

Wpłynęło
do Biura Wydziału WILiŚ
dnia 12.11.2025
L.dz. 854 podpis Luboński

Prof. dr hab. inż. Władysław Gardziejczyk

Białystok, dnia 02.11.2025 r.

Politechnika Białostocka

Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Anny Gobis

pt.: *Metoda szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej*

1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Pani Dziekan Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej prof. dr hab. inż. Ewy Wojciechowskiej w imieniu Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport z dnia 11.09.2025 r. (L.dz. 661/WILiŚ/2025) z prośbą o przygotowanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Gobis pt.: *Metoda szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej* „*The life cycle costs estimation method of selected road infrastructure elements*”).

Recenzję przygotowano uwzględniając zapisy zawarte w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.).

2. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej i ocena jej układu

Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Kazimierz Jamroz, prof. PG. Praca liczy 255 stron i składa się z trzech zasadniczych części (9 rozdziałów), podsumowania, opisu rozprawy doktorskiej, spisu treści, bibliografii, spisu rysunków, spisu tabel, wykazu podstawowych skrótów i oznaczeń. Pierwszą część rozprawy stanowią: wprowadzenie, przegląd literatury wiedzy oraz sformułowanie celów pracy doktorskiej (rozdziały 1, 2 i 3). Część drugą, w której zaprezentowano koncepcję metody szacowania kosztów cyklu życia elementów infrastruktury drogowej, metodykę prowadzenia tzw. badań wejściowych oraz analizę ich wyników obejmują rozdziały 4, 5 i 6. Najważniejsze zagadnienia z naukowego i praktycznego punktu widzenia przedstawiono w części trzeciej – rozdziały 7, 8 i 9.

W opisie pracy doktorskiej umieszczono streszczenie w języku polskim i streszczenie w języku angielskim. Doktorantka w słowach kluczowych podała następujące pojęcia: szacowanie kosztów, cykl życia, koszty cyklu życia, metody szacowania kosztów, wariantowanie tras drogowych, bariery drogowe, drogi dla pieszych i rowerów, straty

użytkowników dróg, modele matematyczne, które wskazują na interdyscyplinarność rozprawy doktorskiej.

W rozdziale 1 (*Wprowadzenie – 3 str.*) przedstawiono w ogólnym zarysie charakterystykę problemu, genezę pracy oraz cel główny i strukturę rozprawy doktorskiej. Doktorantka zwróciła uwagę na potrzebę analizowania kosztów inwestycji drogowych z uwzględnieniem wszystkich etapów ich funkcjonowania i wskazała, że jednym z kluczowych narzędzi w nowoczesnym zarządzaniu siecią drogową jest metoda cyklu życia obiektu (LCC – Life Cycle Cost).

W rozdziale 2 (*Synteza studiów literatury – 48 str.*) Doktorantka w sposób bardzo szczegółowy dokonała przeglądu literatury w tematyce zagadnień związanych z infrastrukturą drogową wraz z oceną jej funkcjonowania, planowaniem i zarządzaniem. Przedstawiła modele i metody szacowania składowych kosztów cyklu życia jej elementów. Autorka słusznie zauważyła, że kompleksowa ocena funkcjonowania infrastruktury drogowej może być dokonana z uwzględnieniem zagadnień związanych z różnymi dyscyplinami, a nawet różnymi dziedzinami nauki. Zwraca uwagę fakt, że na każdym etapie analizy problemów związanych z infrastrukturą drogową Doktorantka ma na uwadze główny cel pracy doktorskiej, koszty cyklu życia jej elementów. Na podkreślenie zasługuje merytoryczne podsumowanie studiów literatury. Pewnym niedostatkim studiów literatury jest prezentacja w podrozdziale 2.1 danych z 2018r., a nie z ostatnich lat. Szkoda także, że w sposób zwarty nie podano luk badawczych, co ułatwiłoby sformułowanie tezy rozprawy doktorskiej.

W rozdziale 3 (*Cele i metodyka pracy – 3 str.*) Doktorantka wskazała trzy cele naukowe i dwa cele praktyczne rozprawy doktorskiej. Celami naukowymi są: identyfikacja oraz analiza czynników wpływających na koszty cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej (CN1), opracowanie matematycznych modeli składowych kosztów cyklu życia: wariantów lokalizacyjnych tras drogowych i drogowych barier ochronnych na drogach krajowych oraz infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu na drogach wojewódzkich (CN2), określenie wpływu wybranych czynników drogowych, ruchowych, konstrukcyjnych i otoczenia na analizowane składowe koszty cyklu życia analizowanych elementów dróg krajowych i dróg wojewódzkich (CN3).

Jako cele praktyczne wskazano: określenie charakterystyk funkcjonowania wybranych elementów infrastruktury drogowej, przegląd kosztów ich realizacji i funkcjonowania na poszczególnych etapach cyklu życia na drogach krajowych i wojewódzkich (CP2) oraz opracowanie metod szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury

drogowej uwzględniających rodzaj elementu infrastruktury drogowej, cel prowadzonej analizy oraz zróżnicowaną dostępność danych wejściowych (CP2).

W rozdziale 4 (*Koncepcja metody szacowania kosztów cyklu życia – 11 str.*) przedstawiono ogólną koncepcję metody szacowania kosztów w cyklu życia elementów infrastruktury drogowej, która może być wykorzystana w wielokryterialnej analizie porównawczej na etapie podejmowania decyzji przy wyborze najbardziej korzystnych rozwiązań w odniesieniu do dróg krajowych i dróg wojewódzkich. Przedstawiono przyjęte założenia metody szacowania kosztów i składowe koszty w cyklu życia drogi. Omówiono metodykę szacowania kosztów wskazując na sześciopiętowy proces budowy jej koncepcji. Na podstawie literatury i badań własnych podano matematyczny opis składowych kosztów: inwestycyjnych, utrzymania, użytkowników, środowiskowych oraz tzw. kosztów pozostałych obejmujących koszty likwidacji/demontażu/utylizacji i przygotowania dokumentacji rozbiórkowej, środków pieniężnych otrzymanych z odzyskanych materiałów.

W rozdziale 5 (*Metodyka prowadzenia badań – 15 str.*) Doktorantka przedstawiła metodykę prowadzenia badań, obejmującą badania terenowe, symulujące i dokumentacyjne, w celu identyfikacji i oceny kosztów w poszczególnych fazach „życia” elementów infrastruktury drogowej. Do badań terenowych wybrano dwa poligony: dróg krajowych położonych na obszarze 16 województw i dróg wojewódzkich w województwie warmińsko-mazurskim. Autorka wskazała na zbudowane bazy danych w odniesieniu do poligonu dróg krajowych i poligonu dróg wojewódzkich oraz wykorzystanie wyników testów zdarzeniowych oraz symulacji komputerowych dotyczących barier ochronnych wykonanych w ramach innych opracowań. W szczególności zwraca uwagę na fakt wykonania wielu badań i analiz w projektach badawczych realizowanych w ramach wspólnej inicjatywy NCBiR i GDDKiA, w konkursach „Rozwój Innowacji Drogowych”.

Autorka jako podstawę opracowania bazy techniczno-ekonomicznej wskazuje na dokumentację projektową i kosztową uzyskaną od GDDKiA, informacje od producentów i wykonawców barier ochronnych (na drogach krajowych), danych z platformy przetargowej ZDW Olsztyn w odniesieniu do infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu, danych z bazy cenowej SEKOCENBUD i BISTYP oraz Banku Danych Głównego Urzędu Statystycznego. Podkreśla także, że dane dotyczące kosztów elementów infrastruktury drogowej zostały uzupełnione informacjami z innych baz cenowych, wskaźnikami makroekonomicznymi (jednostkowy produkt krajowy brutto, roczne wydatki na infrastrukturę drogową, wskaźnik inflacji).

W rozdziale 6 (*Analiza wyników badań – 29 str.*) przedstawiono analizę wyników badań terenowych z baz danych dotyczących odcinków dróg krajowych oraz dróg wojewódzkich w województwie warmińsko-mazurskim. Przeanalizowano przebiegi dróg pod względem geometrycznym, obciążenia ruchem oraz infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu (na przykładzie dróg wojewódzkich), bezpieczeństwa ruchu, stosowanych barier ochronnych. Analizę kosztów zdarzeń drogowych z trzema rodzajami barier ochronnych (stalowe, linowe, betonowe) przeprowadzono przy wykorzystaniu bazy zawierającej wyniki symulacji i testów zderzeniowych. Analizę danych kosztowo-ekonomicznych dla dróg krajowych wykonano w odniesieniu do kosztów wariantowania tras, kosztów barier ochronnych (budowy, demontażu, zmiany kosztów budowy). W przypadku dróg wojewódzkich przeanalizowano koszty infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu drogowego. W sposób szczegółowy podsumowano wyniki badań.

W rozdziale 7 (*Modelowanie składowych kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej – 65 str.*) Doktorantka we wstępnej jego części przedstawiła metodykę budowy modeli składowych kosztów cyklu życia elementów infrastruktury drogowej wskazując cztery etapy (definiowanie celu badań, dobór zmiennych niezależnych, dobór kształtu funkcji aproksymującej, walidacja i weryfikacja modeli) i wyjaśniając zastosowane podejście w każdym z etapów.

W każdym z podrozdziałów 7.3, 7.4 i 7.5 zdefiniowano cel badań, dobrano zmienne niezależne, funkcję aproksymującą, opracowano modele, a następnie dokonano walidacji i ich weryfikacji. W odniesieniu do wariantów lokalizacyjnych trasy drogowej jako zmienną zależną przyjęto koszty inwestycyjne, rozumiane jako całkowite koszty ponoszone w związku z budową drogi. Wykazano, że w największym stopniu o ich wartości decydują: długość projektowanego odcinka drogi, występowanie tunelu, natężenie ruchu SDR oraz jednostkowy produkt brutto w roku opracowania kosztorysu.

W odniesieniu do kosztów cyklu życia barier ochronnych opracowano modele kosztów budowy, napraw oraz składowe kosztów zdarzeń z barierami ochronnymi (koszty: pojedynczych zdarzeń z drogowymi barierami, zdarzeń z barierami na odcinkach dróg, zmiany liczby i ofiar wypadków drogowych). W przypadku budowy barier jako zmienne zależne ustalono ogólne koszty ich budowy oraz koszty szczegółowe (materiałów, robocizny, pracy sprzętu), a istotnymi zmiennymi niezależnymi okazały się: poziom powstrzymywania bariery, szerokość pracująca oraz liczba lin w barierze linowej i typ bariery stalowej. Analizując koszty napraw barier ochronnych najistotniejszymi zmiennymi niezależnymi są: długość uszkodzenia, jednostkowy produkt brutto w województwie oraz parametry techniczne barier.

Przy opracowaniu modeli szacowania kosztów zdarzeń drogowych analizowano koszty pojedynczych zdarzeń drogowych z barierami oraz koszty zdarzeń na odcinkach dróg. Ustalono, że w pierwszym przypadku kluczową rolę odgrywa wskaźnik intensywności przyspieszenia, na którego wartość największy wpływ mają: składowa prędkości poprzecznej pojazdu, masa pojazdu oraz stopień podatności bariery. W odniesieniu do drugiego podejścia przy szacowaniu kosztów największą rolę ma model gęstości zdarzeń z barierami na odcinku drogi wskazujący na wpływ takich zmiennych niezależnych jak: średniodobowe natężenie ruchu, udział pojazdów ciężarowych z przyczepami, wskaźnik falistości drogi i gęstość łuków.

Modelowanie szacowania kosztów infrastruktury niechronionych użytkowników dróg obejmowało koszty budowy i napraw oraz koszty użytkowników (modele ogólne kosztów użytkowników, modele ogólne kosztów zdarzeń z pieszymi i rowerami, modele liczby zdarzeń z niechronionymi uczestnikami ruchu, modele liczby i gęstości zdarzeń na drogach wojewódzkich). Opracowano modele kosztów zdarzeń drogowych z udziałem pieszych na sieci dróg wojewódzkich oraz modele kosztów zdarzeń z pieszymi i rowerzystami w małych miejscowościach i w obszarze niezabudowanym. W obu przypadkach wykazano, że zwiększenie gęstości dróg dla pieszych (oraz pieszych i rowerów) wpływa na zmniejszenie gęstości ofiar śmiertelnych i ofiar ciężko rannych, a gęstość odcinków dróg o ograniczonej widoczności istotnie zwiększa ryzyko wypadków z udziałem pieszych.

Rozdział 8 (*Badania wpływu wybranych czynników na zmiany kosztów – 16 str.*) jest to część rozprawy doktorskiej, obejmująca problem wpływu oddziaływania najistotniejszych zmiennych niezależnych, wskazanych w opracowanych modelach w rozdziale 7, na zmiany składowych kosztów cyklu życia badanych elementów infrastruktury drogowej. W tym celu wykorzystano wskaźnik elastyczności łukowej do oceny zależności pomiędzy zmieniającymi się zmiennymi niezależnymi na zmienną zależną. W przypadku wariantowania tras drogowych ustalono, że największy dodatni wpływ na koszty budowy ma długość wariantu. W przypadku kosztów barier ochronnych (stalowych i linowych) przeanalizowano koszty ich budowy, koszty napraw i koszty zdarzeń z barierami. Ustalono, że na zwiększenie kosztów budowy barier stalowych i barier linowych w szczególności ma wpływ ich typ, powiązany z poziomem powstrzymywania i konstrukcją. Koszty napraw barier ochronnych są uzależnione głównie od długości i charakteru uszkodzenia.

Koszty zdarzeń z barierami były analizowane jako pojedyncze najechania pojazdu na barierę oraz koszty na odcinku drogi. Ustalono, że w przypadku pojedynczych zdarzeń na zwiększenie kosztów istotny wpływ ma składowa prędkości poprzecznej uderzającego pojazdu, a na zmniejszenie kosztów – podatność bariery i masa uderzającego pojazdu. W odniesieniu

do kosztów zdarzeń na odcinku drogi największy wpływ na ich zwiększenie mają natężenie ruchu SDR i prędkość dopuszczalna, a na zmniejszenie – udział pojazdów ciężarowych.

W przypadku składowych kosztów infrastruktury niechronionych użytkowników dróg analizowano wpływ zmienności zmiennych niezależnych na koszty dróg dla pieszych na drogach wojewódzkich oraz koszty dróg dla pieszych i rowerów na drogach wojewódzkich przechodzących przez małe miejscowości lub obszary niezabudowane. Analizy ukierunkowano na koszty zdarzeń drogowych obejmujących w głównym stopniu gęstość zdarzeń, gęstość wypadków z pieszymi (z pieszymi i rowerzystami, gęstość ofiar śmiertelnych i śmiertelnych w aspekcie gęstości skrzyżowań, gęstości dróg dla pieszych, udziału odcinków o ograniczonej widoczności, obciążenia ruchem, gęstości obszarów niezabudowanych).

Analizy wpływu wybranych czynników na składowe i całkowite koszty cyklu życia badanych elementów infrastruktury drogowej pozwoliły określić wrażliwość opracowanych modeli kosztów na zmienność poszczególnych parametrów oraz wskazać główne czynniki generujące koszty.

W rozdziale 9 (*Metody szacowania kosztów cyklu życia – 39 str.*) przedstawiono propozycję metody szacowania kosztów cyklu życia badanych elementów infrastruktury drogowej w oparciu o opracowane modele opracowane w rozdziale 7, ich wrażliwość na zmienność parametrów zaprezentowaną w rozdziale 8, założenia omówione w rozdziale 4 z wykorzystaniem wyników badań zaprezentowanych w rozdziałach 5 i 6. W odniesieniu do szacowania kosztów wariantów lokalizacyjnych trasy drogowej przedstawiono metodę uproszczoną uzupełnioną o metodę uproszczoną szacowania kosztów cyklu życia drogowych barier ochronnych na etapie wczesnego wyboru. Na szczególne podkreślenie zasługują bardzo szczegółowe propozycje metody w zakresie szacowania składowych kosztów cyklu życia barier ochronnych i niechronionych uczestników ruchu.

Rozdział 9 wskazuje na możliwość zastosowania wyników badań w zarządzaniu infrastrukturą drogową wykorzystując zaproponowaną strukturę metod i modele szacowania składowych kosztów cyklu życia w oparciu o bazy danych wariantów tras dróg krajowych, barier ochronnych oraz infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu na drogach wojewódzkich. Stanowi on potwierdzenie połączenia rozważań naukowych z praktycznym wykorzystaniem ich wyników.

W rozdziale 10 (*Podsumowanie pracy – 5 str.*), w pierwszej jego części, Autorka sformułowała sześć wniosków podsumowujących badania, prace analityczne i modelowanie matematyczne. Wskazano modele, które najlepiej spełniają założone kryteria oceny. W dalszej jego części podano elementy oryginalności rozprawy doktorskiej w skali międzynarodowej

i skali krajowej, przedstawiono najważniejsze osiągnięcia naukowe i propozycje praktycznego ich wykorzystania oraz sformułowano zagadnienia, które powinny być objęte badaniami w najbliższym czasie.

Wykaz literatury obejmuje 250 pozycji, w tym 67 % pozycji w języku innym niż język polski, 22 % prac opublikowanych w latach 2020 – 2025. Wśród wymienionych pozycji literatury Doktorantka jest współautorką 7 prac naukowych, w tym pierwszym autorem w 2 artykułach.

Podsumowując stwierdzam, że układ rozprawy doktorskiej jest poprawny, a kolejność prezentowanych treści nie budzi zastrzeżeń. Wprawdzie objętość rozdziałów jest zróżnicowana, lecz wynika to z wagi poruszanych problemów w poszczególnych częściach pracy. Ponieważ w rozprawie doktorskiej wyraźnie wyróżnia się analizę kosztów wariantów lokalizacyjnych trasy drogowej proponując metodę uproszczoną szacowania ich kosztów uważam, że nie ma uzasadnienia wprowadzenie podrozdziału 9.3 wskazującego metodę uproszczoną szacowania kosztów cyklu życia barier ochronnych na etapie wczesnego wyboru, w sytuacji gdy nie opracowano takiej metody w stosunku do innych ważnych elementów trasy drogowej, np. skrzyżowań czy węzłów drogowych. Należało podrozdział 9.3 połączyć z podrozdziałem 9.4.

Wprowadzenie czterech, a nawet pięciu poziomów podrozdziałów w jednym rozdziale (np. 7.4.4.3.1, 7.4.4.3.2, .., 7.5.3.3.1, 7.5.3.3.2,, 9.4.6.2.1, 9.4.6.2.2,) nie jest dobrym rozwiązaniem. Na potwierdzenie słuszności takiej uwagi może być fakt, że Autorka w spisie treści przedstawiła tylko trzy poziomy podrozdziałów w jednym rozdziale, nie wpisując podrozdziałów opisanych np. 7.4.4.3.1, 7.4.4.3.2.

W wykazie literatury należało wyróżnić prace o charakterze naukowym, a w oddzielnej części wskazać rozporządzenia, normy i raporty z prac badawczych.

3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

3.1. Aktualność tematyki

Podejmowanie decyzji o wyborze optymalnych rozwiązań przy kształtowaniu infrastruktury drogowej wymaga uwzględnienia kryteriów techniczno-ruchowych, ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Szacowanie kosztów w cyklu życia elementów sieci drogowej wymaga zidentyfikowania składowych kosztów początkowych, kosztów budowy, utrzymania i likwidacji oraz kosztów użytkowników. Pomimo faktu, że w naszym kraju określono ramy i procedury wdrażania metody szacowania kosztów życia obiektu (LCC), z uwagi na zbyt ogólne podejście, ich wykorzystanie na obecnym etapie w odniesieniu do infrastruktury

drogowej nie prowadzi do zadawalających wyników. Różne ograniczenia i uwarunkowania nie pozwalają także na bezpośrednie zastosowanie modeli i metod opracowanych w innych krajach. W związku z tym opracowanie przez Autorkę usystematyzowanej metody szacowania składowych kosztów w cyklu życia barier drogowych na drogach krajowych i infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu na drogach wojewódzkich stanowi o aktualności podjętej tematyki.

3.2. Problem naukowy, cele, program badawczy i zakres pracy

Sformułowane cele naukowe stanowią o problemie naukowym przyjętym do rozwiązania w przedłożonej rozprawie doktorskiej. Cele naukowe spełniają warunek oryginalności w zakresie modelowania i metod szacowania składowych kosztów w cyklu życia elementów infrastruktury drogowej. Studia literatury i wskazanie luk badawczych w pełni uzasadniają poprawność ustalonego programu i zakresu rozprawy doktorskiej. Pewnym niedostatkim jest brak sformułowanych tez pomimo, że na str.53 w podrozdziale 3.2, opisując etap II realizacji pracy doktorskiej, zapisano *„Przegląd i synteza literatury .. umożliwiły zidentyfikowanie luki badawczej oraz określenie celów i tez rozprawy doktorskiej”*.

Analizy statystyczne wyników badań zasługują na szczególne podkreślenie. Opracowane modele, ich weryfikacja, merytoryczne komentarze do przedstawionych wyników badań i analiz, dyskusja wyników oraz opracowane wnioski potwierdzają przygotowanie Doktorantki do samodzielnego prowadzenia badań naukowych, analizy wyników i poprawnego wnioskowania. W związku z powyższym zakres rozprawy doktorskiej realizację programu badawczego oceniam pozytywnie.

3.3. Najważniejsze osiągnięcia naukowe i praktyczne oraz ocena kierunków dalszych badań

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy z naukowego punktu widzenia należy zaliczyć: zidentyfikowanie czynników wpływających na koszty cyklu życia barier ochronnych i infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu na drogach wojewódzkich, opracowanie modeli matematycznych składowych kosztów cyklu życia badanych wariantów przebiegu tras drogowych, barier ochronnych na drogach krajowych i infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu na drogach wojewódzkich oraz określenie wpływu czynników drogowych, ruchowych, konstrukcyjnych i środowiskowych na składowe koszty cyklu życia badanych elementów infrastruktury drogowej.

Najważniejszym praktycznym osiągnięciem rozprawy doktorskiej są opracowane metody szacowania kosztów cyklu życia barier ochronnych na drogach krajowych i infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu na drogach wojewódzkich na etapie ich projektowania oraz koszty wariantów lokalizacyjnych trasy drogowej na etapie planowania.

Doktorantka trafnie wskazała kierunki dalszych badań, chociaż niektóre z nich należałoby doprecyzować. Z pewnością potrzebne są badania naukowe nad opracowaniem modeli i metod szacowania kosztów w cyklu życia istotnych elementów infrastruktury drogowej, np. skrzyżowań, przejścia dla pieszych oraz opracowanie modeli umożliwiających szacowanie natężenia ruchu pieszych na odcinkach dróg wojewódzkich na podstawie informacji o zróżnicowanej gęstości zabudowy mieszkalnej.

Z praktycznego punktu widzenia ważnym działaniem powinno być opracowanie metodyki zintegrowania baz danych niezbędnych do wykonywania analiz składowych kosztów cyklu życia elementów infrastruktury drogowej.

3.4. Uwagi szczegółowe

3.4.1. Uwagi redakcyjne

Pracę napisano poprawnym językiem i w sposób czytelny przedstawiono analizowane problemy. Występują jednak pewne nieścisłości w zapisach tytułów rozdziałów i podrozdziałów, ogólnikowe sformułowania, drobne błędy stylistyczne oraz tzw. literówki. Poniżej podano przykłady:

1. Tytuły rozdziałów i podrozdziałów: a) powtórzenia: „2.1 Infrastruktura drogowa” i „2.1.2. Infrastruktura drogowa”, b) zapisy metodyka i metoda: „3. Cele i metodyka pracy”- jeżeli dotyczy to rozprawy doktorskiej to zapis niepoprawny; „5. Metodyka prowadzenia badań” i „5.1. Metody badań” „9. Metodyka szacowania kosztów cyklu życia” i „9.1.2. Metodyka prowadzenia analiz”; c) niezbyt trafne zapisy: „8.3.3. Koszty zdarzeń barier”.
2. Występują kilkakrotne powtórzenia takich samych zapisów w pierwszych akapitach, np. w pkt.: 8.2, 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.4.1, : „Analizę wpływu poszczególnych zmiennych niezależnych na zmienną zależną przeprowadzono z wykorzystaniem wskaźnika elastyczności łukowej opisanego wzorem 8.1,
3. Występują zapisy takich samych myśli w nieznacznie zmienionej formie, np. - podrozdział 1.3 (Cel główny i zakres pracy): „Podstawowym celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest opracowanie metody” i podrozdział 3.1 (Cele pracy): „Głównym celem rozprawy doktorskiej jest opracowanie metody.....”.

4. Zbyt ogólne opisy oznaczeń i skrótów, np.: KLI – koszty likwidacji, demontażu oraz utylizacji infrastruktury drogowej (elementów), KS – koszty stałe w cyklu życia infrastruktury drogowej (elementów), ROZ – rozstaw słupków (?), UW – udział wypadków drogowych (?), GOP – gęstość ofiar pieszych, GCRZP – gęstość ofiar ciężko rannych i śmiertelnych pieszych. Zdaniem recenzenta nie jest potrzebny tak szczegółowy wykaz oznaczeń i skrótów, w sytuacji gdy zapisano, że jest to wykaz podstawowych oznaczeń i skrótów, a w pracy przy poszczególnych wzorów podano opis zapisanych symboli.
5. Błędna numeracja wniosków w podrozdziale 7.6 (wnioski oznaczono numerami 6 – 10).
6. W rozdziałach 2, 4, 5, 6 i 7 przy powoływaniu się na wzory brak jest odnośników do źródeł, nie dotyczy to modeli opracowanych przez Autorkę.
7. W tabeli 6.1 podane wartości mediany nie są poprawne, podobnie jak zapis przy kosztach środowiskowych na rys. 4.1.
8. W recenzji nie wymieniono drobnych błędów stylistycznych oraz tzw. literówek, gdyż nie mają one wpływu na stronę merytoryczną rozprawy doktorskiej, a praca jako całość została napisana w bardzo poprawny sposób.

3.4.2. Uwagi merytoryczne

a) w zakresie metodyki badań i metod gromadzenia danych

1. Wariantowanie przebiegu tras drogowych jest problemem planistycznym, a dobór drogowych barier ochronnych i infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu to zagadnienia o bardzo dużym stopniu szczegółowości (np. w jednym zagadnieniu „tunele”, a w drugim – np. jednostkowy koszt naprawy bariery linowej na drodze klasy G/GP (tabela 9.6)). Zdaniem recenzenta analizowanie w jednej rozprawie naukowej problemów o tak różnym stopniu szczegółowości nie było dobrą decyzją?
2. Proszę wskazać bazy danych, których jest Pani autorką lub głównym współautorem; w opracowaniu których baz danych Pani uczestniczyła w ograniczonym zakresie, a w tworzeniu których baz wykorzystanych w analizach Pani nie uczestniczyła? W literaturze, w pozycjach literatury nr 197-199, nie podano autorów raportów. Proszę o wyjaśnienie, czy jest Pani współautorką tych raportów, czy może autorką/współautorką wybranych ich części. W rozprawie brak szczegółowych informacji w tym zakresie.
3. W pracy nie podano merytorycznego uzasadnienia (może poza odbytym stażem w ZDW w Olsztynie) dlaczego drogi wojewódzkie w województwie warmińsko-mazurskim wybrano do szczegółowej analizy kosztów infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu. Czy w związku z tym opracowane modele i metoda szacowania

kosztów w cyklu ich życia będą odpowiednie do wykorzystania w innych województwach?

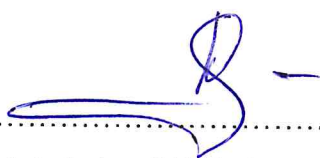
4. W rozprawie doktorskiej z bardzo dużym stopniem szczegółowości opracowano modele i metody w odniesieniu do barier ochronnych i infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu, wykorzystano przy tym wiele baz danych, opracowania wielu zespołów badawczych w długim okresie czasu. Ile czasu, Pani zdaniem, potrzebujemy do opracowania podobnych modeli i metod np. w odniesieniu do skrzyżowań drogowych ?
- b) **w zakresie wyników badań, opracowanych modeli i metod szacowania kosztów cyklu życia:**
 1. Badaniami i analizą objęto planowanie przebiegu dróg krajowych, a jako jedną ze zmiennych niezależnych wskazano „obecność tuneli”. Co było podstawą wyboru takiego czynnika jako zmiennej niezależnej (pomijając dane z literatury) w odniesieniu do dróg w Polsce. Ile tuneli zbudowano w ciągu dróg krajowych w Polsce w analizowanym okresie, jaką definicję tunelu przyjęto przy klasyfikowaniu tego typu obiektu inżynierskiego do tuneli. Może bardziej właściwą zmienną niezależną byłaby liczba węzłów drogowych (np. węzłów typu A) .
 2. Proszę o wyjaśnienie w jaki sposób ustalono prędkość poprzeczną pojazdu uderzającego w barierę.
 3. Proszę o wyjaśnienie jak należy rozumieć zapis „czas zdarzenia z barierą” oraz „zdarzenia nieplanowane” i „zdarzenia planowane”; jak ustalono wartości czasu trwania zdarzenia analizowane w podrozdziale 6.2.4.2.
 4. Czy prognozowanie liczby zdarzeń drogowych, jego zmian, liczby wypadków i ofiar do 2060 roku ma uzasadnienie przy tak dużych zmianach technologicznych w odniesieniu do pojazdów w ostatnich latach (podrozdział 7.4.4.4) ?
 5. Wartość SDR dla dróg wojewódzkich w województwie warmińsko-mazurskim według GPR z 2020/2021 r. wynosiła około 3000 poj./24h i była najmniejsza w kraju (średnia dla dróg wojewódzkich w kraju – 4231 poj./24h). Czy w związku z tym analizy i ich wyniki podane w podrozdziale 8.4, w odniesieniu do natężenia 14 tys. poj./24h i 20 tys. poj./24h, są miarodajne dla dróg wojewódzkich ? Drogi wojewódzkie o takim obciążeniu stanowią niewielki odsetek.
 6. W rozprawie w rozdziale 9 przedstawiono metody szacowania kosztów cyklu życia badanych elementów infrastruktury drogowej wskazując jako realizację celu praktycznego CP2. Czy były podjęte próby weryfikacji zaproponowanej metody w odniesieniu do konkretnych rozwiązań na rzeczywistych odcinkach tras drogowych?

4. Podsumowanie

Przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską, pomimo przedstawionych uwag i wskazanych niedociągnięć, **oceniam pozytywnie**. Doktorantka wykazała się dobrą znajomością zagadnień z zakresu dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, sformułowała cele naukowe, potwierdziła przygotowane do samodzielnego prowadzenia badań naukowych i poprawnego wnioskowania.

Uwzględniając zapisy zawarte w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.) stwierdzam, że **problem naukowy został rozwiązany w sposób oryginalny, a cele pracy zostały osiągnięte**.

W związku z powyższym, przedkładam Radzie Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Gdańskiej wniosek o dopuszczenie do publicznej obrony rozprawy doktorskiej pt.: *Metoda szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej (The life cycle costs estimation method of selected road infrastructure elements)*, przygotowanej przez mgr inż. Annę Gobis.



.....

prof. dr hab. inż. Władysław Gardziejczyk