

Recenzje spełnione wymogów formalnych

dr hab. inż. Grzegorz Szymański prof. PP  
POLITECHNIKA POZNAŃSKA  
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

Przewodniczący Rady Dyscypliny  
Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport  
Politechniki Śląskiej

Poznań, 04 grudnia 2024

dr hab. inż. Piotr Folega, prof. PŚ

## Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Gawlak

pt.: **Opracowanie i wdrożenie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych**

**Promotor:** dr hab. inż. Jarosław Konieczny, prof. PŚ

**Promotor pomocniczy:** dr inż. Wojciech Gamon

### 1. Informacje ogólne

Recenzja opracowana została na zlecenie RADY DYSCYPLINY INŻYNIERIA LĄDOWA, GEODEZJA I TRANSPORT Politechniki Śląskiej (Uchwała nr 74/2024 z dnia 26.09.2024 r.) na podstawie dostarczonej rozprawy doktorskiej pod wyżej wymienionym tytułem.

### 2. Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. **Katarzyny Gawlak** liczy 113 stron zwartego opracowania wraz ze spisem literatury w liczbie 195 pozycji (w tym 5 pozycji współautorskich doktorantki) dobranych prawidłowo i zbieżnych z tematem dysertacji, spisem tabel 9 pozycji oraz spisem rysunków 46 pozycji.

Rozprawa podzielona jest na 9 rozdziałów w tym wstęp dyskusja, wnioski. Integralną część pracy stanowi bibliografia i załączniki zamieszczone w końcowej części rozprawy.

Praca ma charakter teoretyczno-eksperymentalny i związana jest z problematyką zwiększania poziomu bezpieczeństwa na szlakach kolejowych, poprzez opracowanie cyfrowych map dotyczących potencjalnych miejsc kolizji pojazdów szynowych z dziką zwierzyną.

Rozprawa napisana jest poprawnym, precyzyjnym językiem. Układ pracy przejrzysty, podział treści rozprawy na rozdziały i podrozdziały w większości poprawny. Terminologia i pojęcia stosowane w pracy nie budzą większych zastrzeżeń. Materiały ilustracyjne oraz tabele z wynikami badań zamieszczone w pracy, w sposób właściwy przedstawiają studia Doktorantki, które dotyczą modelowania predykcyjnego zdarzeń niepożądanych na szlakach kolejowych, polegających na kolizjach pojazdów szynowych z dzikimi zwierzętami.

POLITECHNIKA ŚLĄSKA  
Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa,  
Geodezja i Transport  
wpłynęło dnia 16.12.2024  
nr 275 zał. —

### **3. Ocena podjętego tematu**

Transport jest działalnością mającą na celu pokonywanie przestrzeni w określonym czasie i ma też istotny wpływ na sprawne oraz efektywne funkcjonowanie każdego działu gospodarki narodowej, stanowi również czynnik intensyfikujący rozwój miast i regionów. Jednym z istotnych rodzajów transportu jest transport szynowy. Wiele linii kolejowych w Polsce jest przebiega przez obszary, które są naturalnym środowiskiem dzikich zwierząt w związku z tym istnieje potencjalne zagrożenie w postaci kolizji pociągu ze zwierzętami.

Dodatkowo należy nadmienić, że kolizje takie są niekorzystne w wielu aspektach m.in. ekonomicznym straty finansowe (np. spowodowane blokadą linii kolejowej, koniecznością naprawy taboru), technicznym (uszkodzenia taboru i infrastruktury), ale też środowiskowym (zakłócenia rozwoju populacji różnych gatunków zwierząt, zmniejszenie bioróżnorodności, zmniejszenie liczby siedlisk lub ich unicestwienie).

Autorka podjęła się bardzo niełatwego, ale ważnego zadania, związanego z opracowaniem map, na podstawie których możliwe będzie wskazanie miejsc z największym prawdopodobieństwem zaistnienia zdarzenia niepożądanego w postaci kolizji taboru ze zwierzyną. Dodatkowo opracowała model predykcyjny oparty na założeniach sieci Bayesowskich, który umożliwi generowanie danych wsadowych do w/w map.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia uważam, że wybór tematu rozprawy jest aktualny i istotny dla zwiększenia bezpieczeństwa i minimalizacji zakłóceń przewozów kolejowych.

### **4. Analiza treści rozprawy**

W przedstawionej do recenzji rozprawie, Autorka podjęła się zadania związanego z opracowaniem map oraz modelu predykcyjnego opartego na założeniach sieci Bayesowskich, który umożliwi generowanie danych wsadowych do w/w map, na podstawie których możliwe będzie wskazanie miejsc z największym prawdopodobieństwem zaistnienia niepożądanego zdarzenia tzn. kolizji taboru ze zwierzyną. W związku z powyższym, główny cel pracy jaki zdefiniowała Autorka jest następujący: Opracowanie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji na podstawie wybranych danych regionalnych przewoźników pasażerskich. Uważam, że cel pracy został sformułowany prawidłowo. Na podstawie zdefiniowanego celu ogólnego Autorka zdefiniowała trzy cele naukowe, które są rozszerzeniem i uszczegółowieniem ogólnego celu pracy. Niestety jeden z nich jest nieprecyzyjny. Uważam, że sformułowanie: „wyznaczenie na podstawie analizy „czarnych punktów” tzw. hot-spotów na sieci kolejowej obsługiwanej przez regionalnych przewoźników kolejowych” jest co najmniej niefortunne. Czarny punkt i hot spot oznaczają to samo, więc trudno na podstawie czarnego punktu wyznaczyć inny czarny punkt. Doktorantka wyznaczyła także cel użyteczny co uważam za bardzo pożądane w pracach promocyjnych. Konsekwencją zdefiniowanych celów pracy było określenie zadań badawczych, realizacja których jest niezbędna dla osiągnięcia celu pracy. Zadania te zostały poprawnie sformułowane i wytyczają kolejne etapy realizacji pracy.

Pierwszy rozdział pracy jest wprowadzeniem do problematyki i zagadnień poruszanych w pracy. Autorka w sposób jasny i precyzyjny wskazała obszar badań oraz zagadnienia, które są istotne dla rozwiązania

postawionego problemu badawczego. Zdefiniowała bezpieczeństwo w systemie kolejowym, scharakteryzowała regionalny kolejowy transport kolejowy. Ważnym elementem tego rozdziału jest opis czynnika ludzkiego, który jest najczęstszą przyczyną zdarzeń niepożądanych. Autorka opisała także działania na rzecz zwiększania kultury bezpieczeństwa w transporcie kolejowym.

W rozdziale drugim dokonano przeglądu regulacji prawnych związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa przez przewoźnika kolejowego oraz jego obowiązki w aspekcie wydarzeń kolejowych. Skupiono się głównie na niezbędnych wymaganiach na poziomie europejskim oraz krajowym, ponieważ obszar badań dotyczył regionalnych przewoźników pasażerskich funkcjonujących na polskim rynku kolejowym.

W trzecim rozdziale pracy przeprowadzono analizę raportów i innych materiałów w obszarze metod oceny bezpieczeństwa kolejowego udostępnionych przez europejskie i krajowe organy skupione wokół bezpieczeństwa kolejowego. Na podstawie analizy tych danych Autorka stwierdziła, że pomijają one problematykę kolizji zwierzyny z pociągami. Stwierdziła również, że tematyka ta jest poruszana w wielu artykułach naukowych. Jednak głównym celem publikacji jest wskazanie wzorców przestrzennych i czasowych potrąceń zwierzyny, które pozwalają na wyznaczenie „czarnych punktów” tzw. hot-spotów na sieci kolejowej. W analizowanych artykułach pracach dostrzegła się brak rozwiązań związanych z aktywnym wsparciem pracowników kolejowych, a przede wszystkim maszynistów, w zakresie przekazywania aktualnej informacji o niebezpiecznych odcinkach linii kolejowych. Na podstawie przeglądu literatury w zakresie dostępnych modeli predykcyjnych, wykazała, że prace najczęściej odnoszą się do zdarzeń kolejowych na przejazdach kolejowo-drogowych, a dostępne modele w zakresie potrąceń zwierzyny przez pociągi wymagają szerokiego zakresu danych uczących na temat populacji zwierzyny w poszczególnych lokalizacjach, które nierzadko są bardzo trudno dostępne lub prawie niemożliwe do zdobycia przy racjonalnym nakładzie pracy, czasu i kosztów. Jednocześnie analizowane publikacje nie wskazują wykorzystania modeli do wsparcia działalności przewoźników kolejowych. Mając to na uwadze autorka dostrzega lukę w zakresie opracowania modelu potrąceń zwierzyny przez pojazdy kolejowe opartego na danych już rejestrowanych i posiadanych przez przewoźników kolejowych, które mogłyby zostać wykorzystane w funkcjonujących systematach zarządzania bezpieczeństwem.

W kolejnym rozdziale doktorantka wykonała analizy rozwiązań w zakresie cyfrowego wielowarstwowego mapowania sieci kolejowych. Przedstawiła rodzaje sposobów prezentacji wyników na mapach oraz obecne zastosowania tych rozwiązań w różnych krajach na świecie. Zauważyła, że mapy można uzupełnić o warstwy związane z obrazowaniem czarnych punktów związanych z potrąceniami zwierząt przez pojazdy szynowe.

W rozdziale piątym przedstawiono problem badawczy przesłanki naukowo badawcze dotyczące analizowanego obszaru wiedzy cel naukowy i użyteczny oraz tezę pracy. Opisano również szczegółowy plan prac umożliwiający osiągnięcie założonych efektów końcowych. Postawiona teza o treści: „Zasadnym jest opracowanie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych” jest zdaniem, którego w zasadzie nie

trzeba udowodnić i trudno jest je sfalsyfikować. Dodatkowo nie sformułowano kryteriów przyjęcia bądź odrzucenia tezy.

Pierwszym rozdziałem merytorycznym związanym z realizacją celu pracy, jest rozdział szósty w którym opisano Badania dotyczące budowy modelu predykcji potrażeń zwierzyny na obszarze kolejowym. W rozdziale tym Autorka przedstawiła założenia wstępne, dokonała analizy pozyskanych danych od przewoźników dotyczących kolizji pociągów ze zwierzyną oraz przygotowała te dane do zastosowania w budowanym modelu predykcyjnym. Na szczególną uwagę zasługuje rozdział 6.4 w którym Autorka w klarowny sposób przedstawiła swoje nowatorskie pierwiastki naukowe, zawarte w dysertacji dotyczące m in. opisu probabilistycznego oraz rozwiązywania równań w środowisku programistycznym. Na końcu rozdziału dokonała walidacji modelu oraz wyciągnęła krytyczne wnioski dotyczące rozbieżności danych modelowych z danymi rzeczywistymi. Umożliwiło to skalibrowanie modelu, który posłużył do generowania danych potrzebnych w kolejnych etapach pracy.

Rozdział 7 przedstawia zastosowanie modelu predykcji potrażeń zwierzyny na obszarze kolejowym do wizualizacji niebezpiecznych miejsc na trasach kolejowych, w których może wystąpić kolizja ze zwierzętami. Autorka rozdzieliła rozdział na dwa podrozdziały, lecz uważam, że rozprawa bez rozdziału 7.1. nie straciłaby na wartości i byłaby czytelniejsza.

Ostatnie dwa rozdziały zawierają podsumowanie i wnioski wynikające z przeprowadzonych badań oraz kierunki dalszych badań.

## **5. Merytoryczna ocena pracy**

Autorka rozprawy skoncentrowała się na zagadnieniach związanych opracowaniem i wdrożeniem mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji potrażeń zwierzyny na jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych. Kolizje taboru ze zwierzętami mają wpływ na bezpieczeństwo, ekonomię przewozów oraz na ekologię. Zagadnienia te nie są łatwe, wymagają dużej wiedzy teoretycznej i praktycznej, dlatego uważam, że Autorka podjęła się niełatwego zadania związanego z pozyskaniem danych, ich konwersją do formy cyfrowej, a następnie analizy.

Najważniejszym elementem pracy jest opracowanie modelu predykcji potrażeń zwierzyny na szlakach kolejowych i jego implementacja w cyfrowych mapach sieci kolejowej. Wykonanie tych prac umożliwi wczesne ostrzeżenie maszynisty o zagrożeniu na szlaku.

Autorka dokonała szerokiego przeglądu literatury przedmiotu z zakresu uwarunkowań techniczno-prawnych, modelowania zdarzeń niepożądanych na kolei oraz zastosowania map cyfrowych do zwiększania bezpieczeństwa w ruchu kolejowym. W wyniku przeprowadzonej analizy literatury Autorka stwierdziła, że w dotychczasowych opracowaniach przedstawiane są badania dotyczące tematu lecz brak jest prac związanych z zastosowaniem opisywanych badań do ostrzegania o możliwości kolizji z dzikimi zwierzętami. W związku z tym zaproponowała własną metodę, która wypełni lukę w opisywanych w rozprawie rozważaniach.

W zaproponowanej w ramach pracy metodzie, zastosowano modelowanie z wykorzystaniem sieci Bayesowskich. Takie podejście umożliwi aktualizację danych uczących i zwiększenie dokładności modelu.

Autorka zrezygnowała z pozyskiwania danych spoza przedsiębiorstw przewozowych co pozwala na uzyskanie autonomicznego narzędzia i uniezależnienia się od podmiotów zewnętrznych. W takim przypadku dane o kolizjach zwierząt z taborem, są na bieżąco aktualizowane, co wpływa na dokładność prognostyczną opracowanych procedur.

Doktorantka w sposób syntetyczny podsumowała wyniki swoich badań i porównała je z wynikami innych naukowców. Przeprowadziła rzetelną i krytyczną dyskusję nad możliwościami wykorzystania wyników swoich badań oraz poszerzenia ich zakresu.

Praca Pani mgr inż. Katarzyny Gawlak jest na wysokim poziomie merytorycznym i naukowym, posiada również duży zasób wiedzy praktycznej oraz cechuje się profesjonalizmem w podejściu do zagadnień związanych z modelowaniem elementów systemu bezpieczeństwa kolejowego. Warsztat naukowy przedstawiony w rozprawie świadczy o dużej dojrzałości naukowej doktorantki, wiedzy oraz interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych zagadnień. Potrafi bardzo dobrze rozwiązywać bardzo skomplikowane zagadnienia związane z pozyskiwaniem i analizą danych, które cechuje wiele różnych warstw problemów, między innymi: techniczne, środowiskowe itp., które w swej naturze nie są łatwe i wymagają wszechstronnej wiedzy oraz naukowego przygotowania do ich rozwiązywania.

Myślę, że niektóre elementy pracy (dotyczące przebiegu badań, gromadzenia danych) powinny być bardziej wyeksponowane, ponieważ Doktorantka wykonała bardzo obszerną pracę, wymagającą dużego zaangażowania i nakładu czasu, a w rozprawie nie zostało to uwypuklone.

Uważam zatem, że badania opisane w rozprawie dotyczące opracowania i wdrożenia mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych są autorską propozycją mgr inż. Katarzyny Gawlak.

## 6. Uwagi szczegółowe

Podczas czytania i analizy treści rozprawy zauważyłem szereg potknięć edytorskich, terminologicznych i merytorycznych, które wymagają komentarza i ustosunkowania się Autora pracy. Do najważniejszych należą:

1. Str. 10 wers 13 od góry: jest - Po przyjęciu ustawy [27] rozpoczął się podział państwowego podmiotu na mniejsze jednostki organizacyjne – mając na uwadze poprzednie zdanie w którym Doktorantka odwołuje się do historii z 1926 r. uważam, że należy podać datę wejścia w życie przywoływanej ustawy.
2. Str. 11 wers 11 od góry: jest - Wprowadzenie takich rozwiązań nie jest jednak proste... - słowo proste powinno zostać zastąpione na łatwo. – Prosta to linia opisana funkcją matematyczną.
3. Str. 13 wers 3 od dołu: napisano: W pracy uwzględniono kwestię zdarzeń kolejowych w aspekcie analizy i określania prawdopodobieństwa zidentyfikowania w raporcie końcowym przyczyn zdarzeń, takich jak zarządzanie zmęczeniem, ergonomią miejsca pracy, przywództwo i monitorowanie. – moim zdaniem to zdanie jest nielogiczne, dodatkowo nie napisano w nim czego dotyczy monitorowanie.
4. Str. 15 Rysunek 2. W przypadku refleksyjności związanej z bezpieczeństwem, uważam, że należałoby poszerzyć definicję o zdolność do uczenia się w oparciu o doświadczenia innych, a nie tylko swoje.

5. Str. 28 Rysunek 5 - Opisy na rysunkach powinny być w języku polskim, ponieważ cała rozprawa jest napisana w tym języku.
6. Str. 44 3 akapit: jest napisane: Na Rysunku 16 przedstawiono mapę zrealizowaną w ramach projektu badawczego „Amelia” mającego na celu... - uważam, że należy konsekwentnie podawać kraj w którym ten projekt był realizowany. Bez tego zabiegu można błędnie przyjąć, że dokonano tego w Szkocji.
7. W rozdziale 6.2 Autorka definiuje „Wskaźnik kolizji” niestety tylko słownie, myślę, że formalizacja matematyczna poprawiłaby przejrzystość rozprawy.
8. W tym samym rozdziale na str. 56 Doktorantka pisze o wskaźniku gęstości wystąpienia kolizji, którego jednak wcześniej nie zdefiniowała.
9. Na rysunkach 22 i 26 autorka nieprecyzyjnie opisuje osie pionowe.
10. Teza pracy o treści: „Zasadnym jest opracowanie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych” jest niefalsyfikowalna, jest zdaniem, którego w zasadzie nie trzeba udowadniać, jednocześnie nie sformułowano kryteriów przyjęcia bądź odrzucenia tezy, co utrudnia jednoznaczną ocenę uzyskanych wyników.
11. Proponuję rysunki numerować rozdziałami.
12. Wnioski podzielić na: Poznawcze, Utylitarne i Kierunki dalszych badań.

## 7. Podsumowanie i konkluzja

Przedstawioną do recenzji pracę oceniam pozytywnie, została ona wykonana na bardzo dobrym poziomie merytorycznym. Zawarte w niej treści dotyczą złożonych problemów związanych z opracowaniem bazy danych i modelowaniem elementów systemu bezpieczeństwa kolejowego.

Zaprezentowane w rozprawie wyniki badań są oryginalnym dorobkiem naukowym Doktorantki, a rezultaty pracy mogą zostać bezpośrednio wykorzystane w praktyce. Kandydatka potrafi poprawnie rozwiązać i zaprojektować warsztat badawczy, zinterpretować wyniki uzyskane z badań, a co najważniejsze, posiada też umiejętność krytycznej oceny własnych dokonań. Opisane w rozprawie badania i analizy są na wysokim poziomie, a ich wyniki rozszerzają wiedzę zakresu modelowania predykcyjnego zjawisk niepożądanych w systemach kolejowych oraz aplikacji wyników badań modelowych w systemach zarządzania bezpieczeństwem.

Wskazane niedociągnięcia i uwagi nie umniejszają wartości merytorycznej pracy. Przewaga wartości poznawczych i merytorycznych nad niedociągnięciami pozwala na pozytywną ocenę recenzowanej pracy. Na taką ocenę pracy ma również wpływ to, że zagadnienia którymi zajmowała się Doktorantka, są zagadnieniami trudnymi od strony teoretycznej i badawczej, a wyniki badań mają zastosowanie praktyczne.

**Biorąc pod uwagę wcześniejsze rozważania stwierdzam, że rozprawa doktorska pt.: „Opracowanie i wdrożenie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych” mgr inż. Katarzyny Gawlak spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawarte w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo**

o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) oraz mieści się w ZAKRESIE NAUK INŻYNIERYJNO-TECHNICZNYCH w dyscyplinie INŻYNIERIA LĄDOWA, GEODEZJA I TRANSPORT. W związku z tym wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie mając na uwadze bardzo wysoki poziom merytoryczny rozprawy wnoszę o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Gawlak pt.: Opracowanie i wdrożenie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych”.



PODPIS ZAUFANY

GRZEGORZ MAREK  
SZYMAŃSKI

12.12.2024 11:21:29 [GMT+1]

Dokument podpisany elektronicznie  
podpisem zaufanym

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Szymanski".