

Katowice, 3 sierpnia 2026 roku

Prof. dr hab. inż. Dorota Burchart
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechnika Śląska
ul. Krasińskiego 8, Katowice
e-mail: dorota.burchart@polsl.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej
kpt. mgr inż. Sebastiana SOBCZUKA
pt. „Badanie odporności procesów transportowych na zakłócenia współczesnych
kryzysów”

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowią:

- Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport” Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego nr 16/RDN/ILGiT/2026 z 19 maja 2026 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej kpt. mgr inż. Sebastiana Sobczuka,
- Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego płk prof. dr hab. inż. Michała Kędzierskiego w sprawie opracowania recenzji niniejszej rozprawy doktorskiej.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Sebastiana Sobczuka pt. „Badanie odporności procesów transportowych na zakłócenia współczesnych kryzysów”, a promotorem jest płk prof. dr hab. inż. Anna Borucka.

Rozprawa została przedłożona w formie cyklu pięciu recenzowanych publikacji powiązanych tematycznie i stanowi spójne opracowanie w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Zawiera opis obszaru badawczego rozprawy oraz cyklu prac stanowiących osiągnięcie naukowe, pełne teksty publikacji wchodzących w skład cyklu oraz oświadczenia o udziale autorów w poszczególnych publikacjach. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach punktowanych, cztery publikacje ukazały się w czasopismach zagranicznych. Należy podkreślić, że Doktorant był pierwszym autorem w czterech publikacjach, natomiast w jednej publikacji był drugim autorem.

3. Ocena celowości podjęcia tematu

Obecnie na funkcjonowanie sektora transportu wpływają różne zakłócenia, zarówno kryzysy nagłe, w tym zdrowotne i militarne, jak i długookresowe wyzwania środowiskowe, gospodarcze oraz społeczne. Zjawiska te prowadzą do zmian poziomu przewozów,

ograniczeń mobilności oraz wzrostu presji adaptacyjnej w obszarze organizacji i rozwoju transportu. Dlatego istnieje potrzeba opracowania badań oddziaływania zróżnicowanych kryzysów na funkcjonowanie procesów transportowych oraz rozwijania prac związanych z tym obszarem badawczym. Właśnie tym aktualnym zagadnieniem Doktorant poświęcił niniejszą pracę. Recenzowana rozprawa doktorska podejmuje aktualny temat badania odporności procesów transportowych na zakłócenia i stanowi istotny kierunek rozważań zarówno z perspektywy naukowej, jak i praktyki zarządzania transportem. Współczesne kryzysy zdrowotne, środowiskowe, gospodarcze, społeczne i militarne istotnie wpływają na funkcjonowanie systemów transportowych.

Podjęcie przez Doktoranta tematu rozprawy doktorskiej należy uznać za celowe i potrzebne z punktu widzenia dalszych badań. Wybór tematu rozprawy uważam za w pełni uzasadniony z naukowego punktu widzenia, a także ze względu na perspektywy użyteczne. Wybór obszaru badawczego pracy uważam za zasadny i właściwie osadzony w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

4. Zakres, układ i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz użytych skrótów, cztery rozdziały, wykaz literatury oraz załączniki, w których przedstawiono pełne teksty artykułów Doktoranta stanowiące cykl publikacji wraz z oświadczeniami autorów. Rozprawa doktorska jest oparta na spójnym, tematycznie powiązonym cyklu prac oryginalnych opublikowanych w recenzowanych czasopiśmie naukowych.

W rozdziale pierwszym (Wprowadzenie) Doktorant przedstawił uzasadnienie wyboru tematu rozprawy w oparciu o przegląd aktualnego stanu wiedzy. W rozdziale drugim zaprezentowano przyjętą metodykę badań oraz charakterystykę cyklu publikacji stanowiących podstawę opiniowanej rozprawy doktorskiej. Doktorant sformułował problem badawczy, problemy szczegółowe, cel rozprawy oraz postawił hipotezę główną i trzy hipotezy szczegółowe.

Doktorant sformułował główny problem badawczy w postaci pytania: *Jak współczesne kryzysy wpływają na procesy transportowe oraz w jakim zakresie metody matematyczne mogą być wykorzystane do modelowania tych oddziaływań i wspierania funkcjonowania sektora transportu w obliczu zakłóceń o zróżnicowanym charakterze?*

W celu znalezienia odpowiedzi na główne pytanie badawcze, Autor rozprawy zdefiniował następujące pytania badawcze szczegółowe:

- *W jaki sposób współczesne wyzwania środowiskowe i gospodarcze determinują funkcjonowanie oraz rozwój sektora transportu w Polsce?*

- *W jaki sposób kryzysy zdrowotne wpływają na funkcjonowanie pasażerskiego transportu oraz jaki jest poziom zakłóceń i dynamika zmian w popycie na przewozy w wyniku takich zjawisk?*
- *W jaki sposób kryzysy militarne wpływają na realizację przewozów pasażerskich w publicznym transporcie zbiorowym oraz jakie wzorce i czynniki kształtują bezpieczeństwo ruchu drogowego w Polsce w kontekście kryzysów społecznych?*

Doktorant sformułował następujący cel rozprawy: *Przeprowadzenie analizy i oceny oddziaływania zróżnicowanych kryzysów na funkcjonowanie procesów transportowych, identyfikacja zakłóceń i wzorców ryzyka z wykorzystaniem metod matematycznych oraz opracowanie rekomendacji wspierających sektor transportu w warunkach niepewności.*

Doktorant sformułował następującą hipotezę główną: *Oddziaływanie współczesnych kryzysów na procesy transportowe ma charakter zróżnicowany i zależy zarówno od rodzaju zakłócenia, jak i od cech organizacyjnych oraz strukturalnych danego procesu transportowego, przy czym zastosowanie metod matematycznych umożliwia identyfikację prawidłowości tych oddziaływań oraz ocenę odporności sektora transportu.*

Do tak przyjętej hipotezy głównej postawił hipotezy szczegółowe:

1. *Wzrost zużycia energii końcowej w transporcie prowadzi do zwiększenia emisji dwutlenku węgla z transportu oraz współkształtuje poziom dochodów budżetu państwa, a stabilne długookresowe zależności pomiędzy tymi zmiennymi wskazują na wpływ współczesnych wyzwań środowiskowych i gospodarczych na transport w Polsce.*
2. *Kryzysy zdrowotne o podłożu epidemicznym prowadzą do spadku liczby przewożonych pasażerów oraz zaburzeń dynamiki popytu na przewozy w Polsce, a skala załamania i przebieg zmian są zróżnicowane pomiędzy gałęziami transportu.*
3. *Kryzysy militarne prowadzą do zmiany kierunku trendu i wzrostu tempa zmian liczby pasażerów oraz wykonanej pracy przewozowej w publicznym transporcie zbiorowym w aglomeracji warszawskiej, a kryzysy społeczne związane z wypadkami drogowymi w Polsce wykazują zróżnicowanie ciężkości ich skutków oraz powtarzalne wzorce ryzyka determinowane czynnikami występowania zdarzeń.*

W rozdziale trzecim rozprawy Doktorant omówił wyniki badań przedstawione w pięciu publikacjach składających się na cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Na cykl publikacji powiązanych tematycznie składa się pięć artykułów:

P1 Sobczuk, S.; Borucka, A. Recent Advances for the Development of Sustainable Transport and Their Importance in Case of Global Crises: A Literature Review, Applied Sciences 2024, 14 (22), 10653, DOI: <https://doi.org/10.3390/app142210653>.

- P2 Borucka, A.; Sobczuk, S. *Analysis of the Relationship Between Energy Consumption in Transport, Carbon Dioxide Emissions and State Revenues: The Case of Poland*, *Energies* 2025, 18 (9), 2291, DOI: <https://doi.org/10.3390/en18092291>.
- P3 Sobczuk, S.; Borucka, A. *Passenger air transport in Poland and selected European countries in the face of COVID-19: a post-pandemic comparative analysis*, *Sustainability* 2025, 17 (24), 11026, DOI: <https://doi.org/10.3390/su172411026>.
- P4 Sobczuk, S.; Borucka, A. *Passenger traffic in Polish seaports in the face of the COVID-19 pandemic*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Morskiej w Szczecinie – Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin* 2025, 81 (153), 57-66, DOI: <https://doi.org/10.17402/631>.
- P5 Sobczuk, S.; Borucka, A.; Kler, P. *Application of selected mathematical models for analysis and evaluation of the functioning of transport processes in crisis situations*, *European Research Studies Journal* 2025, 28 (4), 1175-1193, DOI: <https://doi.org/10.35808/ersj/4166>.

Cykl publikacji został podzielony tematycznie na trzy części: transport wobec wyzwań środowiskowych i gospodarczych (publikacje P1, P2), funkcjonowanie transportu w warunkach kryzysu zdrowotnego (publikacje P3, P4) oraz procesy transportowe w sytuacjach kryzysu społecznego i militarnego (publikacja P5). Oprócz publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie artykułów Doktorant omówił również wyniki przedstawione w publikacjach uzupełniających. Prace te poszerzają kontekst prowadzonych badań oraz stanowią spójne dopełnienie zasadniczych wyników rozprawy. Niestety w pracy nie zawarto pełnych tekstów publikacji uzupełniających, których wyniki również stanowią istotny element rozprawy. W rozdziale czwartym Doktorant podsumował przeprowadzone badania, sformułował wnioski końcowe i określił kierunki dalszych prac badawczych.

Rozdział trzeci stanowi najważniejszą część rozprawy doktorskiej. Omówiono w nim uzyskane rezultaty, które dały podstawę do rozwiązania problemów badawczych, potwierdzenia postawionych hipotez i osiągnięcia celu pracy. Przedstawione publikacje obejmują autorskie podejście Doktoranta do badania odporności procesów transportowych w warunkach współczesnych wyzwań oraz zagrożeń o podłożu środowiskowym, gospodarczym, zdrowotnym, społecznym i militarnym. W rozprawie zastosowano metody analizy i oceny funkcjonowania procesów transportowych oparte na modelach matematycznych i danych statystycznych. Zastosowano modele szeregów czasowych, modele ekonometryczne oraz algorytmy uczenia maszynowego.

Na podstawie analizy przedłożonego cyklu publikacji wykazano, że w publikacji P1 Doktorant opracował typologię współczesnych kryzysów powiązanych z transportem, dokonując przy tym charakterystyki ich oddziaływania na funkcjonowanie transportu, co wyznaczyło ramy i kierunek dalszych badań. W publikacji P2 Autor cyklu przedstawił modelowanie matematyczne oddziaływania kryzysów na procesy transportowe analizując relacje zachodzące pomiędzy czynnikami środowiskowymi, gospodarczymi wpływającymi na funkcjonowanie i zrównoważony rozwój transportu. Doktorant wykorzystał podejście oparte na metodzie kointegracji Johansena, która pozwoliła na analizę długookresowych zależności między wieloma szeregami czasowymi. W badaniu Doktorant uwzględnił trzy zmienne: całkowite wykorzystanie energii końcowej w transporcie, emisje dwutlenku węgla pochodzące z działalności transportowej oraz dochody budżetu państwa. Kolejne artykuły naukowe stanowiące cykl – publikacje P3 i P4 (część druga rozprawy doktorskiej) przedstawiają funkcjonowanie transportu w warunkach kryzysu zdrowotnego oraz koncentrują się na badaniu jego wpływu na kondycję pasażerskiego transportu. W publikacji P3 Doktorant przedstawił wyniki analizy porównawczej kondycji pasażerskiego transportu powietrznego w Polsce oraz w wybranych krajach europejskich w sytuacji zakłócenia pandemią COVID-19. Zasadniczym elementem badania było modelowanie matematyczne liczby przewiezionych pasażerów, które pozwoliło określić prognozowany poziom przewozów w warunkach braku kryzysu. Na tej podstawie oszacowano skalę strat, stopień osiągnięcia poziomu referencyjnego oraz porównano reakcje poszczególnych rynków na zakłócenia.. W artykule P4 Doktorant przedstawił opracowane modele matematyczne umożliwiające ocenę wpływu pandemii COVID-19 na przepływ pasażerów w transporcie morskim. Doktorant w oparciu o uzyskane wyniki sformułował rekomendacje dla pasażerskiego transportu morskiego w obliczu kryzysów zdrowotnych. W ostatniej części rozprawy, która została przedstawiona w publikacji P5, Doktorant dokonał analizy wybranych systemów transportowych w Polsce w świetle kryzysów militarnych i społecznych. W publikacji P5 podkreślono, że modele uczenia maszynowego mogą wspierać kształtowanie odporności transportu na trwałe i rozproszony kryzys społeczny. Kolejnym typem zjawisk oddziałujących na funkcjonowanie transportu wskazanym w publikacji P5 były kryzysy o podłożu militarnym. Istotnym elementem pracy jest dokonanie systematyzacji modeli matematycznych procesów transportowych w warunkach kryzysów wraz z wykazaniem ich zastosowań.

Przeprowadzone badania przedstawione w publikacjach P1 i P2 udzieliły odpowiedzi na pierwsze pytanie badawcze, wskazując, że współczesne wyzwania środowiskowe i gospodarcze determinują funkcjonowanie transportu w Polsce przede wszystkim poprzez długookresową presję dostosowawczą obejmującą zużycie energii, emisyjność oraz warunki ekonomiczne. Uzyskane wyniki potwierdziły pierwszą hipotezę. Osiągnięte

rezultaty przez Doktoranta, które zostały przedstawione w publikacjach P3 i P4 umożliwiły rozwiązanie drugiego problemu badawczego. Badania pokazały, że kryzysy zdrowotne wpływają na transport pasażerski poprzez zaburzenia w mobilności społeczeństwa prowadzące do poważnego załamania poziomu przewozów, jak i zaburzeń dynamiki zmian popytu, przy czym skala zakłóceń, a następnie procesy odbudowy nie są jednakowe we wszystkich gałęziach transportu. Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do potwierdzenia drugiej hipotezy. Wykonane badania, które Doktorant przedstawił w publikacji P5 stanowią odpowiedź na trzeci problem badawczy, gdzie stwierdził, że istnieją zmiany w przebiegu wskaźników opisujących realizację procesów transportowych w aglomeracji warszawskiej w odniesieniu do liczby przewiezionych pasażerów oraz wykonanej pracy przewozowej. Zidentyfikowane zostały także wzorce dotyczące skutków zdarzeń w ruchu drogowym. Uzyskane rezultaty pozwoliły na potwierdzenie trzeciej hipotezy. Przeprowadzone badania dały podstawę do rozwiązania wszystkich problemów badawczych, potwierdzenia postawionych hipotez oraz osiągnięcia celu pracy. Należy podkreślić, że Doktorant wyraźnie odniósł uzyskane rezultaty w poszczególnych publikacjach do celu i problemów badawczych rozprawy doktorskiej.

Przy ocenie rozprawy doktorskiej uwzględniono spójność tematyczną cyklu publikacji, oryginalność i poprawność metodyki oraz wyniki badań Doktoranta. Do istotnych osiągnięć Doktoranta zaliczam autorskie podejście w zakresie badania procesów transportowych w warunkach zakłóceń o zróżnicowanym charakterze, w tym opracowanie typologii kryzysów istotnych dla funkcjonowania procesów transportowych, identyfikację i charakterystykę wzajemnych uwarunkowań pomiędzy funkcjonowaniem transportu a współczesnymi kryzysami, modelowanie matematyczne zależności oraz zmian zachodzących w funkcjonowaniu procesów transportowych w warunkach kryzysów, a także opracowanie rekomendacji.

Układ rozprawy należy ocenić jako przejrzysty i logiczny. Poszczególne publikacje są ze sobą powiązane i konsekwentnie prowadzą do realizacji celu pracy. Wnioski końcowe są spójne z celem pracy i poparte wynikami badań. Stwierdzam, że sformułowany przez Doktoranta cel został osiągnięty. Uzyskane wyniki mają znaczenie zarówno naukowe, jak również są one cennym materiałem z punktu widzenia utylitarne.

5. Uwagi krytyczne

Podczas lektury ocenianej rozprawy doktorskiej nasunęły mi się następujące uwagi szczegółowe, które przedstawiam poniżej:

1. W rozprawie doktorskiej zestawiono różne typy kryzysów, wskazując, że mogą mieć charakter nagły lub prowadzić do długookresowych oddziaływań na funkcjonowanie

transportu. Warto by było zaakcentować, jak różny horyzont czasowy kryzysów wpływa na dobór wskaźników, interpretację wyników oraz ocenę odporności analizowanych procesów transportowych.

2. Opracowane rekomendacje dotyczące wzmacniania odporności sektora transportu bezpośrednio wynikają z przeprowadzonych analiz. Warto rozważyć ich uporządkowanie według horyzontu potencjalnego wdrożenia, np. krótkoterminowego, średnioterminowego i długoterminowego. Takie ujęcie mogłoby zwiększyć przejrzystość aplikacyjną proponowanych rozwiązań.
3. Rozprawa integruje analizy odnoszące się do różnych typów kryzysów, procesów transportowych oraz metod modelowania matematycznego. W podsumowaniu można było rozważyć wyodrębnienie najważniejszych elementów przyjętej koncepcji badawczej, w szczególności tych, które decydują o jej przydatności do badania odporności procesów transportowych. Stanowiłoby to punkt odniesienia dla dalszych rozważań nad funkcjonowaniem transportu w warunkach zakłóceń o odmiennym podłożu, skali i horyzoncie czasowym.

Podczas publicznej obrony proszę Doktoranta o odniesienie do następujących kwestii:

1. Jakie według Doktoranta znaczenie ma rozróżnienie zdarzeń nagłych oraz długookresowych wyzwań dla oceny odporności procesów transportowych na zakłócenia współczesnych kryzysów?
2. W jaki sposób zaproponowana typologia kryzysów może wspomagać nie tylko porządkowanie zjawisk oddziałujących na transport, ale także identyfikację zagrożeń oraz przygotowanie sektora transportu do kolejnych zakłóceń o zróżnicowanej genezie?
3. Które, zdaniem Doktoranta, wyniki i wnioski z przeprowadzonych badań można by wykorzystać w szerszym kontekście, a które należy interpretować przede wszystkim w odniesieniu do specyfiki polskiego systemu transportowego?
4. Które z analizowanych w rozprawie wskaźników opisujących funkcjonowanie procesów transportowych mogłyby być szczególnie przydatne do monitorowania potencjalnych zakłóceń?

Przedstawione uwagi nie umniejszają wartości merytorycznej pracy, którą oceniam bardzo wysoko. Uwagi te stanowią przyczynek do podjęcia pogłębionej dyskusji naukowej. Praca została zredagowana bardzo starannie. Użyte w rozprawie terminy i wyrażenia są w większości poprawne i zgodne z aktualnie obowiązującym słownictwem w dziedzinie

nauk inżynieryjno-technicznych. Biorąc pod uwagę ocenę rozprawy doktorskiej stwierdzam, że zasadne jest prowadzenie dalszych badań w tym zakresie.

6. Ocena końcowa

Podjęcie tematu badawczego rozprawy doktorskiej uważam za celowe i prawidłowo uzasadnione. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Treść rozprawy dowodzi, że Doktorant dobrze odnajduje się w podjętej problematyce badawczej. Stwierdzam brak istotnych uchybień w tym zakresie i pozytywnie oceniam znajomość przedmiotu zagadnienia przez Doktoranta, w tym jego przygotowanie zawodowe i naukowe.

Należy stwierdzić, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska oparta na cyklu publikacji stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego badania wpływu współczesnych kryzysów na procesy transportowe oraz zastosowania metod matematycznych do modelowania tych oddziaływań i wspierania funkcjonowania sektora transportu w obliczu zakłóceń o zróżnicowanym charakterze. Przedstawione wyniki badań w artykułach stanowiących spójny cykl publikacji wnoszą znaczny wkład w rozwój nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Sebastiana SOBCZUKA pt. „Badanie odporności procesów transportowych na zakłócenia współczesnych kryzysów”, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Doktorant posiada wiedzę teoretyczną oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wyrażam jednoznaczne stanowisko, że zostały spełnione wszystkie wymogi Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Wojskowej Akademii Technicznej o dopuszczenie Pana mgr inż. Sebastiana SOBCZUKA do dalszych etapów postępowania doktorskiego, w tym publicznej obrony przedstawionej rozprawy doktorskiej.

Prof. dr hab. inż. Dorota Burchart