

Warszawa, 13.09.2023 r.

dr hab. inż. Emilian Szczepański, prof. uczelni
Politechnika Warszawska
Wydział Transportu
ul. Koszykowa 75
00-662 Warszawa

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Karoliny Warszawskiej

pt. „Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji rozprawy doktorskiej było powołanie na recenzenta w dniu 21 czerwca 2023 r. uchwałą Rady Naukowej Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej oraz pismo Dziekana Wydziału, dr hab. inż. Lucyny Domagały, prof. PK z dnia 10 lipca 2023 r. zlecające opracowanie recenzji.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr inż. Karoliny Warszawskiej pt. „Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich”. Praca została zrealizowana na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, a jej promotorem jest prof. dr hab. inż. Andrzej Szarata.

Recenzowana rozprawa doktorska obejmuje 164 strony wraz z załącznikami. Dysertacja składa się ze spisu treści, streszczenia w języku polskim i angielskim, 8 rozdziałów numerowanych, w tym wprowadzenia i podsumowania oraz bibliografii i spisu załączników. W treści rozprawy Autorka odnosi się do 117 pozycji literaturowych. W pracy zawarto 47 rysunków (w tym fotografie), 22 tabele i 23 wzory. Materiał ilustracyjny, tabele i wzory zostały ponumerowane oraz odpowiednio opisane w treści pracy. Autorka rozprawy stosuje aparat matematyczny do przeprowadzenia rozważań w aspekcie modelowania Stref Płatnego Parkowania (SPP). Streszczenie pracy w sposób syntetyczny przybliży tematykę rozprawy, jej zakres oraz uzyskane efekty. Do pracy dołączono 8 załączników, o łącznej objętości 25 stron, zawierających mapę rejonów komunikacyjnych modelu transportowego aglomeracji krakowskiej, zależności matematyczne do wyznaczenia wskaźnika dostępności transportowej,

Wydziału Inżynierii Lądowej

Wpłynęło dnia 18.09.2023
L. dz. 10 510.8.1.2023
podpis: [podpis]

[podpis]

formularz wykorzystywany w prowadzonych badaniach ankietowych, schematy blokowe opracowanych algorytmów do kalibracji modelu SPP i delimitacji SPP, a także kod w języku Python ww. algorytmów oraz kod programu służący uczeniu maszynowemu modelu regresji wektorów nośnych.

Zasadniczą treść dysertacji można podzielić na część teoretyczną oraz praktyczną. Na część teoretyczną składa się charakterystyka SPP jako obszaru badawczego, omówienie metod badań i źródeł danych, analiza literatury polskiej i zagranicznej w zakresie badań SPP. W części praktycznej rozprawy przedstawiono strukturę opracowanego modelu SPP, przeprowadzono analizę dostępnych danych, opracowano model symulacyjny wraz z implementacją, a także przeprowadzono jego kalibrację i weryfikację.

3. Ocena rozprawy

3.1. Struktura pracy

Dysertację rozpoczyna wprowadzenie, w którym Autorka omawia funkcjonowanie systemów transportowych obszarów miejskich i problematykę zarządzania mobilnością. Identyfikuje również znaczenie stref płatnego parkowania oraz analizuje parkowanie i jego skutki. Następnie wyodrębnilo genezę i cel pracy oraz omówiono jej zakres.

W rozdziale drugim Doktorantka dokonała charakterystyki strefy płatnego parkowania. W pierwszej części rozdziału omawia potrzebę stosowania narzędzi zarządzania mobilnością oraz różne podejścia w zakresie polityki transportowej. Druga część rozdziału dotyczy prawnych uwarunkowań funkcjonowania SPP, w której przeprowadzono szczegółową analizę aktów prawnych w aspekcie ograniczeń i możliwości kształtowania obszarów, stref i śródmiejskich stref płatnego parkowania. W trzeciej części rozdziału drugiego Doktorantka dokonała analizy organizacyjnych uwarunkowań funkcjonowania SPP. W tym zakresie wskazała i omówiła 6 głównych aspektów jakie należy rozważyć przy kształtowaniu polityki parkingowej w zakresie wprowadzania lub reorganizacji SPP. Dotyczą one dni i godzin obowiązywania SPP, opłat za postój i ich zróżnicowania, obszaru SPP, dopuszczalnego maksymalnego czasu postoju, sposobów poboru opłat i sposobów kontroli ich uiszczenia. W czwartej części rozdziału przedstawia miary opisujące parkowanie, w tym te najbardziej popularne min. akumulacja parkingowa, liczba dostępnych miejsc postojowych, wskaźnik napelnienia czy wskaźnik rotacji, jak i inne rzadziej stosowane np. stopień nasycenia parkowania. Rozdział drugi Doktorantka zakończyła podsumowaniem, w którym wskazała na

złożoność problematyki funkcjonowania SPP, a także konsekwencji towarzyszących niewłaściwemu dostosowaniu polityki parkingowej do warunków danego obszaru.

Rozdział trzeci dysertacji dotyczy badań SPP oraz analizy dostępnych danych. W tej części pracy Doktorantka omówiła typowe metody pozyskiwania danych na potrzeby wyznaczania miar charakteryzujących parkowanie. Jako najpopularniejsze metody badania SPP przedstawiła badania patrolowe, sczyty tablic rejestracyjnych i badania ankietowe. Wskazała ponadto na dodatkowe źródła danych pozwalające na dokładniejszą identyfikację i analizę zjawisk zachodzących w SPP. W tym aspekcie omówiła bazy danych poboru opłat parkingowych w SPP, kompleksowe badania ruchu, modele transportowe miast i aglomeracji, inwentaryzacje miejsc postojowych, bazy danych GUS i bazy danych Miejskich Systemów Informacji Przestrzennej. W rozdziale trzecim zawarto również analizę literatury naukowej. Usystematyzowano aktualny stan wiedzy i zidentyfikowano luki badawcze. Rozdział ten Doktorantka zakończyła wnioskami wskazując na dużą ilość danych jaką należy pozyskać do dalszych badań i konieczność ich syntezy celem dokładnego zbadania zachowań parkingowych. Autorka wskazała, iż większość z omówionych źródeł informacji została wykorzystana w dalszej części pracy. Ponadto podsumowała analizę literatury wskazując na lukę badawczą w zakresie metod delimitacji SPP.

W rozdziale czwartym Autorka przedstawiła strukturę modelu funkcjonowania SPP. Jako główne czynniki warunkujące funkcjonowanie SPP wskazała aspekty przestrzenne i aspekty związane z popytem i podażą. W opracowanym modelu uwzględniła tym samym podział obszaru na rejony komunikacyjne i ich lokalizację, podaż miejsc parkingowych w SPP, popyt parkingowy warunkowany zapotrzebowaniem pochodzącym od różnych grup użytkowników, w tym abonentowych, a także aspekty ekonomiczne zależne od organizatora i użytkownika. Jako poligon badawczy w dysertacji wybrano obszar miasta Krakowa, którego podział na rejony komunikacyjne wg. modelu aglomeracji krakowskiej przedstawiono w załączniku 4.1. Rozdział zakończyła podsumowaniem, w którym uzasadniła konieczność budowy modelu i jego strukturę.

Rozdział piąty rozprawy obejmuje analizę dostępnych danych na potrzeby zasilenia modelu symulacyjnego. Wyodrębniono trzy podrozdziały dotyczące opracowania zmiennych objaśnianych w modelu, zmiennych objaśniających oraz omówiono przeprowadzone przez Autorkę badania ankietowe. Poszczególne dane zostały przedstawione w formie tabelarycznej, a także graficznej (mapy, wykresy) i stosownie omówione. Uzupełnieniem do opracowania zmiennych objaśnianych jest załącznik 5.1. zawierający opis wyznaczania dostępności transportowej. Badania ankietowe zostały szczegółowo skomentowane zarówno pod względem

metodyki jak uzyskanych rezultatów. Formularz ankietowy przedstawiono w załączniku 5.2. Rozdział zakończono wnioskami z przeprowadzonych rozważań wskazując na wykorzystanie większości z pozyskanych danych i ich wykorzystanie do zbudowania zintegrowanej relacyjnej bazy danych.

W rozdziale szóstym Doktorantka omawia szczegóły związane z budową modelu symulacyjnego funkcjonowania SPP. W tym celu sprecyzowała klasyfikację popytu parkingowego, sformułowała założenia dla modelu symulacyjnego, opracowała algorytmy rozkładu popytu parkingowego wraz z procedurą kalibracji i algorytmem ustalania zakresu obowiązywania SPP oraz charakterystyką danych wejściowych. Opracowane algorytmy omówiła oraz opracowała schematy blokowe zamieszczone odpowiednio w załącznikach 6.1 i 6.2, a także kod w języku Python na potrzeby implementacji ww. algorytmów przedstawiony w załącznikach 6.4 i 6.5. Kolejna część rozdziału skupia się na budowie modelu popytu parkingowego na podstawie pozyskanych danych, a także wykorzystaniu różnych metod regresji do uzupełnienia brakujących informacji. W załączniku 6.3. przedstawiono kod programu zawierający wartości wykorzystane w modelu regresji NuSVR do określenia ceny referencyjnej. Zakres przeprowadzonych prac odpowiadał potrzebom wynikającym z opracowanego modelu symulacyjnego. Ustalono przy tym horyzont czasowy prowadzonych badań adekwatny do posiadanych danych. Następnie zaimplementowano model i przeprowadzono jego kalibrację, a także wykorzystano go do określenia poziomów zajętości miejsc postojowych w godzinie szczytu zapotrzebowania na parkowanie. W kolejnym etapie prac Autorka podjęła się wyznaczenia poziomu zajętości miejsc postojowych w godzinach szczytu zapotrzebowania na parkowanie dla warunków w 2023 r. Ostatnia część rozdziału szóstego to wyznaczenie rekomendowanego zasięgu SPP w Krakowie, a także rekomendowane wysokości opłat w poszczególnych podstrefach SPP. Rozdział zakończono wnioskami. Autorka omówiła przeprowadzone prace a także uwarunkowania do wykorzystania opracowanego podejścia w praktyce.

W rozdziale siódmym dysertacji Doktorantka przedstawia wykorzystanie opracowanego modelu w aplikacji do delimitacji SPP dla miasta Warszawy. W tym celu wykorzystano dane z Modelu Transportowego Aglomeracji Warszawskiej z 2015 r, uzupełniony danymi z GUS opisującymi różnicę w zamożności mieszkańców Warszawy i Krakowa. W rozdziale omówiono proces przygotowania i adaptacji danych, wyniki rozkładu popytu parkingowego, a także wyznaczono rekomendowany zasięg SPP i sugerowaną politykę cenową w poszczególnych podstrefach. Autorka kończy rozdział wnioskami z przeprowadzonych rozważań omawiając uzyskane wyniki. Podkreśla przy tym, że model nie był ponownie

kalibrowany do rzeczywistych pomiarów napełnienia powierzchni parkingowej w Warszawie, ale uzyskane wyniki są racjonalne. Wskazuje to na możliwość wykorzystania opracowanej metody do różnych obszarów miejskich.

Rozdział ósmy rozprawy to podsumowanie. Autorka przedstawiła podsumowanie przeprowadzonych rozważań i odniosła się do celu rozprawy, sformułowała wnioski, a także nakreślił kierunki dalszych badań.

W mojej ocenie układ pracy jest prawidłowy i wyjątkowo przejrzysty. Tytuły kolejnych rozdziałów odpowiadają zawartej w nich treści i w sposób logiczny prezentują kolejne etapy prowadzonych badań zmierzające do osiągnięcia sformułowanego celu rozprawy. Każdy rozdział rozpoczyna, krótkie wprowadzenie wyjaśniające jego zawartość i główne wątki rozwijane w kolejnych podrozdziałach. Rozdziały 2 – 7 zakończono podsumowaniem i/lub wnioskami z przeprowadzonych rozważań. Uważam, że takie podejście ułatwia odbiór pracy i porządkuje jej zawartość. W pracy zamieszczono ponadto bibliografię oraz osiem załączników zawierających mapę rejonów komunikacyjnych modelu transportowego aglomeracji krakowskiej, wskaźniki dostępności transportowej, formularz ankietowy, schematy blokowe opracowanych algorytmów i ich kod źródłowy w języku Python. Struktura pracy jest dobrze dobrana, a każdy etap badawczy został odpowiednio udokumentowany. Dowodzi to głębokiej wiedzy Autorki w obszarze dysertacji.

W ocenianym aspekcie zauważyłem pewne niedoskonałości, zwłaszcza jeśli chodzi o objętość poszczególnych rozdziałów. Szczególnie rozdział szósty wydaje się być nieproporcjonalnie obszerny, zajmując 51 stron, co powoduje nierównowagę w podziale treści (rozdział 2 – 14 stron, rozdział 3 – 10 stron, rozdział 4 – 5 stron, rozdział 5 – 20 stron, rozdział 7 – 14 stron). Celowo nie uwzględniłem rozdziałów pierwszego i ósmego, ponieważ mają one inne przeznaczenie. Ponadto w pracy nie zamieszczono wykazu użytych symboli, oznaczeń czy ważniejszych definicji. Taki rozdział ujednoliciłby stosowaną nomenklaturę. Nie dołączono również spisów tabel i rysunków.

Pomimo drobnych uwag uważam, że **przyjęta struktura pracy jest prawidłowa i w sposób właściwy prezentuje podjęty problem badawczy, sposób jego rozwiązania i uzyskane rezultaty.**

3.2. Dobór tematu i sformułowanie celów rozprawy

Delimitacja stref płatnego parkowania jest istotnym zagadnieniem w aspekcie zarządzania mobilnością miejską. Jest to szczególnie ważne w obecnych czasach przy postępującej urbanizacji, rosnącym natężeniu ruchu, zmieniających się potrzebach

mieszkańców i zrachowaniach uczestników systemów transportowych. Kwestie związane z zarządzaniem mobilnością mają znaczący wpływ na jakość ich życia i efektywne funkcjonowanie miast, a tym samym istnieje duże zapotrzebowanie na strategię zarządzania ruchem, które obejmują także zagadnienia parkowania. Jak wskazuje Autorka rozprawy SPP mogą stanowić narzędzie pozwalające na weryfikację faktycznych potrzeb uczestników ruchu w zakresie parkowania. Odpowiednia polityka w tym aspekcie pozwala zwiększyć dostępność obszarów dla innych użytkowników dróg eliminując ruch użytkowników, dla których podróż samochodem jest kwestią wygody i przyzwyczajenia. Pozwala zatem kształtować zachowania kierowców, w tym ograniczyć ruch pojazdów poszukujących wolnego miejsca parkingowego, a tym samym zredukować kongestie i negatywne oddziaływanie systemu transportowego na otoczenie.

Obecnie, w kontekście rosnących wyzwań związanych z zarządzaniem mobilnością miejską, istnieje istotna luka w dostępności narzędzi, które mogą wspierać decydentów w opracowywaniu skutecznej polityki zarządzania SPP. Ta luka wynika częściowo z dynamicznego charakteru miast i zmieniających się potrzeb mieszkańców, a częściowo z faktu, że jest to zagadnienie, które nie otrzymuje należytej uwagi w kontekście naukowych analiz i badań. Aktualne SPP wyznaczone są często ekspercko, z dużym wpływem uwarunkowań politycznych. W rezultacie istnieje potrzeba większego zaangażowania naukowców, co może przyczynić się do opracowania efektywnych rozwiązań, popartych szczegółową analizą, które uwzględniają zarówno potrzeby miast i preferencje mieszkańców, a jednocześnie uzyskają akceptację społeczną. **Doktorantka wykazuje się zrozumieniem tej sytuacji i złożoności problematyki, co widać w precyzyjnie sformułowanych celach badawczych. Uważam zatem, że cele pracy sformułowane jako:**

- *opracowanie modelu integrującego czynniki kwantyfikujące zjawiska związane z parkowaniem, który może posłużyć realizowaniu celowej polityki parkingowej za pośrednictwem implementacji Stref Płatnego Parkowania,*
- *identyfikacja i parametryzacja czynników uwzględnianych w ramach projektowania Stref Płatnego Parkowania,*
- *klasyfikacja popytu parkingowego oraz parametryzacja zjawiska rozlewania się popytu parkingowego w zależności od stosowanej polityki funkcjonowania Stref Płatnego Parkowania,*
- *stworzenie metodyki, która pozwoli na delimitację² Stref Płatnego Parkowania przy wykorzystaniu dedykowanego narzędzia, w którym powiązane ze sobą zostaną metody*

analiz przestrzennych z narzędziami statystycznymi (takimi jak uczenie maszynowe czy metody regresji liniowej);

zostały trafnie określone i wyważone. Oznacza to, że ich osiągnięcie jest możliwe w ramach pracy doktorskiej. W rezultacie rozprawa stanowi istotny wkład do literatury naukowej i może być podstawą do dalszych badań oraz rozwoju narzędzi wspierających decydentów w opracowywaniu polityki transportowej w zakresie SPP.

Zakres rozprawy wynika bezpośrednio z określonych celów pracy. W rozprawie można wydzielić część o charakterze teoretycznym i praktycznym. W pierwszej części przedstawiono najważniejsze zagadnienia teoretyczne oraz przegląd stanu wiedzy odnoszący się do problematyki funkcjonowania i zarządzania SPP. W drugiej części przeprowadzono analizę dostępnych danych, opracowano model rozłożenia popytu parkingowego, a także dokonano jego weryfikacji. Zaproponowane przez Autorkę podejście ma potencjał praktycznego zastosowania, zarówno w zakresie wyznaczania SPP i polityki cenowej, jak i weryfikacji już istniejących.

Podsumowując uważam, że dysertacja pt.: *Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich* wpisuje się w zagadnienia dotyczące zarządzania mobilnością. Podjęty temat jest aktualny i ważny zarówno w kontekście naukowym, jak i praktycznym. Praca ma rozległy zakres, który został właściwie określony i umożliwia osiągnięcie postawionych celów badawczych.

3.3. Dobór metod do rozwiązania podjętych zagadnień badawczych

Zarządzanie mobilnością miejską, w tym polityką parkingową jest interdyscyplinarnym i złożonym zagadnieniem. Badania w tym zakresie wymagają uwzględnienia zarówno aspektów przestrzennych, ekonomicznych, społecznych jak i technicznych. Autorka podjęła się zatem ambitnego zadania, a do jego realizacji proponowała metodykę, w której można wskazać trzy główne etapy. Pierwszy dotyczy opracowania koncepcji modelu i identyfikacji źródeł danych wejściowych, drugi analizy i syntezy danych, trzeci opracowania modelu, jego implementacji, kalibracji oraz weryfikacji. Etapy te zostały omówione kolejno w rozdziałach 4, 5 i 6. Ponadto jako dodatkowy element weryfikujący opracowane podejście można uwzględnić zastosowanie opracowanej metodyki dla innego obszaru miejskiego, co przedstawiono w rozdziale 7.

Opracowanie koncepcji modelu funkcjonowania SPP wymagało określenia jego elementów składowych i struktury. Schemat opracowanego modelu przedstawiono na rys. 4.1. W etapie tym Doktorantka rozpatrywała aspekty przestrzenne, aspekty związane z podażą

parkingową i aspekty związane z popytem parkingowym. Uzasadniła sposób podziału obszaru miasta na rejony i ich lokalizację. Wskazała zalety i wady zastosowanego podejścia bazującego na modelu transportowym aglomeracji. Omówiła również założenia przypisania każdej jednostce przestrzennej podaży oraz popytu parkingowego. Realizacja tego etapu pozwoliła uporządkować proces budowy modelu i potrzeby w zakresie danych do jego zasilania. W mojej ocenie Doktorantka przyjęła poprawne założenia na tym etapie pracy i trafnie zidentyfikowała główne czynniki warunkujące sposób funkcjonowania SPP.

W kolejnym etapie Doktorantka przeprowadziła analizę dostępnych danych. W tym celu przedstawiła podejście do opracowania zmiennych objaśnianych w modelu oraz zidentyfikowała zmienne objaśniające. Do opracowania zmiennych objaśnianych związanych z napełnieniem powierzchni parkingowej pochodzącym od różnych grup użytkowników pozyskała różne zbiory danych pochodzące z bazy danych operatorów płatności mobilnych, bazy danych biletów parkingowych, bazy danych abonamentów, bazy danych zawiadomień wystawionych w związku z brakiem uiszczenia opłaty parkingowej i wyniki badań patrolowych. Doktorantka przeprowadziła analizę danych i oceniła zasadność ich wykorzystania. Zestawienie źródeł danych do wyznaczenia empirycznych wartości napełnienia przedstawiono w Tabeli 5.1., a napełnienia pochodzące z poszczególnych źródeł w tabelach 5.2 - 5.5. Natomiast zmienne objaśniające bazowały na danych pochodzących bezpośrednio z modelu transportowego miasta, dodatkowych miar wyznaczonych na jego podstawie, a także dostępności transportowej. Na potrzeby zebrania dodatkowych informacji o zachowaniach komunikacyjnych użytkowników SPP przeprowadziła własne badania ankietowe. W toku badań zebrano 400 wypełnionych formularzy, co było ilością większą niż wyznaczona minimalna liczebność próby (384). Formularz ankietowy podzielony został na dwie części. Pierwsza dotyczyła aktualnego postępu, a druga zachowania respondenta w przypadku zmiany sposobu organizacji strefy. Badania przeprowadzono metodą PAPI. Uzyskane wyniki omówiono oraz zobrazowano z wykorzystaniem wykresów na rys. 5.3 – 5.10. Pozyskane w tym etapie dane posłużyły do dalszych analiz i budowy oraz kalibracji opracowywanego modelu. Zastosowane podejście jest prawidłowe, a pozyskanie i synteza danych wymagały dużego nakładu pracy.

Ostatnim etapem są działania związane z budową modelu symulacyjnego funkcjonowania SPP. Doktorantka przeprowadziła klasyfikację popytu parkingowego i sformułowała odpowiednie założenia dla modelu symulacyjnego. Opracowała algorytmy rozkładu popytu parkingowego oraz stworzyła procedury kalibracji i algorytm ustalania zakresu obowiązywania stref płatnego parkowania (SPP). Dodatkowo, przedstawiła jasne

schematy blokowe i kod w języku Python, co przyczyniło się do klarowności i możliwości dalszej implementacji opracowanych algorytmów. Kolejnym krokiem była budowa modelu popytu parkingowego, z wykorzystaniem różnych metody regresji w celu uzupełnienia brakujących danych. Ocenę jakości modelu przeprowadzono wykorzystując wskaźnik determinacji - R^2 , błąd średniokwadratowy regresji – RMSE, średni bezwzględny błąd procentowy – MAPE, a także skalowalny wskaźnik jakości – SQV. Przedstawiono wyniki rozkładu popytu parkingowego uzyskanego z opracowanego modelu i zestawiono je z wartościami obserwowanymi, w tym celu wykorzystano tabele oraz wykresy. Kolejnym krokiem było użycie modelu do określenia poziomów zajętości w godzinie szczytu zapotrzebowania na parkowanie. Analizie poddano zapotrzebowanie dla poszczególnych dni tygodnia na przestrzeni całego roku. Dane pochodziły z 2015 roku i obejmowały użytkowników wykupujących bilet w parkomacie. Pozwoliło to na wyznaczenie współczynnika korygującego wielkość zapotrzebowania między maksymalnym obserwowanym zapotrzebowaniem do średniego zapotrzebowania między wtorkiem, a czwartkiem w październiku. Na potrzeby wyznaczenia poziomów zajętości miejsc parkingowych w godzinach szczytu zapotrzebowania na parkowanie dla warunków 2023 roku posłużono się wysokością przeciętnego wynagrodzenia w 2018 i 2022 r., a uzyskany współczynnik wykorzystano do aktualizacji równań w modelu dotyczących elastyczności cenowej popytu. Zrealizowane działania pozwoliły ostatecznie na wyznaczenie rekomendowanego zasięgu SPP w Krakowie, a także rekomendowane wysokości opłat w poszczególnych podstrefach SPP. W mojej ocenie etap budowy modelu symulacyjnego został szczegółowo omówiony. Opracowany materiał ilustracyjny i tabelaryczny, a także załączniki do pracy, zostały starannie przygotowane, co znacząco przyczynia się do przejrzystego udokumentowania uzyskanych wyników i przeprowadzonych prac badawczych. Przeprowadzona kalibracja i zastosowanie odpowiednich miar jakości do oceny modelu oraz wnikliwa interpretacja wyników są zgodne z oczekiwanymi standardami tego typu prac naukowych.

Podsumowując, przyjętą metodykę oraz opracowanie poszczególnych elementów metody oceniam pozytywnie. Działania podjęte przez Doktorantkę są przemyślane i pozwoliły na przeprowadzenie rozważań zmierzających do osiągnięcia celu pracy. Pani mgr inż. Karolina Warszewska wykazała się dużą wiedzą i umiejętnościami w zakresie programowania, weryfikacji i analizy danych. Wykazała się dojrzałym i krytycznym spojrzeniem, zwłaszcza w odniesieniu do możliwości praktycznej aplikacji uzyskanych wyników z modelu, co pokazuje, że zdaje sobie sprawę z ograniczeń swojego badania i potencjalnych implikacji praktycznych. Podkreślić należy również dociekliwość

Doktorantki, która kontynuuje swoje badania w celu weryfikacji proponowanej metodyki w innym obszarze miejskim dla potwierdzenia skuteczności jej podejścia badawczego. W mojej ocenie świadczy to o dojrzałości naukowej Doktorantki i samodzielności w prowadzeniu badań.

3.4. Analiza literaturowa, dobór i sposób wykorzystania źródeł

Autorka przeprowadziła studia literaturowe uwzględniając w bibliografii 117 pozycji. W wykazie tym znalazło się 96 pozycji o charakterze naukowym, z czego 43% opublikowano po 2015 roku, a 27% po 2018 roku. Pozostałe publikacje są to źródła takie jak akty prawne, opinie, raporty. Wśród cytowanej literatury o charakterze naukowym ponad 60% pozycji jest w j. angielskim. W wykazie nie znalazły się prace naukowe Autorki dysertacji. W bibliografii opis źródła niektórych pozycji jest niekompletny - np. poz. 53, wydana została w materiałach konferencyjnych (Proceedings of the 6th International Conference on Civil Structural and Transportation Engineering (ICCSTE'21)), a poz. 54 i poz. 93 są to rozdziały w monografiach odpowiednio “Research Methods in Modern Urban Transportation Systems and Networks” (red. Elżbieta Macioszek, Grzegorz Sierpiński) oraz „Engineering Tools and Solutions for Sustainable Transportation Planning” (red. Hermann Knoflacher, Ebru V. Ocalir-Akunal). W mojej ocenie literatura jest stosunkowo aktualna i stanowi cenny zbiór porządkujący wiedzę z zakresu funkcjonowania Stref Płatnego Parkowania.

Zasadniczo przegląd literatury zawarto w rozdziale 2 i 3. W rozdziale drugim scharakteryzowano SPP będące przedmiotem badań w dysertacji, a w rozdziale trzecim metody badań SPP oraz źródła danych, a także w podrozdziale 3.3. przegląd aktualnego stanu wiedzy na podstawie prac naukowych. Doktorantka wykazała się dużą znajomością podjętego tematu i swobodnie porusza się w różnych zagadnieniach. Kompleksowo przedstawiła problematykę funkcjonowania SPP jako narzędzia kształtowania polityki parkingowej, uwzględniając uwarunkowania prawne i organizacyjne. Szczegółowo odnosi się do wskazanych aspektów, przytaczając przykłady zarówno z kraju, jak i miast zagranicznych. Krytycznie ocenia różne rozwiązania wskazując zalety i wady czy ryzyka związane z wprowadzeniem danych regulacji i strategii. Identyfikuje również dostępne miary pozwalające na kwantyfikację związanych z parkowaniem, jednak nie przedstawia ich formalizacji matematycznej. Dużą uwagę przykładła do badań SPP oraz innych źródeł danych pozwalających na ocenę i charakterystykę SPP i zachowania ich użytkowników. Rozważania te stanowią również podstawę dla dalszych prac w dysertacji.



Doktorantka trafnie wyciąga wnioski na podstawie studiów literaturowych, potrafi analizować i krytycznie oceniać aktualny stan badań. Dowodem na to jest zidentyfikowana luka badawcza. Wskazuje, iż „... *pomimo licznych prób modelowania popytu na parkowanie w Strefach Płatnego Parkowania zlokalizowanych w centrach miast, nie znaleziono pozycji mówiących o samej kwestii obiektywnego wyznaczenia takich obszarów. Większość analiz bazowało bowiem na granicach już funkcjonujących stref. Kolejnym niezbadanym zjawiskiem jest zagadnienie rozlewania się problemu parkingowego na obszary sąsiadujące z istniejącymi Strefami Płatnego Parkowania. ... Spill-over nie został przez badaczy skwantyfikowany, a co za tym idzie, żadne z przestudiowanych źródeł nie uwzględniło tego zjawiska w swoich obliczeniach.*” Konkludując stwierdza, że brak jest „*obiektywnej metody delimitacji SPP, która by w swoim zakresie uwzględniała zjawisko rozlewania się popytu parkingowego na obszary przyległe do zaimplementowanych stref.*”

W mojej ocenie przegląd literatury jest adekwatny do podjętej tematyki. Pozwolił Doktorantce na zgromadzenie i usystematyzowanie niezbędnej wiedzy oraz przyjęcie właściwej metodyki do rozwiązania podjętych zagadnień badawczych, a tym samym osiągnięcie celu pracy i zwiększenie wiedzy w obszarze zidentyfikowanej luki badawczej.

3.5. Wartość naukowa i oryginalność rozprawy

Pani mgr inż. Karolina Warszewska podejmuje w dysertacji trudne zadanie opracowania metody delimitacji stref płatnego parkowania (SPP). W tym celu opracowała autorską metodykę uwzględniającą wiele problemów badawczych, w tym analizę danych o istniejącym poziomie napełnienia miejsc postojowych, budowę regresyjnych modeli popytu parkingowego, analizę czynników przestrzennych wpływających na wybór alternatywnego miejsca postoju, analizę elastyczności cenowej popytu parkingowego. Uzyskała w ten sposób narzędzie, które może wspierać decydentów w zakresie kształtowania polityki parkingowej. Zaproponowane podejście odnosi się również do zidentyfikowanej luki badawczej dotyczącej braku metod delimitacji SPP z uwzględnieniem zjawiska rozlewania się popytu parkingowego. **W mojej ocenie świadczy to o oryginalności rozprawy, a wykorzystanie metody w praktyce może przyczynić się do lepszego kształtowania i zarządzania strefami płatnego parkowania.**

Analizując dysertację można wskazać trzy aspekty jakimi się cechuje w kontekście oryginalnego wkładu w dyscyplinę naukową inżynieria lądowa, geodezja i transport, tj.:

- a) aspekt poznawczy – przeprowadzenie studiów literaturowych w zakresie funkcjonowania stref płatnego parkowania oraz uporządkowanie wiedzy w tym obszarze;



- b) aspekt koncepcyjny – opracowanie autorskiego podejścia do delimitacji stref płatnego parkowania z uwzględnieniem zjawiska rozlewania się popytu, a także pozwalającego na ocenę wpływu różnych strategii organizacji SPP w miastach.
- c) aspekt użyteczny – zastosowanie opracowanej metodyki delimitacji SPP w obszarze miejskim Krakowa i Warszawy, w tym analiza uzyskanych wyników i rekomendacje w zakresie polityki SPP.

4. Uwagi szczegółowe

Przedłożona do oceny rozprawa przygotowana została na wysokim poziomie merytorycznym oraz wykonana bardzo starannie pod względem edycyjnym. Dostrzegam jednak pewne niedoskonałości, które nie wpływają na moją wysoką ocenę rozprawy.

W pracy pojawiają się drobne błędy edycyjne dotyczące braku wcięć tekstu w niektórych akapitach (np. str. 10) czy pojedynczego znaku na końcu wiersza (str. 29), a także nieliczne błędy językowe (np. „... danych mówiących” – str. 12, „Następnie zwrócono natomiast uwagę zarówno ...” – str. 14, „Pogodzenie interesów przedstawionych gron użytkowników ...” – str. 16, „... przedstawia tabela 6.4” – str. 73). Doktorantka ponadto często wykorzystuje zwrot „udało się”, uważam, że powinno unikać się takich sformułowań w opracowaniach naukowych, ponieważ mogą świadczyć o uzyskaniu pewnych efektów przypadkiem. Odnoszę jednak wrażenie, że w ocenianej pracy sposób postępowania i realizacji badań były starannie zaplanowane, dlatego też wykorzystanie stwierdzenia „udało się” jest niepotrzebne. Podobnie sugeruję unikać zwrotu „stworzyć” (np. „... stworzenia metody ...” - str. 11), a zamiast tego np. opracować. Za mankament, uważam również brak formalizacji niektórych miar czy współczynników, Autorka przedstawia jedynie opis słowny (np. miary opisane w rozdziale 2.4, „wskaźnik korygujący” w rozdziale 6.7). Kolejna uwaga dotyczy formatowania wzorów. Zarówno wyjaśnienie oznaczeń, jak i formuła powinny być pisane tą samą czcionką i z zastosowaniem tego samego stylu np. kursywy. Uważam, iż ułatwieniem dla odbiorcy byłoby zamieszczenie w pracy wykazu symboli, skrótów, oznaczeń i ważniejszych definicji.

Ponadto analiza treści pracy nasuwa pytania dotyczące przeprowadzonych rozważań:

1. W pracy często stosowane jest pojęcie „modelu”, przy czym brak jest jego definicji. Ponadto „model” pojawia się w różnym kontekście np. „model symulacyjny”, „model matematyczny”, „model transportowy”, „matematyczny model symulacyjny” czy nawet model w odniesieniu do badań ankietowych (str. 30). Modelowanie, zwłaszcza matematyczne wymaga precyzyjnej formalizacji przedmiotu badań. Jak należy zatem

rozumieć te pojęcie w odniesieniu do Pani pracy? Czy model symulacyjny, matematyczny i transportowy należy traktować tożsamo?

2. W rozdziale 1.1, str. 11. W odniesieniu do metody pozwalającej na opracowywanie projektów funkcjonowania SPP i zarządzania nimi stwierdzono, że „... Zapotrzebowanie na tego rodzaju narzędzie występuje przede wszystkim wśród zarządców miast, na terenie których występuje zjawisko znacznego deficytu miejsc postojowych.” Na jakiej podstawie sformułowano takie stwierdzenie? Jak istotny w tym przypadku jest aspekt znacznego deficytu miejsc postojowych?
3. W rozdziale 5.1.4 odrzucono dane pochodzące z bazy danych abonamentów postojowych, a na potrzeby określenia popytu tej grupy użytkowników wykorzystano oszacowanie pośrednie z wykorzystaniem innych danych. Należy jednak wskazać, że popyt tej grupy znacząco wpływa na dostępność miejsc i tym samym zarządzanie SPP. Czy uważa Pani, że zastosowane przez Panią podejście właściwie szacuje liczbę pojazdów z abonamentem w poszczególnych rejonach? Czy w tym zakresie można zaproponować usprawnienia w Pani podejściu?
4. Na wykresie na rys. 5.7 (str. 59) przedstawiono maksymalny czas dojścia pieszego w celu uniknięcia opłaty postojowej dla wybranych rejonów komunikacyjnych. Jednak w rejonie 61, który odznacza się najwyższą wartością średnią 35 minut przeprowadzono jedną ankietę. W opisie wskazuje Pani, że najdłuższy deklarowany czas wynosi 40 minut. W którym rejonie pozyskano taką wartość? W jaki sposób wyznaczano średnią dla wszystkich rejonów komunikacyjnych?
5. Na wykresie 5.8 (str. 60) przedstawiono prawdopodobieństwo postoju w zależności od ceny dla danego rejonu komunikacyjnego. Czy jest to funkcja ciągła?
6. We wnioskach rozdziału 5 wskazano, iż przygotowano zintegrowaną relacyjną bazę danych. Nie przedstawiono jednak jej schematycznej struktury ani szczegółowego opisu. Proszę o wyjaśnienie czym jest zintegrowana relacyjna baza danych. Czy została opracowana z wykorzystaniem konkretnego narzędzia?
7. W przypisie na str. 72 stwierdzono, iż „udało się uniknąć zjawiska przetrenowania wykorzystywanych narzędzi matematycznych”. Na czym polega to zjawisko?
8. W odniesieniu do jednej wartości korygującej zapotrzebowanie zastosowano trzy różne określenia tj. wskaźnik, współczynnik, przelicznik (str. 101). Czy można je stosować wymiennie?
9. W pracy przedstawiono modelowany poziom zajętości miejsc postojowych dla 2023 roku (str. 104). Czy aproksymacja do aktualnych warunków odbyła się wyłącznie na podstawie

oceny przeciętnego wynagrodzenia? Czy takie założenie jest wystarczające? Czy są inne uwarunkowania, które warto rozważyć?

10. W rozdziale 8.1 (str. 129) wskazano, iż „... zaproponowano uściślenie części nomenklatury używanej w kontekście opisu zjawisk związanych z parkowaniem. Wprowadzono także nowe pojęcia służące klasyfikacji popytu...”. Proszę o wyjaśnienie, które pojęcia uściślono i w jaki sposób, a także, które pojęcia wprowadzono jako nowe.
11. W rozdziale 8.2 (str. 131), w odniesieniu do możliwości zastosowania opracowanego podejścia w innych obszarach wskazano, iż „Mogą istnieć lokalne czynniki nieujęte w opracowanym modelu funkcjonowania SPP, które uniemożliwiają jego bezpośrednie użycie”. Jakie czynniki ma Pani na myśli?
12. Doktorantka określiła kierunki dalszych badań uwzględniając dodatkowe aspekty w proponowanym podejściu. W odniesieniu do rozbudowy metody i przyszłych badań proszę o komentarz:
 - a. Czy można uwzględnić w opracowanym podejściu miejsca przeznaczone dla rozładunku towarów w określonych godzinach, a tym samym uwzględnić zmienną podaż miejsc parkingowych w SPP?
 - b. Czy możliwe jest rozbudowanie metody w zakresie sugerowanej polityki SPP o zmienne stawki opłat za parkowanie w zależności od rozkładu popytu na miejsca parkingowe w ciągu doby?
 - c. Ze względu na rozwój elektromobilności i przyszłe potrzeby użytkowników rozwijana będzie również sieć ładowarek dla pojazdów elektrycznych, również na miejscach parkingowych w SPP. Czy opracowana metoda może zostać dostosowana do modelowania popytu i jego rozłożenia w tym zakresie?

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska p. mgr inż. Karoliny Warszawskiej została opracowana na wysokim poziomie merytorycznym. Autorka wykazała się bardzo dobrą znajomością problematyki organizacji i zarządzania strefami płatnego parkowania (SPP). Na podstawie analizy literatury trafnie zidentyfikowała lukę badawczą co pozwoliło na sformułowanie celów pracy. Zakres pracy jest obszerny i kompleksowo ujmuje problematykę SPP. Doktorantka przeprowadziła badania ankietowe, zebrała i przeanalizowała znaczną ilość danych pochodzących z różnych źródeł, a także potrafiła dokonać ich syntezy na potrzeby opracowania modelu symulacyjnego i jego implementacji. Proces kalibracji i weryfikacji modelu oraz analiza wyników zostały przeprowadzone z dużą dokładnością i starannością. Zaproponowana metodyka rozwiązania

zidentyfikowanych problemów badawczych jest poprawna, a jej wykorzystanie w praktyce może stanowić cenne narzędzie dla decydentów odpowiedzialnych za kształtowanie SPP w obszarach miejskich.

Uważam, że oceniana praca doktorska jest wartościowym dziełem naukowym i stanowi oryginalny wkład w dyscyplinę naukową inżynieria lądowa, geodezja i transport. Przeprowadzone rozważania świadczą o umiejętności doboru odpowiednich metod i narzędzi do rozwiązania problemu badawczego, a także o zdolności do krytycznej oceny uzyskanych wyników. Świadczy to o dojrzałości naukowej Doktorantki oraz samodzielności w prowadzeniu badań.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana praca doktorska mgr inż. Karoliny Warszawskiej pt. „Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich”, spełnia warunki stawiane rozprawie doktorskiej określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. W związku z powyższym wnoszę o przyjęcie rozprawy przez Radę Naukową Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej i dopuszczenie Pani mgr inż. Karoliny Warszawskiej do jej publicznej obrony.

