



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

Kraków, 29 listopada 2024 r.

## 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”.

Podstawą wykonania niniejszej recenzji było postanowienie Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej z dnia 26 września 2024 roku. Praca doktorska mgr inż. Katarzyny Gawlak została przygotowana w trybie art. 190 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.). Zgodnie z art. 187 ustawy „Rozprawa doktorska, powinna prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne”.

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 do struktury i celu pracy, jak również przedstawiono konkluzję końcową rozprawy doktorskiej.

### 1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca doktorska mgr inż. Katarzyny Gawlak pt.: „Opracowanie i wdrożenie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych” została napisana pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Jarosława Koniecznego, prof. PŚ i promotora pomocniczego dr inż. Wojciecha Gamona.

Praca składa się z dziewięciu rozdziałów, wykazu bibliografii, spisu załączników, rysunków i tabel oraz czterech załączników. Praca liczy łącznie 117 stron, z czego tekst zasadniczy 108 strony. Na bibliografię (łącznie 195 pozycje) składają się zwarte pozycje książkowe, artykuły z czasopism, akty prawne oraz źródła internetowe. Doktorantka wykorzystała w pracy zarówno literaturę polską, jak i obcojęzyczną (głównie w języku angielskim).

W rozdziale pierwszym, poprzedzonym wykazem najważniejszych skrótów i oznaczeń, przedstawiono wprowadzenie do tematyki rozprawy doktorskiej, opisując podstawowe definicje związane z bezpieczeństwem i identyfikację regionalnego kolejowego transportu pasażerskiego. Rozdział drugi to charakterystyka wybranych zagadnień związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa w transporcie kolejowym, w którym Doktorantka dokonała przeglądu regulacji prawnych na poziomie europejskim oraz krajowym związanych z bezpieczeństwem, a w szczególności poruszających kwestię zdarzeń kolejowych i wpływu czynnika ludzkiego na te zdarzenia. Kolejne rozdziały dotyczą przeglądu aktualnego stanu wiedzy w zakresie metod oceny bezpieczeństwa, predykcji zdarzeń kolejowych i interaktywnych map elektronicznych powiązanych z bezpieczeństwem transportu kolejowego oferowanych przez zarządców infrastruktury oraz przewoźników kolejowych na świecie. Cel i zakres pracy opisano w rozdziale 5. Rozdział 6 dotyczy szczegółowego opisu opracowanego modelu predykcji kolizji pojazdów kolejowych ze zwierzyną, a rozdział 7 to koncepcja wizualizacji zdarzeń kolejowych związanych z opracowanym modelem predykcji z wykorzystaniem interaktywnej mapy linii kolejowych PKP PLK S.A.

Rozprawa jest napisana poprawnym i precyzyjnym językiem. Układ pracy jest przejrzysty, podział treści rozprawy na rozdziały i podrozdziały poprawny. Materiały graficzne (rysunki, schematy, mapy) oraz tabele z wynikami zamieszczone w pracy, w sposób właściwy przedstawiają studia Doktorantki, które dotyczą modelowania i prognozowania zdarzeń kolejowych z udziałem czynników zewnętrznych oraz wizualizacji wyników z wykorzystaniem interaktywnych map elektronicznych.

## **2. Ocena podjętego tematu**

Recenzowana praca dotyczy problemu bezpieczeństwa pasażerskiego transportu kolejowego. W kontekście niniejszej rozprawy istotnym elementem mającym wpływ na bezpieczeństwo realizacji przewozów jest odpowiednie zarządzanie czynnikiem ludzkim. Człowiek w transporcie kolejowym ma istotny wpływ na zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, a implementacja rozwiązań technicznych ma na celu minimalizację błędnych decyzji człowieka w prowadzeniu ruchu kolejowego. Niezależnie jednak od

stosowania rozwiązań technicznych, konieczne jest także kreowanie w organizacji odpowiednich warunków sprzyjających budowie kultury bezpieczeństwa w realizowanych działaniach.

W pracy podjęto próbę opracowania modelu predykcji kolizji pojazdów kolejowych z dziko żyjącymi zwierzętami (tj. sarny, dziki, jelenie czy łosie), który jest oparty na rzeczywistych danych statystycznych gromadzonych w ramach systemów zarządzania bezpieczeństwem funkcjonujących u przewoźników kolejowych. Dodatkowo zaprojektowano interaktywną, elektroniczną mapę, która umożliwi prezentację wyników modelu predykcyjnego niebezpieczeństwa potrącenia zwierzyny i tym samym przekazywanie maszynistom ostrzeżenia o niebezpiecznych odcinkach linii kolejowych. Informacje te służą przede wszystkim do podniesienia poziomu bezpieczeństwa prowadzonych przewozów i wyciągania wniosków zapobiegających ich powtarzaniu się w przyszłości.

Kolizje pojazdów kolejowych z dziką zwierzyną mają istotny wpływ nie tylko na środowisko naturalne, ale również na jakość usług przewozowych odbieraną przez pasażerów oraz działalność operacyjną przewoźników kolejowych. Kolizja pojazdu z dziką zwierzyną związana jest z opóźnieniami będącymi następstwem zatrzymania pociągu biorącego udział w zdarzeniu, jak również kosztami przedsiębiorstw związanych z uszkodzeniami pojazdów. Dodatkowo bardzo często zachodzi konieczność tymczasowego wyłączenia pojazdów z ruchu w celu dokonania oględzin technicznych i dokonania niezbędnej naprawy. W przypadku gdy potrącone zwierzę dokona uszkodzeń elementów podwozia pojazdu, istnieje również zagrożenie wykolejenia pociągu i znaczących strat w infrastrukturze kolejowej.

O wadze podjętej tematyki mogą świadczyć dane statystyczne dotyczące liczby przypadków kolizji pociągów ze zwierzętami. Tylko u dwóch przewoźników regionalnych (Koleje Śląskie i Koleje Wielkopolskie), którzy brali udział w badaniach przeprowadzonych w niniejszej pracy, w okresie 3 lat zarejestrowano 2257 takich przypadków.

**Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia uważam, że wybór tematu rozprawy jest aktualny i istotny dla bezpieczeństwa transportu kolejowego.**

### **3. Analiza treści pracy doktorskiej**

W przedstawionej do recenzji rozprawie, Doktorantka podjęła się zadania związanego opracowaniem modelu predykcji zdarzeń wypadkowych pojazdów kolejowych z udziałem dzikich zwierząt i metody ostrzegania maszynistów o niebezpiecznych miejscach na sieci kolejowej w aspekcie możliwej kolizji ze zwierzętami. Wyznaczenie lokalizacji, w których dochodzi do największej liczby zdarzeń związanych z potrąceniem zwierzyny pozwala na wprowadzenie w danym obszarze działań mających na celu zminimalizowanie liczby takich kolizji lub łagodzenia ich skutków, wpływając tym samym na zwiększenie bezpieczeństwa przewozów.

Analiza aktualnego stanu wiedzy przeprowadzona przez doktorantkę w rozdziałach 2 ÷ 4 w zakresie wpływu czynnika ludzkiego w transporcie kolejowym oraz metod oceny bezpieczeństwa kolejowego wykazała, że problem potrąceń zwierząt, nie jest wystarczająco analizowany. W wielu krajach nie są analizowane sytuacje niebezpieczne związane z potrąceniami zwierząt i problem ten nie jest tak szeroko rozpoznany i badany jak wypadki na przejazdach kolejowo-drogowych. Aktualnie obowiązująca u polskiego zarządcy infrastruktury kolejowej kwalifikacja zdarzeń na sieci kolejowej uwzględnia kolizje pojazdów kolejowych z dzikimi zwierzętami tylko jako tzw. sytuacje potencjalnie niebezpieczne. Problem wypadków pojazdów kolejowych z dziką zwierzyną występuje jednak u przewoźników kolejowych na całym świecie. Na podstawie analizy literatury dotyczącej prognozowania zdarzeń niebezpiecznych na sieci kolejowej przedstawionej w rozdziale 3 stwierdzono, że zdarzenia wypadkowe na przejazdach kolejowo-drogowych są najczęściej podejmowane w modelach predykcyjnych dotyczących bezpieczeństwa kolejowego. Doktorantka zwróciła również słusznie uwagę na bardzo ograniczone zastosowanie przez przewoźników kolejowych modeli predykcyjnych opartych na rzeczywistych danych eksploatacyjnych, co mogłoby przyczynić się do podniesienia poziomu bezpieczeństwa kolejowego.

Na podstawie wniosków ze studium analitycznego w pkt. 5.2 zdefiniowano główny cel pracy, którym było **opracowanie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji na podstawie wybranych danych regionalnych przewoźników pasażerskich**. Poza celem głównym sformułowano również cele naukowe i cel użyteczny pracy.

Zrealizowanie celu rozprawy doktorskiej wraz z osiągnięciem celów naukowych i użytecznych, wymagało zrealizowania następujących działań:

- a) analizy zasadności podjęcia tematu w aspekcie aktualnie stosowanych rozwiązań,
- b) rozpoznania potrzeb regionalnych przewoźników pasażerskich,
- c) pozyskania danych w zakresie zdarzeń kolejowych od regionalnych przewoźników pasażerskich, UTK oraz PKBWK,
- d) analizy otrzymanych danych i ich parametrów w zakresie możliwości ich dalszego wykorzystania,
- e) adaptacji danych oraz opracowanie modeli predykcyjnych potrąceń zwierzyny przez pojazdy kolejowe dla wybranych przewoźników,
- f) wdrożenia modelu predykcyjnego oraz mapy zdarzeń kolejowych u wybranych regionalnych przewoźników pasażerskich,
- g) opracowania mapy wydarzeń kolejowych dla wybranych przewoźników,
- h) oceny przydatności modelu predykcyjnego oraz mapy zdarzeń kolejowych jako narzędzi wspierających system zarządzania bezpieczeństwem przewoźnika,

i) wskazania wniosków końcowych oraz rekomendacji w zakresie dalszych badań.

W rozdziale 6 przedstawiono szczegółowo opis modelu predykcyjnego opartego o wnioskowanie bayesowskie i opracowanego przy współpracy z Instytutem Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN. Dużą zaletą opracowanego modelu jest możliwość wykorzystania rzeczywistych danych wejściowych gromadzonych przez przewoźnika kolejowego w zakresie potrąceń zwierzyny przez pojazdy kolejowe jak: numer linii kolejowej i jej kilometrą, datę i godzinę wydarzenia, bez konieczności angażowania podmiotów trzecich.

Model został opracowany na podstawie danych uczących obejmujących okres 3 lat (2020-2022) pozyskanych od dwóch regionalnych przewoźników kolejowych tj. Kolei Śląskich sp. z o.o. oraz Kolei Wielkopolskich sp. z o.o. W modelu uwzględniono dobowy rozkład godzinowy oraz zmienność liczby potrąceń zwierzyny w poszczególnych miesiącach roku, charakteryzujących się zróżnicowaną długością dnia i nocy. Na podstawie danych wejściowych opracowano model wskazujący odcinki o długości 5 km oraz okna czasowe o długości jednej godziny, w których występuje wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia kolizji ze zwierzętami. Wyniki modelu, uzyskane poprzez skrypt utworzony w języku Python, zostały przedstawione na mapach ostrzeżeń, które prezentują w graficzny sposób ostrzeżenia spełniające określone progi prawdopodobieństwa wystąpienia potrącenia zwierzyny przez pojazdy kolejowe. Implementacja i weryfikacja modelu została przeprowadzona na rzeczywistych danych od spółki Koleje Śląskie i Koleje Wielkopolskie. Przeprowadzono również bardziej szczegółową weryfikację poprzez określenie jego skuteczności, rozumianej jako zgodność lokalizacji i czasu wydarzeń związanych z potrąceniem zwierzyny z ostrzeżeniami wydanymi przez algorytm. Skuteczność modelu po wprowadzeniu korekty kilometrą wydanego ostrzeżenia o  $\pm 2$  km wynosi 59% dla Kolei Śląskich i 48% dla Kolei Wielkopolskich, co można uznać za wartości zadawalające.

W kolejnym etapie wyniki uzyskane z symulacji zostały wykorzystane do budowy interaktywnej mapy zdarzeń kolejowych i ostrzeżeń wydawanych maszynistom, opisanej w rozdziale 7. Zadanie to zostało zrealizowane z wykorzystaniem interaktywnej mapy linii kolejowych PKP PLK S.A., która umożliwia wyszukanie dowolnego punktu na sieci kolejowej wskazując dokładne współrzędne geograficzne miejsca potencjalnie niebezpiecznego. Dzięki wykorzystaniu oprogramowania ArcGIS dużą zaletą opracowanej mapy jest możliwość używania jej na indywidualnych urządzeniach mobilnych np.: na tabletach z dostępem do sieci Internet przez maszynistów pojazdów trakcyjnych.

W mojej opinii główny cel pracy zdefiniowany jako: *Opracowanie mapy zdarzeń kolejowych oraz modelu ich predykcji na podstawie wybranych danych regionalnych przewoźników pasażerskich* został zrealizowany. Osiągnięto również cele naukowe dotyczące:

a) analizy przestrzennej i czasowej zdarzeń kolejowych z udziałem zwierząt,

- b) wyznaczono tzw. „czarne punkty” na sieciach kolejowych obsługiwanych przez dwóch regionalnych przewoźników kolejowych,
- c) wyznaczono odcinki linii kolejowych, na podstawie wyników modelu predykcyjnego, o których ze względu na zagrożenie potrąceniem zwierzyny powinien być ostrzegany maszynista.

Poprzez wdrożenie modelu predykcyjnego potrąceń zwierzyny oraz mapy zdarzeń prezentującej wyniki symulacji w zakresie ostrzeżeń wydawanych maszynistom w spółce Koleje Śląskie zrealizowano również cel użyteczny pracy.

Opracowany model predykcji potrąceń zwierzyny na sieci kolejowej wraz z prezentacją wyników na dedykowanej do tego celu interaktywnej mapie jest przykładem innowacyjnego rozwiązania dla systemów zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych. Poza opisanymi we wnioskach końcowych (pkt. 8) możliwościami dalszego rozwoju opracowanego modelu predykcyjnego i mapy zdarzeń kolejowych, w mojej opinii opracowane narzędzie po odpowiedniej modyfikacji ma możliwość szerszego zastosowania, nie tylko dla przewozów regionalnych, ale również dla pasażerskich przewozów międzyaglomeracyjnych, które charakteryzują się wyższymi prędkościami eksploatacyjnymi i wyższymi skutkami kolizji ze zwierzętami.

#### 4. Uwagi szczegółowe do pracy

1. W pracy Doktorantka do opisu sytuacji eksploatacyjnych na sieci kolejowej, które nie są poważnym wypadkiem, wypadkiem lub incydem używa pojęcia „wzdarzenie kolejowe”, co wynika z ogólnej klasyfikacji stosowanej w instrukcji Ir-8 PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. W mojej opinii kolizje pojazdów kolejowych ze zwierzętami powinny mieć wyższą wagę i powinny być klasyfikowane jako sytuacje niebezpieczne. Biorąc pod uwagę, że opracowane narzędzie (model predykcji i mapa) dotyczy sytuacji związanych z potrąceniami zwierząt przez pociągi, bardziej właściwe do opisu tego zagadnienia jest pojęcie „zdarzenia kolejowego”, które zachodzi w sposób nieplanowany, niespodziewany. Również w tytule pracy zamiast „*Opracowanie i wdrożenie mapy wzdarzeń kolejowych*” może być zastosowane: „*Opracowanie i wdrożenie mapy zdarzeń kolejowych*”.
2. Na początku pracy zamieszczono wykaz najważniejszych skrótów i oznaczeń. Wśród skrótów na str. 4 są zamieszczone dwa rozporządzenia (Rozporządzenie (UE) 1158/2010 i Rozporządzenie (UE) 2018/762), które powinny być zamieszczone w spisie bibliografii, a nie w wykazie skrótów.
3. Str. 7 pkt. 1.2. Charakterystyka regionalnego kolejowego transportu pasażerskiego – w punkcie tym warto byłoby dodać dane statystyczne w formie tabeli lub wykresu dotyczące udziału wymienionych przewoźników w przewozach pasażerskich w Polsce.

4. Str. 11 – jest: *Temat ergonomicznego stanowiska pracy maszynisty został opisany w technicznych specyfikacjach interoperacyjności....* powinno być: *„Wymogi dotyczące ergonomicznego stanowiska pracy maszynisty zostały przedstawione w technicznych specyfikacjach interoperacyjności... W TSI Loc&Pas w pkt. 4.2.9.1. Kabina maszynisty i interfejs maszynista/pojazd są wyłącznie wymogi dotyczące pojazdów kolejowych wyposażonych w kabinę maszynisty.*
5. Str. 23 pkt. 2.2. Obowiązki przewoźnika kolejowego w aspekcie wydarzeń kolejowych – w punkcie tym warto byłoby dodać dane statystyczne w formie wykresu przedstawiającego strukturę przyczyn sytuacji niepożądanych na sieci kolejowej np. za 2023 rok z bazy UTK lub PKP PLK. Tym bardziej, że w dalszej części pracy są odwołania do zagadnienia.
6. Str. 48 - W pkt.5 – zdefiniowano cel główny pracy, cele naukowe oraz cel użytkowy, co jest standardem w pracach doktorskich w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych. W mojej opinii, dodatkowo postawiona teza pracy wydaje się zbędna.
7. str. 66 pkt. 6.4. Opis modelu predykcyjnego - Doktorantka powołuje się na publikację [195], która jeszcze nie jest wydana (bibliografia poz. 195).

Praca napisana jest na bardzo dobrym poziomie z zastosowaniem właściwej terminologii. Nie mniej jednak Autorka nie uniknęła kilku błędów językowych, edytorskich i stylistycznych np.:

1. Str. 11 – jest: *„...a co z tym związane – długi cykl życia produktów tj. infrastruktury i taboru kolejowego...”*, powinno być: *„...a co z tym związane – długi cykl istnienia produktów tj. infrastruktury i taboru kolejowego...”*,
2. Str. 13 – jest: *„Często wykorzystywaną metodą jest System Analizy i Klasyfikacji Czynnika Ludzkiego (HFACS, Human Factor Analysis and Classification System) [42] i jej wariacje...”*, powinno być: *„Często wykorzystywaną metodą jest System Analizy i Klasyfikacji Czynnika Ludzkiego (HFACS, Human Factor Analysis and Classification System) [42] i jej modyfikacje...”*
3. Str. 17 – jest: *„...kultury bezpieczeństwa kolejowego, z jego inicjatywy wdrożono projekt o nazwie Deklaracja...”*, powinno być: *„...kultury bezpieczeństwa kolejowego. Z jego inicjatywy wdrożono projekt o nazwie Deklaracja...”*
4. Str. 19 – jest: *„...skupi się na niezbędnych wymaganiach na poziomie europejskim oraz krajowym.”*, powinno być: *„...w analizie regulacji prawnych skupiono się na niezbędnych wymaganiach na poziomie europejskim oraz krajowym.”*
5. Str. 34 – jest: *„Do dalszej analizy poziomów interaktywności map można wykorzystać [153]”*, powinno być: *„Do dalszej analizy poziomów interaktywności map można wykorzystać wnioski przedstawione w pracy [153]”*.

6. Str. 100 poz. [30] – należy dodać rozporządzenie z późniejszymi zmianami (ostatnia zmiana z września 2023 r.).
7. St. 48 – pkt. 5.1. Zasadność podjęcia tematu: *Przedmiotowa Mapa wydarzeń kolejowych otrzymała w 2022 r. nagrodę w konkursie Kultury Bezpieczeństwa w transporcie kolejowym organizowanym przez Prezesa UTK w kategorii „Rozwiązania systemowe”*. Nagroda za opracowanie „Mapy zdarzeń i wydarzeń kolejowych” została przyznana spółce Koleje Śląskie w ramach V edycji konkursu Kultury Bezpieczeństwa w transporcie kolejowym w 2021 roku.

Do części badawczej pracy nasuwa się kilka pytań, które uważam mogą być warte dyskusji podczas publicznej obrony pracy doktorskiej Pani mgr Katarzyny Gawlak:

1. Jakie są aktualnie stosowane metody minimalizacji zagrożeń ryzyka kolizji pojazdów kolejowych z dzikimi zwierzętami, zwłaszcza na głównych liniach magistralnych – charakteryzujących się dużymi prędkościami eksploatacyjnymi?
2. Dlaczego w budowie modelu predykcji kolizji pociągów ze zwierzyną, na etapie doboru podmiotów rynku kolejowego zdecydowano się na badania regionalnych przewoźników pasażerskich, zamiast przewoźników dalekobieżnych?
3. Jakie są wymogi w zakresie danych wejściowych i danych uczących niezbędnych do wykorzystania opracowanego narzędzia (modelu i mapy) przez innych przewoźników regionalnych?
4. W przypadku zastosowania opracowanego modelu predykcji dla innych linii kolejowych, obsługiwanych przez innych przewoźników niż Koleje Śląskie czy Koleje Wielkopolskie, kluczowe jest przyjęcie wartości progowej prawdopodobieństwa  $p_{\text{progowe}}$ , która stanowi podstawę wydania ostrzeżeń o kolizji ze zwierzyną. W pkt. 6.4 stwierdzono, że wartość progowa może zostać indywidualnie wyznaczona przez przewoźnika kolejowego. W pracy przyjęto cztery wartości: 0,0005; 0,001; 0,0015 i 0,002. Jakie są zasady lub ogólne zalecenia dotyczące ustalenia tej wartości progowej?
5. Temat rozprawy doktorskiej jest kontynuacją wcześniejszych prac badawczych doktorantki w ramach m.in. pracy magisterskiej, jak również projektu prowadzonego przez spółkę Koleje Śląskie nagrodzonego w ramach V edycji konkursu UTK „Kultura Bezpieczeństwa w transporcie kolejowym” w 2021 roku. Jaki był udział Doktorantki w tym projekcie?

## 5. Konkluzja końcowa

Przedstawione uwagi nie umniejszają wartości naukowej i pozytywnej oceny merytorycznej pracy. W świetle sformułowanych uwag zawartych w recenzji pracy mgr inż. Katarzyny Gawlak pt.: „Opracowanie i wdrożenie mapy wydarzeń kolejowych oraz modelu



ich predykcji jako narzędzi wykorzystywanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych” stwierdzam, że niniejsza rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w obowiązujących przepisach: art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.) 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, Geodezja i Transport. W części badawczej dowiodła również, że posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa wnosi nowy wkład w wiedzę z obszaru budowy modeli predykcyjnych zdarzeń kolejowych z udziałem czynników zewnętrznych oraz wizualizacji wyników z wykorzystaniem interaktywnych map elektronicznych i może stanowić podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

**W związku z powyższym wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej o dopuszczenie mgr inż. Katarzyny Gawlak do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.**

Z poważaniem,

