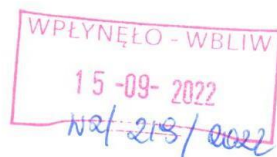


dr hab. Sambor Guze, prof. uczelni
Katedra Matematyki
Wydział Nawigacyjny
Uniwersytet Morski w Gdyni

Gdynia, 14.09.2022r.



RECENZJA

Pracy doktorskiej

mgr inż. Łukasza Wolniewicza

pt.: „Metoda rekonfiguracji planowanego rozkładu jazdy z uwzględnieniem odporności systemu transportu kolejowego”

(Promotor: dr hab. inż. Artur Kierzkowski, prof. uczelni)

Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest Uchwała nr 187/27/RDND06/2021-2024/ z dnia 13 lipca 2022 roku oraz pismo nr W2/880/2022 z dnia 15 lipca 2022 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Wrocławskiej, prof. dr hab. inż. Wojciech Puła.

1. Ogólna charakterystyka pracy

Oceniana rozprawa została przedstawiona w formie zwartego wydruku formatu A4 – tzw. Raportu serii PRE nr 12/2022 (Praca doktorska) Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. Raport zawiera 323 kolejno numerowane strony opracowania zwartego i składa się z 9 rozdziałów poprzedzonych: spisem treści, spisem ważniejszych oznaczeń oraz słownikiem pojęć. Ponadto na pracę składają się bibliografia, spisy rysunków i tabel, 8 załączników (oznaczonych od A do H) oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Opracowanie zawiera 55 rysunków, 17 tabel oraz 205 pozycji bibliograficznych.

2. Treść i zakres rozprawy

Treść rozprawy została podzielona na 9 rozdziałów.

A handwritten signature in blue ink, located at the bottom right of the page.

W rozdziale pierwszym, nazwanym „Wstęp” w sposób syntetyczny opisano problem punktualności w transporcie kolejowym i jego znaczenie dla współczesnych systemów transportowych. Autor wskazał tu również motywację do przeprowadzenia swoich badań nad zagadnieniem odporności systemu transportu kolejowego na zakłócenia. W ostatniej części tego rozdziału (podrozdział 1.3) omówione zostało pojęcie odporności (ang. *robustness*) i jego znaczenie dla innych dziedzin nauki między innymi w: biologii systemowej, zagadnieniach optymalizacji jedno i wielokryterialnej, teorii sterowania czy dziedzinie planowania.

Rozdziały od drugiego do piątego są poświęcone omówieniu aktualnego stanu wiedzy z zakresu definiowania odporności systemów technicznych i transportowych, eksploatacji systemów transportu kolejowego. W rozdziale piątym dokonano podsumowania rozważań literaturowych. I tak, w rozdziale drugim, Autor bardzo szczegółowo przeprowadził analizę literaturową dotyczącą definiowania i oceny odporności systemów technicznych. Następnie, w rozdziale trzecim, ciężar przeglądu stanu wiedzy został skierowany na zagadnienia odporności w odniesieniu do systemów transportowych. Doktorant bardzo wnikliwie przeanalizował prowadzone w kraju i na świecie badania w tej tematyce.

W rozdziale czwartym bardzo uważnie przeanalizowano i przedstawiono stan wiedzy odnoszącej się do badań nad eksploatacją systemu transportu kolejowego. Dzięki tej części pracy wskazano metody oceny odporności systemu eksploatacji transportu szynowego związane z rozkładem jazdy, taborem oraz siecią kolejową. W tym rozdziale (podrozdział 4.3) zdefiniowano pojęcie zdarzenia niepożądanego oraz dokonano przeglądu metod oceny zakłóceń przez nich wywoływanych.

Ze względu na rozległość i szczegółowość przeprowadzonej analizy stanu wiedzy, Autor słusznie, w rozdziale piątym, zdecydował się na podsumowanie studiów literaturowych. W ich wyniku skategoryzował oceny odporności systemu szynowego oraz wskazał parametry oceny odporności na zakłócenia. Pozwoliło mu to na określenie luki w wiedzy w tym zakresie i zaproponowanie własnej, autorskiej metody oceny odporności.

Bezpośrednim następstwem dokonanej oceny stanu wiedzy jest określenie celu i zakresu pracy, co zostało wykonane w rozdziale szóstym. **W tym miejscu proszę o sprecyzowanie hipotezy badawczej pracy.**

Rozdziały siódmy i ósmym są kluczowe dla całej rozprawy. W siódmym Autor formułuje i przedstawia kolejne kroki budowania modelu rekonfiguracji planowanego rozkładu jazdy z uwzględnieniem odporności systemu transportu kolejowego. Natomiast rozdział ósmy stanowi weryfikację działania zaproponowanego, autorskiego, modelu symulacyjnego linii kolejowej. Rozdział siódmy rozpoczyna się ogólnym schematem blokowym algorytmu (rysunek 7.1). Kolejne, szczegółowe algorytmy 4a – 4e, omawiane są w dalszej części tego rozdziału. Natomiast szczegółowy algorytm wprowadzania zmian w rozkładzie jazdy jest przedstawiony w Załączniku B. Do zasadniczych kroków stworzonego algorytmu należą: budowa bazy pociągów, algorytm przypisywania zdarzeń niepożądanych, symulacja z zakłóceniami, obliczenie wskaźników odporności rozkładu jazdy. **W tym miejscu proszę Doktoranta o doprecyzowanie:**



- co jest „wejściem” dla algorytmu budowy rozkładu jazdy a co wyjściem?
- na jakiej podstawie przeniesiono wartość prawdopodobieństwa z linii 271 na przypadek ogólny?
- dlaczego brano pod uwagę inne rozkłady gęstości niż wykładniczy?
Z histogramów (rys. 7.4 – 7.9) można przyjąć wniosek o rozkładzie wykładniczym.

Należy podkreślić, że zbudowana i przedstawiona metoda rekonfiguracji rozkładu jazdy jest kompleksowa. Uwzględnia wskaźniki odporności określone przez Autora jako syntetyczne. Odnoszą się one do udziału pociągów punktualnych, wydłużenia czasu podróży, działań powiązanych, opóźnień pociągu na stacjach oraz opóźnienia na stacjach, a także opracowanie danych o zdarzeniach niepożądanych. Wymienione wskaźniki są nośnikiem dla wszystkich parametrów wskazywanych przez miary przedstawione w analizie literaturowej. Należy podkreślić, że rozdział ten w sposób szczegółowy omawia poszczególne etapy metody rekonfiguracji a Autor wykazał się precyzją w budowie tego aparatu.

Rozdział ósmy, jak już wspomniano, posłużył do weryfikacji modelu symulacyjnego linii kolejowej opisanego w etapie trzecim algorytmu. Przeprowadzona symulacja dla rzeczywistego odcinka kolejowego wykazała, że dzięki zastosowaniu zbudowanej w rozprawie metody rekonfiguracji rozkładu jazdy znacząco poprawiła się wartość wskaźnika odporności dla systemu. Zwiększył się także udział pociągów punktualnych. Skróciło się wydłużenie czasu podróży oraz średnie opóźnienie na stacjach. Wartości wskazanych parametrów poprawiły się zauważalnie w stosunku do ich nominalnych wartości.

Część merytoryczną rozprawy kończy rozdział dziewiąty – „Podsumowanie i wnioski”. W tym miejscu Autor podsumował wyniki swojej rozprawy. Na tej podstawie stwierdził, iż cel pracy został osiągnięty i wskazał swój wkład w rozwój uprawianej dyscypliny naukowej w zakresie odpornego planowania rozkładu jazdy w systemach transportu kolejowego. Tu również doszukać można się elementów sformułowanej hipotezy badawczej, którą Autor udowodnił.

W rozprawie Autor powołał się na 205 pozycji literaturowych. Większość z nich stanowią publikacje dotyczące zagadnień związanych z odpornością (ang. *resilience*) systemów technicznych, planowanie rozkładów jazdy czy wielokryterialnym podejściem do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych. Przywoływane prace mają zarówno charakter naukowy (monografie, artykuły naukowe), jak i praktyczny (wytyczne, instrukcje, regulaminy, normy, akty prawne). Znacząca liczba prac wskazanych w bibliografii została opublikowana po 2016 roku, co wskazuje, iż zawarte w nich treści prezentują aktualny stan wiedzy. Odnoszą się do wyników badań prowadzonych zarówno w kraju, jak i za granicą. W mojej ocenie tak dobrany zbiór cytowanych publikacji jest wystarczający i pozwala na właściwą analizę badanego zagadnienia.

Na zakończenie oceny treści i zakresu rozprawy należy stwierdzić, iż przyjęta przez Doktoranta struktura pracy jest poprawna. Kolejne rozdziały stanowią logiczne

i konsekwentne rozwinięcie problematyki podjętej w dysertacji. Zawierają także treści, które odpowiadają ich tytułom. Pewne zastrzeżenia może budzić dysproporcja w objętości rozdziałów 5 i 6. Jednak z drugiej strony dzięki takiemu zabiegowi Autor podkreślił zasadność i nowatorstwo swoich badań (rozdział 5) oraz cel i zakres swojej pracy (rozdział 6). Na korzyść układu recenzowanej rozprawy przemawia widoczne rozdzielanie części analityczno-teoretycznej od wyników badań własnych Autora.

3. Ogólna ocena oraz uwagi do rozprawy

3.1. Ocena wartości naukowej rozprawy

Dobór tematu, zakres i cel recenzowanej rozprawy wpisują się w zagadnienia praktyczne i naukowe w dziedzinie planowania odpornych rozkładów jazdy transportu szynowego obecnie rozpatrywanych w Polsce i na świecie. Podjęta tematyka jest trudna, charakteryzuje się dużą złożonością i wymaga wieloaspektowego spojrzenia na rozwiązanie problemu badawczego. To w naturalny sposób wymusiło użycie podejścia wielokryterialnego do realizacji sformułowanego celu pracy: „*Opracowanie metody rekonfiguracji planowanego rozkładu jazdy z uwzględnieniem odporność systemu transportu kolejowego*”.

Uważam, że cel został sformułowany prawidłowo i jasno wskazał jaką tezę badawczą dysertacji przyjął Autor. Niemniej brakuje mi osobnego sformułowania tej tezy w treści pracy. Cel pracy stanowi ważny przyczynek w sensie poznawczym i utylitarnym w problematyce planowania rozkładów jazdy.

Oryginalna metoda rekonfiguracji planowanego rozkładu jazdy sformalizowana i opracowana przez Doktoranta została zaimplementowana i zastosowana na przykładowym, rzeczywistym rozkładzie jazdy dla określonego odcinka szlaku kolejowego. Analiza uzyskanych wyników potwierdziła tezę, że wykorzystanie algorytmów: budowy bazy pociągów, przypisywania zdarzeń niepożądanych, symulacji komputerowej z zakłóceniami, wskaźników odporności systemu transportu kolejowego, pozwala na opracowanie uniwersalnej metody rekonfiguracji planowanego rozkładu jazdy.

Autor dysertacji wskazał lukę badawczą polegającą na braku narzędzia wspomagania procesu rekonfiguracji rozkładów jazdy, które wykorzystuje wieloaspektowo pojęcie odporności systemu transportu kolejowego. W związku z tym, Doktorant formułując cel prac wskazał na potrzebę rozwiązania problemu badawczego w sposób zaproponowany przez siebie. Według mnie świadczy to o oryginalności opracowanego rozwiązania.

W odniesieniu do doboru metod wykorzystanych do rozwiązania problemu przedstawionego w rozprawie należy stwierdzić, iż został on wykonany prawidłowo. Doktorant opracowując autorską metodę rekonfiguracji zastosował modelowanie matematyczne i symulacyjne, które pozwoliły na odwzorowanie wpływu wyróżnionych w pracy elementów na złożony proces rekonfiguracji planowanego rozkładu jazdy. Aby prawidłowo zrealizować postawiony w dysertacji cel Pan mgr inż. Łukasz Wolniewicz uwzględnił: rzeczywiste dane o zdarzeniach niepożądanych wyrażone rozkładami gęstości

prawdopodobieństwa, ograniczenia związane z konstrukcją kolejowego rozkładu jazdy, syntetyczne wskaźniki odporności powiązane z udziałem pociągów punktualnych, wydłużeniem czasu podróży, opóźnieniem pociągów na stacjach, działaniami powiązаныmi oraz opóźnieniem na stacjach.

To pozwala na wysunięcie stwierdzenia, iż Doktorant wykazał się wiedzą w zakresie rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych i optymalizacyjnych, jakim jest rekonfiguracja rozkładu jazdy.

Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć naukowych Doktoranta zaliczam:

- sklasyfikowanie i opracowanie danych o zdarzeniach niepożądanych występujących w systemie;
- identyfikacja ograniczeń związanych z konstrukcją kolejowego rozkładu jazdy;
- opracowanie algorytmu budowy bazy pociągów;
- opracowanie metody oceny odporności rozkładu jazdy;
- opracowanie wielokryterialnej metody rekonfiguracji rozkładu jazdy, która uwzględnia: przesunięcia pociągów, zmianę czasu działań powiązanych, relokację buforów czasowych, dodanie buforów czasowych;
- zbudowanie modelu symulacyjnego linii kolejowej uwzględniającego zakłócenia.

Nie budzi wątpliwości samodzielność rozwiązania problemu badawczego przez Pana mgr inż. Łukasza Wolniewicza. Na podstawie szczegółowej analizy stanu wiedzy w zakresie odporności kolejowych systemów transportowych, ich eksploatacji oraz metod planowania rozkładów jazdy Doktorant poprawnie wskazał lukę badawczą, w sposób przejrzysty określił główny cel rozprawy oraz cele cząstkowe i z pełną konsekwencją je realizował. W swojej rozprawie Pan mgr inż. Łukasz Wolniewicz dobrał odpowiedni aparat matematyczny i symulacyjny do stworzenia autorskiej metody rekonfiguracji rozkładu jazdy oraz poprawnie ją zweryfikował z pomocą przykładu rzeczywistego systemu transportu kolejowego.

Dokładna analiza treści rozprawy daje podstawę do stwierdzenia, że Doktorant potrafi poprawnie interpretować uzyskane wyniki badań oraz trafnie formułować wnioski końcowe. Świadczy to o umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Na zakończenie ogólnej oceny merytorycznej należy również zaznaczyć, że Pan mgr inż. Łukasz Wolniewicz współautorsko opublikował w 2021 roku część wyników swojej rozprawy w czasopiśmie zagranicznym *Energies* o IF=3,252, respektowanym w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.

3.2. Uwagi merytoryczne

Wysoko oceniam poziom merytoryczny recenzowanej rozprawy. Jednak w trakcie analizy treści pracy nasunęło mi się kilka pytań i wątpliwości. Odpowiedzi oczekuję podczas publicznej obrony.

1. Jaka jest różnica między odpornością w sensie „robustness” oraz „resilience”?

2. Proszę Autora o przedstawienie hipotezy badawczej pracy?
3. Proszę określić dane wejściowe i wyjściowe algorytmu budowy rozkładu jazdy.
4. Na jakiej podstawie przeniesiono wartość prawdopodobieństwa z linii 271 na przypadek ogólny?
5. Dlaczego brano pod uwagę inne rozkłady gęstości niż wykładniczy? Z histogramów (rys. 7.4 – 7.9) można przyjąć wniosek o rozkładzie wykładniczym.
6. Skąd wzięły się wartości krytyczne ukazane w tabeli 7.10? W jaki sposób pozyskiwano informacje od ekspertów? Czy grupa 10 dyspozytorów jest reprezentatywna i dlaczego?

3.3. Uwagi edytorskie, językowe, redakcyjne i inne

Praca jest kompletna i posiada czytelny, logiczny i prawidłowy układ. Napisana jest ona poprawną polszczyzną i czyta się ją z zainteresowaniem. Praca nie zawiera błędów ortograficznych, niezręczności językowych, błędów stylistycznych i gramatycznych. Jedyne co budzi pewne wątpliwości, to częste użycie równoważników zdań.

Autor jednak nie ustrzegł się drobnych błędów, szczególnie:

- powtórzeń słów, np. na str. 31 – „uważane za punkt za krytyczny”, zamiast „uważane za punkt krytyczny”, str. 49 – „metody oparte na oparte na”, zamiast „metody oparte na”, str. 77 – „Jest ona podzielona jest”, zamiast „Jest ona podzielona”;
- str. 97 – „Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania”;
- str. 105 – „wyjeżdża z ostępu” – co Autor miał na myśli, czy może powinno być „odstępu”?
- opisy rysunków 7.24 i 7.25 – jest „Przykłada” – powinno być „Przykład”;
- str. 122 „inny dostępy pociąg”, zamiast „inny dostępny pociąg”;
- niektóre wyrazy obcojęzyczne (angielskie lub łacińskie) pisane są kursywą a inne nie – jaki klucz przyjął w tym względzie Autor?

Budzą uznanie schematy blokowe przedstawione w pracy. Mimo swojej obszerności są wyraźne, czytelne i estetyczne. Autor dołożył starań w tym zakresie.

Przedstawione powyżej uwagi nie są istotne z punktu widzenia merytorycznej zawartości pracy i nie mają żadnego wpływu na jej wysoką ocenę.

4. Wniosek końcowy

Główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty. Przedstawiona do recenzji praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Doktorant dowiódł, iż ma wiedzę i posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w deklarowanym zakresie. Autor wykazał się bardzo dobrą ogólną wiedzą w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.



Recenzowaną pracę oceniam pozytywnie. Dotyczy to zarówno strony naukowej, jak i formalnej – obie nie budzą zastrzeżeń. Praca wypełnia istniejącą lukę w literaturze naukowej z obszaru transportu, uzupełniając wielokryterialne metody tworzenia odpornych na zakłócenia rozkładów jazdy transportu kolejowego. Zatem temat podjęty w pracy jest ważny, zarówno pod względem teoretycznym, jak i praktycznym. Tym samym uważam, że dysertacja wnosi istotny wkład w rozwój nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.

Przedstawione wcześniej w recenzji uwagi krytyczne nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy. Ich celem jest uporządkowanie i wywołanie dyskusji nad podjętą przez Autora tematyką.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Łukasza Wolniewicza:

- stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim jest opracowanie metody rekonfiguracji planowanego rozkładu jazdy z uwzględnieniem odporności systemu transportu kolejowego;
- prezentuje ogólną wiedzę Doktoranta w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport;
- udowadnia umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Autora dysertacji.

Biorąc pod uwagę ważkość metody stworzonej i zaprezentowanej w rozprawie uważam, iż w pełni zasługuje ona na wyróżnienie zarówno pod względem naukowym jak i praktycznym oraz niniejszym uprzejmie proszę Radę Dyscypliny Naukowej o pozytywne rozpatrzenie takiego wniosku.

W mojej ocenie recenzowana rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania przewidziane przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2022 r., poz. 574 z późn. zm.) - i stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Wolniewicza przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Wrocławskiej oraz dopuszczenie jej autora do dalszych etapów postępowania kwalifikacyjnego w zakresie nadania stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.



Sambor Guze