Kwantyfikacja poziomu bezpieczeństwa ruchu rowerowego z wykorzystaniem miar pośrednich i modeli regresyjnych*) dokonano identyfikacji miar pośrednich bezpieczeństwa ruchu drogowego, które mogą być wyznaczone na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich. Opracowano metodę i przedstawiono wyniki badań. Wskazano miarę pośrednią (opóźnienie w ruchu rowerowym o wartościach nie mniejszych niż 0.6 m/s^2), która wykazywała najsilniejszy związek z liczbą rejestrowanych zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów. Opracowano model bezpieczeństwa ruchu rowerowego, umożliwiający szacowanie liczby zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów na przejazdach rowerowych na podstawie przyjętej miary pośredniej z uwzględnieniem wpływu wybranych czynników drogowo-ruchowych. Dokonano oceny jakości dopasowania opracowanego modelu do danych empirycznych oraz jego weryfikacji.

Uwagi krytyczne: W rozdziale 6.2., niewidoczna jest różnica pomiędzy rysunkami 6.1.d) i 6.1.e).

W rozdziale 7 (*Ocena wpływu czynników infrastrukturalnych na zagrożenie zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów*) oszacowano wpływ czynników infrastrukturalnych na zagrożenie zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów z wykorzystaniem miary pośredniej bezpieczeństwa ruchu rowerowego zidentyfikowanej w rozdziale 6. Przedstawiono metodykę, założenia, opis badań i wyniki. Wskazano czynniki infrastrukturalne mające niekorzystny wpływ na bezpieczeństwo ruchu rowerowego.

Uwagi krytyczne: Wartość miary pośredniej wskazanej w rozdziale 6 odnosiła się do przejazdów rowerowych, które prawdopodobnie charakteryzuje większa dynamika zmian prędkości ze względu na konfliktowe z ruchem rowerowym potoki innych uczestników ruchu drogowego (pojazdy, piesi, inni rowerzyści) oraz zróżnicowane warunki widoczności. Uzasadnienia wymagałoby zastosowanie zidentyfikowanej wartości miary na odcinkach między skrzyżowaniami, biorąc pod uwagę prawdopodobnie odmienne zachowania rowerzystów. Bardziej szczegółowe analizy dotyczące np. widoczności mogłyby pomóc w identyfikacji zagrożeń, miejsc niebezpiecznych i pomóc stwierdzeniu w jaki sposób infrastruktura drogowa oraz otoczenie wpływają na zagrożenie. Analiza wpływu w zależności od wielkości obszaru może w dużej mierze zależeć od warunków widoczności, ale również lokalnych ograniczeń wynikających z geometrii, organizacji ruchu lub środków uspokojenia ruchu. Na odcinkach o ruchu mieszanym może decydować intensywność obecności innych użytkowników ruchu – natężenie pojazdów i samochodów, co byłoby zasadne do uwzględnienia w przyszłych badaniach. W świetle powyższego zasadne byłoby analizować nie wpływ jednego czynnika a grupy czynników związanych z infrastrukturą i otoczeniem. W przyszłych badaniach należałoby uwzględnić uwarunkowania lokalne (warunki widoczności, geometrii w planie i profilu, liczebność i wpływ innych uczestników ruchu, obecność sygnalizacji świetlnej na przejeździe, ciągi piesze lub trasy pojazdów przecinających trasę ruchu rowerowego), co pozwoli na formułowanie bardziej precyzyjnych wniosków (ograniczając liczbę miejsc występowania zagrożeń wskazanych do szczegółowej analizy), jednakże w celu ogólnej oceny zagrożeń opracowany model jest zadowalający.

Rozdział 8 (*Identyfikacja miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów z wykorzystaniem miar pośrednich*) zawiera ocenę możliwości identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem

rowerzystów na podstawie prawdopodobieństwa wystąpienia ekstremalnych wartości zidentyfikowanej wcześniej miary pośredniej bezpieczeństwa ruchu rowerowego. Dla wybranych poligonów badawczych zastosowano teorię wartości ekstremalnych. W celu identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów oszacowano liczbę wystąpień poszczególnych wartości opóźnienia w ruchu rowerowym na wybranych przejazdach rowerowych przyjmując, jako graniczną tą, której liczba wystąpień była najlepiej powiązana z liczbą zarejestrowanych zdarzeń drogowych. Na podstawie wyników badań przeprowadzonych z wykorzystaniem teorii wartości ekstremalnych można stwierdzić, że identyfikacja przejazdów rowerowych przez drogi drugiego rzędu zlokalizowane w ciągu drogi dla rowerów o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami z udziałem rowerzystów mogłaby być również prowadzona na podstawie liczby wystąpień opóźnień w ruchu rowerów systemu miejskiego równych co najmniej 1.6m/s^2 oraz 2.0m/s^2 (odpowiednio dla metody przekroczeń i metody maksimów blokowych wyznaczania wartości ekstremalnych).

Kwantyfikacja wpływu czynników infrastrukturalnych na bezpieczeństwo ruchu rowerowego wykonana w skali makro wskazuje, że dane GPS z systemu rowerów miejskich mogą stanowić uzupełnienie bazy wiedzy obok danych o zdarzeniach drogowych i być wspólnie z nimi wykorzystywane do identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów. Zaprezentowane w pracy wyniki stanowią potwierdzenie tezy 2 rozprawy.

Rozdział 9 (*Podsumowanie*) zawiera podsumowanie najważniejszych efektów pracy, ocenę stopnia realizacji celów oraz weryfikację postawionych tez. W podsumowaniu przedstawiono ponadto ograniczenia zastosowanych metod badawczych oraz sformułowano kierunki dalszych badań.

Bibliografia obejmuje 162 pozycje literatury, w większości naukowej. Literatura zawiera zarówno pozycje polskie, jak i zagraniczne. Jest dobrana w sposób właściwy i wystarczający dla zaprezentowanego zakresu badań. W spisie literatury znalazły się pozycje starsze, ale wciąż aktualne.

Przyjęte w recenzowanej pracy podejście wypełnia luki badawcze w zakresie zidentyfikowanym w studiach literatury:

- identyfikacji miary pośredniej, która może być wyznaczona z danych GPS oraz jej granicznej wartości, na podstawie której możliwa byłaby zarówno ocena poziomu bezpieczeństwa ruchu rowerowego jak i identyfikacja miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów,
- określenia z wykorzystaniem danych GPS związku między charakterystykami ruchu rowerowego (prędkości i natężenia) wybranej grupy użytkowników (w tym przypadku użytkowników roweru miejskiego) i ogółu rowerzystów,
- weryfikacji, w jaki sposób warunki pogodowe wpływają na natężenie użytkowników rowerów systemu miejskiego i czy wpływ ten jest zbliżony do wpływu na cały potok rowerzystów.

Uzyskane wyniki, według mojej oceny, mają duże znaczenie praktyczne, ze względu na możliwość wykorzystania danych GPS z systemu rowerów miejskich oraz opracowania

narzędzi umożliwiających wykorzystanie miar pośrednich wyznaczonych na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich do identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów oraz oceny poziomu bezpieczeństwa rowerzystów w ruchu drogowym.

Pomimo wymienionych w recenzji uwag, z merytorycznego punktu widzenia rozprawa zasługuje na pozytywną ocenę.

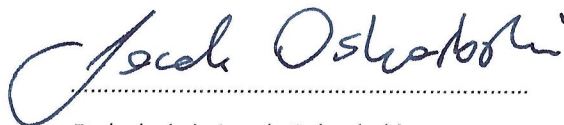
4. WNIOSKI KOŃCOWE

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska wnosi oryginalny wkład teoretyczny i praktyczny w rozwój nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Doktorantka wykazała się dobrą znajomością stanu wiedzy w obszarze tematyki pracy doktorskiej. W dążeniu do realizacji celów pracy oraz weryfikacji postawionych tez zastosowała poprawne metody badawcze, wykazując jednocześnie umiejętności planowania, prowadzenia badań oraz rozwiązywania problemów teoretycznych. Wyniki badań oraz sposób ich realizacji wskazują na umiejętności analizowania, krytycznej oceny rezultatów badań oraz formułowania wniosków. Pomimo przedstawionych w recenzji uwag krytycznych i wątpliwości należy stwierdzić, że Autorka ocenianej pracy doktorskiej prowadziła badania na odpowiednim poziomie merytorycznym. Powyższe świadczy o odpowiednim przygotowaniu i predyspozycjach do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych.

Uwagi krytyczne wymienione w recenzji, nie obniżają wysokiego poziomu merytorycznego i pozytywnej oceny pracy doktorskiej, mają charakter porządkowy, stanowią sugestie, które mogą zostać wykorzystane w przyszłych badaniach lub podlegać dyskusji.

Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że rozprawa spełnia obecnie obowiązujące wymagania stawiane stosownymi przepisami pracom doktorskim. Wnoszę o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr. inż. Sylwii Pazdan do publicznej obrony.



*Dr hab. inż. Jacek Oskarbski,
profesor Politechniki Gdańskiej*