



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

Wpłynęło
do Biura Wydziału WILiS
dnia 22.10.2025
L.dz. 806 podpis *[signature]*

Katedra Zarządzania
w Budownictwie
Wydział Inżynierii Lądowej



Kraków, 20.10.2025

Prof. dr hab. inż. Edyta Plebankiewicz
Politechnika Krakowska
Wydział Inżynierii Lądowej
Katedra Zarządzania w Budownictwie



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Gobis pt. „Metoda szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania jest pismo Pani Dziekan Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej, prof. dr hab. inż. Ewy Wojciechowskiej z dnia 11 września 2025 r., zawierające prośbę Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Gdańskiej o przygotowanie recenzji.

Podstawą prawną recenzji jest ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571).

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Recenzowana praca została napisana pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Kazimierza Jamroz, prof. PG. Rozprawa została przedłożona w formie opracowania zwartego i liczy łącznie 255 stron. Praca składa się z wprowadzenia, 8 właściwych rozdziałów i zakończona jest podsumowaniem. Bibliografia zawiera 250 pozycji właściwie dobranych źródeł literatury. Układ pracy jest właściwy, logiczny i spójny.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Temat pracy, problem naukowy i zastosowane metody

Do lat 70-tych XX wieku, większość inwestorów budowlanych uważała, że podstawą wyboru wariantu realizacji przedsięwzięcia powinny być nakłady inwestycyjne. Jednak na przestrzeni lat zaczęto dostrzegać silne zależności pomiędzy nakładami początkowymi a późniejszymi kosztami związanymi z eksploatacją obiektów budowlanych. Również większa świadomość związana z aspektami środowiskowymi, wpłynęła na coraz szerzej propagowaną ideą „myślenia w kategoriach cyklu życia”, w tym uwzględnianiu w analizach kosztów ponoszonych na przestrzeni „całego cyklu życia”. W tym ujęciu analizy obejmują oprócz nakładów początkowych także koszty związane z eksploatacją i wycofaniem obiektu. Takie podejście jest szczególnie ważne w przypadku inwestycji drogowych, które charakteryzują się m. in. długim cyklem eksploatacyjnym.

Jak słusznie zauważa Doktorantka, brak narzędzi ułatwiających zarządzanie i utrzymanie infrastruktury drogowej może bardzo szybko zaprzepaścić kapitał w niej zgromadzony. Specyfika inwestycji drogowych powoduje także, że w szacunku kosztów cyklu życia (LCC) pojawiają się dodatkowe składniki takie jak np. straty, jakie mogą ponieść użytkownicy z powodu utrudnień w ruchu, wydłużenia czasu podróży czy zwiększonego ryzyka wypadków. Szczególnego znaczenia nabierają tu także koszty wpływów środowiskowych.

Należy również zgodzić się ze stwierdzeniem, że mimo wielu opracowań naukowych, wzorcowych a także przepisów prawnych, nadal koszt cyklu życia jest kryterium niezwykle rzadko stosowanym w praktyce przy wyborze wariantu inwestycji budowlanej (nie tylko drogowej) czy ocenie ofert przetargowych. Świadczy to o potrzebie dalszych badań w tym zakresie, w szczególności budowy metod szacowania kosztów cyklu życia, które z jednej strony uwzględniałyby uwarunkowania specyfiki konkretnych inwestycji a z drugiej byłyby możliwe do zastosowania w praktyce. W wyniku dogłębnych analiz literatury, Doktorantka stwierdziła, że istotne luki badawcze występują głównie w zakresie dostosowania istniejących metod i modeli kosztów cyklu życia do polskich uwarunkowań dla takich urządzeń infrastruktury drogowej jak m.in. skrzyżowania, węzły drogowe, drogowe bariery ochronne, urządzenia ochrony akustycznej, urządzenia dla pieszych i rowerów, systemy zarządzania ruchem. Równocześnie opracowanie metody szacowania kosztów cyklu życia uwzględniającej specyfikację każdego z wymienionych elementów infrastruktury drogowej wiąże się z koniecznością przeprowadzenia wielu złożonych badań. Z tego względu w pracy zakres został ograniczony do trzech elementów: wariantowania tras drogowych, drogowych barier ochronnych oraz dróg dla pieszych i rowerów.



Wybór przez Doktorantkę problematyki kosztów cyklu życia infrastruktury drogowej jako tematu rozważań naukowych uważam za trafny i oceniam bardzo pozytywnie. Temat badawczy dysertacji jest interesujący, ważny i innowacyjny a zakres podjętych badań dobrze uzasadniony. Należy też podkreślić, że zagadnienie kosztów cyklu życia infrastruktury drogowej mieści się w przedmiocie badań w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Głównym celem rozprawy doktorskiej jest opracowanie metody szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej na drogach krajowych oraz wojewódzkich wraz z niezbędnymi modelami matematycznymi składowych tych kosztów.

Przyjęty cel główny Autorka uszczegółowiła przyjmując cele naukowe i cele praktyczne. Sformułowano 3 następujące cele naukowe:

- CN1 – Identyfikacja oraz analiza czynników wpływających na koszty cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej na podstawie badań terenowych, symulacyjnych i dokumentacyjnych.
- CN2 – 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, ze szczególnym uwzględnieniem kosztów użytkowników dróg.
- CN3 – Określenie wielkości wpływu wybranych czynników drogowych, ruchowych, konstrukcyjnych i otoczenia na analizowane składowe kosztów cyklu życia analizowanych elementów dróg krajowych i dróg wojewódzkich.

Autorka sformułowała także 2 cele praktyczne:

- CP1 – Określenie charakterystyk funkcjonowania wybranych elementów infrastruktury drogowej, przegląd kosztów ich realizacji i funkcjonowania na poszczególnych etapach cyklu życia na drogach krajowych i wojewódzkich.
- CP2 – Opracowanie metod szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej uwzględniających rodzaj elementu infrastruktury drogowej, cel prowadzonej analizy oraz zróżnicowaną dostępność danych wejściowych.

W recenzowanej rozprawie nie wskazano tez. Z punktu widzenia formalnego nie jest to konieczne, jednak ich określenie i udowodnienie wyraźnie akcentuje uzyskanie przyjętego celu i tym samym rozwiązanie zdefiniowanego problemu badawczego.



Osiągnięcie celów pracy było możliwe m. in. dzięki obszernej i dobrze opracowanej bazie danych, pochodzących z trzech grup badań: terenowych, symulacyjnych oraz dokumentacyjnych. Wśród metod badawczych należy wymienić także szeroko zakrojone studia literatury.

Należy uznać, że Doktorantka poprawnie skonstruowała metodologię badawczą, właściwie formułując problem badawczy. Analizując całość rozprawy, można stwierdzić, że założone cele zostały w pracy osiągnięte.

3.2. Struktura rozprawy

Rozdział pierwszy pracy zawiera wprowadzenie do tematyki, w tym charakterystykę problemu, genezę powstania rozprawy, jej cel główny oraz zakres prowadzonych prac.

Rozdział drugi stanowi syntezę studiów literatury. Ta część pracy jest mocno rozbudowana i wielowątkowa, co wynika ze złożoności problemów poruszanych w rozprawie. Autorka omawia tu zagadnienia związane z infrastrukturą drogową, podkreślając jej specyfikę w kontekście składowych kosztów cyklu życia oraz modeli i metod ich wyznaczania. Pozwoliło to Doktorantce na właściwe zidentyfikowanie luk badawczych oraz określenie celów. Cele te, jak i metodyka oraz zakres pracy przedstawione zostały w trzecim rozdziale.

W rozdziale czwartym przedstawiono przyjętą ogólną koncepcję metody szacowania kosztów cyklu życia infrastruktury drogowej, wraz ze zdefiniowaniem poszczególnych składowych kosztów.

W kolejnym piątym rozdziale Autorka starannie opisuje wykorzystane metody badań pozwalające na budowę bazy danych. Pierwsza grupa danych pochodzi z badań terenowych obejmujących dwa poligony – dróg krajowych i dróg wojewódzkich. Pozwoliło to na zidentyfikowanie funkcjonowania barier ochronnych na ponad 900 odcinkach o długości ponad 2900 km dróg krajowych. Dla dróg wojewódzkich dane dotyczące dróg dla pieszych zebrano z ponad 180 odcinków a dla dróg dla pieszych i rowerów z ponad 130 odcinków o łącznej długości ponad 1720 km. Kolejna baza danych to wyniki badań symulacyjnych dotyczących testów zderzeniowych z barierami ochronnymi. Badania dokumentacyjne pozwoliły na opracowanie bazy ekonomiczno - kosztowej. Dane pochodzą tu z czterech źródeł: informacji od producentów, dostawców i wykonawców barier; platformy przetargowej; dokumentacji projektowych i kosztowych uzyskanych od GDDKiA oraz baz cenowych Sekocenbud i Bistyp.

Wykorzystanie i sposób analizy pozyskanych danych przedstawiono w rozdziale szóstym. Wątpliwości i pytania odnośnie tej części zamieściłam w punkcie 4 recenzji. Mimo



pewnych zastrzeżeń zakres i różnorodność zarówno analizowanych źródeł jak i ilość pozyskanych danych uważam za imponujący i oceniam wysoko jako wkład własny Doktorantki.

Rozdział siódmy to starannie opracowane przez Doktorantkę modele kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej, w tym: wariantów lokalizacyjnych tras, barier drogowych oraz infrastruktury niechronionych uczestników ruchu drogowego. Autorka właściwie zidentyfikowała zmienne zależne, dobrała zmienne niezależne oraz kształt funkcji aproksymacyjnych a także przeprowadziła walidację i weryfikację modeli. W szczególności powstały modele: kosztów budowy tras dróg krajowych; kosztów materiałów, robocizny i sprzętu barier stalowych oraz linowych; kosztów napraw barier stalowych oraz linowych; wskaźnika intensywności przyspieszenia dla barier stalowych, linowych i betonowych; gęstości zdarzeń z barierami ochronnymi; gęstości zdarzeń na drogach wojewódzkich; gęstości wypadków z niechronionymi uczestnikami ruchu na drogach wojewódzkich.

W rozdziale ósmym Autorka bada wpływ wybranych czynników na składowe kosztów cyklu życia infrastruktury drogowej. Analiza, wykorzystująca wskaźnik elastyczności łukowej została wykonana dla wybranych, najlepiej ocenionych modeli poszczególnych składowych kosztów cyklu życia, opracowanych we wcześniejszym rozdziale.

W dziewiątym rozdział pracy Autorka wykorzystując wyniki przeprowadzonych badań terenowych, symulacyjnych i dokumentacyjnych a także opracowane modele kosztów cyklu życia, proponuje kompleksowe metody szacowania kosztów na różnych poziomach szczegółowości. Pewien niedosyt budzi brak przykładów obliczeniowych, które byłyby dobrym podsumowaniem analiz Autorki i dawałyby lepszy obraz możliwości ich wykorzystania w praktyce. Można także odnieść wrażenie, że temat został tu potraktowany zbyt szeroko i Autorka nie w pełni zdołała połączyć w spójną całość wszystkie analizowane w pracy elementy kosztów i poruszane wątki. Dobrym rozwiązaniem jest przedstawienie na rys. 9.1 schematu procedury szacowania kosztów cyklu życia w metodzie ogólnej. Szkoda, że w dalszej części Autorka nie odnosi się konsekwentnie do kolejnych etapów zaznaczonych na schemacie. Podobnie opracowane schematy dla poszczególnych procedur, metod i nawiązywanie do nich w tekście pracy, pozwoliłoby na jej uporządkowanie i lepszą czytelność.

Ostatni rozdział zawiera wnioski końcowe i rekomendacje związane z prowadzeniem badań oraz kierunki dalszych prac.

Przedstawiona w rozprawie struktura pracy jest poprawna pod względem merytorycznym. Przedstawiono rozważania teoretyczne oraz badania własne, które efektywnie



prowadzą do osiągnięcia założonych celów pracy. Proces rozumowania jest logiczny. Chociaż przyjęta struktura rozprawy jest uzasadniona ze względów merytorycznych, drobne zastrzeżenia może budzić strona formalna, w tym bardzo zróżnicowane długości i zakresy rozdziałów czy identyczne tytuły podrozdziałów.

3.3. Wartość naukowa i oryginalność rozprawy

Recenzowana rozprawa wskazuje na kompetencje Autorki w zakresie samodzielnego prowadzenia badań naukowych i interpretacji ich wyników. Widoczna jest konsekwencja działań począwszy od literaturowego rozpoznania tematu, poprzez opracowanie planu badań i ich realizacji. W oparciu o wyniki analiz oraz przegląd literatury Autorka formułuje końcowe wnioski z pracy, w większości trafne i zasadne.

Oceniana rozprawa posiada walory poznawcze i użytkowe, a jej tematyka jest dysertabilna.

Do osiągnięć Autorki, potwierdzających zarazem wartość naukową dysertacji, zaliczam:

- budowę obszernej bazy danych pozyskanych z badań terenowych, symulacyjnych i dokumentacyjnych dotyczących kosztów budowy i funkcjonowania wybranych elementów infrastruktury drogowej;
- opracowanie oryginalnych metod szacowania kosztów cyklu życia lub składowych tych kosztów dla elementów infrastruktury drogowej, które dotychczas były prowadzone w ograniczonym zakresie, takich jak: trasy drogowej, drogowych barier ochronnych i urządzeń infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu, w tym w szczególności:
 - opracowanie modeli kosztów budowy oraz naprawy drogowych barier na odcinkach dróg krajowych uwzględniających ich parametry techniczne,
 - opracowanie modeli kosztów wariantów lokalizacyjnych tras drogowych, które mogą być stosowane na etapie wstępnego wyboru tras,
 - opracowanie modeli gęstości zdarzeń z barierami drogowymi na odcinkach dróg wojewódzkich, które umożliwiają oszacowanie kosztów ponoszonych przez użytkowników dróg w związku z funkcjonowaniem barier ochronnych,
 - opracowanie modeli niezbędnych do oszacowania kosztów użytkowników dróg ponoszonych w związku z wypadkami z pieszymi na drogach wojewódzkich oraz pieszymi i rowerzystami na drogach wojewódzkich, przechodzących przez małe miejscowości oraz obszary niezabudowane, uwzględniające gęstość urządzeń infrastruktury dla pieszych i rowerzystów.



4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

4.1. Uwagi o charakterze merytorycznym

Na wstępie chciałabym podkreślić, że przedstawione w niniejszym punkcie uwagi krytyczne odnośnie do recenzowanej rozprawy nie obniżają jej wartości merytorycznej i jej ogólnej pozytywnej oceny. Zostały one podane w charakterze dyskusji i pewnego rodzaju uporządkowania przedstawionych treści, co może być przydatne w trakcie opracowywania późniejszych publikacji naukowych. Podstawowe uwagi i pytania, na które oczekiwałabym odpowiedzi od Doktorantki, są następujące:

- 1) Kilka razy Autorka wspomina o analizie wrażliwości. Już w rozdziale 2 możemy znaleźć informację, że „W Polsce analiza wrażliwości jest wykonywana w analizie kosztów i korzyści przy wyborze wariantu drogowego zgodnie z wytycznymi opisanymi w podręczniku Jaspers. Zgodnie z nimi analiza wrażliwości ocenia efektywność ekonomiczną inwestycji dla czterech scenariuszy badawczych: (1) obniżenie średniodobowego natężenia ruchu o 15%, (2) podwyższenie nakładów inwestycyjnych o 35%, (3) obniżenie kosztów czasu podróży o 15% oraz (4) obniżenie natężenia ruchu o 15% przy jednoczesnym podwyższeniu nakładów inwestycyjnych o 20%”. W rozdziale 4.3 „Metodyka szacowania kosztów cyklu życia” jako etap 5 metody wymieniona jest właśnie analiza wrażliwości. Autorka podaje tu jako czynniki, dla których powinno się wykonać analizę - stopę dyskonta, średniodobowe natężenie ruchu i strukturę rodzajową pojazdów. Na str. 192 z kolei Autorka pisze o 3 scenariuszach dla podejścia deterministycznego: obniżenie natężenia ruchu o 15%, podwyższenie nakładów inwestycyjnych o 35% oraz obniżenie rekomendowanej stopy dyskontowej o 2%. Proszę o informacje na temat zasad przeprowadzania analizy wrażliwości, które zdaniem Doktorantki byłaby właściwe przy stosowaniu opracowanej przez Nią metody szacowania kosztów.
- 2) W rozdziale piątym Doktorantka wymieniła szereg źródeł danych pozyskanych m. in. w ramach projektów badawczych. Czy Doktorantka może podać jaki był indywidualny Jej udział w pozyskiwaniu i obróbce danych?
- 3) Zdecydowana większość przedstawionych w rozdziale szóstym wyników badań posiada w opisie informację „opracowanie własne”. Czy oznacza to, że wszystkie analizy, dane niezbędne do opracowania wykresów, rys. itd. zostały w całości pozyskane i przygotowane przez samą Autorkę, czy jednak wykorzystano tu wyniki badań uzyskanych w ramach prac zespołów badawczych?



- 4) Pewne wątpliwości budzą przeprowadzane w rozdziale szóstym analizy kosztowe. Przykładowo na str. 99 pracy Autorka podaje: „...w przypadku autostrad szacuje się, że średni koszt na 1 km w latach 2006 – 2023 wyniósł ok. 39 mln zł....”. Biorąc pod uwagę złożoność czynników wpływających na kształtowanie się i zmianę cen na przestrzeni 18 lat, wyliczona średnia wartości moim zdaniem nic nie mówi. Podobnie dane dotyczące nakładów inwestycyjnych bez odniesienia czasowego niewiele wnoszą. Podobny brak precyzji można zauważyć w wyznaczaniu kosztów barier ochronnych, gdzie dane pochodzą z lat 2010 – 2024. Czy dane pochodzą z biuletynów zawierających ceny jednostkowe robót, czy cen jednostkowych czynników produkcji? Czy w jakiś sposób był tutaj uwzględniony czynnik czasowy (zmiana cen na przestrzeni 15 lat)?

4.2. Uwagi o małej wadze a także o charakterze redakcyjnym i edycyjnym

Rozprawa doktorska jest napisana poprawnie z prawidłowym układem tekstu, na bardzo dobrym poziomie językowym i edytorskim. Materiał ilustracyjny jest dobrej jakości, czytelny i w odpowiedni sposób przedstawia zagadnienia omawiane w pracy. Wzory są właściwie ponumerowane i opisane. Poniżej przedstawiam kilka uwag:

- 1) W spisie treści powtarzają się nazwy podrozdziałów, np. kilka podrozdziałów została nazwana jako „wprowadzenie”. Myślę, że bardziej czytelne byłoby zastosowanie rozróżnienia poprzez określenie „Wprowadzenie do ...”. Zakres pracy został określony zarówno w rozdz. 1.3. jak i powtórnie w rozdz. 3.2.
- 2) W kilku miejscach w pracy brakuje właściwych odwołań do literatury. Jest to szczególnie widoczne w rozdziale drugim gdzie Doktorantka podaje szereg danych liczbowych (np. „...emituje znaczną część (ok.30%) zanieczyszczeń...”; „...stanowią ok. 10% wszystkich wypadków...”).
- 3) W literaturze brakuje spójnego nazewnictwa w zakresie faz cyklu życia. Doktoranta korzystając z różnych źródeł powtarza stosowane tam podejście, co ostatecznie powoduje pewne nieścisłości. Moim zdaniem, dobrze by było przyjąć jednoznaczne nazewnictwo i podać definicje odnośnie do pojęć takich jak „użytkowanie”, „utrzymanie”, „eksploatacja” itd. Jednoznaczne definicje takich pojęć jak „modernizacja”, „naprawa”, „odnowa” również ułatwiłoby odbiór pracy.
- 4) Autorka nie zawsze właściwie używa pojęć dotyczących zagadnień kosztowych. Np. na s.122, 126 utożsamia pojęcia „koszty bezpośrednie”, „koszty budowy”, „całkowite koszty budowy”, „koszty ogólne budowy”. Pojęcia te mają inne znaczenie i obejmują inny zakres kosztów.



- 5) Brakuje precyzji w podawanych danych, np. biuletyny cenowe, dane z przetargów (brak informacji o zakresie, okresie czasu z jakiego pochodzą itp.).
- 6) Dla lepszej czytelności pozycji w spisie literatury, można było osobno zestawzić normy i akty prawne.

5. Ocena końcowa

Stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Anny Gobis pt. „Metoda szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej”, spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571), a w szczególności:

- prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, w szczególności dotyczącej infrastruktury drogowej;
- prezentuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, co Doktorantka udowodniła planując i przeprowadzając badania i analizy przewidziane w rozprawie;
- przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim jest budowa metody szacowania kosztów cyklu życia wybranych elementów infrastruktury drogowej.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana praca wykonana w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych i dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport spełnia wymagania formalne stawiane rozprawom doktorskim. Zwracam się do Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Gdańskiej o przyjęcie pracy oraz dopuszczenie mgr inż. Anny Gobis do dalszych etapów postępowania doktorskiego.

