

Katowice 05.10.2024 r.

Dr hab. inż. Piotr Fołęga, prof. PŚ.  
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej  
Politechnika Śląska

## **Recenzja**

rozprawy doktorskiej mgr inż. Iwony Rybickiej  
**pt. „Planowanie obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej  
na podstawie analizy uszkodzeń układów bezpieczeństwa”**

Podstawą wykonania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Lubelskiej z dnia 11 września 2024 r. oraz pismo RDN/IM/199/2024 z 16 września 2024 r. zastępcy przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna dr hab. inż. Jarosława Bieniasia.

### 1. Charakterystyka i uwagi o tematyce rozprawy doktorskiej

Merytoryczną dokumentację do sporządzenia recenzji stanowi egzemplarz rozprawy doktorskiej mgr inż. Iwony Rybickiej pt. „Planowanie obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej na podstawie analizy uszkodzeń układów bezpieczeństwa”. Promotorem pracy doktorskiej jest Pan prof. dr hab. inż. Paweł Drożdziel. Rozprawa doktorska zawiera 116 stron, dziesięć ponumerowanych rozdziałów, streszczenie w języku polskim oraz w języku angielskim, wykazy rysunków, tabel i załączników, oraz spis literatury, który zawiera 130 pozycji krajowych i zagranicznych dobranych prawidłowo, w tym cztery pozycje współautorstwa doktorantki.

Uważam, że podjęte przez mgr inż. Iwonę Rybicką szczegółowe rozważania dotyczące problematyki zarządzania efektywnością pojazdów transportu zbiorowego w celu utrzymania ich wysokiej niezawodności są

ważnym i aktualnym aspektem związanym z przeprowadzaniem obsługi technicznych, w których dokonuje się niezbędnych napraw i przeglądów. Według doktorantki celem tych działań jest zapewnienie niezbędnego poziomu sprawności technicznej i operacyjnej w celu niezawodnego świadczenia usług transportowych, spełnienia wymogów bezpieczeństwa, a także ochrony środowiska. Wyłączenie pojazdów z eksploatacji powoduje straty dla firmy przewozowych oraz zmniejsza niezawodności i dostępności floty autobusów.

Sformułowanie tematu rozprawy doktorskiej należy uznać za prawidłowe, a przede wszystkim odpowiadające potrzebom nauki i praktyki gospodarczej w obszarze problematyki racjonalnego planowania obsługi autobusów komunikacji zbiorowej. Obszar badawczy recenzowanej rozprawy doktorskiej obejmuje opracowanie procedury planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej na podstawie analizy uszkodzeń układów bezpieczeństwa, która obejmuje przeprowadzenie analiz statystycznych w celu wyznaczenia bezawaryjnej pracy układów w autobusach komunikacji miejskiej oraz prawdopodobieństwa wystąpienia awarii w określonym przedziale czasowym na podstawie uzyskanych rzeczywistych danych pochodzących z przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej. Według doktorantki zapewni to racjonalne podjęcie decyzji po ilu dniach zostanie przeprowadzona prewencyjna obsługa.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że Pani mgr inż. Iwona Rybicka podejmując się w rozprawie opracowania autorskiej procedury planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej na podstawie analizy uszkodzeń układów bezpieczeństwa dobrze wpisuje się w wypełnienie luki badawczej oraz potrzeby badań w tym obszarze.

## 2. Analiza struktury rozprawy – podział treści na rozdziały

Doktorantka po podaniu wykazu ważniejszych symboli i oznaczeń przedstawiła we wprowadzeniu (4 strony) w syntetyczny sposób podstawowe informacje, które wprowadzają czytelnika w zakres rozprawy. W drugim rozdziale rozprawy (18 stron) doktorantka przedstawiła analizę stanu wiedzy dotyczącej tematyki pracy. W sposób syntetyczny przedstawiła wybrane zagadnienia związane z przeprowadzaniem obsługi technicznych. W rozdziale tym autorka ponadto scharakteryzowała w sposób szczegółowy efektywność eksploatacyjną, a także system obsługi i napraw obiektów technicznych, oraz ich uszkodzenia.

Rozdział trzeci (7 stron) związany jest z niezawodnością obiektów technicznych. Doktorantka opisała stany niezawodności obiektów technicznych, a także scharakteryzowała najczęstsze przyczyny powstawania uszkodzeń w samochodach.

Rozdział czwarty (2 strony) jest syntetycznym podsumowaniem przeprowadzonego przez doktorantkę przeglądu literatury.

Część badawczą pracy rozpoczyna rozdział piąty rozprawy (3 strony), w którym doktorantka przedstawiła charakterystykę wybranego przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej, od którego pozyskała dane do analiz statystycznych. Z plików obsługi i napraw przedsiębiorstwa wygenerowała wszystkie operacje naprawcze i obsługowe, które zostały przeprowadzone w danym autobusie. Dane dotyczyły operacji i obsługi, które zachodziły w układach: hamulcowym, kierowniczym, a także zawieszeniu. Przeprowadzone badania i analizy dotyczyły liczby uszkodzeń tych układów występujących w okresie pięciu lat eksploatacji dla grupy 5 marek autobusów eksploatowanych w przedsiębiorstwie.

W rozdziale szóstym (1 strona) autorka rozprawy podała cel główny oraz dwa cele szczegółowe pracy, a także postawioną tezę pracy.

Mgr inż. Iwona Rybicka tezę rozprawy zdefiniowała następująco:  
**„Możliwe jest określenie czasu bezawaryjnej pracy układów bezpieczeństwa pojazdów komunikacji zbiorowej, co pozwoli na zaplanowanie ich obsługi prewencyjnych na podstawie złożonych analiz statystycznych dotyczących ich usterkowości pochodzących z systemów informatycznych wybranego przedsiębiorstwa.**

Jako główny cel rozprawy wskazała:  
**„opracowanie planowania procedur obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej z wykorzystaniem analizy statystycznej uszkodzeń ich układów bezpieczeństwa.”**

Natomiast jako cele szczegółowe pracy wskazała:  
**„określenie liczby występujących uszkodzeń układów środków transportu takich jak układ hamulcowy, układ kierowniczy i zawieszenie, a także określenie czasu bezawaryjnej pracy analizowanych układów pojazdów komunikacji miejskiej.”**

Uważam, że cele główny oraz cele szczegółowe rozprawy zostały określone w sposób poprawny oraz że podana przez mgr inż. Iwonę Rybicką teza i cele rozprawy są podsumowaniem postawionego w rozprawie problemu badawczego.

W rozdziale siódmym rozprawy (4 strony) doktorantka przedstawiła analizy statystyczne badanych układów poprzez opis przeprowadzonych badań niezależności typu uszkodzeń od pojazdu oraz bezawaryjnej pracy autobusów.

W rozdziale ósmym (33 strony) doktorantka w sposób bardzo obszerny i wyczerpujący opisała przeprowadzone badania, które pozwoliły na pozyskanie niezbędnej wiedzy oraz wyników do opracowania procedury planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej na podstawie analizy uszkodzeń układów bezpieczeństwa. W mojej ocenie rozdział ten zawiera ważne informacje dotyczące wykonania przez

doktorantkę założonych badań. Przedstawiła analizę niezależności typu uszkodzenia od autobusu. W celu sprawdzenia niezależności typu uszkodzenia od marki autobusu zastosowała test niezależności. Przeanalizowała liczbę uszkodzeń w przyjętych pięciu markach autobusów komunikacji zbiorowej w układzie hamulcowym, kierowniczym i zawieszeniu. Postawiła dwie hipotezy robocze. Pierwsza, że zmienna grupująca nie ma wpływu na realizację cechy (brak korelacji pomiędzy zmiennymi) wobec drugiej hipotezy alternatywnej, że zmienna grupująca ma wpływ na realizację cechy (istnieje korelacja pomiędzy zmiennymi). Doktorantka na podstawie przeprowadzonych analiz statystycznych układów badanej populacji autobusów stwierdziła, że istnieje korelacja między zmiennymi, czyli że można założyć, że gdy nastąpi awaria np. w układzie hamulcowym to w najbliższym czasie można spodziewać się przestoju z powodu awarii w pozostałych dwóch badanych układach. Rozdział szósty zawiera ponadto szczegółowe analizy statystyczne bezawaryjnej pracy przyjętych do badań pięciu marek autobusów eksploatowanych w okresie pięciu lat w przedsiębiorstwie komunikacji miejskiej.

W rozdziale dziewiątym (2 strony) mgr inż. Iwona Rybicka przedstawiła opracowaną autorską procedurę planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej. Doktorantka przedstawiła schemat systemu wspomagania podejmowania decyzji dla środka transportu, a także przykład praktycznego zastosowania procedury planowania obsługi prewencyjnych dla jednej wybranej grupy autobusów z różną wartością prawdopodobieństwa.

W rozdziale dziesiątym (2 strony) mgr inż. Iwona Rybicka przedstawiła podsumowanie i wnioski wynikające z przeprowadzonych w rozprawie analiz i badań.

Uważam, że rozdziały od siódmego do dziewiątego mają istotne znaczenie zarówno ze względu na cele jak i tezę rozprawy. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą szczegółową znajomością tematyki dotyczącej planowania obsługi autobusów komunikacji zbiorowej na podstawie analizy statystycznej uszkodzeń wybranych układów bezpieczeństwa.

### 3. Ocena merytoryczna rozprawy

Przyjęty w rozprawie doktorskiej układ pracy, kolejność rozdziałów oraz treść w mojej ocenie są poprawne. Pomocne dla czytającego pracę są również zamieszczone wykazy rysunków oraz tabel, a także załączniki, które w mojej ocenie poprawiają czytelność i zrozumienie pracy. Zamieszczony w pracy materiał graficzny, w postaci rysunków i tabel jest dobrym uzupełnieniem tekstu rozprawy. Całościowy układ rozprawy jest czytelny oraz logiczny. W tekście rozprawy można zauważyć pewne błędy edycyjne, ale nie umniejszają one dobrego i prawidłowego poziomu edycyjnego całej rozprawy. Język, jakim posługuje się doktorantka jest zrozumiały, a także poprawny. Uważam, że układ pracy, treść rozdziałów oraz forma opracowania, pomimo pewnych błędów są na odpowiednim poziomie i wskazują na dobre przygotowanie doktorantki w tym zakresie.

Jak już wcześniej wspomniałem w recenzji w mojej ocenie najważniejszą częścią rozprawy są rozdziały od siódmego do dziewiątego dotyczące części badawczej, w których doktorantka przedstawiła opracowaną autorską procedurę planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej oraz etapy schematu systemu wspomaganie podejmowania decyzji dla środka transportu.

Nie ulega wątpliwości, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Iwony Rybickiej jest autorskim oraz oryginalnym ujęciem problematyki badawczej dotyczącej zagadnień związanych z niezawodnością obiektów technicznych, jakimi są autobusy

wykorzystywane w przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej. W mojej ocenie doktorantka zrealizowała cele rozprawy oraz udowodniła postawioną tezę. Za główne osiągnięcia Pani mgr inż. Iwony Rybickiej uważam:

1. Opracowanie autorskiej procedury planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej w celu racjonalnego planowania obsługi przewencyjnych. Doktorantka w pracy na podstawie uzyskanych rzeczywistych danych z przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej przeprowadziła analizy statystyczne w celu wyznaczenia bezawaryjnej pracy wybranych trzech układów bezpieczeństwa w autobusach komunikacji miejskiej, a także prawdopodobieństwa wystąpienia awarii w określonym przedziale czasowym. Wyniki analiz statystycznych według doktorantki mogą być podstawą procedury planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej. Ponadto według doktorantki istotne znaczenie w planowaniu obsługi autobusów jest posiadanie funkcjonalnego systemu wspomagania podejmowania decyzji, który może być wsparciem dla systemu diagnostycznego w celu zapewnienia odpowiedniej niezawodności pojazdów.

2. Opracowanie schematu systemu wspomagania podejmowania decyzji dla środka transportu. Według doktorantki schemat systemu wspomagania podejmowania decyzji dla środka transportu powinien zawierać następujące etapy, tj.: pozyskanie rzeczywistych danych eksploatacyjnych, przeprowadzenie analiz statystycznych danych eksploatacyjnych, interpretacje uzyskanych wyników obliczeń oraz określenie funkcji przeżycia środka transportu. W ostatnim etapie dotyczącym podejmowania decyzji o przeprowadzeniu planowej obsługi należy określić przedział wartości prawdopodobieństwa wystąpienia usterki oraz wyznaczyć z wykorzystaniem funkcji przeżycia przedział

czasowy pojawienia się awarii, który pozwoli na podjęcie decyzji po ilu dniach należy przeprowadzić prewencyjną planowaną obsługę.

W mojej ocenie wybór przez mgr inż. Iwonę Rybicką tematyki rozprawy jest uzasadniony, aktualny oraz celowy. Układ rozprawy doktorskiej oraz opracowanie przez doktorantkę materiału empirycznego nie budzi zastrzeżeń, a przeprowadzone analizy oraz przyjęta metodyka badań są na odpowiednim poziomie i właściwe dla tego rodzaju prac. Uważam, że Pani mgr inż. Iwona Rybicka wykazała się dobrą wiedzą teoretyczną i znajomością przedmiotu badań, dobrą organizacją przeprowadzonych analiz i obliczeń, a także poprawnym wnioskowaniem. Te aspekty świadczą o właściwym przygotowaniu Pani mgr inż. Iwony Rybickiej do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

#### 4. Uwagi krytyczne i pytania szczegółowe.

W trakcie czytania tekstu rozprawy doktorskiej pojawiły się pewne wątpliwości oraz uwagi i pytania szczegółowe. Odpowiedzi na poniższe pytania oczekuję od doktorantki podczas publicznej obrony:

1. W rozdziale 9 podała Pani kolejne etapy opracowanego schematu systemu wspomagania podejmowania decyzji dla środka transportu. W mojej ocenie należałoby przedstawić opracowany schemat w formie graficznej w sposób bardziej szczegółowy z uwzględnieniem w szczególności bardziej rozbudowanego istotnego etapu trzeciego schematu „Interpretacja uzyskanych wyników obliczeń”. Proszę o komentarz w tej sprawie.

2. W ramach pracy w rozdziale 9.2 przeprowadziła Pani na podstawie analiz statystycznych opisanych w rozdziale ósmym obliczenia przedziału czasowego wystąpienia usterki w pojazdach z różną wartością prawdopodobieństwa wystąpienia awarii tylko dla drugiej marki autobusów (A2). W ramach analiz statystycznych w rozdziale ósmym



przeprowadziła Pani analizy bezawaryjnej pracy autobusów dla wszystkich przyjętych do analiz pięciu marek autobusów (od A1 do A5). Czy w ramach pracy przeprowadziła Pani obliczenia przedziału czasowego wystąpienia usterki w pojazdach z różną wartością prawdopodobieństwa wystąpienia awarii dla pozostałych marek autobusów (A1, A3, A4 i A5). Jeżeli tak, to proszę o ich przedstawienie oraz omówienie w trakcie publicznej obrony?

3. Na stronie 41 w rozdziale 5 napisała Pani „Analizę przeprowadzono dla grupy 5 marek autobusów eksploatowanych przez MPK Lublin. W celu nie wskazywania bezpośrednio marki pojazdów w trakcie analizy zostały oznaczone, jako A1, A2, A3, A4, A5. W każdym rozpatrywanym okresie czasu w badaniach analizowano 20 sztuk marki A1, 53 sztuki marki A2, 20 sztuk marki A3, 10 sztuk marki A4 i 22 sztuki marki A5.” Następnie na stronie 49 w rozdziale 8 napisała Pani „Analiza liczby uszkodzeń obejmowała pięć lat eksploatacji pojazdów komunikacji zbiorowej przedsiębiorstwa komunikacyjnego (MPK). Dane obejmowały uszkodzenia na pięciu markach autobusów. Marki pojazdów oznaczono, jako A1, A2, A3, A4, A5. W badaniu analizowano 100 sztuk marki A1, 265 sztuk marki A2, 100 sztuk marki A3, 50 sztuk marki A4 i 110 sztuk marki A5.” Z czego wynika inna liczba sztuk analizowanych pięciu marek autobusów od A1 do A5 podana w rozdziałach piątym i ósmym? Proszę o komentarz w tej sprawie.

4. W rozdziale 10 „Podsumowanie” na stronie 84 pisze Pani, że „W przyszłości zaproponowana metoda obsługi może być zastosowana w analizie innych układów i w innych pojazdach.” Proszę o komentarz w tej sprawie.

Chociaż jak wcześniej wskazałem całość rozprawy jest spójna oraz napisana poprawnie, to szczegółowa analiza treści rozprawy rodzi kilka pytań szczegółowych, głównie redakcyjnych i edycyjnych. Są to np.:

1. Na stronie 6 w wykazie symboli i oznaczeń „KO” określiła Pani jako „koszty obsługiwanie”. Czy nie powinno być „koszty przeprowadzonych obsług”.

2. Na stronie 9 pisze Pani „Analiza tych kosztów dostarcza informacji potrzebnych do planowania i podejmowania decyzji, takich jak likwidacja transportu, zakup nowego transportu, ustalanie stawek transportowych i wybór tras.” Czy nie powinno być zamiast „transportu” „środków transportu”?

3. Na stronie 34 pisze Pani „Poszczególne stany przedstawia rys. 13.” Jakie stany przedstawiono na tym rysunku?

4. Na stronie 46 pisze Pani „Wielkość  $\| \cdot \|$  oznacza normę euklidesową”. O jaką wielkość chodzi?

5. Na stronie 46 piszę Pani „Dla wyznaczenia oczekiwanego czasu bezawaryjnej pracy autobusu zastosowano „Skalowania wielowymiarowe (Multidimensional Scaling Method - MSM)” [127].” Następnie na tej samej stronie pisze Pani „W celu wyznaczenia podobieństw i różnic pomiędzy bezawaryjną pracą autobusów stosujemy Multidimensional Scaling Method [62], która pozwala na wizualizację podobieństw i różnic pewnych grup obiektów.” wskazując dwie różne pozycje literatury [62] i [127]. Czy chodzi o tę samą metodę?

6. Na stronie 48 piszę Pani „.... zostały postawione dwie hipotezy hipoteza robocza:”

7. W tekście pracy podaje Pani określenia w języku angielskim często nie podając tłumaczenia na język polski.

## 5. Konkluzja

Uważam, że zawarte w recenzji uwagi krytyczne, pytania szczegółowe czy zastrzeżenia absolutnie nie zmniejszają merytorycznej wartości naukowej i aplikacyjnej recenzowanej rozprawy doktorskiej. Znaczenie podjętej problematyki zarówno w wymiarze naukowym jak i aplikacyjnym oraz stopień realizacji celu uzasadniają stwierdzenie, że rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie przez doktorantkę zagadnienia naukowego. Uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Iwony Rybickiej pt. „Planowanie obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej na podstawie analizy uszkodzeń układów bezpieczeństwa” została opracowana na dobrym poziomie merytorycznym oraz podejmuje ważne problemy badawcze. Założone cele zostały zrealizowane, a przyjęta teza rozprawy została udowodniona.

W podsumowaniu stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Iwony Rybickiej pt. „Planowanie obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej na podstawie analizy uszkodzeń układów bezpieczeństwa” spełnia wymagania określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dziennik Ustaw 2003 nr 65, poz. 595 – z późniejszymi zmianami) i ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dziennik Ustaw 2020 poz. 85 – z późniejszymi zmianami) oraz mieści się w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Wnoszę zatem o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Iwony Rybickiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony na stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

*Piotr Kolaque*