



dr hab. inż. Maciej Szkoda, prof. PK
Politechnika Krakowska
Katedra Pojazdów Szynowych i Transportu

Kraków, 17 listopada 2022 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Helak pt.: „Modele zmiany i oceny zmiany do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego”

Podstawą wykonania niniejszej recenzji było postanowienie Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 25.10.2022 roku. Praca doktorska mgr inż. Magdaleny Helak została przygotowana w trybie 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 póź. zm.). Zgodnie z art. 13, ust. 1 Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora albo pod opieką promotora i promotora pomocniczego, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne rozwiązanie problemu w oparciu o opracowanie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne, lub oryginalne dokonanie artystyczne, oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej”.

Recenzja została podzielona na pięć części, w których odpowiednio przedstawiono: 1. Ogólną charakterystykę pracy, 2. Ocenę podjętego tematu, 3. Analizę treści pracy, 4. Uwagi szczegółowe do pracy i 5. Konkluzję końcową. Zawarto w nich uzasadnienie podjęcia tematu pracy, odniesienie struktury i celu pracy, jak również przedstawiono konkluzję końcową rozprawy doktorskiej.

1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca doktorska mgr Magdaleny Helak pt.: „Modele zmiany i oceny zmiany do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego” została napisana pod kierunkiem promotora: dra hab. inż. Adam Kadzińskiego i promotora pomocniczego: dr inż. Piotr Smoczyńskiego. Praca składa się z sześciu rozdziałów, wykazu ważniejszych skrótów i oznaczeń, wstępu, zakończenia, bibliografii oraz trzech załączników. Praca liczy łącznie 136

stron, z czego tekst zasadniczy 110 strony. Na bibliografię (łącznie 289 pozycje) składają się zwarte pozycje książkowe, artykuły z czasopism, akty prawne oraz źródła internetowe. Doktorantka wykorzystała w pracy zarówno literaturę polską, jak i obcojęzyczną (w języku angielskim i niemieckim).

We wstępie rozprawy stanowiącym pierwszy rozdział przedstawiono rozważania dotyczące podstawowych pojęć związanych z wprowadzaniem zmian w systemie kolei Unii Europejskiej i realizowanego w ramach powoływanych w niej systemów zarządzania bezpieczeństwem. W drugim rozdziale rozprawy przedstawiono tło jej problematyki badawczej. W wyniku dokonanych analiz literaturowych nakreślono lukę poznawczą i badawczą. Na tej podstawie w punkcie 2.4 określono główny cel i zadania badawcze rozprawy oraz sformułowano jej tezę. W rozdziale trzecim rozprawy przeprowadzono identyfikację dotychczasowych uwarunkowań dotyczących wprowadzania zmian w systemach kolejowych. Scharakteryzowano podstawowe zasady ocen zmian oraz wskazano na możliwości popełniania błędów w interpretacji niektórych pojęć koniecznych do wykorzystywania w ocenach zmian. Dokonano analizy wybranych informacji dotyczących uwarunkowań wprowadzania zmian w systemach kolejowych kilku krajów Unii Europejskiej. Rozdział czwarty, najważniejszy z teoretycznego punktu widzenia, to prezentacja uogólnionego modelu systemu technicznego i koncepcji jego powiązania z uogólnionym modelem zmiany oraz realizacja procesu modelowania zmiany w systemie kolejowym. Najważniejszymi osiągnięciami tej części rozprawy jest koncepcja powiązania modelu systemu kolejowego oraz opracowanych szczegółowych algorytmów procesów i procedur modeli związanych ze zmianami w systemie kolejowym. W rozdziale piątym Doktorantka opisała realizację zadań weryfikacji możliwości zastosowania algorytmów stworzonego modelu zmiany i jego składowych oraz wykazania ich przydatności w zarządzaniu bezpieczeństwem na wybranych poziomach dekompozycji systemu kolejowego. Rozdział szósty zawiera wnioski z przeprowadzonych badań, podsumowanie osiągniętych celów i propozycje dalszych badań.

Rozprawa jest napisana poprawnym i precyzyjnym językiem. Układ pracy jest przejrzysty, podział treści rozprawy na rozdziały i podrozdziały poprawny. Materiały graficzne (rysunki, schematy, algorytmy) oraz tabele z wynikami zamieszczone w pracy, w sposób właściwy przedstawiają studia Doktorantki, które dotyczą zagadnienia modelowania i oceny zmiany w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego.

2. Ocena podjętego tematu

Przedmiotem analizy w niniejszej rozprawie jest system kolejowy w Polsce będący składową systemu kolei Unii Europejskiej (UE). Tworzenie w UE systemu kolei spełniającego wymagania interoperacyjności, rozpoczęto od modyfikacji niektórych przepisów prawa. To

regulacje prawne generowane na poziomie UE, były i nadal często będą źródłami wielu zmian w systemach kolejowych krajów członkowskich. Jednym z obszarów działalności, który zdecydowano się w UE ujednoczyć było zarządzanie zmianą w systemach kolejowych. Uznano, że zmiana przed jej zrealizowaniem powinna podlegać ocenie według przyjętych kryteriów, które służą do tego by stwierdzić, czy zmiana jest znaczącą lub nieznaczącą. Wprowadzanie zmiany reguluje rozporządzenie Komisji (UE) 402/2013. Harmonizacja europejskich przepisów prawnych na potrzeby tworzenia interoperacyjnego systemu kolei wymaga wprowadzania licznych zmian. Sprostanie potrzebom wynikającym z nowych regulacji prawnych UE wymagają od przedsiębiorstw kolejowych, nie tylko biegłej znajomości prawa, ale przede wszystkim są powodem zapewnienia sobie możliwości korzystania z prawidłowych i skutecznych algorytmów realizacji procesu wprowadzania zmiany. Obecnie na rynku polskim funkcjonuje wiele różnorodnych podmiotów zajmujących się procesem zarządzania ryzykiem w transporcie kolejowym co powoduje prowadzenie działalności w oparciu o niejednolite podejście do tej tematyki. W efekcie proces oceny znaczenia zmiany często zakończony jest w różny sposób w tożsamy przypadkach – co nie powinno mieć miejsca.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia uważam, że wybór tematu rozprawy „Modele zmiany i oceny zmiany do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego” jest aktualny i istotny dla transportu kolejowego w Polsce.

3. Analiza treści pracy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa dotyczy narzędzi wspomagających proces zarządzania zmianą w systemach zarządzania bezpieczeństwem. Systemem technicznym wybranym w tej rozprawie do szczegółowych rozważań, jest system kolejowy.

Obszerne badania stanu wiedzy w zakresie problematyki modelowania zmian do zastosowań technicznych i zarządzania zmianami w aspekcie bezpieczeństwa przeprowadzone przez Doktorantkę w rozdziałach 2 i 3 dokonany został na podstawie ponad 100 prac. Pozyskane jakościowe i ilościowe wyniki analiz tego stanu wiedzy zebrano według pięciu charakterystycznych grup aspektów i zestawiono w tabeli 2.6 na stronie 31. Na podstawie przeprowadzonych analiz autorka rozprawy zauważyła liczne luki poznawcze i luki badawcze w obszarze wprowadzania zmian w klasie systemów technicznych. Stwierdziła, że istnieje m.in. potrzeba tworzenia modeli zmian i ich składowych do zastosowań w systemach technicznych, a w szczególności do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego. Opracowane kryteria służące do oceny zmian w systemie kolejowym mogą być interpretowane na wiele różnych sposobów. Brak precyzyjnych definicji przyjętych pojęć, niepoprawne merytorycznie stosowanie tych pojęć oraz rozbieżności w tłumaczeniu na język

polski podstawowych dokumentów formalno-prawnych, nie ułatwiają zadania przedsiębiorstwom kolejowym wnioskującym o wprowadzanie zmian.

Na podstawie studium analitycznego zdefiniowano główny cel pracy, którym było: *Opracowanie oraz wykazanie przydatności nowego innowacyjnego modelu zmiany i jego składowych do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego*. Osiągnięcie celu rozprawy doktorskiej wiązało się z realizacją następujących zadań częściowych:

1. Identyfikacja dotychczasowych uwarunkowań dotyczących wprowadzania zmian w systemach kolejowych.
2. Stworzenie uogólnionych postaci modeli zmiany i oceny zmiany do wprowadzania zmian w systemach technicznych.
3. Opracowanie nowego modelu zmiany i jego składowych, a z nich w szczególności modelu oceny zmiany, do wspomagania systemów zarządzania bezpieczeństwem w systemie kolejowym.
4. Wykazanie przydatności opracowanych modelu zmiany i modelu oceny zmiany, przez ich wykorzystanie do zarządzania bezpieczeństwem w wybranych obszarach analiz systemu kolejowego.

W mojej opinii postawiony cel rozprawy został zrealizowany. Doktorantka opracowała oryginalny model zmiany dedykowany w zarządzaniu bezpieczeństwem w systemie kolejowym (opisany w rozdziale 4). Opracowany model został opracowany na podstawie koncepcji uogólnionego modelu zmiany w systemie technicznym, który przedstawiono na rys. 4.2 i opisano w rozdz. 4.2.2. Przyjęto, że wprowadzenie zmiany w systemie kolejowym jest warunkowane osiągnięciem akceptowanej wartości wskaźnika zdolności operacyjnej „bezpieczeństwo” w określonym obszarze analiz systemu kolejowego. Zaproponowany model zmiany w systemie kolejowym jest zgodny z wymaganiami prawnymi i normatywnymi i został zbudowany w oparciu o wymagania systemów zarządzania bezpieczeństwem, które obowiązują w przedsiębiorstwach kolejowych.

W modelu zmiany wyróżniono trzy fazy. Pierwsza faza modelu powołana została do wskazania obszaru analiz w rozpatrywanym systemie. Druga faza modelu zmiany przewidziana jest do procedowania wdrażania zmiany w wyznaczonej domenie zawierającej się we wskazanym wcześniej obszarze analiz. Trzecia faza modelu zmiany służy do implementowania zmienionego obszaru analiz w systemie kolejowym.

Proces wdrażania zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego podzielono na pięć etapów co przedstawiono w rozdz. 4.3.3 i na rys. 4.7 (str. 65-69). Szczególną uwagę poświęcono ocenie zmiany w systemie kolejowym w ramach *Etapu 3: Zarządzanie oceną zmiany*. Szczegółowy opis modelu oceny zmiany w systemie kolejowym obejmujący siedem kroków zaprezentowano w tabeli 4.7 na stronach 70-73. Za pomocą tego modelu ocenia się wpływ zagrożeń zidentyfikowanych w domenie systemu kolejowego na stan

„bezpieczeństwo” tej domeny. W finalnym kroku algorytmu modelu oceny zmiany wyznacza się zdolność domeny do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”, a na tej podstawie wartość wskaźnika akceptacji zmiany.

Za bardzo wartościowe należy uznać koncepcję weryfikacji zagrożeń w analizowanej domenie przed i po zmianie (krok 1 i krok 2 w modelu). Ponadto wartym podkreślenia jest fakt, że procedowanie z wykorzystaniem modelu oceny zmiany odbywa się ramach tylko wirtualnie zmienionej domeny zmiany. W takiej sytuacji, jeżeli wynik wniosku o akceptację zmiany wskazuje na jej odrzucenie, to bezproblemowo można do zmiany wprowadzać korekty lub całkowicie z niej zrezygnować. Zaproponowany model oceny zmiany można rekomendować do wykorzystywania w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego.

Weryfikację możliwości zastosowań opracowanego modelu zmiany i jego składowych, do zarządzania bezpieczeństwem na wybranych poziomach dekompozycji systemu kolejowego przedstawiono na dwóch przykładach w rozdziale 5. W pierwszym przykładzie (rozd. 5.2), w obszarze analiz wskazanym w systemie strukturalnym sterowanie – urządzenia przytorowe, zrealizowano pełen zakres aplikacyjnych potrzeb wynikających z modelu zmiany oraz wszystkich modeli w nim zagnieżdżonych (na różnych poziomach szczegółowości) i związanych ze zmianą. Drugi przykład (rozd. 5.3) poświęcono wprowadzaniu zmiany w systemie strukturalnym infrastruktura. W tym przykładzie zakres pokazanych wyników ograniczono do zaprezentowania propozycji merytorycznej części specjalnego raportu z oceny zmiany. **Przedstawione przykłady aplikacyjne wskazują na wysoką wartość użyteczną opracowanego modelu i algorytmu oceny zmiany.**

Innym z rezultatów rozprawy jest również potwierdzenie tezy, że opracowany model zmiany i jego składowe są nowymi użytecznymi narzędziami do wspomagania uzyskiwania pożądanych efektów przez systemy zarządzania bezpieczeństwem powoływane w ramach systemu kolejowego.

4. Uwagi szczegółowe do pracy

1. W rozdziale 3.3.3 przedstawiono bardzo istotne uwagi dotyczące wpływ interpretacji pojęć na ocenę zmian znaczących. Dotyczy to zwłaszcza błędnego tłumaczenia pojęć w zakresie procesu zarządzania ryzykiem w Rozporządzeniu Komisji (UE) 402/2013, którego sam tytuł powinien być zmieniony z: *Rozporządzenie w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka* na: *Rozporządzenie w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka zagrożeń*. Ważne uwagi i propozycje przedstawiono również do błędnych sformułowań użytych w Rozporządzeniu m.in.: „jawne ryzyko” czy „szacowanie jawnego ryzyka”.

2. Str. 45, w tabeli 3.1. jako przykład zmiany o charakterze eksploatacyjnym wymieniono: aktualizacja aktów prawnych w instrukcji utrzymania pojazdów kolejowych. W mojej opinii lepszym przykładem są: zmiany w dokumentacji systemu utrzymania, częściej wprowadzane w praktyce, co potwierdzają dane statystyczne przywołane w rozdziale 3.3.4.
3. W rozdziale 4.2.1 w modelu uogólnionego systemu technicznego (rys. 4.1.) Doktorantka słusznie wyodrębniła zgodnie z wiedzą z zakresu eksploatacji system użytkowania (SUżOT) i utrzymania (SUtOT) obiektów technicznych. Natomiast w charakterystyce modelu przedstawionego w treści pracy na str. 54 zamiast „systemu utrzymania” używa pojęcia „systemu obsługiwanian”. Oczywiście w tym kontekście obsługiwanie jest synonimem utrzymania zgodnie z fachową literaturą, ale należy mieć świadomość, że w TSI Loc&Pas rozróżnia się oddzielnie obsługę i utrzymanie.
4. W tabeli 4.1, w której przedstawiono dekompozycję systemu kolejowego należy się zastanowić, czy na poziomie 2 i 3 nie powinno być: *Podsystemy strukturalne obiektów systemu kolejowego i Podsystemy eksploatacji obiektów systemu kolejowego* zamiast: *Systemy strukturalne obiektów systemu kolejowego i Systemy eksploatacji obiektów systemu kolejowego*.
5. W tabeli 4.3, poz. 2.1 zamiast: *Pozyskiwanie i opracowywanie materiałów źródłowych związanych ze zmianą* powinno być: *Zgromadzenie materiałów źródłowych i opracowywanie dokumentacji związanej ze zmianą*.
6. W rozdziale 4.3.4, w tabeli 4.7 przedstawiono szczegółowy opis autorskiego modelu oceny zmiany w systemie kolejowym. Przy charakterystyce *Kroku 4. Model ryzyka zagrożeń do wykorzystania w procesie oceny zmiany* brakuje opisu zastosowanych wielkości: K , V , $R(z_k)$, R_{min} , R_{Dop} , R_{max} . Dopiero z przykładów aplikacyjnych przedstawionych w kolejnym rozdziale 5 można stwierdzić, że: K to zbiór kryteriów, V – zbiór wag kryteriów, $R(z_k)$ – ryzyko zagrożenia „k” itd.
7. W przykładzie aplikacyjnym w Kroku 4 (str. 87) brakuje wyjaśnienia akronimu FMEA - Failure Mode and Effects Analysis, czyli Analiza Przyczyn i Skutków Uszkodzeń. W tym miejscu można również przywołać normę, która jest poświęcona analizie FMEA: PN-EN IEC 60812:2018-12 Analiza rodzajów i skutków uszkodzeń (FMEA i FMECA).
8. W załączniku do pracy zamieszczono bardzo wartościowy słownik - bazę pojęć rozprawy, która wymagała dużego nakładu pracy od doktorantki, zwłaszcza, że przy większości definicji są przywołane źródła literaturowe.
9. Praca napisana jest na bardzo wysokim poziomie z zastosowaniem właściwej terminologii. W całej pracy stwierdzono dosłownie kilka błędów językowych, edytorskich i stylistycznych np.:

- W tabeli 2.2 pracę eksploatacyjną i pracę przewozową zestawiono w tych samych jednostkach: [mld tono-km]. Natomiast praca eksploatacyjna powinna być w [mln poc-km].
- W tabeli 2.4 brak danych dla lat 2019 i 2020. Dane te są dostępne w sprawozdaniach Urzędu Transportu Kolejowego ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego.
- Na str. 37 przy definicji systemu zarządzania bezpieczeństwem przywołano dyrektywę 2004/49/W, natomiast powinna być przywołana obowiązująca dyrektywa 2016/798.
- Str. 40 jest: *do opracowywania, wdrażania, realizowania, monitorowania i utrzymywaniu* powinno być: *do opracowywania, wdrażania, realizowania, monitorowania i utrzymywania*.
- Str. 45 i 110 występuje pojęcie „cyklu życia”, natomiast w odniesieniu do obiektów i systemów technicznych zalecane jest stosowanie: „cyklu istnienia”.
- Str. 45 jest: *...ponosi o nie ich wnioskodawca*, a powinno być: *...ponosi ich wnioskodawca*.
- Str. 74 jest: *...modelu systemu technicznego*, a powinno być: *model systemu technicznego*.
- W punkcie 5.3 zmieniono sposób numerowania tabel. Jest: tabela R.1 ÷ R.3, a kontynuując numerację w tym rozdziale powinno być: 5.10 ÷ 5.12. Podobnie jest z numerami wzorów: (R.1), (R.2), a powinno być od (5.11), (5.12).

Do części badawczej pracy nasuwają się pytania, które uważam mogą być warte dyskusji podczas publicznej obrony pracy doktorskiej mgr Magdaleny Helak:

1. W pierwszym przykładzie aplikacyjnym przedstawionym w rozdziale 5 dotyczącym zmiany wysokości masztu sygnalizatora świetlnego, w Kroku 4 modelu oceny zmiany zastosowano model oceny ryzyka R-WST. W modelu tym kluczowe znaczenie ma schemat kwantyfikacji poziomu cechy zagrożenia dla przyjętych kryteriów oraz przypisanie ważności v_i dla kryteriów. Nasuwa się pytanie dotyczące podejścia do budowy schematu kwantyfikacji dla kryterium K_1 możliwości aktywizacji zagrożenia oraz jakimi zasadami należy się kierować przy przypisywaniu ważności. Dlaczego dla wszystkich kryteriów w przykładzie przyjęto ważność równą $v_i=1$?
2. W kryterium K_3 wartości strat ponoszonych w wyniku aktywizacji zagrożenia w schemacie kwantyfikacji uwzględniono wyłącznie straty materialne. Czy nie powinny zostać uwzględnione straty ludzkie, które można oszacować z wykorzystaniem tzw. ekwiwalentnej ofiary śmiertelnej (wg PN-EN 50126-2:2018-02)?

5. Konkluzja końcowa

Przedstawione uwagi nie umniejszają wartości naukowej i pozytywnej oceny merytorycznej pracy. W świetle sformułowanych uwag zawartych w recenzji pracy mgr Magdaleny Helak pt.: „Modele zmiany i oceny zmiany do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego” stwierdzam, że niniejsza rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w obowiązujących przepisach tj.: Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn. Dz.U. 2022 poz. 574) oraz w Ustawie z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2017 poz. 859).

Recenzowana praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. W części teoretycznej doktorantka dała dowód posiadania ogólnej wiedzy w dyscyplinie naukowej: Inżynieria Lądowa i Transport. W części badawczej dowiodła również, że posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa wnosi nowy wkład w wiedzę na temat zarządzania bezpieczeństwem w systemie kolejowym i może stanowić podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.

W związku z powyższym wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie mgr Magdaleny Helak do publicznej obrony rozprawy doktorskiej. Jednocześnie, biorąc pod uwagę znaczącą wartość naukową, wniesiony wkład pracy, wysoką wartość użyteczną opracowanego modelu oceny zmiany w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego, wnioskuję do Komisji Doktorskiej o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Z poważaniem,

