



Warszawa, 28.06.2021 r.

dr hab. inż. Andrzej Toruń – profesor Instytutu Kolejnictwa

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Andrzeja Stańczaka

„Dobór taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji jest Uchwała 193/2021 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej z dnia 01.06.2021 (pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej dr. hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni z dnia 08.06.2021 – WTBD.521.DR.53.2021).

Recenzja stanowi wynik realizacji Umowy o dzieło nr 1160/000051/2021 zawartej z Politechniką Warszawską – Wydział Transportu.

Dokumentację merytoryczną do sporządzenia recenzji stanowi egzemplarz rozprawy pt. *„Dobór taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach”*.

Promotor rozprawy: prof. dr hab. inż. Marianna Jacyna,

Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Gołębiowski.

2. Uwagi wstępne – ocena doboru tematu rozprawy

Recenzowana praca, będąca przedmiotem rozprawy, obejmuje:

- 180 stron oprawionych w książkę formatu B5 ,
- streszczenie w języku polskim oraz angielskim,
- wykaz ważniejszych symboli i pojęć używanych w pracy,
- wstęp, dziewięć ponumerowanych rozdziałów oraz podsumowanie i wnioski,
- bibliografię liczącą 172 pozycje krajowe i zagraniczne, w tym 3 pozycje Autora rozprawy (jedna jako Współautor),
- trzy załączniki.

Tematyka rozprawy doktorskiej koncentruje się na zagadnieniach dotyczących organizacji ruchu kolejowego, a dokładniej organizacji kolejowych przewozów towarowych. Zagadnienie to jest bardzo aktualne z punktu widzenia polityki transportowej Unii Europejskiej w zakresie liberalizacji rynku przewozów towarowych, a także w zakresie minimalizacji negatywnego wpływu transportu na środowisko naturalne. Zatem wszelkie podejmowane działania w tym obszarze należy uznać za słuszne.

Jednym z aspektów liberalizacji rynku jest jego otwarcie na działalność podmiotów będących przewoźnikami kolejowymi. Wielość przewoźników świadczących usługi powoduje, że działają oni w oparciu o zasady konkurencyjności. Z jednej strony przewoźnicy kolejowi, aby uczestniczyć w przewozach, muszą proponować coraz to niższe stawki przewozowe. Z drugiej strony należy zauważyć, że istotą działalności każdego podmiotu kolejowego jest osiągnięcie możliwie najwyższych zysków (głównie dotyczy się to kolejowych przewoźników towarowych, którzy w przeciwieństwie do przewoźników pasażerskich pozbawieni są dotacji państwowych na ich działalność (przewozy o charakterze użyteczności publicznej)). Należy zauważyć, że niektóre działania dotyczące osiągnięcia wysokich zysków mogą spowodować negatywny wpływ na środowisko naturalne, choć przy ograniczonych zasobach może być łatwe do osiągnięcia.

Zatem osiągnięcie możliwie najwyższego zysku, a jednocześnie możliwie największego udziału w rynku przewozowym, można osiągnąć m.in. poprzez ograniczenie kosztów związanych z działalnością operacyjną. Jednym z zagadnień, które ma wpływ na wysokość tych kosztów jest problematyka przydzielania pojazdów do realizacji zadań, która jest przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej. Zatem zmniejszenie kosztów operacyjnych można osiągnąć np. poprzez przydzielanie do realizacji zadań możliwie najbardziej odpowiedniego pojazdu trakcyjnego oraz możliwie najlepiej dopasowanych wagonów do potrzeb. Można to zrealizować na wiele sposobów. Do najpopularniejszego należy ręczna praca planisty. Należy zauważyć, że sposób ten nie gwarantuje osiągnięcia najlepszego wyniku. W związku z tym należy poszukiwać metod, które pozwolą na znajdowanie racjonalnych rozwiązań z wykorzystaniem metod optymalizacyjnych.

Doktorant podejmując w swojej rozprawie tematykę doboru taboru do realizacji zadań w kolejowym transporcie towarowym dobrze wpisuje się w aktualne badania, w tym w promowanie rozwiązań pozwalających na przybliżenie polskiego transportu kolejowego towarów do zgodności z celami polityki transportowej Unii Europejskiej.

Uważam, że podjęta tematyka rozprawy ma duże znaczenia zarówno pod względem naukowym jak i użytecznym. Za pierwiastek naukowy rozprawy należy uznać opracowanie metody doboru taboru do realizacji zadań kolejowych przewozów towarowych przy uwzględnieniu ograniczonych zasobów wraz z jej matematycznym zapisem. Użyteczny charakter odnosi się do opracowania narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji w zakresie doboru taboru do realizacji zadań. Na tej podstawie mogę stwierdzić, że temat rozprawy jest dysertabilny, aktualny i trafnie dobrany.

3. Analiza zakresu, celu i treści rozprawy

W przedstawionej do recenzji rozprawie Autor podjął się rozwiązania złożonego zagadnienia określonego, jako dobór taboru do realizacji określonych zadań, które pozwala na dobór odpowiedniej liczby i serii lokomotyw oraz odpowiedniej liczby i serii wagonów do realizacji konkretnego zadania przewozowego, wytrasowania go na sieci kolejowej oraz określenia warunków przewozu.

Zasadnicza treść rozprawy zawarta jest w rozdziałach 6-9. **Wstęp** do rozprawy (4 strony) zawiera wprowadzenie w tematykę badawczą – zagadnienie doboru taboru do zadań, zdefiniowanie co Autor rozumie poprzez dobór taboru do zadań oraz scharakteryzowanie zakresu rozprawy. Rozprawę kończy rozdział zawierający **podsumowanie i wnioski** (3 strony), w którym zawarto analizę otrzymanych wyników, wnioski wynikające z przeprowadzonych badań oraz kierunki dalszych badań.

Całość pracy można podzielić na dwie zasadnicze części.

Pierwsza część rozprawy, obejmująca sześć pierwszych rozdziałów, dotyczy rozważań teoretyczno-badawczych dotyczących problemu doboru taboru (lokomotyw i wagonów) do realizacji zadań przewozowych.

W **rozdziale pierwszym** (17 stron) przedstawiono wprowadzenie do problematyki badawczej dotyczącej specyfiki organizacji pracy transportu kolejowego, ze szczególnym uwzględnieniem przewozu ładunków. Omówiono reguły organizacji towarowych przewozów kolejowych oraz zasady ruchu w transporcie kolejowym. Przeprowadzono przegląd badań realizowanych przez krajowe i zagraniczne ośrodki naukowe z obszaru problematyki doboru taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym. Ponadto scharakteryzowano zagadnienie planowania pracy drużyn trakcyjnych przy realizacji przewozów towarowych. Jest to bardzo istotny problem, który oddziałuje na problem doboru taboru do zadań. W końcowej części rozdziału przedstawiono wnioski płynące z przeglądu rozwiązań oraz omówiono schemat realizacji niniejszej rozprawy doktorskiej.

W **rozdziale drugim** (6 stron) wskazano cele rozprawy: naukowy oraz użyteczny (str. 38). Na podstawie wniosków płynących z przeglądu literatury sformułowano tezę rozprawy oraz jej zasadniczy cel (str. 39). Ponadto omówione zostały kroki pozwalające na zrealizowanie celu zasadniczego oraz układ rozprawy.

Przedmiotem **rozdziału trzeciego** (14 stron) jest charakterystyka metod i narzędzi stosowanych do rozwiązania problemu doboru taboru do realizacji zadań w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach. Zaprezentowano ogólne sformułowanie zagadnienia przydziału z wykorzystaniem formalizmów uogólnionego zadania przydziału (GAP – Generalized Assignment Problem). Szczególną uwagę zwrócono na problematykę doboru taboru w aspekcie obiegowania. Ponadto pod uwagę wzięto problem planowania pracy załóg realizujących zaplanowane zadania przewozowe. Omówiono także algorytmy najczęściej stosowane do rozwiązywania problemów doboru środków do zadań. Omówiono metodę Branch and Bound, algorytmy genetyczne oraz algorytm symulowanego wyżarzania.

W **rozdziale czwartym** (9 stron) omówiono zasady i procedury stosowane przy gospodarowaniu wagonami towarowymi. Scharakteryzowano rodzaje wagonów, które mogą być wykorzystane do transportu ładunków wraz ze wskazaniem ich przeznaczenia i interpretacji oznaczeń. Scharakteryzowano pojęcia, które są specyficzne z punktu widzenia gospodarki wagonami. Omówiono zasady funkcjonowania wagonów towarowych prywatnych, które mogą zostać wypożyczone lub wdzierżawione od przewoźnika (dysponenta) – wskazano procedurę ich zamawiania, podstawowe dokumenty (m.in. wykaz wagonów w składzie pociągu) oraz sposób podstawiania i zabierania wagonów z punktów ładunkowych. Omówiono także podstawowe mierniki, które opisują efektywność wykorzystania wagonów.

W **rozdziale piątym** (17 stron) przedstawiono założenia ogólne dotyczące gospodarowania pojazdami trakcyjnymi. Wskazano zadania oraz sposób gospodarowania pojazdami trakcyjnymi. Scharakteryzowano rodzaje pracy pojazdów trakcyjnych oraz ogólne wytyczne dotyczące zasad ich eksploatacji. Istotnym elementem są także zagadnienia dotyczące planowania pracy pojazdów trakcyjnych. W rozdziale omówiono problematykę przygotowywania wykresów pracy pojazdów trakcyjnych. Zaprezentowano metody planowania pracy pojazdów i ograniczenia z nimi związane, a także zasady rozliczania czasu pracy i gotowości. Przytoczono najważniejszy miernik pracy pojazdów trakcyjnych – obrót pojazdu trakcyjnego, w podziale na obrót całkowity, eksploatacyjny i minimalny. Omówiono także pozostałe mierniki wykorzystania pojazdów.

Rozdział szósty (30 stron) prezentuje **autorski model decyzyjny** doboru taboru do realizacji zadań przewozowych przy ograniczonych zasobach. Omówiono założenia, które przyjęto na potrzeby opracowania modelu. Zidentyfikowano i scharakteryzowano sześć elementów modelu. Zdefiniowano zmienne decyzyjne, które są wielkościami poszukiwanymi oraz cztery wskaźniki oceny jakości rozwiązania. Przedstawiono także ograniczenia stosowane w modelu doboru taboru do realizacji zadań przewozowych przy ograniczonych zasobach.

Druga część rozprawy dotyczy rozważań utylitarnych.

W **rozdziale siódmym** (7 stron) przedstawiono **procedurę autorskiej metody** doboru taboru do realizacji zadań w kolejowym transporcie towarowym przy ograniczonych zasobach. Przedłożono procedurę metody oraz heurystyczne algorytmy obliczeniowe rozwiązania.

W moim przekonaniu rozdział szósty i siódmy decyduje o naukowej wartości rozprawy Doktoranta.

Rozdział ósmy (12 stron) stanowi opis implementacji komputerowej metody doboru taboru do zadań w postaci autorskiej aplikacji DST. Aplikacja pozwala na dokonanie przydziału lokomotywy i wagonów do realizacji zadania, wybór najkrótszej trasy przewozu oraz określenie warunków przewozu. W treści przedstawiono funkcjonalności aplikacji, zakres danych wejściowych oraz procedurę działania aplikacji.

W **rozdziale dziewiątym** (14 stron) zaprezentowano weryfikację metody doboru taboru do zadań na danych rzeczywistych z zastosowaniem aplikacji DST. Rozważono dwa przykłady: przewóz kamienia z Gralewa do Wrocławia Brochowa oraz przewóz mebli w paczkach z Olsztyna Głównego do Gliwic. Opisano dane wejściowe niezbędne do rozwiązania problemu oraz przedstawiono wyniki pracy programu.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Zakres pracy jest obszerny i prezentuje tematykę badawczą, którą zajmuje się Doktorant. Został on podporządkowany realizacji celu rozprawy, który został określony następująco (str. 39) – cytuję:

„opracowanie metody doboru taboru do realizacji zadań kolejowych przewozów towarowych przy uwzględnieniu ograniczonych zasobów, na podstawie złożonych zamówień przez klientów i zgodnie z ich oczekiwaniami”.

Dopelnieniem zdefiniowanego celu jest sformułowana na str. 39 teza rozprawy – cytuję:

„zastosowanie odpowiednich algorytmów heurystycznych do rozwiązania problemu doboru taboru do zadań przy ograniczonych zasobach w towarowym transporcie kolejowym pozwala na racjonalne przydzielenie wagonów i pojazdów trakcyjnych do realizacji zadań”

Z naukowego punktu widzenia teza jest postawiona prawidłowo i jest adekwatna do tematu pracy.

Układ pracy

Zawartość merytoryczna poszczególnych rozdziałów pracy powiązana jest z tytułem i odpowiada sformułowanemu celowi rozprawy.

Moim zdaniem brakuje spisu rysunków i tabel, co utrudnia wyszukanie i porównanie niektórych wartości. Pomimo zgłoszenia mojej sugestii, co do usprawnienia układu pracy, muszę stwierdzić, że ogólnie jest on właściwy, treść rozdziałów jest zgodna z nadanymi im tytułami, a kolejne rozdziały stanowią logiczne rozwinięcie głównego wątku dysertacji.

Forma opracowania

Język, jakim posługuje się Doktorant, jest poprawny, a jego wypowiedzi formułowane są w sposób jasny i na ogół jednoznaczny. Materiał ilustrujący tekst pracy wzbogaca jej treść i znacznie ułatwia jej zrozumienie, zwłaszcza w zakresie śledzenia toku rozumowania Autora rozprawy.

Interpretacja uzyskanych wyników jest trafna, chociaż nie zawsze dostatecznie „głęboka”. Dotyczy to m.in. rozdziału 7, gdzie przedstawiony został algorytm metody. W opisie nie znalazłem informacji dotyczących fazy optymalizacyjnej metody. W związku z tym nasuwa się pytanie – w jaki sposób ten etap metody jest realizowany?

Doktorant nie ustrzegł się w pracy drobnych błędów edycyjnych i stylistycznych, np.:

- wymiennie używa pojęć „załoga” w odniesieniu do „drużyn trakcyjnych”, co ewidentnie wynika z nomenklatury języka angielskiego, (m.in. s.32-34)
- uogólnienia w odniesieniu do metodologii odwzorowania sieci kolejowej z wykorzystaniem teorii grafów (np. rys. 6.1) podpis pod rysunkiem zamiast „Sieć kolejowa...” powinien brzmieć „Odwzorowanie elementów sieci kolejowej z wykorzystaniem teorii grafów”, co nie tworzyło by u czytającego wrażenia, całościowego podejścia Autora do sieci kolejowej, a wskazywało by jednoznacznie na „zasadę” budowy odwzorowania sieci.
- uogólnienia podpisów pod rysunkami 6.2 – 6.21 poprzez zastosowanie podpisu „Ilustracja ograniczenia (1)...(xxx)” powoduje, że rysunki które są ilustracją (opisywanego warunku) wymuszają od czytelnika wielokrotnego powrotu do opisu „ograniczenia” do którego się odnoszą, (w przypadku, gdy czytelnik, dokonując analizy w dalszej części rozprawy chciałby powrócić do przyjętych przez Autora założeń).

Wszystkie zauważone drobne błędy edycyjne i stylistyczne nie wpływają na wartości merytoryczne pracy.

Dobór literatury (172 pozycje) uważam za właściwy, mimo, że w tekście rozprawy brak jest odniesienia do 4 pozycji [25][35][41][105], które nie zostały uwzględnione przez Autora w ocenianej rozprawie doktorskiej, co jednak moim zdaniem nie wpływa na właściwy merytoryczny dobór źródeł.

Cytowana literatura jest w pełni adekwatna do tematyki dysertacji i uwzględnia zarówno krajowe jak i światowe trendy badań w przedmiotowym obszarze wiedzy.

Metodyka badań

Wybór metody badań został dostosowany do postawionych celów rozprawy. Materiał badawczy zgromadzony przez Doktoranta jest dostatecznie bogaty i stanowi właściwą podstawę do realizacji postawionego celu rozprawy. Został on właściwie przygotowany, opracowany oraz wykorzystany w części eksperymentalnej. Zastosowany aparat matematyczny i sposób jego wykorzystania świadczy o umiejętności Doktoranta w samodzielnym rozwiązywaniu rzeczywistych problemów badawczych.

Doktorant w swojej rozprawie konstruuje model matematyczny, opracowuje metodę doboru taboru kolejowego do realizacji zadań, a następnie poprzez eksperymenty obliczeniowe weryfikuje ją na danych rzeczywistych. Przeprowadzona analiza, opracowana metoda oraz umiejętność formułowania i rozwiązywania problemów, jak również umiejętność korzystania z nowoczesnej techniki komputerowej i przetwarzania danych, pozwalają na stwierdzenie, że Doktorant w stopniu dobrym opanował wiedzę z dziedziny nauk inżynierjno-technicznych. Ponadto należy stwierdzić, że przedmiot niniejszej rozprawy doktorskiej stanowi właściwe przygotowanie rozwiązań naukowych do wykorzystania w praktyce.

Ocena merytoryczna

Jak wcześniej podkreśliłem, wybór tematyki uważam za celowy, uzasadniony i bardzo aktualny, a sam tytuł rozprawy „*Dobór taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach*” jednoznacznie określa badany i rozwiązywany problem.

Uważam, że omówiona konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy i przyjęta metodyka badań są na dobrym poziomie i właściwie dla tego typu prac. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport oraz właściwą oceną materiałów źródłowych. Doktorant posiada cechy wnikliwego i sumiennego badacza, które to predysponują Go do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Moim zdaniem, zasadniczym i najważniejszym osiągnięciem naukowym Doktoranta jest opracowanie autorskiej metody doboru taboru do realizacji zadań kolejowych przewozów towarowych przy uwzględnieniu ograniczonych zasobów wraz z jej matematycznym zapisem. Dużą zaletą rozprawy jest jej użyteczny charakter, co jest bardzo ważne przy tego typu opracowaniach. Zaproponowana metoda i przeprowadzona weryfikacja na danych rzeczywistych, przedstawiona w rozdziale dziewiątym, potwierdzają możliwości praktycznego zastosowania zaproponowanego podejścia.

Za główne osiągnięcia Doktoranta uważam:

- przeprowadzenie szczegółowej analizy literatury z obszaru badawczego rozprawy,
- opracowanie autorskiej metody doboru taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach,
- opracowanie implementacji komputerowej metody w postaci autorskiej aplikacji DST (w środowisku programowania Delphi),
- przeprowadzenie weryfikacji opracowanej w ramach niniejszej dysertacji metody na danych rzeczywistych.

5. Uwagi i pytania szczegółowe

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

- Pytanie pierwsze dotyczy rozdziału 7, gdzie przedstawiony został algorytm metody. W opisie nie znalazłem informacji dotyczących fazy optymalizacyjnej metody. W związku z tym nasuwa się pytanie – w jaki sposób ten etap metody jest realizowany?

- Pytanie drugie jest następujące: w modelu doboru taboru do realizacji zadań przewozowych przy ograniczonych zasobach dokonywany jest przydział pojazdów do realizacji zadań. Mam pytanie dotyczące kwestii poziomów utrzymania pojazdów trakcyjnych. W modelu nie znalazłem odpowiednich ograniczeń. Czym to jest spowodowane?
- Pytanie trzecie dotyczy ograniczoności zasobów. Czy w metodzie założył Pan, że dana liczba wagonów czy lokomotyw konkretnych serii, która została zadysponowana do realizacji konkretnej potrzeby przewozowej, znajduje się na stacji nadania ładunku, czy trzeba będzie ją dostarczyć pod załadunek? W pracy nie znalazłem o tym informacji.

6. Wniosek końcowy oceny rozprawy

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt. „*Dobór taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach*” podejmuje istotne problemy poznawcze o znacznym potencjale aplikacyjnym i została wykonana na bardzo dobrym poziomie merytorycznym. Przyjęta przez Doktoranta teza rozprawy została udowodniona, a wyznaczony cel konsekwentnie osiągnięty.

Uwagi zawarte w mojej recenzji nie zmieniają mojej pozytywnej opinii o rozprawie.

Zaprezentowane w rozprawie wyniki badań są oryginalnym dorobkiem naukowym Doktoranta, a rezultaty pracy mogą zostać bezpośrednio wykorzystane w praktyce, czego dowodem jest zweryfikowanie ich na dwóch przykładach zadań przewozowych.

Podsumowując recenzję stwierdzam, że:

- wybór tematu rozprawy doktorskiej był właściwy,
- rozprawa zawiera wiele oryginalnych myśli i rozwiązań stanowiących własny dorobek naukowy Doktoranta i wnoszący nowe elementy do problematyki doboru taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach,
- Doktorant wykazał się znajomością problemu, opracował i zastosował w sposób właściwy metodę oraz wykazał się umiejętnością rozwiązywania problemów naukowych.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra inż. Andrzeja Stańczaka pt. „*Dobór taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach*” (promotor: prof. dr hab. inż. Marianna Jacyna, promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Gołębiowski) spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.).

Stawiam więc wniosek o przyjęcie przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Andrzeja Stańczaka pt. „*Dobór taboru do realizacji zadań przewozowych w transporcie kolejowym przy ograniczonych zasobach*” na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport i dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej.



.....
Dr hab. inż. Andrzej Toruń – profesor Instytutu Kolejnictwa