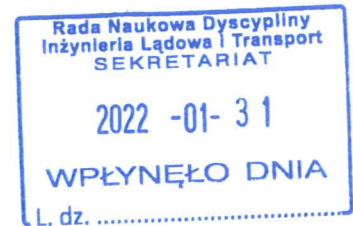


Katowice, 28.01.2022r.

Dr hab. inż. Rafał Burdzik, prof. PŚ
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechnika Śląska
40-019 Katowice
Ul. Krasińskiego 8



**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr Lucyny Szaciłło**

pt.

„Model oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych”

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej nr 257/2021 z dnia 9 listopada 2021.

1. Ocena aktualności tematu rozprawy oraz poprawności sformułowanych celu i tezy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska poświęcona jest problematyce oceny ryzyka w procesie przewozowym w towarowym transporcie kolejowym. Bezpieczeństwo realizacji kolejowych przewozów towarowych wpływa na stabilność funkcjonowania systemu transportowego. Badania te jak wskazuje sama Autorka pozycjonowane są jako część wspólna systemu transportu kolejowego i systemu zarządzania ryzykiem. Aktualnie podnoszenie standardów w transporcie kolejowym stanowi priorytetową oś działań i w znaczącej liczbie odnoszą się do systemów bezpieczeństwa. Tym bardziej model oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych stanowi o istotnej wartości poznawczej, w ujęciu bezpieczeństwa transportu. Jednoznacznie potwierdza to aktualność tematu rozprawy. **Ponadto tematyka oraz zakres rozprawy jednoznacznie pozwala zakwalifikować ją do dyscypliny inżynieria lądowa i transport.**

Opiniowana rozprawa ma charakter teoretyczny i analityczny jednak potencjalne obszary wykorzystanie prezentowanych modeli oceny ryzyka oraz opracowanych aplikacji programowych bez wątpienia są przydatne do zastosowań praktycznych dotyczących bezpieczeństwa w systemach transportu kolejowego.

Autorka rozprawy przeprowadziła kompleksowe badania i analizy w ujęciu zdarzeń i incydentów niepożądanych oraz ich przyczyn i skutków. Dodatkowo opisano zformalizowany model oceny ryzyka oraz bardzo ciekawą propozycję wizualizacji wyników. Autorka przeprowadziła także rozważania, poparte wynikami eksperymentów analitycznych, jako studium przypadku zastosowania opracowanych procedur obliczeniowych. W rezultacie przeprowadzała analityczną weryfikację opracowanego modelu oceny ryzyka. **W tym kontekście problem badawczy należy uznać za interesujący poznawczo z bardzo dużym potencjałem zastosowań utylitarnych.**

Autorka sformułowała tezę rozprawy, jako:

„Identyfikacja zdarzeń niepożądanych i ich skutków występujących w towarowych przewozowych kolejowych pozwala na opracowanie modelu oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych z wykorzystaniem macierzy ryzyk.”

Przyjęta teza potwierdza poznawczy charakter rozprawy doktorskiej oraz wskazuje jednocześnie na potencjalne obszary aplikacji tej wiedzy w zastosowaniach praktycznych.

Dla udowodnienia postawionej tezy określono następujący cel rozprawy:

„Opracowanie modelu oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych z wykorzystaniem metody macierzy ryzyk i aplikacji komputerowych umożliwiających weryfikację modelu na podstawie studium przypadku”.

Autorka dodatkowo sformułowała problemy badawcze, które determinują realizacja celu rozprawy:

- analiza literatury w zakresie problematyki oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych uwzględniając: ryzyko i jego rodzaje, wieloaspektowość oceny ryzyka, niezawodność a bezpieczeństwo systemu kolejowego, akty prawne związane

z bezpieczeństwem systemu kolejowego, identyfikacja obszarów zagrożeń na podstawie zakłóceń oraz metodyka oceny ryzyka w transporcie kolejowym,

- analiza metod i narzędzi procesu zarządzania ryzykiem w kolejowych przewozach towarowych,
- charakterystyka zdarzeń niepożądanych w systemie transportu kolejowego na podstawie danych UTK oraz danych PKBWK,
- opracowanie modelu decyzyjnego oceny ryzyka,
- identyfikacja przyczyn bezpośrednich oraz skutków wypadków i incydentów na podstawie danych UTK oraz danych PKBWK wraz z ustaleniem wartości umożliwiających ocenę ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych,
- zdefiniowanie warstw procedury oceny ryzyka w kolejowych przewozach towarowych,
- weryfikacja modelu na podstawie danych rzeczywistych wystąpienia zdarzeń niepożądanych w kolejowych przewozach towarowych na liniach kolejowych oraz bocznicach kolejowych w Polsce w 2019 roku.

Jako główne osiągnięcie rozprawy doktorskiej należy wskazać opracowanie modelu decyzyjnego oceny ryzyka dla przyczyn bezpośrednich wypadków i incydentów, które miały miejsce w systemie transportu kolejowego.

Uważam, że teza pracy została sformułowana prawidłowo i ma charakter twórczy. Ponadto jednoznacznie określa kierunek badań i pozwala opracować ich plan. Natomiast zdefiniowany cel rozprawy umożliwia weryfikację postawionej tezy, co potwierdza poprawność jego sformułowania.

2. Struktura i charakterystyka rozprawy

Treść opiniowanej rozprawy doktorskiej mgr Lucyny Szaciłło zawiera się na 190 stronach, podzielonych na 8 rozdziałów zasadniczych. Ponadto zamieszczono streszczenia w języku polskim i angielskim, wykaz ważniejszych pojęć oraz oznaczeń i skrótów, bibliografię, spis rysunków oraz spis tabel. Dodatkowo zamieszczono 5 załączników. Spis literatury składa się z 141 pozycji (w tym 4 pozycje autorskie lub współautorskich).

Kolejne tytuły rozdziałów odzwierciedlają logiczne powiązanie całości rozprawy. Treści następnego rozdziału wynikają z treści poprzedniego rozdziału. Struktura rozprawy jest logiczna i spójna.

W rozdziale pierwszym Autorka rozprawy przedstawiła wprowadzenie w podjętą problematykę badawczą oraz przesłanki podjęcia tematyki rozprawy. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury wyszczególniła sześć głównych obszarów badawczych: ryzyko i jego rodzaje, wieloaspektowość oceny ryzyka, niezawodność a bezpieczeństwo systemu kolejowego, akty prawne związane z bezpieczeństwem systemu kolejowego, identyfikacja obszarów zagrożeń na podstawie zakłóceń oraz metodyka oceny ryzyka w transporcie kolejowym. Autorka wskazała, że przedstawione w rozprawie podejście do oceny ryzyka jest oryginalnym i autorskim sformułowaniem problemu. Rozdział kończy się na 38 stronie.

W kolejnym rozdziale opisano metody i narzędzia procesu zarządzania ryzykiem w transporcie kolejowym. Autorka wyróżniła zalety stosowania metodyki zarządzania ryzykiem wśród podmiotów funkcjonujących na rynku usług transportowych. Autorka wskazała, że macierz ryzyk może być użytecznym narzędziem do prezentacji wyników analizy ryzyka wspomagającym ocenę ryzyka. Rozdział kończy się na 59 stronie.

W rozdziale trzecim Autorka sformułowała cel, tezę oraz zakres pracy. Zwróciła uwagę, że bezpieczeństwo realizacji kolejowych przewozów towarowych wpływa na płynność funkcjonowania podmiotów świadczących usługi na rynku kolejowym. Rozdział kończy się na 64 stronie.

W rozdziale czwartym Autorka przedstawiła analizę zdarzeń niepożądanych oraz charakterystykę rynku kolejowych przewozów towarowych w Polsce. Na podstawie danych Urzędu Transportu Kolejowego oraz danych Państwowej Komisji Badania Wypadków Kolejowych przeanalizowała poważne wypadki, wypadki, incydenty oraz zdarzenia potencjalnie niebezpieczne na liniach kolejowych i na bocznicach kolejowych w całym systemie transportu kolejowego. Wskazała najczęściej występujące przyczyny zdarzeń niepożądanych w transporcie kolejowym w Polsce. Przeanalizowała także wybrane raporty Państwowej Komisji Badania Wypadków Kolejowych obejmujące zdarzenia niepożądane z udziałem pociągów towarowych. Rozdział kończy się na 81 stronie.

Rozdział piąty opiniowanej rozprawy zawiera najistotniejsze osiągnięcie Autorki jakim jest opracowany model oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych. Głównym zadaniem budowy modelu jest wsparcie podmiotów kolejowych realizujących towarowe przewozy kolejowe w podejmowaniu decyzji związanych z oceną ryzyka biorąc pod uwagę m.in. koszty opóźnień wywołane przez zdarzenie niepożądane na linii kolejowej, w punkcie nadania bądź przeznaczenia ładunku (bocznic kolejowe). Przedstawiono szczegółowo i „krok po kroku” założenia oraz formalizację zapisu modelu oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych (MORKPT). Opracowany model uwzględnia: wymagania wstępne, założenia, elementy i ich parametryzację, strukturę oraz przyczyny i skutki zdarzeń niepożądanych w realizacji kolejowych przewozów towarowych. Model bazuje na macierzy ryzyk w pięciostopniowej skali oceny. W konsekwencji możliwe było opracowanie procedury oceny ryzyka dla przyczyn oraz skutków zdarzeń niepożądanych i zastosowanie odpowiedniego narzędzia komputerowego do wizualizacji oraz badania tych zdarzeń. Rozdział kończy się na 100 stronie.

W rozdziale szóstym Autorka przedstawiła procedurę oceny ryzyka dla przyczyn oraz skutków zdarzeń niepożądanych, także ilustrując ją w formie schematu (rys. 6.1, str. 103). Zaproponowano przedziały wartości umożliwiających ocenę ryzyka dla kategorii wypadków i incydentów w obszarze linii kolejowych oraz bocznic kolejowych. Dodatkowo, co warto podkreślić, Autorka przedstawiła aplikacje wspomagające wizualizację danych o zdarzeniach niepożądanych, które wykorzystwała podczas badania oceny ryzyka kolejowych przewozów towarowych. W tym celu wykorzystano aplikację komputerową QGIS, która umożliwiła wprowadzenie własnych założeń pozwalających na implementację wystąpienia zdarzeń niepożądanych w kolejowych przewozach towarowych i przedstawienia ich na mapach zdarzeń. W rozdziale tym przedstawiono oceny ryzyka dla poszczególnych kategorii zdarzeń niepożądanych, w powiązaniu ze skutkami oraz przedstawiono macierze ryzyk. Na uwagę zasługuje bardzo ciekawa propozycja wizualizacji wyników zaprezentowana jako tabela 37 (str. 128-131). Rozdział kończy się na 133 stronie.

W rozdziale siódmym przedstawiono wyniki weryfikacji modelu na danych rzeczywistych. Autorka wyróżniła trzy warstwy oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych: analityczną, decyzyjną oraz eliminacyjną. W toku obliczeń

wykazano, na których liniach kolejowych w Polsce, a także pomiędzy którymi bocznkami kolejowymi zlokalizowanymi w poszczególnych województwach prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku bądź incydentu jest najwyższe. Przedstawiono wizualizację prawdopodobieństwa wypadków i incydentów w oparciu o mapy zdarzeń. Autorka opracowała macierze wypadków oraz incydentów na bocznicach kolejowych w relacji pomiędzy województwami. Dodatkowo przedstawiono studium przypadku dla rzeczywistej trasy przejazdu pociągu towarowego od miejsca załadunku do miejsca wyładunku uwzględniając trzy warstwy oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych. Analizie poddano trasy alternatywne w kontekście możliwości wyboru trasy, dla której ryzyko jest mniejsze. Rozdział kończy się na 158 stronie.

Ostatni 8 rozdział rozprawy to podsumowanie i wnioski. Autorka wskazuje także dalsze kierunki badań naukowych w zakresie doskonalenia rozwiązań związanych z oceną ryzyka kolejowych przewozów towarowych. Rozdział ten stanowi syntetyczne podsumowanie osiągnięć rozprawy doktorskiej w rozróżnieniu efektów części teoretycznej i potencjalnych zastosowań praktycznych. Autorka wskazuje następujące zalety zaproponowanego podejścia do oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów:

A. Opracowany model jest uniwersalnym narzędziem wspomagającym proces decyzyjny w zakresie oceny ryzyka realizacji przewozów towarowych na sieci kolejowej. Może zostać wykorzystany do analizy scenariuszy wystąpienia zdarzeń niepożądanych zarówno dla linii kolejowych jak i bocznic kolejowych.

B. Wykorzystanie aplikacji komputerowej *QGIS* umożliwia testowanie różnych scenariuszy wystąpienia ryzyka na liniach kolejowych i bocznicach kolejowych, co pozwala przewidywać skutki w niedotrzymaniu terminu przewozów lub zaistnieniu innych sytuacji niepożądanych.

C. Opracowana na potrzeby rozprawy procedura może być wykorzystana przez operatorów przewozów kolejowych oraz zarządców infrastruktury transportu kolejowego w celu badania przyczyn oraz skutków zdarzeń niepożądanych.

Podsumowując opracowano nową procedurę umożliwiającą racjonalne wyznaczenie wartości kryterialnych oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych na

poszczególnych liniach kolejowych oraz w realizacji pomiędzy bocznicami kolejowymi zlokalizowanych w różnych lub tym samym województwie.

Najistotniejszą częścią recenzowanej rozprawy rozdział opisujący opracowany model decyzyjny oceny ryzyka w realizacji kolejowych przewozów towarowych uwzględniając uwarunkowania techniczne wynikające ze specyfiki prowadzeniu ruchu na liniach kolejowych. Docelowo opracowany model umożliwi identyfikowanie, analizę oraz ocenę ryzyka dla różnych scenariuszy przewozu oraz wybór procesu przewozowego, którego ryzyko będzie na akceptowalnym poziomie.

W tym celu Autorka przeprowadziła identyfikację struktury sieci kolejowej oraz charakterystyk techniczno-eksploatacyjne linii kolejowych w ramach, których realizowane są przewozy towarowe. Wielkości związane ze zdarzeniami niepożądanymi podczas oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych odniesiono do matrycy ryzyk odzwierciedlającej zależności w pięciostopniowej skali, tj. nieznaczne, niskie, średnie, wysokie oraz bardzo wysokie.

Ogólnie zakres pracy można podzielić na dwie części:

- część teoretyczno-badawcza obejmuje:
 - krytyczną analizę literatury w obszarach badawczych,
 - charakterystykę metod i narzędzi stosowane w procesie zarządzania ryzykiem w kolejowych przewozach towarowych,
 - sformułowanie tezy oraz celu rozprawy wraz z zakresem realizowanych w rozprawie badań,
 - identyfikację zdarzeń niepożądanych w systemie transportu kolejowego na podstawie danych UTK.,
 - opracowanie modelu decyzyjnego oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych.
- część utylitarno-aplikacyjna obejmuje:
 - procedurę oceny ryzyka dla przyczyn oraz skutków zdarzeń niepożądanych realizacji kolejowych przewozów towarowych oraz zaprezentowanie aplikacji

komputerowych wspomagających badanie oraz ocenę ryzyka na liniach i bocznicach kolejowych w Polsce,

- przykłady zastosowania oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych dla danych rzeczywistych zdarzeń niepożądanych zidentyfikowanych dla wskazanej trasy przejazdu z uwzględnieniem trzech warstw zawartych w procedurze.

Układ rozprawy został bardzo ciekawie zilustrowany w formie schematycznie na rysunku 3.1 (str. 64).

Reasumując należy jednoznacznie stwierdzić, że Autorka zweryfikowała w sposób teoretyczny i analityczny postawioną w rozprawie tezę oraz osiągnęła założony cel.

Język rozprawy jest prosty i komunikatywny, co wpływa na to, że czyta się ją bardzo dobrze. Nie uniknięto jednak usterek i nieścisłości, które w żadnym stopniu nie wpływają na jednoznacznie pozytywną ocenę formalną rozprawy.

3. Ocena rozprawy

Merytoryczna ocena opiniowanej rozprawy doktorskiej mgr Lucyny Szaciłło jest bardzo dobra. Podjęta tematyka jest ważna i ma charakter interdyscyplinarny. Pod względem potencjału zastosowania wnosi znaczący wkład w dyscyplinę inżynieria lądowa i transport.

Autorka rozprawy wykazała słuszność postawionej tezy i przeprowadziła kompleksowe badania oraz poprawną analizę wyników. Tym samym należy uznać, że cele rozprawy zostały zrealizowane.

Autorka nie ustrzegła się błędów, które wskazałem w recenzowanym egzemplarzu. Błędy te jednak nie wpływają na moją jednoznacznie pozytywną ocenę merytoryczną opiniowanej rozprawy doktorskiej.

Dlatego też moja ocena całości rozprawy doktorskiej jest bardzo dobra.

4. Uwagi i zapytania

Staranna lektura rozprawy prowadzi do następujących uwag i pytań:

1. Występują pewne niespójność w terminologii, np. rozróżnianie pojęć proces transportowy i proces przewozowy lub przewóz. Przykładowo rys. 1.1, który ilustruje tę różnicę, zaś w kolejnym akapicie Autorka wymieniając działania związane z procesem przewozowym, wskazuje czynności przygotowawcze procesu transportowego.
2. Dlaczego zastosowano skale przedziałowe w kryteriach metody FMEA (tabele 8-10, str. 57,58). Przyjęcie takich skal skutkuje możliwością rozbieżnego punktowania danego kryterium, nawet przy jednoznacznej ocenie (opisie) danego kryterium. W konsekwencji miary końcowe RPN mogą przyjmować różne wartości.
3. Dlaczego zastosowano skale przedziałowe w ocenie ryzyka (tabela 37 i 38, str. 128-132)?
4. W jaki sposób wyznaczono wartości współczynników wagowych w tabeli 39 (str. 133) - priorytety dla skutków wypadków i incydentów - obszar linie kolejowe?
5. Dlaczego do obliczeń, np. prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku, przyjęto dane z 2019 roku?
6. Czy dla rysunków 7.1-7.4 nie powinno stosować się skali przedziałowej?
7. W przypadku szacowania prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku bądź incydentu na bocznicach kolejowych w podziale na województwa zasadne wydaje się stosowanie korekty uwzględniającej liczbę bocznic w danym województwie.
8. Proszę uzasadnić przyjęcie wzoru 7.5 (str. 143) do szacowania prędkości poruszania się pojazdu szynowego.
9. W przypadku oceny opóźnień jako skutków warto uwzględniać nie tylko wypadki pociągów towarowych, ponieważ wypadek pociągu pasażerskiego także spowoduje opóźnienie na danej linii.

Pozostałe drobne uwagi redakcyjne zaznaczyłem na otrzymanym egzemplarzu i nie mają one istotnego znaczenia dla wartości merytorycznej pracy.

5. Konkluzja

Opiniowana rozprawa doktorska mgr Lucyny Szaciłło stanowi nowe i komplementarne ujęcie problematyki oceny ryzyka w kolejowym transporcie towarowym. Realizacja określonych etapów pracy oraz uzyskane wyniki potwierdzają poprawność przyjętej metodyki postępowania zmierzającej do udowodnienia sformułowanej tezy. Pozwala to na wnioskowanie o umiejętności i dojrzałości mgr Lucyny Szaciłło w prowadzeniu badań naukowych.

Przedstawione uwagi nie mają większego wpływu na fakt samodzielnego zrealizowania przez Autorkę zadania naukowo-badawczego. Do rozwiązania zagadnienia Autorka wykazała się wiedzą z metodyki oceny ryzyka oraz doświadczeniem praktycznym w obszarze transportu kolejowego.

Uważam, że opiniowana rozprawa doktorska mgr Lucyny Szaciłło pt. *„Model oceny ryzyka realizacji kolejowych przewozów towarowych”* spełnia wymogi określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Może zatem służyć jako podstawa do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatce stopnia doktora nauk technicznych. W związku z powyższym stawiam wniosek o dopuszczenie mgr Lucyny Szaciłło do publicznej obrony opiniowanej rozprawy jako dzieła w zakresie dyscypliny inżynieria lądowa i transport.

Jednocześnie biorąc pod uwagę poziom rozprawy doktorskiej oraz potencjał aplikacyjny uzyskanych rezultatów składam wniosek o wyróżnienie opiniowanej rozprawy doktorskiej.

Rafał Bwoźki