



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

Kraków, 28 października 2025 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Julii Milewicz pt.: „Bioróżnorodność a transport kolejowy – klasyfikacja metod ograniczania negatywnego wpływu na dzikie zwierzęta oraz propozycja adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej do wdrażania rozwiązań mitygacyjnych jako element strategii zrównoważonego rozwoju”.

Podstawą wykonania niniejszej recenzji było postanowienie Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 7 października 2025 roku. Praca doktorska mgr inż. Julii Milewicz została przygotowana w trybie art. 190 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, 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. Julii Milewicz pt.: „Bioróżnorodność a transport kolejowy – klasyfikacja metod ograniczania negatywnego wpływu na dzikie zwierzęta oraz propozycja adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej do wdrażania rozwiązań mitygacyjnych jako element strategii zrównoważonego rozwoju” została napisana pod kierunkiem promotora dra

hab. inż. Grzegorza Szymańskiego, prof. PP i promotora pomocniczego dra inż. Tomasza Nowakowskiego.

Praca składa się z jedenastu rozdziałów, spisu bibliografii, spisu rysunków i tabel. Praca liczy łącznie 149 stron, z czego tekst zasadniczy to 125 strony. Na bibliografię (łącznie 299 pozycje) składają się zwarte pozycje książkowe, artykuły z czasopism, raporty naukowe, akty prawne oraz źródła internetowe. Doktorantka wykorzystała w pracy zarówno literaturę polską, jak i obcojęzyczną (głównie w języku angielskim).

Praca składa się z trzech głównych części i uzupełnienia w postaci studium przypadków oraz wywiadów eksperckich. W pierwszej części pracy przedstawiono wprowadzenie oraz omówiono teoretyczne podstawy zrównoważonego rozwoju i ochrony bioróżnorodności. Cel, tezę i zakres pracy opisano w rozdziale 3. Rozdział 4 dotyczy szczegółowego opisu przyjętej metodyki badawczej obejmującej m.in. analizę statystyczną danych dotyczących kolizji pojazdów szynowych ze zwierzętami i opracowanie katalogu rozwiązań służących ograniczaniu negatywnego wpływu transportu kolejowego na środowisko naturalne. W celu oceny rzeczywistej relacji transportu kolejowego i dzikiej przyrody, w rozdziale 5 przedstawiono analizę statystyczną danych dotyczących zdarzeń kolejowych z udziałem zwierząt w Polsce. Rozdziały 6 i 7 obejmują analizę danych o kolizjach zwierząt z pojazdami szynowymi, klasyfikację dostępnych metod redukujących negatywny wpływ transportu na ekosystemy oraz opis opracowanej przez doktorantkę adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej WILD-RAIL. W rozdziale 8 i 9 przedstawiono dwa studia przypadków – pierwszy dla linii kolejowej nr 356 i drugi dla linii nr 139, które miały na celu potwierdzenie użyteczności i elastyczności opracowanego modelu. W dalszej części pracy zaprezentowano wyniki panelu eksperckiego, a w rozdziale 11 sformułowano wnioski końcowe.

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 badań zrównoważonego rozwoju transportu kolejowego oraz integracji systemów technicznych z ochroną bioróżnorodności.

2. Ocena podjętego tematu

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Julii Milewicz dotyczy interdyscyplinarnego problemu wpływu transportu kolejowego na środowisko naturalne, ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska kolizji pojazdów szynowych z dzikimi zwierzętami.

Kolizje pojazdów kolejowych ze zwierzętami mają istotny wpływ nie tylko na środowisko przyrodnicze, 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 przedsięwzięć 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, które dostaną się pod koła, istnieje również zagrożenie wykoślenia pociągu, obrażeń wśród pasażerów i znaczących strat w infrastrukturze kolejowej. Przykłady takich zdarzeń w Polsce i za granicą Doktorantka opisała w rozdziale 2.3.2 pracy.

O wadze podjętej tematyki mogą świadczyć dane statystyczne dotyczące liczby kolizji pociągów z dzikimi zwierzętami. Dane od zarządcy infrastruktury kolejowej PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. obejmujące okres 2017 – 2021 wskazują, że odnotowano ponad 5000 takich przypadków. Z kolei u przewoźników regionalnych, którzy brali udział w badaniach przeprowadzonych w niniejszej pracy, tj.: Koleje Wielkopolskie Sp. z o.o. zanotowano 1103 zdarzenia, Koleje Dolnośląskie Sp. z o.o. - 1101, Koleje Małopolskie Sp. z o.o. - 459, Arriva RP Sp. z o.o. - 83, Koleje Śląskie Sp. z o.o. - 1402, łącznie zarejestrowano ponad 4100 zdarzenia. W badanym okresie liczba kolizji wykazywała trend wzrostowy, co sugeruje, że pomimo stosowania strategii środowiskowych problem w zakresie bezpieczeństwa ruchu kolejowego oraz jego oddziaływania na otoczenie naturalne staje się coraz większy.

Zagadnienie kolizji pojazdów kolejowych z dzikimi zwierzętami jest dotąd słabo rozpoznane w literaturze krajowej i wymaga opracowania skutecznych narzędzi wspierających decyzje infrastrukturalne i środowiskowe. Doktorantka podjęła się zadania o dużym znaczeniu poznawczym i aplikacyjnym, integrując wiedzę z zakresu inżynierii transportu, ekologii, analizy ryzyka i zarządzania środowiskiem. Temat jest zgodny z priorytetami polityki zrównoważonego rozwoju i wyzwaniem Europejskiego Zielonego Ładu.

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

3. Analiza treści pracy doktorskiej

W przedstawionej do recenzji rozprawie Doktorantka podjęła się zadania związanego opracowaniem adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej do wdrażania rozwiązań łagodzących wpływ transportu kolejowego na dziką przyrodę (akronim WILD-RAIL, ang. Wildlife-Impact Limitation & Decision framework for Rail transport), która integruje diagnozowanie negatywnych oddziaływań kolei na bioróżnorodność ekosystemów z doбором adekwatnych rozwiązań redukujących negatywny wpływ transportu kolejowego na ekosystemy.

Analiza aktualnego stanu wiedzy przeprowadzona przez Doktorantkę z zakresu międzynarodowych strategii dotyczących ochrony środowiska i ich praktycznych wdrożeń oraz oddziaływania inwestycji infrastrukturalnych na środowisko wykazała, że dotychczasowe badania związane z tematyką oddziaływania transportu na środowisko, w głównej mierze odnoszą się do zanieczyszczenia powietrza oraz hałasu i drgań związanych z eksploatacją

pojazdów. Pomimo dostępnych analiz dotyczących skali, przyczyn i skutków kolizji z dzikimi zwierzętami, zarówno na drogach, jak i liniach kolejowych, publikacje naukowe koncentrują się na pojedynczych rozwiązaniach i ocenie skuteczności, a nie stanowią analizy porównawczej oraz całościowej, która mogłaby posłużyć jako katalog potencjalnych strategii mitygacyjnych. Na podstawie analizy literaturowej Doktorantka stwierdziła, że aktualnie brak jest kompleksowego i elastycznego spojrzenia na oddziaływanie systemu kolejowego na środowisko, które uwzględniałoby zarówno aspekty planowania przestrzennego, analizę danych, jak i operacyjne rozwiązania mitygacyjne. Obecne stosowane metody oceny oddziaływania na środowisko (np.: EIA, SEA) są często ograniczone do analizy przedinwestycyjnej, co utrudnia skuteczne dostosowywanie strategii ochrony do zmieniających się warunków.

Na podstawie wniosków ze studium analitycznego w rozdziale 3 Doktorantka sformułowała następującą tezę pracy: „Opracowanie adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej do planowania i wdrażania działań łagodzących negatywny wpływ transportu kolejowego na dzikie zwierzęta – uwzględniającej aspekty przestrzenne, przyrodnicze i operacyjne – stanowi rozwiązanie wspierające proces decyzyjny na rzecz ochrony bioróżnorodności i ograniczania kolizji pojazdów szynowych ze zwierzętami”. Założono, że teza zostanie przyjęta, jeżeli:

- wykaże się logiczny związek między proponowanym rozwiązaniem systemowym, a możliwością skuteczniejszego ograniczania negatywnego wpływu transportu kolejowego na dzikie zwierzęta i ekosystemy,
- studium przypadku, przeprowadzone z zastosowaniem opracowanej ramy, uwzględniające rzeczywiste uwarunkowania przestrzenne, przyrodnicze i operacyjne, wskaże realne i spójne wnioski, stanowiące praktyczne uzupełnienie dotychczasowych strategii ochrony środowiska w kontekście transportu kolejowego,
- adaptacyjna rama uwzględnia aktualny stan wiedzy, dostępne rozwiązania technologiczne, obowiązujące przepisy prawne oraz cele strategiczne związane z ochroną środowiska w sektorze kolejowym,
- zaproponowany proces analityczno-decyzyjny może być zastosowany w praktyce planowania inwestycji i modernizacji infrastruktury kolejowej.

Poza tezą sformułowano również cel naukowy i cel użyteczny pracy:

- **Celem naukowym** pracy jest przedstawienie aspektów zrównoważonego rozwoju w kontekście transportu kolejowego poprzez dokonanie przeglądu i oceny dostępnych metod mitygujących wpływ infrastruktury kolejowej na bioróżnorodność siedlisk naturalnych, analizę danych statystycznych dotyczących lokalizacji, jak i przyczyn i skutków kolizji pojazdów z dzikimi zwierzętami w Polsce, oraz propozycję podejścia do wdrażania odpowiednich rozwiązań w reakcji na bieżąco diagnozowane sytuacje

negatywnego oddziaływania kolei na ekosystemy, która umożliwi dostosowanie strategii ochronnych do warunków środowiskowych i operacyjnych.

- **Celem użytecznym** pracy jest opracowanie adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej wspierającej podejmowanie decyzji w zakresie planowania, modernizacji i eksploatacji infrastruktury kolejowej w sposób minimalizujący jej oddziaływanie na stan bioróżnorodności siedlisk w otoczeniu sieci transportowej.

Do osiągnięcia założonych celów, w rozdziale 4 Doktorantka opisała zastosowaną metodykę badawczą, która obejmuje dwa zasadnicze filary:

1. Opracowanie katalogu rozwiązań służących ograniczaniu negatywnego wpływu transportu kolejowego na dzikie zwierzęta,
2. Przeprowadzenie analizy statystycznej danych dotyczących kolizji pojazdów szynowych ze zwierzętami w Polsce.

Podstawę do opracowania klasyfikacji dostępnych rozwiązań ograniczających wpływ transportu kolejowego na przyrodę oraz warunków wdrażania tych metod w różnych kontekstach środowiskowych i infrastrukturalnych stanowiły przeprowadzone badania literaturowe. Wiele z proponowanych metod zaadaptowano z transportu drogowego, gdzie problematyka kolizji ze zwierzętami oraz fragmentacji siedlisk była analizowana znacznie wcześniej. Opracowana klasyfikacja przyjęła formę praktycznego katalogu narzędzi, który wspiera proces decyzyjny w zakresie doboru sposobów redukcji skutków fragmentacji siedlisk i ograniczania śmiertelności dzikich zwierząt. Klasyfikację i ocenę metod ograniczających ryzyko kolizji zwierząt z pojazdami szynowymi oraz ochrony bioróżnorodności wzdłuż linii kolejowych przedstawiono jako kompleksowy zestaw działań w tabeli 6.1. Metody te zostały podzielone na 3 rodzaje:

- rozwiązania infrastrukturalne (pasywne),
- rozwiązania aktywne,
- rozwiązania uzupełniające.

Przykład działań mitygujących i kompensacyjnych, mających na celu ograniczenie negatywnego wpływu transportu kolejowego na środowisko naturalne, w szczególności w zakresie zachowania ciągłości korytarzy migracyjnych oraz zapobiegania kolizjom z pojazdami szynowymi opisano w rozdziale 6.5 na przykładzie linii kolejowych projektowanych wraz z Centralnym Portem Komunikacyjnym (CPK).

Do analizy statystycznej danych dotyczących kolizji pojazdów szynowych ze zwierzętami zastosowano dane udostępnione przez polskiego zarządcę infrastruktury kolejowej PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz regionalnych przewoźników kolejowych:

- Koleje Wielkopolskie Sp. z o.o.
- Koleje Dolnośląskie Sp. z o.o.
- Koleje Małopolskie Sp. z o.o.
- Koleje Śląskie Sp. z o.o.

– Arriva RP Sp. z o.o.

Dane PKP PLK S.A. obejmują wszystkie zgłoszone do zarządcy infrastruktury zdarzenia, natomiast informacje przewoźników dotyczą transportu lokalnego. **Na duże uznanie zasługuje opracowana przez doktorantkę obszerna baza danych** o kolizjach pojazdów ze zwierzętami obejmująca okres od 4 do 6 lat (w zależności od przewoźnika) i szczegółowe dane dotyczące: numeru i kilometrażu linii kolejowej, grupę i gatunek zwierząt, liczbę osobników oraz godzinę i datę kolizji. Ponadto od przewoźników kolejowych zostały pozyskane dane dotyczące rodzajów uszkodzeń taboru w wyniku tych kolizji. W analizie danych i ostatecznym wyznaczeniu odcinków linii kolejowych o największym natężeniu zdarzeń, w analizie wykorzystano środowisko programowania Python i program Microsoft Excel. Określenie ich charakterystyki środowiskowej było możliwe dzięki analizie topograficznej z użyciem Mapy Interaktywnej Linii Kolejowych, Mapy korytarzy ekologicznych w Polsce oraz Mapy Google.

Wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej kolizji pojazdów szynowych ze zwierzętami w Polsce wskazują na skalę problemu, zarówno pod względem liczby zdarzeń, jak i ich konsekwencji środowiskowych i transportowych. Podsumowanie najważniejszych informacji przedstawiono w rozdziale 5.3 (tabele 5.3, 5.4 i 5.19). Najwięcej kolizji miało miejsce w obszarze Dolnego i Górnego Śląska oraz w Wielkopolsce. Zwierzęta najczęściej uczestniczące w kolizjach to sarny, jelenie, dziki i sporadycznie łosie. Szczególnie niebezpieczne dla bezpieczeństwa przejazdu są zderzenia ze stadami zwierząt, które skutkują poważnymi i obszernymi uszkodzeniami. Dane dotyczące kolizji z dzikimi zwierzętami są gromadzone przez przewoźników i raportowane raz w roku do Urzędu Transportu Kolejowego, jednak system ten pełni obecnie głównie funkcję sprawozdawczą. Brakuje mechanizmów przekształcania tych danych w konkretne działania zaradcze czy inwestycyjne, co ogranicza ich użyteczność decyzyjną.

Istotnym uzupełnieniem przyjętej metodyki badawczej były również wywiady eksperckie, szczególnie przydatne w przypadku badań interdyscyplinarnych, gdzie dane ilościowe są niewystarczające do pełnego zrozumienia złożonych zjawisk. Wywiady zostały przeprowadzone z przedstawicielami sektora nauki, przemysłu, instytucji badawczych oraz biznesu, zaangażowanych w problem minimalizowania wpływu transportu kolejowego na środowisko naturalne. Pozyskane przez doktorantkę dane pozwoliły na uwzględnienie praktycznych doświadczeń oraz pogłębioną interpretację wyników analiz ilościowych i literaturowych, a także wskazanie rekomendacji środowiskowych.

Na podstawie zgromadzonych danych i przeprowadzonych analiz stwierdzono potrzebę wdrażania nowych, kompleksowych rozwiązań integrujących aspekty ekologiczne z zarządzaniem infrastrukturą kolejową oraz eksploatacją taboru, odpowiadających na dynamicznie zmieniające się warunki środowiskowe. Odpowiedzią na te wyzwania było opracowanie przez Doktorantkę adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej do wdrażania rozwiązań mitygujących wpływ transportu na dziką przyrodę dla ochrony bioróżnorodności

w transporcie kolejowym (akronim WILD-RAIL, ang. Wildlife-Impact Limitation & Decision framework for Rail transport). Szczegółowemu opisowi opracowanej ramy poświęcony jest rozdział 7. Na początku rozdziału Doktorantka przedstawiła argumenty przemawiające za zastosowaniem pojęcia „adaptacyjna rama analityczno-decyzyjna”. Zgodnie z przyjętą koncepcją proponowane rozwiązanie nie stanowi pojedynczej, sztywnej metody ani zamkniętego algorytmu postępowania, lecz strukturalny, a jednocześnie elastyczny zestaw zasad, procedur i narzędzi umożliwiających skuteczne wdrażanie rozwiązań mitygacyjnych w zróżnicowanych warunkach środowiskowych i operacyjnych. Podkreślenie „adaptacyjnego” charakteru tej ramy wynika z założenia, że proces mitygowania oddziaływań transportu kolejowego na bioróżnorodność wymaga ciągłego dostosowywania narzędzi i strategii do zmieniających się uwarunkowań przyrodniczych, przestrzennych, technologicznych i instytucjonalnych.

Opracowana rama analityczno-decyzyjna składa się z czterech wzajemnie powiązanych etapów:

1. Pozyskania i analizy danych wejściowych,
2. Analizy przypadku,
3. Propozycji rozwiązania – obejmującej wybór metody mitygacyjnej
4. Etapu ewaluacji, w którym realizowane są działania wdrożeniowe i ocena ich skuteczności.

Etapy ramy WILD-RAIL wraz z kluczowymi działaniami cząstkowymi przedstawiono graficznie na rys. 7.1. Przyjmuje ona formę procesu analityczno-decyzyjnego, obejmującego: identyfikację zjawiska, analizę czynników, dobór odpowiednich środków mitygacyjnych oraz monitorowanie i udoskonalanie rozwiązania wraz ze schematem wytycznych dla stron zainteresowanych. W przeciwieństwie do istniejących w literaturze opracowań, które koncentrowały się na pojedynczych zagadnieniach, takich jak kolizje z dzikimi zwierzętami czy fragmentacja siedlisk, w opracowanej adaptacyjnej ramie dokonano krytycznej oceny istniejących rozwiązań, identyfikacji luki oraz propozycji mechanizmów dostosowywania narzędzi do różnorodnych warunków środowiskowych i operacyjnych. W rozdziałach 7.2 – 7.6 szczegółowo opisano kluczowe etapy opracowanej ramy.

Istotnym innowacyjnym osiągnięciem Doktorantki jest zaproponowana metoda wyznaczania lokalizacji tzw. hot-spotów, czyli miejsc w których dochodzi do największej liczby zdarzeń związanych z potrąceniem zwierzyny. Poprawna identyfikacja takich miejsc jest niezbędna do wprowadzenia w danym obszarze działań mających na celu zminimalizowanie liczby takich kolizji lub łagodzenia ich skutków, wpływając tym samym na zwiększenie bezpieczeństwa przewozów. Do wyznaczania hot-spotów doktorantka zastosowała wskaźnik W_{KP1000} (liczba kolizji na 1000 przejazdów), który zapewnia obiektywną ocenę skali zjawiska i pozwala na porównanie między odcinkami linii kolejowych.

Dodatkowo zastosowała 75. percentyl jako próg klasyfikacyjny umożliwiający wyznaczanie miejsc kolizji.

Rama WILD-RAIL została ponadto wzbogacona o wykorzystanie matrycy SWOT i elementów PESTEL, które posłużyły do identyfikacji czynników przyrodniczych, technicznych, społecznych i regulacyjnych oraz metodę FMEA umożliwiającą hierarchizację i ocenę ryzyka związanego z proponowanymi działaniami mitygacyjnymi.

Możliwość praktycznego zastosowania opracowanej ramy analityczno-decyzyjnej oceniono w studium przypadku (rozdział 8) dotyczącym linii kolejowej nr 356, przebiegającej przez kluczowy korytarz migracyjny łączący Park Krajobrazowy Puszcza Zielonka z obszarem Natura 2000 Biedrusko. Doktorantka przeprowadziła badania terenowe oparte na obserwacji własnej. Efektem zastosowania ramy analityczno-decyzyjnej było sformułowanie spójnych rekomendacji wdrożenia środków mitygacyjnych obejmujących m.in. adaptację istniejących przepustów oraz montaż urządzeń ochrony zwierząt typu UOZ-1. Wyniki przeprowadzonych analiz potwierdziły spójność logiczną między doбором adekwatnych rozwiązań a minimalizacją wpływu transportu kolejowego na bioróżnorodność. W rozdziale 9 przedstawiono przykład uzupełniający dla linii kolejowej nr 139.

Weryfikacja opracowanej ramy analityczno-decyzyjnej wykazała, że pomimo dużego potencjału aplikacyjnego opracowana rama analityczno-decyzyjna posiada pewne bariery związane z jej implementacją. Przede wszystkim w istotnym stopniu jej koncepcja opiera się na ocenie eksperckiej widocznej m.in. ramach analizy SWOT, PESTEL i FMEA. Ponadto wyniki otrzymane w ramach procesu analityczno-decyzyjnego w dużym stopniu zależą od dostępności szczegółowych danych statystycznych i środowiskowych dotyczących kolizji pojazdów szynowych ze zwierzętami.

Podsumowując stwierdzam, że analizowane zagadnienia zostały wyczerpująco udokumentowane i uzasadnione wynikami badań własnych. Postawiona teza pracy została udowodniona, a cel naukowy i użyteczny pracy został zrealizowany. Szczególną wartością przeprowadzonych przez doktorantkę badań było opracowanie innowacyjnego katalogu rozwiązań służących ograniczaniu negatywnego wpływu transportu kolejowego na dzikie zwierzęta, obejmującego ocenę dotychczasowych doświadczeń opisanych w rozproszonych publikacjach naukowych i dokumentach branżowych. Opracowana rama analityczno-decyzyjna stanowi oryginalne, autorskie rozwiązanie, które nie było dotychczas stosowane. Opracowana koncepcja, jako rozwiązanie systemowe, umożliwia wdrażanie skutecznych środków mitygujących wpływ transportu kolejowego na dzikie zwierzęta, takich jak przejścia, system ostrzegawcze i odstraszające, czy zrównoważone zarządzanie terenami kolejowymi, przy jednoczesnym zachowaniu efektywności transportu. Opracowana rama może stanowić uzupełnienie dla przedinwestycyjnych procedur oceny oddziaływania na środowisko, a także funkcjonować jako niezależne narzędzie wspierające podejmowanie decyzji w odpowiedzi na bieżące potrzeby ekologiczne.

Docelowo opracowana rama może zostać przekształcona w praktyczne narzędzie decyzyjne (informatyczne) wspomagające jednostki administracji państwowej w podejmowaniu decyzji dotyczących ochrony ekosystemów. W rozdziale 7.7 doktorantka zaprezentowała prototyp takiego narzędzia w formie interaktywnego formularza stworzonego w języku Python w środowisku Jupyter Notebook.

4. Uwagi szczegółowe do pracy

Rozprawa jest napisana poprawnym, precyzyjnym językiem naukowym i dobrze udokumentowana źródłowo. Zawiera liczne odniesienia do literatury krajowej i zagranicznej, a także do aktów prawnych i dokumentów strategicznych Unii Europejskiej (łącznie 299 pozycji literatury). Układ pracy jest przejrzysty, a ilustracje, tabele i diagramy wspierają narrację tekstową. Na uznanie zasługuje przygotowanie prototypu narzędzia informatycznego w języku Python, które znacząco zwiększa praktyczną wartość pracy. Po kompleksowej analizie treści pracy, stwierdzam, że tytuł pracy mógłby zostać skrócony do: „Adaptacyjna rama analityczno-decyzyjna do wdrażania rozwiązań mitygacyjnych w strategii zrównoważonego rozwoju”.

Praca napisana z zastosowaniem właściwej terminologii, nie mniej jednak Doktorantka nie uniknęła kilku błędów językowych, edytorskich i stylistycznych np.:

1. Str. 23 – jest: „...pyłów generowane przez elektrownie, urządzenia konserwacyjne...”, powinno być: „...pyłów generowanych przez elektrownie, urządzenia konserwacyjne....”,
2. Str. 24 – jest: „...śmierć w wyniku potrącenia przez pojazd lub udane przejście na drugą stronę.”, powinno być: „...śmierć w wyniku potrącenia przez pojazd lub udane przejście na drugą stronę.”,
3. Str. 28 – jest: „Oprócz kolizji, zdarzają się również zdarzenia śmiertelne związane z porażeniem prądem, uwięzieniem w szynach i uderzeniami przewodu jezdnego sieci trakcyjnej” – o jakie uderzenia chodzi?
4. Str. 28 – jest: *Transport kolejowy jest istotnym źródłem zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA, ang. PAHs – Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) i herbicydami, które mogą utrzymywać się przez dziesięciolecia ze względu na niską biodegradowalność.* – zdanie powinno być inaczej sformułowane, bo chodzi o zdarzenia wypadkowe w transporcie kolejowym lub sytuacje związane ze złym stanem technicznym wagonów towarowych zwłaszcza cystern przewożących materiały niebezpieczne,
5. Str. 29 jest: *Ponadto związki chemiczne związane z eksploatacją infrastruktury kolejowej oraz wyciekami produktów naftowych ze zbiorników paliwowych, osiągają poziom stanowiący zagrożenie dla organizmów wodnych...* – uwaga j.w. zdanie powinno być inaczej sformułowane

6. Str. 37 – jest: „*Proponowany rozwiązanie systemowe ma umożliwić...*”, a powinno być: „*Proponowane rozwiązanie systemowe ma umożliwić...*”,
7. Str. 38 – jest: „*W rezultacie zidentyfikowano linii kolejowych o największym natężeniu zdarzeń...*”, a powinno być: „*W rezultacie zidentyfikowano linie kolejowe o największym natężeniu zdarzeń...*”,
8. Str. 38 – jest: „*Wyniki uzyskane statystyczne uzupełniono interpretacjami...*”, a powinno być: „*Wyniki analiz statystycznych uzupełniono interpretacjami...*”,
9. Str. 41 – jest: „*Kolei Dolnośląski Sp. z o.o.*”, a powinno być: „*Kolei Dolnośląskich Sp. z o.o.*”...
10. Str. 41 – jest: *Łącznie kolejowy* – do usunięcia
11. Str. 77 – jest: „*...wpływu na dziką zwierzęta...*”, a powinno być: „*...wpływu na dzikie zwierzęta...*”
12. Str. 110 jest: „*Aspekty finansowe przed wszystkim wiążą się z...*” a powinno być: „*Aspekty finansowe przede wszystkim wiążą się z...*”,
13. Str. 111 jest: *Rekomendacje zawarte w tabeli 7.5 stanowią praktyczne kompendium wiedzy...* – błędne odwołanie, bo tabeli 7.5 nie ma

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

1. Jakie przesłanki zdecydowały o wyborze odcinka linii kolejowej nr 139 jako lokalizacji drugiego studium przypadku (tzw. przykładu ad hoc) i w jaki sposób wybór ten wpisuje się w założenia adaptacyjnego charakteru ramy WILD-RAIL?
2. Jakie są aktualnie stosowane metody minimalizacji ryzyka zagrożeń kolizji pojazdów kolejowych z dzikimi zwierzętami, zwłaszcza na głównych liniach magistralnych – charakteryzujących się dużymi prędkościami?
3. Dlaczego w budowie modelu predykcji kolizji pociągów ze zwierzyną, na etapie doboru podmiotów rynku kolejowego zdecydowano się na współpracę z regionalnymi przewoźnikami pasażerskimi, zamiast z przewoźnikiem dalekobieżnym PKP Intercity?
4. W jaki sposób zasilane są Urządzenia Ochrony Zwierząt UOZ-1, które zalecono jako metodę aktywną w studium przypadku dla analizowanego odcinka niezelektryfikowanej linii nr 356?
5. Jakie metody (np. wskaźniki) monitoringu można by zastosować do oceny długoterminowej skuteczności wdrożonych rozwiązań mitygacyjnych?
6. W opracowanej ramie adaptacyjno-decyzyjnej na etapie „Wyboru rozwiązań mitygacyjnych” stwierdzono, że przy wyborze rozwiązań minimalizacji ryzyka zagrożeń niezbędna jest ocena wykonalności, obejmująca m.in. aspekty ekonomiczne.

W przedstawionym studium przypadku dla linii kolejowej nr 356, brak jest jednak

analizy (choćby wstępnej) dotyczącej szacunkowych kosztów zaproponowanych rozwiązań. Taka informacja jest kluczowa do dalszego procedowania projektu dla instytucji i podmiotów zaangażowanych w działania dotyczące ochrony ekosystemów.

7. Wyniki przeprowadzanych analiz jednoznacznie wskazują na potrzebę stworzenia zintegrowanego systemu zarządzania środowiskowego w transporcie kolejowym – analogicznego do istniejącego systemu zarządzania bezpieczeństwem (SMS). Wydaje się, że istotną potrzebą jest stworzenie centralnej bazy danych o kolizjach pojazdów kolejowych ze zwierzętami. Jaka jest opinia doktorantki w tym zakresie?
8. Obecnie na zmodernizowanych liniach kolejowych w Polsce prędkości eksploatacyjne pojazdów pasażerskich wynoszą 160 km/h, a na wybranych odcinkach magistralnych osiągają 200 km/h. Przy takich prędkościach czas reakcji zwierzęcia na uniknięcie kolizji z pociągiem jest znacząco skrócony. W najbliższych latach w Polsce ma ruszyć budowa KDP z prędkościami eksploatacyjnymi ponad 300 km/h. Uwzględniając wieloletnie doświadczenia kolei dużych prędkości w takich krajach europejskich jak: Niemcy, Francja, Włochy czy Hiszpania, jakie rozwiązania ograniczające ryzyko kolizji pociągów ze zwierzętami powinny być dedykowane na tego typu liniach?

5. Konkluzja końcowa

Przedstawione uwagi nie umniejszają wysokiej wartości naukowej i pozytywnej oceny merytorycznej pracy. W świetle sformułowanych uwag zawartych w recenzji pracy mgr inż. Julii Milewicz pt.: „Bioróżnorodność a transport kolejowy – klasyfikacja metod ograniczania negatywnego wpływu na dzikie zwierzęta oraz propozycja adaptacyjnej ramy analityczno-decyzyjnej do wdrażania rozwiązań mitygacyjnych jako element strategii zrównoważonego rozwoju” stwierdzam, że niniejsza rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w obowiązujących przepisach: ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.) oraz ustawy 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. Praca wnosi nowy wkład w rozwój wiedzy o oddziaływaniach transportu kolejowego na środowisko, proponuje nowatorskie podejście do ich ograniczania i może stanowić podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

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

Z poważaniem,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Milewicz', with a long horizontal stroke extending from the end.