

dr hab. inż. **Piotr Sawicki**
Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
Zakład Systemów Transportowych
piotr.sawicki@put.poznan.pl

Poznań, 15.09.2023 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Karoliny Warszawskiej** pt. *Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich*

Podstawa opracowania recenzji: 1) pismo Dziekan Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej w Krakowie, dr hab. inż. Lucyny Domagały, prof. PK, nr LO.510.31.2.2018, z dnia 10.07.2023 r., o powołaniu na recenzenta w przewodzie doktorskim mgr inż. Karoliny Warszawskiej; 2) Ustawa z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, z późniejszymi zmianami, Dz.U. 2003, Nr 65, poz. 595.

1. OGÓLNA OCENA ROZPRAWY

1.1. Syntetyczna charakterystyka recenzowanej rozprawy

Tytuł rozprawy doktorskiej mgr inż. Karoliny Warszawskiej brzmi *Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich*. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Andrzej Szarata; w przygotowaniu rozprawy nie przewidziano udziału promotora pomocniczego. Rozprawa przedstawiona do zaopiniowania składa się z:

- ośmiu zasadniczych rozdziałów oraz streszczenia w j. polskim i angielskim,
- spisu bibliograficznego zawierającego 117 pozycji literaturowych, z czego 53% (62 prace) stanowią publikacje anglojęzyczne, zaś pozostałe 47% (55 prac) są dziełami polskojęzycznymi;
- pięciu załączników.

Całość pracy zawarta jest na 164 ponumerowanych stronach formatu A4. W pracy brak jest spisów: rysunków i tabel, oznaczeń i skrótów, których łączna liczba zdecydowanie uzasadniałaby wprowadzenie takiego zestawienia.

1.2. Dobór tematyki i sformułowanie tytułu rozprawy

Przedmiotowa rozprawa doktorska dotyczy problematyki kształtowania polityki parkingowej na obszarach miejskich, w szczególności wyznaczania zasięgu obowiązywania stref płatnych miejsc postojowych oraz wyznaczania wysokości opłat, jako elementów czynnego kształtowania miejskiej polityki parkingowej. Zagadnienie to obecne jest w literaturze od dłuższego czasu; pierwsze prace, w których autorzy zaczęli podkreślać znaczenie właściwego kształtowania polityki parkingowej i wykazywali systemowe podejście do zagadnienia, datowane są początek lat 90. ubiegłego stulecia (Young, Thompson & Taylor¹, 1991). Według klasyfikacji zaproponowanej przez Younga, Thompsona i Taylora oraz rozwiniętej w późniejszych pracach innych autorów (np. Coppola², 2004) modele kształtowania polityki parkingowej dzielą się na modele: wyboru, przydziału i interakcji. Prace te są rozwijane do dnia dzisiejszego, czego dowodem oprócz opracowania Autorki rozprawy, są

¹ Young W., Thompson R.G., Taylor M.A.P. A review of urban car parking models. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 1991 (11), 63-84.

² Coppola P. A Joint Model of Mode/Parking Choice with Elastic Parking Demand. *Applied Optimization*, 2004: 85-104.

Wydziału Inżynierii Lądowej

22 WRZ. 2023

Wpłynęło dnia 10.10.8.2023

L. dz. 10.10.8.2023

podpis. [podpis]

również inne pozycje literaturowe z bieżącego roku, jak np. le Colleter et al.³, 2023; Andrés et al.,⁴ 2023; Parncheewa et al.⁵, 2023. Przesłanki te wskazują, że podjęta tematyka jest z naukowego punktu widzenia tematem wciąż aktualnym i żywo analizowanym w literaturze.

Tematyka przedmiotowej rozprawy doktorskiej jest również istotna z praktycznego punktu widzenia. Ważność zagadnienia stanowi pochodną decyzji podejmowanych przez decydentów mających wpływ na kształtowanie polityki transportowej i parkingowej, które bezpośrednio wpływają na jakość życia mieszkańców. O ile stosunkowo łatwo jest w trybie decyzji administracyjnej przygotować propozycję taryfikatora opłat i wyznaczyć zasięg obowiązywania stref płatnego parkowania, o tyle ich negatywne skutki wdrożenia niewłaściwie opracowanych rozwiązań w tym zakresie mogą być brzemienne w skutkach albo dla mieszkańców, albo dla osób wykonujących podróże do obszarów miejskich objętych reglamentacją miejsc parkingowych. Zasadne jest więc opracowanie rozwiązań, które na podstawie dostępnego aparatu matematycznego i licznych, choć nie zawsze spójnych i kompleksowych zbiorów danych, pozwolą modulować kształt podejmowanych decyzji i przewidywać skutki ich wprowadzenia w warunkach symulacyjnych.

Tytuł przedmiotowej rozprawy został sformułowany prawidłowo i syntetycznie odzwierciedla jej zawartość. Zwracam jednak uwagę na dwa istotne aspekty, tj.:

- O ile pojęcie *delimitacji* jest określeniem właściwym i fachowym, w pełni uprawnionym w tytule rozprawy, o tyle brak jest w pracy wyraźnego jego zdefiniowania.
- Praca dotyczy złożonego zagadnienia, czego wyrazem jest zbiór celów jakie postawiła sobie Autorka, tj. opracowania metodyki kształtowania SPP. Korzystniejsze i bardziej oddające sedno prac, byłoby zatytułowanie rozprawy w postaci – *Metodyka delimitacji stref płatnego parkowania w obszarach miejskich*, dzięki czemu tytuł nie straciłby na ogólności sformułowania, a jednocześnie uwypuklił główny rezultat prac, jakim jest wypracowanie metody/narzędzia planistycznego.

1.3. Sformułowanie genezy, luki badawczej, celu rozprawy, tez i metodyki badawczej

W rozdziale 1.1 rozprawy Autorka przedstawiła genezę prac, w której odnosi się do braku wystarczająco obiektywnych i powszechnie stosowanych narzędzi kształtowania stref płatnego parkowania (SPP), jako mechanizmów wspomagających kształtowanie i realizację polityki zarządzania mobilnością mieszkańców miast. W następstwie przedstawionych argumentów przemawiających za potrzebą stworzenia odpowiedniego narzędzia do kształtowania polityki parkingowej, Autorka sformułowała cel rozprawy, który został przedstawiony jako zbiór czterech elementów, tj.:

- *opracowanie modelu integrującego czynniki kwantyfikujące zjawiska związane z parkowaniem, który może posłużyć realizowaniu celowej polityki parkingowej za pośrednictwem implementacji Stref Płatnego Parkowania,*
- *identyfikację i parametryzację czynników uwzględnianych w ramach projektowania Stref Płatnego Parkowania,*
- *klasyfikację popytu parkingowego oraz parametryzację zjawiska rozlewania się popytu parkingowego w zależności od stosowanej polityki funkcjonowania Stref Płatnego Parkowania,*
- *stworzenie metodyki, która pozwoli na delimitację 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).*

Dla realizacji tak sformułowanego celu rozprawy Autorka przedstawiła zbiór czterech zadań badawczych, jakimi są:

- *analiza danych o istniejącym poziomie napełnienia miejsc postojowych na podstawie informacji pozyskanych od operatora SPP oraz dostępnych badań patrolowych,*
- *budowa regresyjnych modeli popytu parkingowego pochodzącego od różnych grup użytkowników SPP,*
- *analiza czynników przestrzennych związanych z wyborem potencjalnego alternatywnego miejsca postoju,*

³ le Colleter T., Dumez D., Lehuédé F., and Péton O. Small and Large Neighborhood Search for the Park-and-loop Routing Problem with Parking Selection. *European Journal of Operational Research*, 2023, 308 (3): 1233-248.

⁴ Andrés R., Dell’Olio L., Moura J.L., Alonso B., and Cordera R. Modelling Parking Choice Behaviour Considering Alternative Availability and Systematic and Random Variations in User Tastes. *Sustainability*, 2023, 15 (11): 8618.

⁵ Parncheewa T., Saeng-nil N., Prasithwilai T., Sawangsawai K., and Vatiwutipong P. Mathematical Modeling of the Efficiency of Car Parking Spaces Along the Roadside. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 2023, 30(3): 030108.

- analiza elastyczności cenowej popytu parkingowego na podstawie własnych badań ankietowych.

Argumentacja zawarta w genezie jest zasadna i bezpośrednio wskazuje na konieczność podjęcia prac związanych z opracowaniem mechanizmów kształtowania SPP. W mojej ocenie brak jest jednak w tym fragmencie pracy wyraźnego wskazania luki badawczej, która z naukowego punktu widzenia uzasadnia podjęcie tego typu działań. Autorka wspomina o istnieniu luki badawczej, którą notabene formułuje w dalszej części pracy (rozdz. 3.3), niemniej dla uzasadnienia sformułowanego celu rozprawy i zachowania spójności wyводу należałoby przed sformulowaniem celu syntetycznie odnieść się do oceny stanu wiedzy i wykazać niedostatki istniejących rozwiązań lub ich brak. Sformułowana w rozdz. 3.3 i 3.4 luka badawcza wskazuje, że brak jest obiektywnej metody delimitacji SPP, która w swoim zakresie uwzględniałaby zjawisko rozprzestrzeniania się parkingowego (oryginalnie – rozlewania się) popytu na obszary przyległe do zaimplementowanych stref. O ile konstrukcja luki badawczej wskazuje niedostatki stanu wiedzy, o tyle pojęcie obiektywizmu nie zostało wyjaśnione i skwantyfikowane, co może budzić wątpliwości przy rozstrzyganiu, na ile realizacja rozprawy Autorki przyczyniła się do wypełnienia tej luki.

Wobec rozważań nt. luki badawczej zwracam uwagę, że cel pracy można formalnie sprowadzić do czwartego z wymienionych elementów, tj. do *opracowania metodyki (...)*, podczas gdy trzy pozostałe elementy, tj.: *opracowanie modelu integrującego (...)*, *identyfikacja i parametryzacja czynników (...)*, *klasyfikacja popytu parkingowego oraz parametryzacja zjawiska rozlewania (...)* uznać można jako elementy zbioru zadań badawczych. Reasumując, uważam, że tematyka badawcza podjęta w rozprawie przez mgr inż. Karolinę Warszawską jest trafnie określona a cel i zadania badawcze, pomimo przedstawionej polemiki, zostały właściwie określone.

2. OCENA TREŚCI ROZPRAWY

2.1. Ogólna charakterystyka rozprawy i jej konstrukcji

Rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Warszawskiej, jako dzieło naukowe, charakteryzuje się zwartą konstrukcją pomimo faktu, że składa się aż z 8 rozdziałów, a pomiędzy nimi zachodzą dysproporcje objętościowe, tj. występują rozdziały 5-10 stronicowe vs. rozdział 50 stronicowy (rozdz. 6).

Układ przedmiotowej rozprawy jest poprawny. Zawiera on wprowadzenie do tematyki i prezentację genezy pracy. Następnie został postawiony cel pracy oraz zdefiniowane zadania badawcze, które mają się przyczynić do osiągnięcia tego celu. W dalszej części następuje identyfikacja luki badawczej, co uzasadnia postać i sformułowanie zasadniczego celu pracy. W konsekwencji zaproponowanego celu badawczego pracy Autorka przedstawiła założenia i podstawy budowy modelu matematycznego odzwierciedlającego funkcjonowanie SPP, wskazała źródła pozyskiwania wiedzy niezbędne do parametryzacji i kalibracji opracowanego modelu. W efekcie zbudowany model został przetestowany w warunkach rzeczywistych. Jednym z poligonów był Kraków, a drugim Warszawa; w obu przypadkach zastosowanie modelu zostało pozytywnie zweryfikowane, dzięki czemu model został również wykorzystany do symulacji docelowego kształtu i poziomu cenowego stref płatnego parkowania na analizowanych obszarach.

Konstrukcja pracy jest przejrzysta, niemniej w moim odczuciu brakuje wyraźnie wyodrębnionego rozdziału metodycznego pokazującego w sformalizowany sposób niezbędne kroki proceduralne, które należy wykonać, aby przy zgromadzeniu niezbędnego zestawu danych wejściowych, m.in. model transportowy (podróży), dane o popycie i podaży parkingowej, móc replikować wszystkie kroki. Zasada budowy modelu, jego parametryzacja i zastosowanie oraz interpretacja wyników jest w rozprawie przedstawiona w postaci opisu konkretnego przypadku (najpierw Kraków, później przez analogię i różnice prezentowany jest przypadek Warszawy). Pragnę jednak zaznaczyć, że mimo wszystko lektura ocenianej rozprawy doktorskiej była dla mnie niezwykle pouczającym i wartościowym doświadczeniem. Dowodzi to przede wszystkim wysokiego poziomu merytorycznego i szczególności ujęcia prowadzonych rozważań.

2.2. Dyskusja merytorycznej zawartości rozdziałów rozprawy

2.2.1. Charakterystyka rozdziału 1

Pierwszy rozdział zatytułowany *Wprowadzenie* zawarty jest na 5 stronach (s. 7-13); zawiera część

wprowadzającą ujmującą kluczowe dla pracy rozważania wstępne oraz dwa podrozdziały poświęcone genezie i celowi pracy, a także zakresowi pracy.

Od pierwszego rozdziału oczekuje się genezy podjęcia tematu, przeglądu stanu wiedzy osadzonego w obszarze problematyki pracy, a w efekcie sformułowania celu pracy i zadań badawczych podporządkowanych celowi pracy. Wszystkie wymienione elementy zostały właściwie sformułowane, jedynie drobne niedostatki zauważalne są w zakresie syntetycznego wnioskowania na temat stanu wiedzy. Przegląd literatury umieszczony jest w rozdziale 3 do czego odniosę się w dalszej części swojej opinii, niemniej w rozdziale 1 brak jest kluczowych wniosków, które jednoznacznie pozwoliłyby uzasadnić naukowe przesłanki podjęcia celu pracy, co było sygnalizowane wcześniej.

2.2.2. Charakterystyka rozdziału 2

Rozdział drugi zatytułowany *Charakterystyka Stref Płatnego Parkowania* zawarty jest na 14 stronach (s. 14-27). Został on podzielony na 5 podrozdziałów, dotyczących w kolejności: instrumentarium polityki parkingowej, prawnych i organizacyjnych uwarunkowań funkcjonowania SPP, miar opisujących parkowanie i podsumowania rozdziału.

W odniesieniu do SPP jako instrumentarium polityki parkingowej Autorka dokonała przeglądu historycznie wprowadzanych i stosowanych do dziś rozwiązań z zakresu zarządzania mobilnością, w tym parkingów P&R, K&R, B&R, normatywów parkingowych i SPP. Przedstawiła ich rolę i znaczenie w zakresie wsparcia zrównoważonej mobilności. Odnosząc się do prawnych uwarunkowań funkcjonowania SPP (rozdz. 2.2) Autorka dokonała przeglądu obowiązujących przepisów i wymogów formalnych decydujących o tworzeniu, zakresie i sposobie organizacji SPP. Zostały omówione dokumenty krajowe i unijne dające podstawę utworzenia i funkcjonowania SSP w polskich miastach, przy czym regulacjami wiążącymi są dokumenty krajowe. Autorka na przykładzie Krakowa, dowodzi jednak, że dokumenty krajowe koncentrują się na obszarze miasta, nie uwzględniając wzajemnych interakcji z obszarem gmin ościennych. Z kolei dokumenty unijne jak np. Zielona Księga, czy Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego wskazują jedynie kierunki działań bez obowiązku ich wdrażania.

W kolejnej części rozdziału Doktorantka podejmując tematykę organizacyjnych aspektów funkcjonowania SPP dokonała przeglądu rozwiązań stosowanych w SPP w takich aspektach, jak: dni i godziny obowiązywania, opłaty za postój oraz ich zróżnicowanie, dostępność abonamentów postojowych, zakres obszarowy, dopuszczalny maksymalny czas postoju, oraz sposób poboru i egzekucji opłat.

2.2.3. Charakterystyka rozdziału 3

Rozdział trzeci zatytułowany *Badania Stref Płatnego Parkowania oraz analiza dostępnych danych* zawarty jest na 10 stronach (s. 28-37). Został on podzielony na 4 podrozdziały, dotyczące w kolejności: metod prowadzenia badań SPP, innych źródeł informacji w badaniach SPP, przeglądu wiedzy w zakresie parkowania oraz wnioskowania podsumowującego rozważania zawarte w rozdziale.

Kluczowym elementem rozdziału jest przegląd stanu wiedzy w zakresie badań parkingowych (rozdz. 3.3). Autorka przedstawiła kilka wymiarów klasyfikacji prac dotyczących tego zakresu, nieco powielając zakres wcześniej wspomniany, ale rozwijając go o elementy stosowanych technik analitycznych, symulacyjnych i optymalizacyjnych. Należy uznać, że Autorka przeprowadziła kompleksową identyfikację luki badawczej, na podstawie której stwierdzono brak w literaturze dostępnych rozwiązań w zakresie kompleksowego kształtowania polityki parkingowej na obszarach miejskich, wykorzystujących informację w zakresie popytu i podaży parkingowej. Niezrozumiałe jest jednak dokonywanie podziału na literaturę krajową i zagraniczną; podział taki wydaje się sztuczny, gdyż wiedza jaką posiadamy o funkcjonowaniu badanych zjawisk ma charakter powszechny.

2.2.4. Charakterystyka rozdziału 4

Kolejny rozdział zatytułowany *Struktura modelu funkcjonowania Stref Płatnego Parkowania* zamieszczony jest na 5 stronach (s. 38-42). Obejmuje on 3 podrozdziały dotyczące: ogólnej charakterystyki modelu, aspektów przestrzennych oraz podaży vs. popytu w strukturze modelu SPP, a także wnioskowania podsumowującego rozdział.

Jest to jeden z pierwszych rozdziałów o kluczowym dla osiągnięcia celu znaczeniu; jest opracowaniem autorskim, w którym przedstawiono uogólnione założenia leżące u podstaw konstrukcji modelu funkcjonowania SPP. Wynika z nich, że zaproponowane podejście łączy aspekty uwarunko-

wań przestrzennych kształtujących podaż parkingową, w tym podział obszaru miasta na rejony komunikacyjne i ich wzajemną lokalizację, popyt parkingowy reprezentowany przez użytkowników abonamentowych i nieabonamentowych oraz aspekty ekonomiczne, w tym poziom cenowy parkowania w SPP i elastyczność cenową popytu. Wzajemne relacje pomiędzy wymienionymi składowymi wpływają na kształt modelu symulacyjnego funkcjonowania SPP. Autorka wyjaśniła każdy ze wskazanych elementów modelu, w tym uzasadnienie dla jego powstania i struktury, co pozwala zrozumieć podstawy funkcjonalne rozwiązań proponowanych w rozprawie. Wskazane zostały również zależności pomiędzy zaproponowanym podejściem, a już istniejącymi rozwiązaniami w postaci struktury modelu transportowego (podróży). W odniesieniu do tego elementu rozprawy należy sformułować trzy istotne moim zdaniem uwagi:

- O ile prezentacja założeń jest czytelna, o tyle trudne do zaakceptowania jest skoncentrowanie na przykładzie miasta Krakowa jako podstawie opracowania modelu. Konieczne jest bowiem wyraźne oddzielenie rozważań metodycznych, niezależnych od konkretnego przypadku, od rozważań wdrożeniowych. Te ostatnie mają służyć zastosowaniu opracowanej metodyki i powinny być przeprowadzone odrębnie.
- Koncepcja modelu funkcjonowania SPP charakteryzuje się znikomym stopniem formalizacji - ma charakter opisowy wsparty graficzną strukturą zależności pomiędzy poszczególnymi składowymi. Wskazane byłoby przedstawienie struktury modelu w postaci sformalizowanych zależności, co pozwoliłoby uzyskać generyczny obraz proponowanego modelu.
- O ile zależność pomiędzy podziałem analizowanego obszaru na rejony komunikacyjne została przedstawiona właściwie, o tyle brakuje w opisie metodycznym wytycznych do ich budowania w szczególności w przypadku, kiedy brak jest modelu transportowego (podróży); o możliwości wystąpienia takiej sytuacji wspomina Autorka.

2.2.5. Charakterystyka rozdziału 5

Rozdział piąty zatytułowany *Analiza dostępnych danych* obejmuje 20 stron (s. 43-62) i został podzielony na 4 podrozdziały obejmujące takie elementy jak: omówienie struktury rozdziału, zastosowanie zmiennych objaśnianych i zmiennych objaśniających modelu, analizę badań ankietowych użytkowników stref SPP oraz wnioski podsumowujące rozważania zawarte w rozdziale.

W podrozdziale 5.1 Autorka dokonała przeglądu źródeł danych o intensywności parkowania, pochodzących z zakupionych biletów nieabonamentowych, od operatorów płatności mobilnych, abonamentów, wezwań do uiszczenia opłat postojowych itp., ale również z badań patrolowych. W rozdziale 5.2, dotyczącym modelu napełnienia parkingowego, Autorka przedstawiła zestaw zmiennych objaśnianych, zaczerpniętych zarówno z modelu transportowego miasta, jak również jego pochodnych, a dotyczących oceny poziomu skomunikowania poszczególnych rejonów z resztą rejonów.

W rozdziale przedstawione zostały również wyniki badań ankietowych (por. rozdz. 5.3), których celem było zdiagnozowanie elastyczności cenowej popytu przeprowadzonej wśród użytkowników SPP. Autorka wskazała minimalną wymaganą wielkość próby badawczej określonej na poziomie 384 odpowiedzi, która w badaniach dla SPP w Krakowie została osiągnięta. Autorka scharakteryzowała w rozdziale dwuczęściowy kwestionariusz ankietowy, a także przedstawiła uzyskane wyniki. W pierwszej części zidentyfikowała typowe zachowania kierowców oceniając m.in.: czas postoju, motywację podróży związanej z parkowaniem oraz lokalizację miejsca parkowania względem docelowego miejsca podróży. Celem części drugiej była ocena możliwości zmian zachowań kierowców w zakresie m.in.: akceptowalnego czasu dojścia z miejsca postoju do miejsca docelowego, akceptowalnego kosztu postój, prawdopodobieństwa skrócenia czasu postoju, oraz możliwości zamiany samochodu na inny środek transportu.

W odniesieniu do przedstawionych rozważań zwracam uwagę na następujące szczegółowe wątpliwości natury metodycznej, w tym:

- W zakresie pozyskiwania danych o zajętości parkingów, a pochodzących z biletów nieabonamentowych (por. rozdz. 5.1.1, s. 45) Autorka wyjaśnia, że (...) *dla każdej z godzin obowiązywania SPP i każdego rejonu komunikacyjnego z osobna, kwadransy te zostały zsumowane i podzielone przez cztery by otrzymać liczbę parkujących pojazdów w godzinie (...)*. W moim odczuciu sedno sprawy nie polega na sumowaniu czasu, lecz liczby zajętych miejsc w każdym 15-minutowym oknie czasowym. Dodatkowo, zaproponowana operacja wydaje się nadmiernie rozbudowana i prowadzi do uzyskania średniej liczby pojazdów znajdujących się w SPP w ciągu godziny czasu. Z punktu widzenia przedstawionego celu agregacji konieczne jest wyznaczenie zajętości w ciągu poszczególnych godzin a nie podczas uśrednionej godziny, a wówczas operacja agregacji

powinna polegać na sumowaniu liczby zajętych miejsc z 15-minutowych okien czasowych tej samej godziny, tj. sumowanie zajętości dla 4 15-minutowych interwałów czasowych. Sądzę, że zapis formalizujący tę operację byłby dużym ułatwieniem. Uwaga tu sformułowana dotyczy podobnych przeliczeń z uwagi na formy wnoszenia opłat za parking w SPP.

- W odniesieniu do powyższych rozważań należałoby dodać, że wynik operacji przeprowadzonych we wcześniejszym kroku należałoby odnieść do liczby dostępnych miejsc parkingowych. Wówczas dopiero możliwe jest uzyskanie wskaźnika napełnienia powierzchni parkingowej jaka przedstawiona jest w tab. 5.2, s. 45.
- Chcąc zachować spójność wywodów w części teoretycznej pracy (np. rozdz. 2.4) z proponowanymi rozwiązaniami należałoby wskazać, że wśród mierników oceniających politykę parkingową należy stosować również takie miary jak napełnienie powierzchni parkingowej pojazdami użytkowników posiadających określony rodzaj biletu. Zestawienie przedstawione w tab. 5.2 prezentuje bowiem zajętość powierzchni parkingowej tego typu. Zatem odrębnym wskaźnikiem jest wówczas zbiorczy wskaźnik napełnienia powierzchni parkingowej, który uwzględnia jednocześnie wszystkie formy opłaty z tytułu parkowania w SPP.
- Pominąć w rozważaniach nt. napełnienia miejsc parkingowych liczby pojazdów przebywających tam w oparciu o opłatę abonamentową choć uzasadnione z pomiarowego punktu widzenia, jest trudne do zaakceptowania z uwagi na błąd, jaki potencjalnie generuje w całościowym obrazie obecnej sytuacji parkingowej. Wspominam o potencjalnym błędzie, gdyż z uwagi na brak informacji o całkowitej liczbie dostępnych miejsc parkingowych w SPP jest to wartość z perspektywy czytelnika niemożliwa do oszacowania. Na tym tle pojawia się postulat, aby wcześniejsze analizy (por. tab. 5.1 – 5.3) były również przedstawione w wartościach bezwzględnych, co umożliwi porównanie skali parkowania w oparciu o wnoszone opłaty jednorazowe i abonamentowe.
- Autorka nie odnosi się w swoich rozważaniach do ograniczeń jakie wynikają z pozyskiwania informacji o zajętości z systemów rozliczeniowych. Należy zwrócić uwagę, że obowiązywanie SPP dotyczy określonych godzin obowiązywania, podczas gdy parkowanie użytkowników pojazdów nieposiadających abonamentu odbywa się bezpłatnie również poza godzinami obowiązywania SPP. Jest to problem zbliżony do generowanego przez posiadaczy abonamentu, których ustalenie lokalizacji na podstawie systemów transakcyjnych nie jest możliwe.
- Relacjonując przebieg badań patrolowych wykonanych w SPP w Krakowie zostały wskazane obszary pomiarowe, które zgodnie z opisem przedstawionym na mapie (rys. 5.1, 30 punktów), wskazują na występowanie punktów, a nie obszarów wykonania pomiaru. Z punktu widzenia metodyki postępowania brakuje wyjaśnienia zależności pomiarowej występującej pomiędzy wskazanymi punktami i obszarem ankietowania w obrębie i poza SPP, a także rejonami komunikacyjnym, które są podstawą prezentacji wyników w tab. 5.5.

2.2.6. Charakterystyka rozdziału 6

Rozdział szósty opatrzony tytułem *Model symulacyjny funkcjonowania SPP* obejmuje 51 stron (s. 63-113) i dotyczy przedstawienia modelu matematycznego odwzorowania parkingowych zachowań kierowców. Rozdział został podzielony na 9 podrozdziałów obejmujących takie elementy jak: omówienie struktury rozdziału, klasyfikacja popytu parkingowego, założenia funkcjonalne modelu, algorytm rozkładu popytu parkingowego, zasady budowy modelu popytu parkingowego, implementacja modelu funkcjonowania SPP w środowisku programistycznym. W rozdziale dodatkowo zawarta jest: prezentacja i interpretacja wyników zastosowania modelu dla SSP w Krakowie na podstawie bazowych danych wejściowych, zastosowanie modelu dla warunków zwiększonego zapotrzebowania na przestrzeń parkingową, ustalenie rekomendowanego zasięgu SPP w Krakowie oraz podsumowanie i konkluzje rozważań zawartych w rozdziale.

Autorka dokonała identyfikacji potencjału parkingowego jako odwzorowanie zapotrzebowania na miejsca postojowe w danym obszarze i jednostce czasu. Powstały dwie koncepcje ustalenia napełnienia miejsc parkingowych, w których pierwsza jest niezależna od obowiązywania i formy polityki parkingowej, druga dotyczy wyłącznie obszarów, w których stosowane są narzędzia kształtowania polityki parkingowej. W pierwszym przypadku napełnienie parkingowe jest sumą części inherentnej (parkowanie zamierzone) oraz dziedzicznej (parkowanie w innym obszarze niż cel podróży). W drugim przypadku napełnienie miejsc parkingowych jest funkcją wynikającą ze sposobu wnoszenia opłaty postojowej, tj. postój abonamentowy, nieabonamentowy i bez opłaty. Podział taki jest ściśle związany

i spójny ze sposobem pozyskiwania informacji o napełnieniu, prezentowanym w rozdz. 5.1. W rezultacie Autorka poszukuje wzajemnych zależności obu tych podejść oraz wskazuje powiązania pomiędzy nimi a klasyczną postacią modelu transportowego (podróży).

W części 6.3 rozdziału została wprowadzona zależność opisująca poziom napełnienia w rejonach komunikacyjnych analizowanego obszaru. Zaprezentowano również procedurę jego kalibracji, bazującą za obciążeniu rejonów komunikacyjnych popytem parkingowym zarówno abonamentowym jak i nieabonamentowym. W tym ostatnim przypadku o dominującym znaczeniu, jak wskazują wcześniejsze wyniki dla SPP w Krakowie, procedura bazuje na wynikach badań preferencji użytkowników SPP, głównie w postaci elastyczności cenowej popytu. Istotnym elementem algorytmu jest również alokacji użytkowników SPP do poszczególnych rejonów, zgodnie z motywacjami podróży, ale również do rejonów sąsiednich w sytuacji wyczerpania dostępnego potencjału parkingowego docelowego rejonu. Dodatkowo, Autorka przedstawia algorytm ustalenia zakresu obowiązywania SPP, czyli algorytm stosowany w przypadkach symulacji rozkładu popytu parkingowego w odniesieniu do warunków zmienności opłaty parkingowej.

W rozdziale 6.4 Autorka przedstawiła zasady budowy modelu popytu parkingowego, odnosząc się kolejno do takich elementów jak: omówienie struktury danych, wybór modelowego okresu, określenie podaży parkingowej objętej SPP, sąsiedztwo rejonów komunikacyjnych, atrakcyjność sąsiednich rejonów komunikacyjnych, udział pojazdów z wykupionym abonamentem postojowym, liczba pojazdów nieabonamentowych, oraz elastyczność cenowa popytu parkingowego. W rozdziale tym prezentowane są mechanizmy i procedury transformacji wielkości obserwowanych i modelowanych, które stają się podstawą późniejszych operacji przeliczeniowych.

W części 6.5 rozdziału przedstawiono istotę przeniesienia opracowanych zależności oraz danych pochodzących z różnych źródeł do środowiska programistycznego. Autorka przedstawiła uogólniony schemat funkcjonowania procedur obliczeniowych, przy czym wszelkie formalne zapisy, w postaci pseudokodu i schematów blokowych, zostały zamieszczone w postaci załączników (Zał. 6.4 - 6.5). W rozdz. 6.6 zostały zaprezentowane wyniki zastosowania omówionej wcześniej procedury obliczeniowej, tj. rozkładu popytu parkingowego w godzinie szczytu komunikacyjnego, co pozwoliło na określenie poziomu napełnienia poszczególnych rejonów komunikacyjnych. W pierwszej kolejności wykonane zostały testy procedury dla których punktem odniesienia były dane z przeprowadzonych obserwacji i pomiarów obserwowanych lub transponowanych do okresu października 2018 r. Na tej podstawie stwierdzony został wysoki poziom odwzorowania warunków rzeczywistych dla analizowanego okresu. Autorka dokonała również bardziej szczegółowej weryfikacji zaproponowanej metodyki poprzez zwiększenie granulacji dotychczasowego obszaru do poziomu mikrorejonów, tj. rejonów komunikacyjnych podzielonych na mniejsze obszary, przy czym kryterium podziału stanowiła pochodną 200-metrowego zasięgu podróży pieszej z rejonu postoju do miejsca docelowego. Wszystkie niezbędne dane wejściowe przygotowane zostały w sposób identyczny do wcześniejszego etapu prac, w którym jednostką podziału był rejon komunikacyjny. W rozdziale 6.7 dokonano eksperymentu przeliczeniowego, w którym zapotrzebowanie na miejsca postojowe odniesione zostało do dnia o największym popycie (piątek, maj 2018 roku). Dodatkowo, zostały przeprowadzone eksperymenty dla bieżącego okresu, tj. maja 2023 r., przy czym posiadane dane zostały przeliczone przy uwzględnieniu różnic ekonomicznych, jakie wystąpiły pomiędzy 2018 a 2023 rokiem; uwzględniono również różnice w zakresie obowiązywania SPP. W każdej z modelowanych sytuacji podział obszaru SPP na rejon lub mikrorejon skutkował podobnym poziomem napełnienia. W rozdz. 6.8 Autorka podjęła próbę określenia zasięgu obowiązywania SPP w Krakowie z wykorzystania opracowanego modelu. Dzięki zaproponowanej modyfikacji taryfikatora opłat w poszczególnych strefach SPP zostały wyznaczone nowe poziomy napełnienia, co pozwoliło na zweryfikowanie obowiązującej polityki cenowej. Ostatnia część rozdziału (rozdz. 6.9) podsumowuje zawartość i kluczowe efekty rozdziału. W tym ostatnim zakresie Autorka podkreśliła w szczególności praktyczną przydatność podziału rejonów komunikacyjnych na mikrorejon, a także kształtowanie cennika opłat w sąsiadujących ze sobą rejonach SSP.

Rozdział 6 stanowi kluczowy, z metodycznego punktu widzenia, element dysertacji. Zostały tu zaprezentowane elementy autorskiego podejścia do problemu ustalenia granic obowiązywania SPP. Podejście do problemu jest wewnętrznie spójne, poprawne metodycznie i dowodzi biegłości Autorki w posługiwaniu się warsztatem badawczym. W tym miejscu zwracam jednak uwagę, na kilka elementów o charakterze polemiki:

- W prezentacji zaproponowanego podejścia zakłada się dostępność modelu transportowego (podróży), jego określoną strukturę i zdefiniowane zmienne objaśniające. Dla kompletności opisu metodycznego wskazane byłoby zaprezentowanie kluczowych elementów budowy takiego

modelu, w szczególności dla takich zastosowań autorskiej metodyki, w których model transportowy (podróży) nie jest dostępny.

- Prezentując zależność napełnienia parkingów od potencjału parkingowego, podaży miejsc parkingowych, kosztu parkowania i względnej lokalizacji rejonów komunikacyjnych (por. wzór 6.3) Autorka nie wyjaśnia matematycznej interpretacji ostatniej ze zmiennych.
- W rozdz. 6.3 przy omawianiu zestawu danych wejściowych (por. s. 66) wydaje się, iż w grupie informacji związanych z popytem parkingowym brakuje informacji o udziale pojazdów, których użytkownicy nie uiszcili opłaty parkingowej. Jest to wielkość, której Autorka sporo uwagi poświęciła we wcześniejszych rozdziałach; na tym etapie została ona pominięta.
- O ile opis procedury kalibracji modelu funkcjonowania SPP w warstwie werbalnej jest spójny i zrozumiały, o tyle jego zapis daleki jest od formalizacji. Wydaje się, że zastosowanie zapisu w postaci pseudokodu byłoby rozwiązaniem wskazanym.
- W odniesieniu do procedury kalibracji modelu funkcjonowania SPP (por. rozdz. 6.3.1) obawy budzi krok 2, w którym dokonywane jest obciążenie wszystkich rejonów komunikacyjnych popytem pochodzącym od użytkowników abonamentowych. Po pierwsze, w rozdz. 5.1.4 Autorka wspomina, że z uwagi na trudności związane z interpretacją rozlokowania abonamentów udział pojazdów w poziomie i rozkładzie dobowym napełnienia stanowił powód zaniechania użycia tego typu danych. Po drugie, Autorka nie wskazuje w algorytmie, jak traktowany jest tego typu rozkład, w szczególności jego wpływ na docelowy rozkład w szczycie komunikacyjnym. W tym czasie posiadacze abonamentu związanego z miejscem zamieszkania w określonym rejonie komunikacyjnym znajdują się w innym rejonie komunikacyjnym związanym z jedną z motywacji podróży, co może stanowić istotne źródło błędów.
- W ramach omawianej procedury kalibracji (por. rozdz. 6.3.1) prezentowany jest krok, w którym popyt parkingowy jest rozkładany na sąsiednie względem docelowego rejonu komunikacyjne (krok 3. b. ii. 2). W moim odczuciu algorytm rozpatruje sąsiednie rejon, w których koszt postoju jest najniższy, alternatywnie wybór można określić jako ustalenie kolejności rejonów według wzrastającego kosztu parkowania, podczas gdy Autorka wskazuje rejon, w których „... koszt postoju nie jest najniższy – stopniowo podejmowane są próby rozłożenia popytu poczynając od tańszych rejonów i kończąc na najdroższym”. Takie stwierdzenie rodzi wątpliwości i w przypadku dalszego publikowania efektów prac sugerowałbym doprecyzowanie tego zapisu.
- Przedstawiona procedura kalibracji pozbawiona jest warunków brzegowych, które wskazują na zakres jej zastosowania. Jednym z kluczowych warunków powinno być założenie, że popyt parkingowy jest mniejszy lub równy podaży parkingowej analizowanej SPP, czyli według zapisów przyjętych w pracy: $\rho_P \leq L_{MP}$.
- W prezentacji algorytmu ustalenia zakresu obowiązywania SPP (por. rozdz. 6.3.2) Autorka słusznie zauważa, że immanentną jego cechą jest sposób numeracji poszczególnych rejonów komunikacyjnych, który ma wpływ na kolejność obciążania poszczególnych rejonów popytem parkingowym, zarówno w zakresie docelowych, jak i sąsiednich rejonów. Pytanie zatem, czy przeprowadzono analizę istotności tego parametru poprzez analizę wrażliwości numeracji, np. poprzez losową zmianę numerów w określonej puli rejonów w zakresie stref A1-A20, B5-B30, oraz C7-C22, wg. rys. 4.2, s. 41, lub w zakresie numeracji rejonów komunikacyjnych 1-10, 11-20, 21-30, ..., 51-60, 61-62, w szczególności w początkowym zakresie wspomnianej listy.
- W zakresie zbioru danych niezbędnych do uzupełnienia opracowanego modelu, por. rozdz. 6.4, tab. 6.3, Autorka wspomina o możliwych źródłach danych wejściowych, przy czym konsekwentnie odnosi się do konkretnego przypadku miasta Krakowa nie dokonując uogólnień metodycznych. Przy określeniu liczby dostępnych miejsc parkingowych wspomina 3 potencjalne źródła, z których poza inwentaryzacją i modelem transportowym (podróży) wskazuje również inwentaryzację własną. To ostatnie źródło z pewnością stanowi cenny materiał informacyjny i może prowadzić do uzyskania pełniejszego obrazu bieżącej sytuacji parkingowej w analizowanym obszarze, niemniej brak jest wyjaśnienia o jakich obserwacjach jest mowa i w jakim zakresie należy z nich skorzystać.
- W odniesieniu do wartości SQV stosowanej przy kalibracji udziału pojazdów z wykupionym abonamentem postojowym (por. rozdz. 6.4.5) Autorka prezentuje wynik obliczeń dla 31 rejonów komunikacyjnych. Sumaryczna wartość SQV, o ile taka miara była zamierzeniem Autorki (por. drugi wiersz od dołu tab. 6.6, s. 81, kolumna SQV) dla analizowanego zakresu wynosi 25,90 [-] nie zaś jak podano 0,99 [-]. Podobny problem obserwowany jest w tab. 6.8, s. 85 oraz w tab. 6.11, s. 97.
- W odniesieniu do eksperymentów przeprowadzonych w końcowej części rozdziału (rozdz. 6.7),

w których Autorka proponuje nową politykę cenową i ocenia skutki jej zastosowania w postaci poziomu napelnienia poszczególnych rejonów i mikrorejonów komunikacyjnych, wskazywany jest zakres obowiązywania stawek poszczególnych stref, przy czym Autorka jednoznacznie nie wyjaśnia co w praktyce oznacza ich stosowanie poza wskazanym obszarem obowiązywania SPP. Czy jest to obszar wymagający rozszerzenia obowiązującego SPP?

2.2.7. Charakterystyka rozdziału 7

Rozdział siódmy opatrzony tytułem *Zastosowanie opracowanej metodyki do delimitacji SPP w obszarze miejskim Warszawy* obejmuje 14 stron (s. 114-127) i zgodnie z tytułem dotyczy testowego wdrożenia opracowanego modelu delimitacji SPP w warunkach warszawskich. Rozdział został podzielony na 4 podrozdziały, obejmujące takie elementy jak: wstępne założenia w zakresie struktury rozdziału, podstawy adaptacji modelu, prezentacja wyników zastosowania modelu, wskazanie rekomendowanego zasięgu SPP dla Warszawy i podsumowanie rozważań zawartych w rozdziale.

Rozdział 7 stanowi odzwierciedlenie przyjętych założeń w zakresie zmiennych objaśniających i objaśnianych modelu, źródeł informacji, przebiegu obliczeń oraz wyników i ich interpretacji dla obszaru miejskiego Warszawy. W rozdz. 7.1 Autorka przedstawiła podstawy budowy modelu funkcjonowania obszaru SPP wskazując wykorzystane źródła wiedzy, głównie model transportowy (podróży) aglomeracji warszawskiej oraz wyniki badań w ramach Warszawskich Badań Ruchu, jako podstawę do jego parametryzacji. Podobnie jak w przypadku modelu dla SSP w Krakowie również w SSP w Warszawie zastosowano podział na mikrorejon komunikacyjny, za podstawę przyjmując 300-metrową podróż pieszą z sąsiedniego rejonu do miejsca docelowego. Rozdział 7.2 dotyczy prezentacji wyników zastosowania modelu delimitacji SPP dla obszaru miejskiego Warszawy. Analogicznie do przypadku krakowskiego obliczenia przeprowadzono dla 2018 i 2023 roku. W efekcie zastosowania modelu symulacyjnego został wskazany rekomendowany zasięg obowiązywania SPP dla Warszawy (por. rozdz. 7.3) przy założeniu braku przekroczenia zakładanego poziomu 85% dopuszczalnego poziomu napelnienia miejsc parkingowych w SPP. Przedstawione porównania stanu sprzed i po wdrożeniu zaproponowanej metodyki wskazuje na odciążenie stref SPP wcześniej przeciążonych, o wyraźnym deficycie miejsc parkingowych, przy nie pogorszeniu sytuacji w pozostałych strefach, co jest efektem zamierzonym i pożądanym.

W odniesieniu do rozważań przedstawionych w rozdziale 7, w dalszej części rozważań podzieliłem się spostrzeżeniem, które ma charakter dyskusji. Zgodnie z deklaracją Autorki, kluczowe dane niezbędne do sparаметryzowania modelu funkcjonowania SSP w Warszawie, poza układem i rozlokowaniem przestrzennym stref oraz zachowaniami transportowymi wynikającymi z modelu transportowego (podróży), zostały przeniesione z modelu krakowskiego przy uwzględnieniu współczynników korygujących – przeliczeniowych. Dotyczy to zatem elastyczności cenowej popytu, która w przypadku Krakowa została określona na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych, których dla Warszawy brak, według informacji zawartych w rozprawie. Pojawia się zatem pytanie, na podstawie jakich argumentów empiryczne badania wykonane dla Krakowa po przeprowadzeniu modyfikacji wskaźnikiem różnic w zarobkach, zostały zastosowane dla warunków warszawskich. W literaturze istnieją prace, które koncentrują się na identyfikacji różnic i podobieństw w zachowaniach transportowych różnych miast. Między innymi Woods i Masthoff⁶, 2017; Wu et al.⁷, 2021; de Oña, Estévez i Oña⁸, 2021 i inni dokonują w swoich pracach tego typu porównań. Czy Autorka dysponuje empirycznymi dowodami potwierdzającymi podobieństwa zachowań transportowych mieszkańców Krakowa i Warszawy? Stwierdzenie spójności lub jej braku jest istotne z metodycznego punktu widzenia w zakresie zastosowania modelu w innych przypadkach.

2.2.8. Charakterystyka rozdziału 8

Rozdział ósmy stanowi *Podsumowanie* rozprawy i obejmuje on 4 strony (s. 128-131). Został podzielony na 3 podrozdziały obejmujące takie elementy jak: omówienie istoty badań oraz ocenę spełnienia celów, wnioski generalne i kierunki dalszych badań.

⁶ Woods R., Masthoff J., A comparison of car driving, public transport and cycling experiences in three European cities, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2017 (103), 211-222.

⁷ Wu H., Avner P., Boisjoly G. et al. Urban access across the globe: an international comparison of different transport modes. NPJ Urban Sustainability, 2021 (1), paper 16,

⁸ de Oña J., Estévez E., de Oña R. Public transport users versus private vehicle users: Differences about quality of service, satisfaction and attitudes toward public transport in Madrid (Spain). Travel Behaviour and Society, 2021 (23), 76-85.

Autorka dokonała w rozdziale podsumowania założeń leżących u podstaw opracowanego modelu problemu delimitacji SPP, wskazując na jej unikatowy charakter względem zdiagnozowanego stanu wiedzy. Przedstawiła również argumenty, które uprawniają do twierdzenia, że cel pracy postawiony na jej wstępie został osiągnięty. Ostatecznie zostały wskazane kierunki dalszych badań, które prowadzą do pogłębienia integracji i zachodzących relacji opracowanego modelu funkcjonowania SPP z modelem transportowym (podróży) oraz uszczegółowienie warunków funkcjonowania SPP, które mogą mieć wpływ na jej ostateczny kształt.

3. OCENA STRONY REDAKCYJNEJ ROZPRAWY

3.1. Poprawność edycyjna

Rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Warszawskiej pod względem edycyjnym można uznać za pracę przygotowaną wyjątkowo starannie, przejrzystą i zgodnie z powszechnie stosowanymi regułami edytorskimi. Dzięki temu lektura rozprawy stała się okazją do niezakłóconego warstwą edycyjną zapoznania się z dorobkiem Autorki, co na podstawie dotychczasowego doświadczenia w roli recenzenta uznaję za rzadki i godny naśladowania przypadek.

Wśród nielicznych marginalnych błędów edycyjnych, wskazuję na poniższe niedoskonałości natury stylistycznej:

- „... po raz pierwszy dostrzeżono w USA końcem lat 70. (...)”, s. 14, w. 13-14g⁹, powinno być: w USA z końcem lat 70. (...);
- „Strefy wprowadzane w wyłącznie w obszarach (...)”, s. 21, w. 22-23g, powinno być: wyłącznie w obszarach (...);
- „... Inny źródłem informacji mogą być ...”, s. 28, w. 15g, powinno być: innym źródłem informacji (...);
- „...niepełne wypełnienie ankiety...”, s. 29, w. 13d¹⁰, powinno być: niekompletne wypełnienie (...);
- „... w każdym z wierszy znajdowała się informacja (...)”, s. 45, w. 9g, poprawną formą, a przynajmniej obecnie stosowaną jest: znajdowała się;
- „... na temat sytuacji społeczno – ekonomicznej ...”, s. 65, w. 13g oraz 19g, poprawną formą jest zastosowanie myślnika jako spójnika a nie separatora, czyli chodzi o zapis: na temat sytuacji społeczno-ekonomicznej;
- „... od użytkowników nieposiadających ...”, s. 70, w. 10-11d, powinno być nieposiadających;
- „... po pierwotnym obciążeniu przestrzeni parkingowej popytem pochodzącym od abonamentów (...)”, s. 83, w. 17-18g, powinno być: pochodzącym z abonamentu lub obciążony popytem abonamentowym;
- „... w wyniku przeprowadzonej symulacji Chcąc otrzymać bardziej (...)”, s. 120, w. 6d, powinno być: w wyniku przeprowadzonej symulacji, chcąc otrzymać (...).

Wśród innych uwag natury edycyjnej zwracam uwagę na:

- problemy z zarządzaniem przestrzenią, co przejawia się niewykorzystanym miejscem głównie na końcu stron (np. s. 38, 51-54, 57, 60, 81, 93);
- brak powtórzenia numeracji i opisu tablic, których objętość wykracza poza jedną stronę, np. tab. 5.2-5.4, 6.1, 6.2, 6.4, 6.7-6.10;
- zgodnie z obowiązującym standardem ISO ułamki dziesiętne powinny być zapisywane z wykorzystaniem przecinka nie kropki; uwaga ta dotyczy praktycznie wszystkich tabel znajdujących się w dysertacji; co ważne, części ułamkowe znajdujące zastosowanie w równaniach regresji lub inne zapisy formalne w treści pracy zostały zapisane w zgodzie z tą regułą.

3.2. Zastosowanie fachowej terminologii i oznaczeń

Terminologia zastosowana w rozprawie jest dobrana właściwie i wskazuje na biegłe posługiwanie się przez Autorkę rozprawy nomenklaturą stosowaną w rozważanej problematyce.

W sferze stosowania fachowej terminologii i specyficznych oznaczeń poniżej wskazuję na drobne i rzadko występujące potknięcia, do których zaliczam:

⁹ Licząc od góry strony

¹⁰ Licząc od dołu strony

- zapis „... przyciągany ruch rozlewa się po ulicach dojazdowych ...”, s. 36, w. 14-15d, choć pojęcie *rozlewania* jest niezwykle obrazowe, potocznie używane i jest dosłownym tłumaczeniem angielskiego określenia *spill-over*; sugerowałbym jednak stosowanie pojęcia: *rozprzestrzeniania się*;
- pojęcie *rozlewania się* jest również wykorzystywane w innym kontekście, wyrażonym w postaci „... niezbadanym zjawiskiem jest zagadnienie rozlewania się problemu parkingowego na obszary ...”, s. 37, w. 11g, tu również sugerowałbym zastosowanie określenia: *rozprzestrzeniania się*;
- pojęcie *ankiety* (por. rozdz. 5.3) dotyczy przeprowadzenia badania, głównie w postaci wywiadu, w którym kluczową rolę odgrywa kwestionariusz ankietowy. Uzyskując odpowiedzi można mówić o wielkości (liczebności) próby badawczej, zgodnie z opisem oznaczeń wzoru (5.1) lub liczbie uzyskanych odpowiedzi; zatem zamiast stwierdzenia, iż „... wymaganych było co najmniej 384 ankiet (...)” należałoby wskazać, iż: *minimalna liczebność próby badawczej powinna wynosić 384 lub należało uzyskać co najmniej 384 odpowiedzi*;
- pojęcie „wyekstrahowania ... z bazy danych” wykorzystane w rozdz. 7.1.2, s. 117, w. 3-4g, jest w mojej ocenie zastosowane niewłaściwie. Ekstrahowanie wg Słownika Języka Polskiego¹¹ jest *wyodrębnianiem składników z mieszaniny ciał stałych lub roztworów za pomocą odpowiednio dobranej rozpuszczalnika*, czego z pewnością nie wykonuje się w prezentowanych procedurach badawczych. Sugerowanym określeniem jest zatem: *wydobywanie* lub *wyodrębnianie*.

3.3. Spis bibliograficzny i odwołania

W rozprawie zamieszczono zbiorczy spis bibliograficzny znajdujący się w końcowej części pracy; został on uporządkowany w kolejności prezentacji cytowań w pracy. Spis został przygotowany właściwie, a jedynym drobnym niedomaganiem jest niejednorodność zapisu lokalizacji artykułów zaczerpniętych z czasopism. Sposób podawania takich elementów identyfikacji pracy jak: rok, wolumin, numer, zakres stron, jest stosowany w sposób zróżnicowany.

Spis bibliograficzny obejmuje szeroki zakres prac bezpośrednio lub pośrednio dotyczących tematyki rozprawy. Uznać należy, że zbiór ten został dobrany właściwie i zawiera istotne pozycje literaturowe. Są to prace w większości anglojęzyczne, w ogólności pochodzące z okresu ostatnich 10 lat. Starsze prace są rzadkością. Dowodzi to znajomości najnowszej literatury zagadnienia i biegłego posługiwania się tą wiedzą. Odwołania do poszczególnych pozycji bibliograficznych zamieszczane w treści pracy zostały przygotowane właściwie.

4. KLUCZOWE OSIĄGNIĘCIA ROZPRAWY

Do najważniejszych osiągnięć analizowanej rozprawy doktorskiej zaliczyć należy:

- Opracowanie nowatorskiego modelu matematycznego funkcjonowania SPP w obszarach miejskich, który na podstawie wiedzy o popycie i podaży parkingowej, klasyfikacji użytkowników parkingów oraz informacji przestrzennej umożliwia prowadzenie symulacji poziomu napełnienia miejsc parkingowych w analizowanym obszarze. Przy uwzględnieniu elastyczności cenowej popytu użytkowników zmotoryzowanego transportu indywidualnego model pozwala na ustalenie docelowego zasięgu działania i poziomu cen związanych z parkowaniem.
- Opracowanie modelu funkcjonowania SPP z wykorzystaniem zaawansowanego aparatu matematycznego, w tym: technik regresji i uczenia maszynowego oraz narzędzi analiz przestrzennych sprawia, że jest modelem złożonym w sferze matematycznej i wykorzystującym zaawansowane techniki obliczeniowe, co pozwala na precyzyjne odzwierciedlenie modelowanych zjawisk.
- Połączenie i zastosowanie wielu źródeł danych niezbędnych do parametryzacji i kalibracji opracowanego modelu, a także integracja z modelami już istniejącymi (model transportowy – podróży), co czyni opracowany model złożonym w sferze zachodzących relacji i zaawansowanym w wymiarze stopnia złożoności przetwarzania danych.
- Rozwinięcie stanu wiedzy w zakresie możliwości szerszego praktycznego zastosowania istniejących metod i modeli modelowania i analiz mobilności, w oparciu o modele podróży, które pozwalają na wyznaczanie granic i polityki cenowej stref parkingowych.
- Przeprowadzenie kompleksowej weryfikacji poprawności funkcjonowania opracowanego modelu na przykładach dwóch największych miast w Polsce, co pozwala uznać, że opracowany model zarówno wiernie odzwierciedla obecne funkcjonowanie SPP w przestrzeni miejskiej, jak również

¹¹ Drabik L. (red.). Słownik Języka Polskiego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.

daje podstawy do uwiarygodnienia wyników symulacji zmian funkcjonowania SPP w oparciu o zmienne preferencje użytkowników pojazdów.

- Wypracowanie rozwiązania w zakresie kształtowania polityki cenowej, wprost poziomu cen, jakie należy przyjąć w poszczególnych strefach, docelowego kształtu i zasięgu SPP w warunkach miejskich, co czyni rozwiązanie niezwykle przydatnym narzędziem wspierającym decydentów w podejmowaniu decyzji o kształtowaniu, zmianach lub utrzymaniu obszaru obowiązywania SPP.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione wcześniej osiągnięcia rozprawy uznać należy, że wszystkie zadania badawcze zostały skutecznie zrealizowane, co daje podstawę by stwierdzić, że cel pracy został również osiągnięty.

W odniesieniu do kluczowych efektów rozprawy doktorskiej pragnę sformułować uwagę, która być może zainspiruje Autorkę do rozważań nad kierunkami dalszych prac badawczych i wdrożeniowych. Pytanie dotyczy tego, w jaki sposób zautomatyzować kształtowanie i ciągle monitorowanie realizacji polityki parkingowej w miastach. Pozyskanie danych i wydobycie z nich niezbędnej wiedzy jest w zaproponowanej metodyce najbardziej pracochłonną i trudną do replikowania procedurą. Pytanie zatem jak dokonać zasilenia metody i narzędzia w sposób bardziej lub w pełni zautomatyzowany.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Warszawskiej, pt. *Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich* jest, w oparciu o argumentację zawartą w recenzji, opracowaniem naukowym o oryginalnym i istotnym znaczeniu badawczym i użytkowym. Autorka wykazała się zarówno bogatym warsztatem badawczym, jak i ugruntowaną wiedzą teoretyczną z zakresu budowy modeli transportowych (podróży), metod regresji, analiz dużych zbiorów danych, uczenia maszynowego, technik analiz przestrzennych i prowadzenia badań empirycznych. Należy podkreślić, że sformułowane na wstępie pracy zadania badawcze zostały w pełni zrealizowane, a dzięki eksperymentalnej weryfikacji udowodniono również osiągnięcie przyjętego celu pracy. Oceniana praca, zgodnie z wymaganiami określonymi w Ustawie¹², obowiązującej w chwili otwarcia przewodu doktorskiego, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i dowodzi biegłości w posługiwaniu się wiedzą teoretyczną i w jej praktycznym zastosowaniu w dyscyplinie naukowej jaką jest według obecnych przepisów¹³ Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

Praca została przygotowana na bardzo wysokim poziomie merytorycznym i edycyjnym. Uwagi zawarte w recenzji nie umniejszają kluczowym osiągnięciom zrealizowanych prac i dojrzałości badawczej Autorki. Uwagi należy odczytywać wyłącznie w charakterze dyskusji i komentarzy, mających pomóc w doskonaleniu jakości rozwijanego warsztatu badawczego i kształtowania dalszej ścieżki naukowej Autorki rozprawy.

Reasumując, uważam, że rozprawa mgr inż. Karoliny Warszawskiej pt. *Delimitacja Stref Płatnego Parkowania w obszarach miejskich*, wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Andrzeja Szaraty, spełnia warunki przewidziane w odpowiedniej dla przedmiotowego postępowania Ustawie¹². Wnioskuje więc o przyjęcie dzieła mgr inż. Karoliny Warszawskiej przedstawionego do recenzji jako rozprawy doktorskiej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dopuszczenie jej do publicznej obrony.



¹² Ustawa z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, z późniejszymi zmianami, Dz.U. 2003, Nr 65, poz. 595.

¹³ Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia 2011 r. w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych, Dz.U. z 2011 r. nr 179, poz. 1065.