

prof. dr hab. inż. Piotr Olszewski
Wydział Inżynierii Lądowej
Politechnika Warszawska
al. Armii Ludowej 16,
00-637 Warszawa

Warszawa, 30.04.2022 r.

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Sylwii Pazdan pt.:

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

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Sylwii Pazdan zatytułowanej: „Ocena wykorzystania danych GPS z systemu rowerów miejskich w analizach ruchu rowerowego i jego bezpieczeństwa” została wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, prof. dr hab. inż. Andrzeja Szaraty, zawarte w piśmie z dnia 24.02.2022 r., zgodnie z uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej z dnia 16 lutego 2022 r.

2. Charakterystyka pracy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Sylwii Pazdan zatytułowana: „Ocena wykorzystania danych GPS z systemu rowerów miejskich w analizach ruchu rowerowego i jego bezpieczeństwa”, która powstała w Politechnice Krakowskiej pod kierunkiem dra hab. inż. Mariusza Kiecia, prof. PK. Tematyka pracy dotyczy metodyki szacowania parametrów ruchu rowerowego oraz oceny bezpieczeństwa tego ruchu.

Rozprawa o objętości 148 stron (plus załączniki) napisana została w języku polskim. Praca zawiera streszczenie polskie i angielskie, spis podstawowych symboli i oznaczeń, słownik podstawowych pojęć, spis treści, dziewięć rozdziałów tekstu podstawowego, spis literatury oraz spis tabel i rysunków. Spis literatury obejmuje 163 pozycje publikacji, w tym 145 w języku angielskim i 18 w języku polskim. W tekście podstawowym jest 40 ilustracji oraz 41 tabel. Praca zawiera także dwa załączniki z 6 tabelami.

Rozdział pierwszy przedstawia wprowadzenie do tematyki ruchu rowerowego w miastach, którego popularność w Polsce z roku na rok rośnie. Niekorzystnym efektem tego

DZIEKANAT WIL

Wpłynęło dnia.....12.05.2022

Podpis.....G. Polczyk.....10.510.3.2. 2022

wzrostu jest brak poprawy bezpieczeństwa ruchu rowerowego, co uzasadnia zwiększony wysiłek w badaniach naukowych nad tym tematem.

W rozdziale 2 przedstawiono wyniki studiów literatury światowej na temat metod oceny bezpieczeństwa ruchu rowerowego oraz metod szacowania parametrów ruchu rowerowego takich jak natężenie i prędkość. Stosunkowo nowym obszarem badań jest wykorzystanie danych GPS w analizach ruchu. Na podstawie przeglądu literatury zidentyfikowano luki istniejące w obecnej wiedzy. Taką luką według Autorki jest potrzeba zidentyfikowania miary pośredniej opartej na dane GPS, która mogłaby być wykorzystana do oceny bezpieczeństwa.

W rozdziale 3 Autorka przedstawia cel, zakres i tezy pracy. Celami pracy są:

- opracowanie narzędzi do szacowania parametrów ruchu rowerowego na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich,
- opracowanie narzędzi umożliwiających ocenę poziomu bezpieczeństwa rowerzystów oraz identyfikację miejsc o zwiększonym zagrożeniu na podstawie miar pośrednich uzyskanych z danych GPS z systemu rowerów miejskich.

Rozdział 4 zawiera opis krakowskich baz danych wykorzystywanych w analizach. Autorka omawia kolejno: dane o zdarzeniach drogowych z udziałem rowerzystów, dane ze stacji ciągłego pomiaru ruchu, dane z systemu rowerów miejskich Wavelo oraz dane z baz GIS.

W rozdziale 5 Autorka przedstawia swoje badania i modelowanie charakterystyki ruchu rowerowego w Krakowie na podstawie wyżej omówionych danych. Porównano zmienność sezonową natężeń ruchu rowerowego ze zmiennością wypożyczeń rowerów publicznych. Zbadano wpływ warunków pogodowych na liczbę wypożyczeń i natężenia ruchu rowerowego. Zbadano też udział rowerów miejskich w całym potoku rowerowym. Następnie określono związek między średnimi prędkościami rowerów miejskich i prędkościami wszystkich rowerów.

Rozdział 6 poświęcono zagadnieniu bezpieczeństwa ruchu rowerowego a szczególnie modelowaniu liczby zdarzeń z udziałem rowerzystów na podstawie czynników drogowo-ruchowych oraz pośrednich miar bezpieczeństwa. W opracowanym modelu, jako pośrednią miarę bezpieczeństwa zaproponowano liczbę opóźnień w ruchu rowerów o wartości przekraczającej $0,6 \text{ m/s}^2$.

W rozdziale 7 przedstawiono badania wpływu czynników infrastrukturalnych na zagrożenie zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów. Czynniki infrastrukturalne zidentyfikowano na podstawie baz danych GIS.

Rozdział 8 zawiera próbę modelowania lokalnego zagrożenia bezpieczeństwa w ruchu rowerowym z wykorzystaniem teorii wartości ekstremalnych. Założono, że zmienną której wartości ekstremalne wskazują na wyższe prawdopodobieństwo zdarzenia jest opóźnienie w ruchu roweru. Dla wybranych poligonów badawczych, określono graniczne wartości opóźnienia, które mogą wskazywać na zwiększone ryzyko wystąpienia zdarzenia.

W rozdziale 9 przedstawiono najważniejsze efekty pracy oraz wskazano kierunki dalszych badań. Generalnym wnioskiem jest to, że zaproponowane modele, bazujące na danych GPS, pozwalają określać parametry potoku ruchu rowerowego oraz oceniać jego bezpieczeństwo. Zadaniem na przyszłość jest ocena możliwości zastosowania danych GPS z innych źródeł oraz doskonalenie zaproponowanych modeli i miar pośrednich.

3. Ocena pracy

3.1. Temat pracy i problem naukowy

Analizy charakterystyki ruchu rowerowego i metody oceny jego bezpieczeństwa są obecnie ważnymi obszarami badawczymi inżynierii ruchu w kontekście rosnącej popularności rowerów. Metodyka analiz ruchu rowerowego jest relatywnie słabo rozwinięta w porównaniu do metodyki dotyczącej ruchu samochodowego, która rozwija się od blisko 100 lat. Dlatego też opracowanie metody wykorzystania danych GPS z systemu rowerów miejskich do analiz ruchu rowerowego i oceny jego bezpieczeństwa stanowi istotny problem naukowy.

Problem naukowy rozpatrywany w pracy został więc wybrany prawidłowo. Jest to problem nietrywialny, niedostatecznie rozpoznany, a przy tym rozwiązanie go miałoby duże znaczenie praktyczne.

3.2. Ocena zastosowanych metod

Podstawą badań przedstawionych w rozprawie był gruntowny przegląd literatury światowej na temat badań charakterystyki ruchu rowerowego i metod oceny jego bezpieczeństwa. Autorka wykorzystała w pracy 145 pozycji literatury naukowej w języku angielskim, w tym wiele pozycji z ostatnich pięciu lat. Studia literaturowe umieszczono w rozprawie jako rozdział 2, przed sformułowaniem celów pracy, co jest raczej niespotykane. Rozwiązanie takie jest niekorzystne, gdyż uprzednie sformułowanie celów pozwala na bardziej dogłębne przedstawienie wyników dotychczasowych badań dotyczących zagadnień związanych z tymi celami. Być może dlatego przegląd literatury, choć

niewątpliwie szeroki, robi wrażenie powierzchownego – Autorka nie przedstawia konkretnych wyników modelowania uzyskanych przez innych badaczy.

W rozdziale 5 „Szacowanie parametrów ruchu rowerowego na podstawie danych GPS z systemu rowerów miejskich” zastosowano analizę wariancji ANOVA do zbadania wpływu lokalizacji na zmienność natężeń ruchu rowerowego i liczbę wypożyczeń rowerów. Stosując właściwe narzędzia statystyczne Autorka wykazała, że lokalizacja nie ma wpływu na zmienność sezonową, z wyjątkiem stacji wypożyczeń rowerów o charakterze turystycznym. Również poprawnie metodycznie jest modelowanie regresyjne wpływu czynników pogodowych i okresów dni wolnych od pracy i nauki na natężenie ruchu rowerowego. Wyniki modelowania uzyskane na podstawie danych z roku 2018 zweryfikowano przy pomocy danych za rok 2019. W kolejnej części rozdziału Autorka wyprowadziła metodą regresji liniowej zależność między natężeniem ruchu rowerowego ogółem a natężeniem rowerów miejskich Wavelo. Następnie, po przeprowadzeniu własnych badań poligonowych prędkości rowerów, Autorka opracowała zależność między prędkością potoku wszystkich rowerów a średnią prędkością rowerów Wavelo na przejazdach rowerowych.

W rozdziale 6 „Kwantyfikacja poziomu bezpieczeństwa ruchu rowerowego z wykorzystaniem miar pośrednich i modeli regresyjnych” przeprowadzono modelowanie liczby zdarzeń z udziałem rowerzystów na przejazdach rowerowych w zależności od parametrów drogowo-ruchowych oraz miary pośredniej bezpieczeństwa ruchu rowerowego. Modelowanie liczby zdarzeń i weryfikację modelu przy pomocy wykresów reszt skumulowanych (CURE) należy uznać za poprawne. Natomiast wątpliwości budzi sposób wyboru miary pośredniej jako liczby opóźnień o wartościach przekraczających $0,6 \text{ m/s}^2/\text{miesiąc}$ ($\text{Lop}_{0,6}$) przy pomocy jedynie kryterium AIC, przed wprowadzeniem innych zmiennych do modelu. Dlaczego nie testować pełnego modelu liczby zdarzeń z różnymi wariantami zmiennej Lop ?

W rozdziale 7 podjęto interesującą próbę oceny wpływu czynników infrastrukturalnych na zagrożenie zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów. W tym celu wykorzystano bazy GIS do identyfikacji poszczególnych elementów infrastruktury drogowej i jej otoczenia, które mogą mieć potencjalny wpływ na zagrożenie rowerzystów. Analizowano kwadratowe obszary (o wielkości od $10 \times 10 \text{ m}$ do $100 \times 100 \text{ m}$), w których występowały różne elementy infrastruktury. Dla tych obszarów zliczano punkty GPS (z trajektorii rowerów) o małym i zwiększonym zagrożeniu (opóźnienia $\geq 0,6 \text{ m/s}^2$). Porównano statystycznie udziały poszczególnych kategorii, obliczone dla zdarzeń drogowych oraz punktów o małym i zwiększonym zagrożeniu. Wyniki nie są przekonujące głównie ze względu na przyjęcie jako kryterium zwiększonego zagrożenia liczby opóźnień $\geq 0,6 \text{ m/s}^2$,

co pozostaje dyskusyjne. Natomiast najważniejszy test istotności dla porównania udziałów punktów o małym zagrożeniu i zdarzeń drogowych nie został przeprowadzony.

W rozdziale 8 Autorka zastosowała teorię wartości ekstremalnych do identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów z wykorzystaniem miar pośrednich. Przyjęta metodyka analiz, w tym estymacja parametrów rozkładów wartości ekstremalnych oraz metoda wyznaczania granicznej wartości opóźnienia w ruchu roweru, są prawidłowe. Niestety, przyjęta miara pośrednia nie jest właściwa do modelowania rozkładu wartości ekstremalnych, gdyż nie spełnia jednego z kryteriów zdefiniowanych przez Songchitruksa i Tarko (2004), cytowanych przez Autorkę na stronie 10: „musi istnieć wartość miary pośredniej będąca wyraźną granicą pomiędzy zdarzeniem drogowym i jego brakiem”. W przypadku opóźnienia nie ma takiej wartości granicznej, gdyż nawet gwałtowne hamowania ($2,6 \text{ m/s}^2$ wg CROW) zwykle nie kończą się kolizją lub wypadkiem.

3.3. Osiągnięcia Autorki

Najważniejsze osiągnięcia Autorki przedstawione w rozprawie to:

- a) Zbadanie sezonowej zmienności natężenia ruchu rowerowego w Krakowie i wykazanie, że zmienność ta nie różni się statystycznie istotnie dla różnych lokalizacji oraz odpowiada zmienności liczby wypożyczeń rowerów miejskich w systemie Wavelo.
- b) Sformułowanie i skalibrowanie przy pomocy regresji nieliniowej modelu zależności natężenia ruchu rowerowego od czynników pogodowych oraz od występowania dni wolnych od pracy i nauki, a także opracowanie podobnego modelu dla liczby wypożyczeń rowerów miejskich.
- c) Wyprowadzenie przy pomocy regresji liniowej zależności między natężeniem ruchu wszystkich rowerów a natężeniem ruchu rowerów miejskich i charakterem tego ruchu (gospodarczy, turystyczny).
- d) Zbadanie różnic pomiędzy prędkościami chwilowymi wszystkich rowerzystów a prędkościami użytkowników rowerów miejskich i wyprowadzenie zależności liniowej średniej prędkości potoku ruchu rowerowego od prędkości rowerów Wavelo i typu infrastruktury drogowej (odcinek drogi, przejazd rowerowy).
- e) Opracowanie modelu zależności częstości zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów na przejazdach rowerowych od natężenia ruchu rowerów miejskich, prędkości tego ruchu, liczby opóźnień o wartości ponad $0,6 \text{ m/s}^2$, wielkości obszaru analizy oraz typu przekraczanej drogi. Zweryfikowanie modelu przy pomocy wykresu reszt skumulowanych.

f) Zbadanie wpływu czynników infrastrukturalnych na zagrożenie zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów, z wykorzystaniem bazy GIS do identyfikacji poszczególnych elementów infrastruktury drogowej i jej otoczenia, które potencjalnie wpływają na zagrożenie rowerzystów.

g) Próba zastosowania teorii wartości ekstremalnych do identyfikacji miejsc o zwiększonym zagrożeniu zdarzeniami drogowymi z udziałem rowerzystów z wykorzystaniem miar pośrednich. W ramach analiz wykonano estymację parametrów rozkładów wartości ekstremalnych oraz wyznaczono graniczne wartości opóźnienia w ruchu roweru.

Osiągnięcia a) – d) są dobrze udokumentowane i nadają się do praktycznego zastosowania – szacowania wielkości i parametrów ruchu rowerowego w Krakowie na podstawie łatwo dostępnych danych z krakowskiego systemu roweru miejskiego. Osiągnięcia e) – g) dają pewien obraz stanu bezpieczeństwa ruchu rowerowego, jednakże wymagają dalszego doskonalenia.

W sumie, według opinii recenzenta, rozprawa stanowi oryginalne, wartościowe, autorskie opracowanie spełniające warunki stawiane rozprawom doktorskim. Zaproponowane modele są w wielu przypadkach pierwszymi w kraju modelami tego typu dotyczącymi ruchu rowerowego. Autorka wykazała umiejętność zastosowania narzędzi takich jak statystyka matematyczna i teoria prawdopodobieństwa w modelowaniu procesów ruchu oraz miar bezpieczeństwa ruchu.

Generalnie pozytywna ocena rozprawy nie oznacza, iż nie budzi ona szeregu uwag krytycznych. Niektóre uwagi przedstawiono już przy ocenie metodyki (punkt 3.2). Pozostałe uwagi sformułowano poniżej w punkcie 4.

4 Uwagi

4.1. Uwagi ogólne

- Jednym z głównym źródeł danych wykorzystywanym przez Autorkę w pracy jest zbiór danych z systemu rowerów miejskich zawierający zarejestrowane czasy i lokalizacje punktów GPS z trajektorii rowerów. Zbiór ten, który z natury technologii GPS zawiera błędy, nie został właściwie przefiltrowany i oczyszczony (a przynajmniej nie zostało to opisane). Pozycje poszczególnych punktów GPS mogą zawierać błędy wynikające z zaniku sygnału, odbić od budynków, itd. Błędy te powodują „skoki” w trajektorii, skutkujące błędnymi wartościami obliczonych na tej podstawie prędkości i przyspieszeń. Przykładem jest rozkład prędkości pokazany na rys. 4.9, który pokazuje wartości do 20 m/s. Prędkości powyżej 10

m/s (36 km/h) są praktycznie nie do osiągnięcia dla rowerzystów (chyba że na długich spadkach) i powinny być usunięte ze zbioru. Istnieją opisane w literaturze algorytmy wykrywania anomalii współrzędnych punktów GPS (nieciągłość trajektorii) i czyszczenia zbioru danych GPS. Bez przeprowadzenia takiej operacji dokładność danych (a szczególnie ich wartości ekstremalnych) jest wątpliwa.

- Zgodnie z opisem danych GPS (str. 30) pozycje rowerów były rejestrowane w odstępach czasowych 5 s lub więcej. Jeżeli w analizach wykorzystano prędkości obliczone dla przedziałów 5-sekundowych to trudno je nazwać prędkościami chwilowymi, a raczej średnimi z okresów 5-sek. Jeżeli przeprowadzono interpolację dla uzyskania przedziałów 1-sek, to nie zostało to dokładnie opisane. Np. jeżeli zastosowano interpolację liniową położenia punktów to dla 5 przedziałów sekundowych prędkość będzie stała a dla 4 punktów przyspieszenie będzie zerowe. Jak potraktowano punkty z większym odstępem czasowym? (np. 10, 15 sek. w tab. 4-1). Szkoda, że nie pokazano nigdzie empirycznych rozkładów częstości prędkości i przyspieszeń przyjętych do analiz. Dystrybucja rozkładu przyspieszenia pozwoliłaby zinterpretować przyjęte w modelach wartości opóźnień $0,2 \text{ m/s}^2$ i $0,6 \text{ m/s}^2$ (dla punktów o małym i zwiększonym zagrożeniu) oraz wartości graniczne z rozdziału 8.
- Weryfikacji i skomentowania dokładności i rzetelności wymagają też inne zbiory danych wykorzystane w pracy. Na przykład wiadomo, że w bazie SEWIK zdarzają się błędne współrzędne geograficzne. Czy sprawdzono mapę wypadków/kolizji? Baza Open Street Map jest otwarta i każdy może ją edytować. Czy sprawdzono rzetelność i aktualność danych, szczególnie prawidłowość klasyfikacji elementów infrastruktury drogowej?
- Funkcja opisana równaniem (5.13) jest funkcją wykładniczą a nie logarytmiczną. Rys. 5.4 błędnie przedstawia wpływ dni wolnych od pracy PH na SDRR. W istocie pokazany jest wpływ temperatury. Wpływ PH jest stały i wynosi: -23%. W modelu wykładniczym elastyczność wpływu zmiennej niezależnej na wartość zmiennej zależnej wyraża się wzorem $\exp(-\beta)$. W tym wypadku $\exp(-0,262) = 0,77$, czyli w dni wolne od pracy SDRR będzie o 23% niższy. Żeby zbadać łączny wpływ temperatury i dni wolnych, należy do modelu wprowadzić efekty krzyżowe czyli zmienne PH x Tśr lub SH x Tśr .
- W modelu predykcji liczby zdarzeń z udziałem rowerzystów na przejazdach rowerowych, poza wspomnianym nieprzekonywującym sposobem wyboru miary pośredniej jako Lop0,6, problemem jest wysoka korelacja ($r = 0,745$) między Lop0,6 a natężeniem ruchu QWavelo. Może zamiast liczby opóźnień o wartości $>0,6 \text{ m/s}^2$, należało sprawdzić ich udział we wszystkich zarejestrowanych przyspieszeniach?

- We wspomnianym wyżej modelu niewłaściwe jest przedstawienie w równaniu (6.9) ξ jako jednego parametru. W rzeczywistości mamy tyle parametrów ile jest kategorii dróg minus jeden (co widać w tabeli 6-6). Każda kategoria drogi (z wyjątkiem kategorii referencyjnej) jest oznaczana przez zmienną binarną X ($X = 1$ jeśli to ta kategoria a $X = 0$ w przeciwnym wypadku). Istotność statystyczna każdego z 3 parametrów ξ powinna być testowana oddzielnie – dlaczego widzimy tylko jedną wartość statystyki Walda? Zgrupowanie w jedną kategorię „pozostałe” trzech kategorii dróg: pierwszego rzędu, zbiorczo-rozprowadzających i w strefie zamieszkania nie jest właściwe bez sprawdzenia indywidualnego wpływu tych kategorii na liczbę zdarzeń.
- We wspomnianym wyżej modelu niewyjaśniona jest zmienna „Wielkość obszaru analizy” i jej duża zmienność (wartość maksymalna to prawie sześć razy wartość minimalna). Skąd tak duża zmienność obszaru analizy dla przejazdów rowerowych?
- Metoda oceny wpływu czynników infrastruktury na zagrożenie opisana w rozdziale 7 nie jest jasno przedstawiona. Metodę należałoby wyjaśnić na przykładzie zilustrowanym rysunkiem. Nie jest jasne jak losowanie punktów z ograniczeniem odległości między nimi może dawać reprezentatywny zbiór punktów?
- Badając wpływ infrastruktury trudno abstrahować od typu zdarzenia – czy mamy do czynienia z kolizją/wypadkiem pieszy-rower czy rower-pojazd silnikowy? Każdy z tych typów zdarzeń ma inne czynniki zagrożenia. Jaki był podział całkowitej liczby zdarzeń według powyższych typów kolizji i wypadków?

4.2. Uwagi szczegółowe

- str. 12 – Wśród determinant parametrów ruchu rowerowego nie wymieniono ważnego czynnika jakim jest pochylenie podłużne trasy. Czynniki ten nie pojawia się też nigdzie w dalszej części pracy.
- str. 24 – Dlaczego przedstawiono statystyki zdarzeń tylko za 4 lata?
- str. 29 – Nie podano źródła wzoru (4.1). Jest to wzór odmienny od stosowanego często wzoru „Haversine” i jego modyfikacji.
- str. 30 – Zmienne Lat i Lon mierzymy w stopniach – nie są one bezwymiarowe [-]!
- str. 54 – Przy opisie wartości VIF należy podać odpowiednie wartości współczynnika korelacji r a nie r^2 .
- str. 55 – W równaniu (5.13) β i γ to nie „stałe modelu” ale wektory parametrów dla zmiennych pogodowych i zmiennych binarnych.

- str. 68 – Na rysunku 5.11 należy pokazać skalę czasu. Jeżeli między punktami GPS jest 5 sek. to ile punktów interpolujemy? Czy wszystkie punkty są co 1 sek.?

4.3. Uwagi językowe i redakcyjne

Należy podkreślić, że ogólnie praca jest napisana bardzo dobrze pod względem językowym i stylistycznym. Jest również bardzo starannie zredagowana i opracowana graficznie. Zdarzają się jednak drobne błędy.

- Część odwołań do literatury nie jest właściwie zredagowana gramatycznie. Jeżeli nazwisko autora jest podmiotem zdania (a nie wtrąceniem) to w nawiasie podaje się tylko rok publikacji a nie nazwisko i rok. Na przykład prawidłowa forma to: *Smith (1990) zaproponował nowy model* - a nieprawidłowa: *(Smith 1990) zaproponował nowy model*.
- str. 37 – Wzór (5.1) – nie jest poprawne oznaczanie jednym symbolem Q dwóch różnych wielkości! Należy użyć różnych oznaczeń (np. Q_1 i Q_2) i przedstawić 2 wersje wzoru.
- str. 43 – W zdaniu „W większości przypadków ...rozkład dobowego wskaźnika zmienności natężenia ruchu..” należy dodać: „w miesiącu”.
- str. 46 – Tab. 5-4 – Liczebność w kwietniu i listopadzie = 3 czy 30?
- str. 59-60 – Słowa „predykować” i „predykowany” nie występują w Słowniku Języka Polskiego. Należy je zastąpić słowami „szacowany” lub „prognozowany”.
- Tab. 6-4 – Nagłówek „Parametr pogody” jest błędny.
- str. 110 – „Na rysunkach 8.7 i 8.8” – powinno być: 8.8 i 8.9.

W podsumowaniu punktu 4 stwierdzam, że powyższe uwagi krytyczne w żadnym stopniu nie dyskwalifikują całości rozprawy, która – jak to stwierdzono wcześniej – zasługuje na dosyć wysoką ocenę. Przedstawione uwagi wymagają wyjaśnienia i mają w założeniu pomóc Autorce w przygotowaniu poprawionej wersji pracy przed jej publikacją.

5 Podsumowanie i wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską mgr inż. Sylwii Pazdan zatytułowaną: „Ocena wykorzystania danych GPS z systemu rowerów miejskich w analizach ruchu rowerowego i jego bezpieczeństwa”, która powstała w Politechnice Krakowskiej pod kierunkiem dra hab. inż. Mariusza Kiecia, prof. PK, stwierdzam, że w pracy tej Autorka przedstawiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Ponadto praca świadczy o tym, że mgr inż. Sylwia Pazdan posiada ogólną wiedzę teoretyczną z dziedziny inżynierii ruchu

drogowego oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Oznacza to, że praca spełnia wymagania 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 z późniejszymi zmianami) i w związku z tym wnioskuję o dopuszczenie jej do obrony publicznej.



Piotr Olszewski