

Recenzje spełnione wymagania formalne

Prof. dr hab. inż. Marianna Jacyna
Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

Warszawa, dnia 03.10.2025 r.

Przewodniczący Rady Dyscypliny
Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport
Politechniki Śląskiej

prof. dr hab. inż. Piotr Fołęga

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. **Adriana Barchańskiego**
pt. „Metoda synchronizacji rozkładów jazdy w węźle przesiadkowym
w aspekcie czasu podróży pasażera w publicznym transporcie zbiorowym”

Podstawa opracowania: Uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Śląskiej, podpisana przez Pana prof. dr hab. inż. Piotra Fołęga, z dnia 21.07.2025 r.

Dokumentację merytoryczną do sporządzenia recenzji stanowi egzemplarz rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Adriana Barchańskiego pt. „Metoda synchronizacji rozkładów jazdy w węźle przesiadkowym w aspekcie czasu podróży pasażera w publicznym transporcie zbiorowym”.

Promotorem rozprawy jest Pani dr hab. inż. Renata Żochowska, prof. Politechniki Śląskiej, natomiast Promotorem Pomocniczym jest dr inż. Marcin Kłós.

1. Uwagi ogólne o doborze tematu rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Adriana Barchańskiego, poświęcona jest problematyce synchronizacji rozkładów jazdy w węzłach przesiadkowych z uwzględnieniem czynników stochastycznych. Podjęte przez Doktoranta badania stanowią bardzo ważny i aktualny obszar dociekań naukowych wielu badaczy i praktyków. W obliczu współczesnych problemów transportowych w obszarach miejskich, gdzie obserwujemy rosnące uzależnienie od samochodów osobowych, kluczowym zagadnieniem staje się poprawa jakości i integracji transportu publicznego (PTZ). Centralnym punktem tych działań są węzły przesiadkowe, których atrakcyjność i efektywność operacyjna bezpośrednio wpływają na postrzeganie całego systemu transportu publicznego. W tym kontekście, jak zauważa wielu analityków i praktyków, jednym z najgorzej postrzeganych elementów podróży z przesiadkami, jest czas oczekiwania na kolejny środek podróży w miejscu przesiadki.

Doktorant w swojej rozprawie koncentruje się na synchronizacji rozkładów jazdy w węzłach przesiadkowych integrujących transport kolejowy z autobusową komunikacją miejską. Jako cel prowadzonych badań przyjmuje minimalizację średniego czasu oczekiwania pasażerów przesiadających się uwzględniając nieregularne odchylenia od rozkładu jazdy. W rezultacie swoich dociekań naukowych, Autor rozprawy, opracowuje nowatorską metodę synchronizacji rozkładów jazdy, tj. oceny wpływu odchyłek od rozkładu jazdy występujących w węźle przesiadkowym się

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Rada Dyscypliny
Inżynieria Lądowa i Transport

wpłynęło dnia 14.10.2025
nr 75/2025 zał.

z pociągu na autobus komunikacji miejskiej w skali całej doby. Należy podkreślić, że w literaturze brak jest tego typu analiz.

Wykonane badania nie byłyby możliwe bez zaangażowania, zainteresowania oraz odpowiedniego przygotowania do prowadzenia badań naukowych. Patrząc na drogę naukową Doktoranta można zauważyć, że od początku swojej ścieżki zawodowej i naukowej rozwijał kompetencje w obszarze inżynierii ruchu, analizy ruchu, systemów transportowych w zakresie modelowania, optymalizacji, organizacji i funkcjonowania. Pan mgr inż. Adrian Barchański jest autorem lub współautorem wielu publikacji, często o wysokiej punktacji. Poza tym brał udział w projektach badawczych, które niewątpliwie miały wpływ na jego podejście do pracy naukowej.

Podsumowując, stwierdzam, że Pan mgr inż. Adrian Barchański podejmując się realizacji rozprawy doktorskiej dot. problematyki synchronizacji rozkładów jazdy w węzłach przesiadkowych, dobrze wpisuje się w potrzeby aktualnych badań w tym obszarze. Praca ma nie tylko duże znaczenie poznawcze, ale również użyteczne dla praktyki gospodarczej.

Rozprawa składa się ze 271 stron, w tym streszczenia w jęz. polskim i w jęz. angielskim, wykazu ważniejszych skrótów i oznaczeń, 7 numerowanych rozdziałów, bibliografii, spisu rysunków oraz tabel, a także 3 Załączników. Spis materiałów źródłowych zawiera 269 pozycji (7 pozycji z udziałem Autora rozprawy).

Kolejne załączniki to:

Załącznik 1 *Arkusze danych wejściowych i wyników dla programów w ramach narzędzia wspomagającego realizację obliczeń – przykład dla węzła Modelowego badanego w rozprawie.*

Załącznik 2 *Zestawienie parametrów rozkładów prawdopodobieństwa opisujących odchyłki od rozkładu jazdy dla linii komunikacyjnych w badanych węzłach przesiadkowych.*

Załącznik 3 *Zestawienie parametrów przyjętych w rozprawie dla potrzeb charakterystyki przemieszczania się pasażerów drogami przejścia w węzle przesiadkowym.*

2. Analiza struktury rozprawy – podział treści na rozdziały

Zasadnicza treść rozprawy doktorskiej zawarta jest w rozdziałach 1-7.

Część merytoryczną pracy rozpoczyna rozdział 1 - **wprowadzenie** (21 stron), w którym Autor rozprawy wskazał na kontekst problemów transportowych na obszarach miejskich, zwłaszcza tych silnie zurbanizowanych, oraz podkreślił konieczność poprawy jakości i integracji transportu zbiorowego. Omówił znaczenie czasu podróży, ze szczególnym uwzględnieniem czasu oczekiwania jako najbardziej negatywnie postrzeganej składowej.

Na podstawie przeprowadzonych analiz zidentyfikował lukę badawczą dotyczącą braku analizy wpływu regularnych odchyłek od rozkładu jazdy, na czas oczekiwania pasażerów przesiadających się z pociągu na autobus w skali doby. Lukę tę, Autor rozprawy przedstawia również jako wynik analizy literatury (rozd. 2, str. 68).

Rozważania przeprowadzone w rozdz.1.1 i 1.2 były podstawą zdefiniowania celu i tezy rozprawy w rozdz.1.3 (str. 27). Doktorant zdefiniował dwa cele: naukowy i użyteczny. Jako cel naukowy rozprawy Doktorant wskazał:

„Opracowanie metody synchronizacji, która pozwoli zbadać wpływ uwzględnienia podczas konstrukcji rozkładów jazdy odchylek od rozkładu jazdy, występujących w węźle przesiadkowym na zmianę czasu podróży pasażerów zmieniających środek transportu w ciągu doby w tym węźle, z pociągu na autobus komunikacji miejskiej”.

Natomiast jako cel użyteczny rozprawy Doktorant wskazał:

„Opracowanie narzędzia wspomagającego synchronizację rozkładów jazdy realizowaną według proponowanej metody, uwzględniającej odchylki od rozkładu jazdy, występujące w węźle przesiadkowym”.

Pan mgr Adrian Barchański dodatkowo zdefiniował 3 cele szczegółowe cytując:

„Cel 1: przeprowadzenie analizy porównawczej odchylek od planowanych momentów: przyjazdów pociągów i odjazdów autobusów komunikacji miejskiej w wybranych typach dni ruchowych i okresach dla linii komunikacyjnych, obsługujących badany węzeł przesiadkowy oraz zbadanie zgodności rozkładów empirycznych z rozkładami teoretycznymi;

Cel 2: zbadanie wpływu uwzględnienia odchylek od rozkładu jazdy w synchronizacji rozkładów jazdy w węźle przesiadkowym, realizowanej przy pomocy dedykowanego narzędzia opracowanego na bazie autorskiej metody, na zmianę średniego czasu oczekiwania pasażerów zmieniających środek transportu z pociągu na autobus komunikacji miejskiej w węźle przesiadkowym w ciągu doby;

Cel 3: zbadanie wpływu:

- lokalizacji węzła przesiadkowego w sieci transportowej i osadniczej, który spełnia przyjęte w pracy założenia,
- o wybranych typach dni ruchowych,
- o sposobach łączenia taktów,

na zróźnicowanie zmian średniego czasu oczekiwania pasażerów zmieniających środek transportu z pociągów na autobusy komunikacji miejskiej powodowanych uwzględnieniem odchylek od rozkładu jazdy podczas synchronizacji w węźle przesiadkowym względem synchronizacji rozkładów jazdy proponowaną metodą z pominięciem danych odchylek, dla zbioru przypadków testowych wyróżnionych na podstawie kilku węzłów przesiadkowych wybranych do analizy.”

Cel rozprawy oraz cele częściowe stanowią zwartą całość i nawiązują do istoty problemu naukowego określonego w tytule pracy. Uzupełnieniem sformułowanego celu jest przedstawiona teza rozprawy, którą Autor zdefiniował jako:

„Synchronizacja rozkładów jazdy uwzględniająca odchylki od rozkładu jazdy występujące w węźle przesiadkowym i realizowana z zastosowaniem przeszukiwania lokalnego pozwala skrócić średni czas oczekiwania pasażerów zmieniających środek transportu z pociągu na autobus w tym węźle.”

Z naukowego punktu widzenia teza rozprawy jest zapisana poprawnie. Doktorant wskazał również na aspekt podmiotowy, czasowy i przedmiotowy rozprawy.

Pod względem zawartych treści rozdział ten jest dobrym wprowadzeniem do problemu badawczego i nie budzi zastrzeżeń.

Rozdział 2 (*Stan zagadnienia w zakresie synchronizacji rozkładów jazdy w węzłach przesiadkowych* - 39 stron) zawiera krytyczny przegląd literatury w obszarze synchronizacji rozkładów jazdy, ruchu pieszego oraz punktualności w transporcie zbiorowym. Autor rozprawy omówił różne metody synchronizacji i ich cechy, w tym uwzględnianie czynników stochastycznych i orientację na pasażerów. Przedstawił znaczenie węzłów przesiadkowych jako miejsc integracji i kluczowych dla atrakcyjności całego systemu transportowego. Ponadto, wskazał na powszechność opóźnień w transporcie zbiorowym i ich wpływ na uciążliwość podróży. Autor rozprawy dokonał również analizy doboru metod i narzędzi dla synchronizacji rozkładów jazdy, podkreślając rolę modelowania symulacyjnego i przeszukiwania lokalnego (w tym przeszukiwania z tabu) jako narzędzi optymalizacji w złożonych problemach transportowych. Rozdział ten podsumowuje wnioskami z przeglądu literatury wskazując, na zidentyfikowaną wcześniej lukę badawczą, którą rozprawa ma wypełnić. Ponadto przedstawił cechy, którymi powinna charakteryzować się opracowana w rozprawie metoda.

Rozdziały 1 oraz 2, stanowią dobrą podstawę do budowy problemu decyzyjnego przedstawionego w **rozdziałach 3 i 4**. Właśnie kolejne dwa rozdziały: **rozd. 3** (*Model węzła przesiadkowego i jego otoczenia* – (28 stron)) oraz **rozd. 4** (*Zadanie optymalizacyjne synchronizacji rozkładów jazdy w węźle przesiadkowym* - (19 stron)) to zapis formalny problemu decyzyjnego rozprawy. W **rozdziale 3** Autor rozprawy przedstawia strukturę modelu węzła przesiadkowego i jego otoczenia, obejmujący zapotrzebowanie na przewozy, zależności czasowe oraz czynniki o charakterze stochastycznym.

Model szczegółowo opisuje proces zmiany środka transportu w ujęciu stochastycznym, uwzględniając odchyłki od rozkładu jazdy pociągów i autobusów, a także zróżnicowanie czasu przebycia dróg przejścia przez pasażerów. Na potrzeby rozprawy Doktorant wprowadził podział doby na pięć okresów (wczesno-poranny, szczyt poranny, międzyszczytowy, szczyt popołudniowy oraz wieczorny) w celu odwzorowania zmiennych warunków ruchu i zapotrzebowania na przewozy. Ponadto zdefiniował kluczowe elementy, takie jak relacje podróży i sposób rozłożenia macierzy potoków pasażerów na kursy.

Natomiast **rozdział 4** to formalizacja zadania optymalizacyjnego, którego celem jest minimalizacja średniego czasu oczekiwania pasażerów zmieniających środek transportu z pociągu na autobus. Autor rozprawy przedstawia założenia przyjęte do budowy zadania, w tym stochastyczny charakter procesów ruchu i niezależność odchyłek. Zdefiniował dane wejściowe (np. układ tras, potoki pasażerów, parametry rozkładów prawdopodobieństwa czynników stochastycznych) oraz zmienną decyzyjną, którą jest rozkładem jazdy dla linii komunikacji miejskiej. Opisał ograniczenia nałożone na zadanie, w tym zapewnienie regularności odjazdów i różne sposoby łączenia taktów między okresami doby (SLT1, SLT2, SLT3, SLT4). Szczegółowo omówił funkcję kryterium, wyrażającą ważony potokiem pasażerów średni czas oczekiwania, obliczany z uwzględnieniem wszystkich czynników stochastycznych w skali całej doby.

Rozdział – 5 (*Metoda synchronizacji rozkładów jazdy w węźle przesiadkowym* (38 stron))

to opis opracowanej, autorskiej metody synchronizacji rozkładów jazdy, która jest procedurą iteracyjną łączącą modelowanie symulacyjne z przeszukiwaniem lokalnym. Autor rozprawy szczegółowo opisał etapy metody, w tym przygotowanie danych wejściowych, wyznaczenie zbioru rozwiązań dopuszczalnych, budowę bieżącego rozwiązania oraz jego poprawianie poprzez przeszukiwanie lokalne i przeszukiwanie z tabu. Wyjaśnił również jak przygotowywane są dane dotyczące odchyłek od rozkładu jazdy i czasu przejścia pieszych, oraz jak wykorzystuje się modelowanie symulacyjne do oceny funkcji kryterium. Ponadto przedstawił sposób definiowania i grupowania przypadków testowych na podstawie atrybutów charakteryzujących węzły przesiadkowe (lokalizacja, typ dni ruchowych, sposób łączenia taktów, czynniki stochastyczne).

Rozdziały 6 i 7 to weryfikacja praktyczna zaproponowanego przez Doktoranta podejścia. Stanowią one praktyczne potwierdzenie zarówno wskazanych celów rozprawy jak postawionej tezy.

Rozdział 6 (Walidacja opracowanej metody synchronizacji rozkładów jazdy (42 strony)) to prezentacja i analiza wyników uzyskanych z zastosowania proponowanej metody do wybranych węzłów przesiadkowych na obszarze Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (GZM) oraz fikcyjnego „węzła Modelowego”. Autor rozprawy przeprowadził charakterystykę odchyłek od rozkładu jazdy pociągów i autobusów, a także czasu przebycia dróg przejścia pasażerów, potwierdzając zasadność stosowania ich do opisu rozkładów normalnych o odmiennych wartościach parametrów rozkładu zależnych od atrybutów charakteryzujących daną grupę.

Dokonał weryfikacji hipotezy badawczej, wykazując, że uwzględnienie odchyłek od rozkładu jazdy podczas synchronizacji skraca średni czas oczekiwania pasażerów od 2% do 22%. Przeanalizował wpływ atrybutów węzła (lokalizacja, typ dni, sposób łączenia taktów, czynniki stochastyczne) na zróżnicowanie skrócenia czasu oczekiwania. Przedstawił szczegółowe wyniki porównawcze z dotychczas obowiązującymi rozkładami jazdy i rozwiązaniami bez uwzględnienia odchyłek.

Analiza treści tego rozdziału wskazuje, że stanowi on zwartą całość. Na uwagę zasługuje skrupulatność przeprowadzonych badań.

Rozdział 7 (*Ocena wyników pracy* (13 stron)) to wnioski z przeprowadzonych w rozprawie badań i analiz. Pan mgr inż. Adrian Barchański wskazał na elementy potwierdzające słuszność postawionej hipotezy badawczej, zgodnie z którą synchronizacja uwzględniająca odchyłki skraca średni czas oczekiwania pasażerów. Wskazał na istotne, oryginalne osiągnięcia metodyczne i praktyczne rozprawy, w tym formalizację zadania, opracowanie algorytmu i narzędzia wspomagającego synchronizację. Sformułował również rekomendacje do dalszych badań, dotyczące m.in. analizy wrażliwości, uwzględnienia subiektywnego postrzegania czasu podróży przez pasażerów oraz rozbudowy metody o dodatkowe kryteria i elementy.

Podsumowując uważam, że układ całości rozprawy jest logiczny i czytelny, a ogólna jej forma, zakres oraz podział treści na rozdziały ujmują wszystkie istotne elementy tematu rozprawy.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Analiza treści całości rozprawy wskazuje, że Autor pracy podjął się trudnego zadania, zdefiniowanego w celach rozprawy: naukowym i utylitarnym, a dotyczących synchronizacji rozkładów jazdy w węzłach przesiadkowych, ze szczególnym uwzględnieniem czynników stochastycznych. Jak podkreśla sam Autor rozprawy, podstawą podjęcia się tego zadania była luka w dotychczasowej literaturze dotycząca braku kompleksowej analizy wpływu odchyłek od rozkładu jazdy na czas oczekiwania pasażerów przesiadających się z pociągu na autobus w skali doby. W tym kontekście, uważam, że najważniejszą częścią rozprawy są rozdziały 3-6, w których Autor przedstawił model, zadanie optymalizacyjne, procedurę metody oraz szerokie spektrum badań symulacyjnych dla weryfikacji zaproponowanego podejścia.

Autor opierał się na krytycznym przeglądzie literatury, który pozwolił zidentyfikować lukę badawczą i wyciągnąć wnioski z dotychczasowych osiągnięć. W literaturze, mimo wielu metod synchronizacji, brakowało spójnego podejścia uwzględniającego jednocześnie kompleksowo odchyłki od rozkładu jazdy i inne czynniki stochastyczne. Autor wykorzystał elementy z różnych badań, takie jak metody wyznaczania stałego interwału na podstawie potoków pasażerskich, uwzględnienie wahań czasowo-przestrzennych czy stosowanie mieszanin rozkładów normalnych do opisu odchyłek i czasów przejścia. Wskazywał również na złożoność problemu (np. NP-trudnych) i potrzebę łączenia metod analitycznych i symulacyjnych.

Uważam, iż przedstawiona do recenzji praca, jako rozprawa doktorska Pana mgr inż. Adriana Barchańskiego jest oryginalnym, autorskim ujęciem metodyki badania wpływu odchyłek od rozkładu jazdy na czas oczekiwania pasażerów w węzłach przesiadkowych. Bardzo wysoko oceniam opracowanie autorskiej metody synchronizacji rozkładów jazdy wraz z przeprowadzoną walidacją. Metoda uwzględnia taką konfigurację czynników, która dotychczas nie była rozważana wspólnie w literaturze. Na podkreślenie zasługuje m.in.:

- uwzględnienie stochastycznego charakteru procesów ruchu - opracowana metoda uwzględnia odchyłki od rozkładu jazdy (zarówno dla pociągów, jak i autobusów) oraz zróżnicowanie czasu przebycia dróg przejścia przez pasażerów jako czynniki o charakterze stochastycznym, opisane rozkładami prawdopodobieństwa o parametrach zmiennych w zależności od okresu doby, linii komunikacyjnej i drogi przejścia,
- analiza synchronizacji w skali całej doby – metoda obejmuje budowę rozkładów jazdy w całym okresie funkcjonowania węzła w skali doby, z wyróżnieniem szczytów i okresów pozaszczytowych,
- ukierunkowanie na relacje podróży – Autor rozprawy przyjął założenie, że metoda koncentruje się na obsłudze relacji podróży, a nie tylko na pojedynczych liniach komunikacyjnych,
- uwzględnienie płynnej zmiennej częstotliwości - metoda pozwala na płynną zmianę częstotliwości kursowania między okresami doby, z różnymi interwałami w poszczególnych okresach,

- integracja transportu kolejowego i autobusowego – zgodnie z celem rozprawy metoda jest przeznaczona do synchronizacji na styku tych dwóch podsystemów transportu zbiorowego,
- kryterium minimalizacji średniego czasu oczekiwania - budowany rozkład jazdy ma na celu zapewnienie najkrótszego średniego czasu oczekiwania pasażerów zmieniających środek transportu z pociągu na autobus komunikacji miejskiej. Kryterium to jest ważoną wielkością potoków pasażerów średniego czasu oczekiwania pasażerów zmieniających środek transportu w badanym węźle przesiadkowym.

Szczegółowo przeprowadzona dyskusja otrzymanych wyników badań świadczy o skrupulatności podejścia Autora do analizowanego problemu badawczego. Przytoczone fakty wskazują, że Doktorant zrealizował cele rozprawy i udowodnił tezę. Za główne osiągnięcie Pana mgr inż. Adriana Barchańskiego uważam:

1. Dokonanie szerokiego spectrum analizy metod i narzędzi algorytmów stosowanych w synchronizacji rozkładów jazdy.
2. Opracowanie problemu dot. synchronizacji rozkładów jazdy w węźle przesiadkowym w ujęciu holistycznym tj. opracowanie struktury modelu węzła przesiadkowego i jego otoczenia z uwzględnieniem czynników stochastycznych oraz zadania optymalizacyjnego, w którym jako kryterium oceny jakości rozwiązania przyjęto średni czas oczekiwania pasażerów zmieniających środek transportu w węźle przesiadkowym z transportu kolejowego na autobusową komunikację miejską w skali doby.
3. Opracowanie autorskiej metody synchronizacji rozkładów jazdy wraz z procedurą obliczeniową uwzględniając opracowany model formalny węzła przesiadkowego i jego otoczenia oraz algorytm rozwiązania zadania optymalizacyjnego. Autor rozprawy przedstawił schemat postępowania w zakresie zgromadzenia, przygotowania i analizy danych wejściowych, do proponowanej metody oraz działania i kroki postępowania realizowane w poszczególnych etapach opracowanego algorytmu rozwiązywania zadania optymalizacyjnego.
4. Wykorzystanie modelowania symulacyjnego i przeszukiwania z tabu - algorytm zastosowany w metodzie integruje modelowanie symulacyjne (do oceny funkcji kryterium) - metoda Monte Carlo oraz metaheurystykę przeszukiwania z tabu (do efektywnego przeszukiwania przestrzeni rozwiązań).
5. Opracowanie praktycznego narzędzia wspomagania decyzji w zakresie synchronizacji rozkładów jazdy, co ułatwia praktyczne zastosowanie metody zarówno do istniejących, jak i projektowanych węzłów przesiadkowych.
6. Przeprowadzenie kompleksowej walidacji i weryfikacji opracowanej metody, w tym przeprowadzenie oceny wpływu atrybutów charakteryzujących węzeł przesiadkowy na zróżnicowanie skrócenia czasu oczekiwania pasażerów na przykładzie wybranych 3 rzeczywistych węzłów przesiadkowych w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (GZM)

7. Przeprowadzenie szczegółowej analizy wrażliwości na wpływ różnych atrybutów charakteryzujących węzeł (lokalizacja, typ dni ruchowych, sposób łączenia taktów, czynniki stochastyczne) na skrócenie czasu oczekiwania, w tym analiza odchyłek od rozkładów jazdy dla pociągów i autobusów oraz czasów przejścia pieszych, w tym dopasowanie rozkładów empirycznych do teoretycznych (np. mieszanina dwóch rozkładów normalnych).

Powyższe aspekty sprawiają, że rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój teorii i praktyki w zakresie transportu zbiorowego, szczególnie w kontekście zwiększania jego atrakcyjności i efektywności poprzez zaawansowane metody synchronizacji rozkładów jazdy. Tym samym stwierdzam, iż podjęta w rozprawie problematyka oraz sposób rozwiązania postawionego problemu badawczego świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktoranta, dojrzałości naukowej i umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Na podkreślenie zasługują przeprowadzone badania symulacyjne i dogłębne dyskusje w zakresie otrzymanych wyników. Te wszystkie fakty świadczą o bardzo dobrej znajomości zagadnień poddanych analizie w rozprawie. Omawiane zagadnienia potwierdzają dobre przygotowanie i wielkie zaangażowanie Autora rozprawy w rozwiązywanie problemu.

Podsumowując uważam, że omówiona konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy, w tym przyjęta metodyka badań są właściwe dla tego rodzaju prac. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych stosowanych w dyscyplinie **Inżynieria lądowa, geodezja i transport**.

4. Pytania szczegółowe i uwagi krytyczne

Analiza tekstu rozprawy rodzi kilka pytań szczegółowych, które nasunęły się w trakcie czytania. Odpowiedzi na poniższe pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

1. W dysertacji dokonuje Pan analizy synchronizacji rozkładów jazdy dla pojedynczych węzłów przesiadkowych. Czy dokonywał Pan analizy w ujęciu sieciowym na którymś etapie prac?, ponieważ układ synchronizacji będzie wówczas zupełnie inny.
2. W rozdziale 6, dla potrzeb weryfikacji metody synchronizacji rozkładów jazdy dokonał Pan wyboru trzech węzłów przesiadkowych. Proszę wskazać cechy węzłów przesiadkowych, które są najbardziej uciążliwe dla analizy/oceny celem właściwego przeprowadzenia procesu obliczeniowego.
3. W rozdziale 6 pisze Pan cytując: „... badania zostały przeprowadzone dla danych wejściowych charakteryzujących trzy wybrane węzły przesiadkowe, w celu sprawdzenia skuteczności proponowanej metody synchronizacji rozkładów jazdy” – proszę powiedzieć czy te węzły są ze sobą skomunikowane? Na ile jest możliwe uogólnienie wnioskowania w zakresie czasu oczekiwania na dany środek

transportu w węzłach przesiadkowych, po analizie wpływu uwarunkowań lokalnych na czas oczekiwania pasażerów zmieniających środki transportu?

4. Na str. 118 w założeniach do metody badania wpływu różnych czynników charakteryzujących węzły przesiadkowe na czas oczekiwania pasażerów zmieniających środki transportu pisze Pan cyt. „*procedura przeznaczona jest do stosowania w pojedynczych węzłach przesiadkowych*”. Czy nie jest to ograniczeniem proponowanej przez Pana metody? Przecież transport publiczny działa w układzie sieciowym. Jakie, Pana zdaniem należy poczynić modyfikacje w zakresie proponowanego podejścia, aby możliwe było badanie skomunikowania różnych środków transportu w układzie sieciowym?
5. Na str. 118 w założeniach do metody pkt. 7) pisze Pan cyt. „*rzeczywiste momenty odjazdów poszczególnych autobusów w kursach dla linii komunikacyjnej w kierunku jazdy nie zależą od liczby i prędkości pasażerów przemieszczających się w tym czasie drogami przejścia*” – w jaki sposób dokonywał Pan agregacji pasażerów?
6. Na stronie 164 pisze Pan, że cyt. „*Rozkład czasu przebycia każdej drogi przejścia dla badanych węzłów wyznaczono z zastosowaniem modeli symulacyjnych ruchu pieszych skonstruowanych przy użyciu programu Anylogic 8.7.2. firmy The AnyLogic company ...*” – proszę powiedzieć dlaczego akurat to oprogramowanie Pan wybrał? Jakie funkcjonalności oprogramowania o tym zdecydowały?
7. Jakie są możliwości zaimplementowania Pana metody w postaci komercyjnego narzędzia do wspomagania decyzji, w zakresie synchronizacji rozkładów jazdy dla transportu publicznego w różnej konfiguracji?

W pracy dostrzeżono niedociągnięcia, które nie wpływają na ocenę merytoryczną rozprawy, stanowią jedynie pewne niedociągnięcia edytorskie czy upraszczające. Wśród nich należy wymienić m.in.:

- 1) Autor rozprawy ma tendencję do zapisu odwołań do literatury grupowo 5-6 publikacji bez wskazania głównych aspektów danego problemu, np. str. 38 pisze Pan cyt. „*Czas podróży jest istotnym wskaźnikiem sprawności sieci transportowej. Niezawodność przejazdu zmienia się w czasie, zależnie od wielu czynników, zarówno stałych, jak i trudnych do przewidzenia, które mogą powodować [31, 73, 90, 91, 216]*”. Jakie czynniki stałe czy trudne do przewidzenia chciał Pan zasygnalizować?
- 2) Autor rozprawy ma tendencję do pisania bardzo długich zdań (35-48 wyrazów (str.76)), które sprawiają, że niektóre treści rozprawy są trudne do zrozumienia.
- 3) Zrozumienie niektórych kontekstów zdań nie jest do końca zrozumiałe, np. str. 76 cyt. „*....rozłożenie czasowe macierzy potoków pasażerów w węźle przesiadkowym do tego zapotrzebowania rozkładem jazdy w węźle uwzględniającym obsługę segmentów przez linie komunikacyjne*” W jaki sposób ustalone zostały obsługiwane segmenty pasażerów?

5. Konkluzja

Uważam, że zawarte w recenzji uwagi i zastrzeżenia absolutnie nie zmniejszają merytorycznej wartości naukowej i aplikacyjnej recenzowanej pracy, a prowadzą do

dyskusji nad bardzo ważnym zagadnieniem, które mgr inż. Adrian Barchański rozwiązuje w rozprawie. W mojej ocenie recenzowana rozprawa to oryginalne rozwiązanie przez Autora zagadnienia naukowego, sformułowanego w celu i tezie badawczej pracy a jej zakres mieści się w obszarze badań właściwym dla dyscypliny naukowej *Inżynieria lądowa, geodezja i transport*.

Całość przeprowadzonych badań oceniam bardzo wysoko. Wykonane szerokie spektrum badań symulacyjnych oraz przeprowadzona dyskusja wyników świadczą o dojrzałości naukowej Autora rozprawy i Jego dobrym przygotowaniu do prowadzenia samodzielnych badań naukowych.

Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Adriana Barchańskiego pt. *„Metoda synchronizacji rozkładów jazdy w węźle przesiadkowym w aspekcie czasu podróży pasażera w publicznym transporcie zbiorowym”*, spełnia wymagania art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz. U. 2003 Nr 65 poz.595, z późn. zm.) i Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) oraz mieści się w dyscyplinie naukowej ***Inżynieria lądowa, geodezja i transport***.

Wnoszę o dopuszczenie do publicznej obrony rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Adriana Barchańskiego na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej oraz dalsze procedowanie postępowania w celu nadania stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Ponadto, pragnę przekazać, iż biorąc pod uwagę wysoką wartość merytoryczną rozprawy oraz skrupulatność przeprowadzonych analiz i innowacyjność zaproponowanej metody synchronizacji rozkładu jazdy w węźle przesiadkowym, w przypadku pozytywnego przebiegu obrony oraz spełnienia stosownych wymagań ustalonych przy Radę Naukową Dyscypliny *Inżynieria lądowa, geodezja i transport* Politechniki Śląskiej, wystąpię o wyróżnienie rozprawy Pana mgr inż. Adriana Barchańskiego.