

Dr hab. inż. Sławomir WIERZBICKI, prof. UWM
Katedra Mechatroniki
Wydział Nauk Technicznych
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

RECENZJA

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

Promotor: prof. dr hab. inż. Paweł Drożdziel

Recenzja wykonana na podstawie pisma nr RDN/IM/192/2024 Zastępcy Przewodniczącego ds. stopni naukowych Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Lubelskiej dr hab. inż. Jarosława Bieniasia z 11 września 2024.

Ocena problematyki pracy

Zapewnienie prawidłowego funkcjonowania miejskiego transportu publicznego to jedno z kluczowych zadań stawianych przedsiębiorstwom komunikacji miejskiej. Spełnienie tych wymagań wymaga od przedsiębiorstw posiadania odpowiedniej floty pojazdów. Utrzymanie jednak tych pojazdów w stanie gotowości zadaniowej wymaga posiadania przez przedsiębiorstwo zaplecza technicznego umożliwiającego nie tylko bieżącą obsługę pojazdów, ale również usuwanie nagłych usterek, których występowanie często ma charakter losowy. Szczególnie istotne jest zapewnienie prawidłowego działania układów, które mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo zarówno eksploatacji pojazdów jak i osób korzystających z transportu miejskiego.

Z ekonomicznego punktu utrzymywanie licznej foty pojazdów wymaga zapewnienia nie tylko odpowiedniej ilości paliwa i materiałów eksploatacyjnych ale również

podzespołów i części zamiennych. O ile zapotrzebowanie na paliwa i materiały eksploatacyjne jest łatwe do oszacowania, to zapotrzebowanie na części zamienne wymaga szerszych analiz i zawsze obarczone jest błędem.

Właściwe oszacowanie zapotrzebowania na części zamienne wymaga przeprowadzenia analiz częstotliwości występowania poszczególnych usterek, co wymaga prowadzenia badań w okresie eksploatacji pojazdów.

Właśnie problemem określenia czasu bezawaryjnej pracy układów bezpieczeństwa pojazdów komunikacji miejskiej, a tym samym planowanie obsługi prewencyjnych jest przedmiotem ocenianej rozprawy doktorskiej. Z punktu widzenia walorów naukowych i praktycznych należy uznać, że tematyka recenzowanej pracy doktorskiej jest ważna i aktualna. **Oceniana rozprawa doktorska spełnia zatem wymagania jakie są stawiane tematom prac doktorskich realizowanym w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn (obecnie inżynieria mechaniczna).**

Analiza rozprawy doktorskiej

Część zasadnicza rozprawy doktorskiej liczy łącznie 99 stron i jest uzupełniona o wykaz rysunków, tabel oraz załączniki.

Treść pracy podzielona jest na 10 rozdziałów poprzedzonych wykazem symboli i oznaczeń. Na końcu pracy zamieszczony został wykaz literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Struktura ocenianej rozprawy jest poprawna i typowa dla rozpraw doktorskich, a kolejność rozdziałów logicznie powiązana z sobą.

W wprowadzeniu (rozdział 1, str. 8-11) Autorka wprowadza w tematykę rozprawy, opisując rolę transportu zbiorowego, charakteryzując najczęstsze uszkodzenia środków transportu.

Rozdział 2 rozprawy (str. 12-30) pt. „*Analiza stanu wiedzy*” zawiera opis wybranych zagadnień dotyczących eksploatacji środków transportu. Zawiera między innymi opis procesów eksploatacji, zagadnienia dotyczące efektywności eksploatacyjnej, opis systemów obsługi i napraw obiektów technicznych, a także charakterystykę uszkodzeń obiektów technicznych.

Kolejny 3 rozdział pracy „*Niezawodność w systemie obiektów technicznych*” (str. 31-37) zawiera informacje dotyczące niezawodności. Oprócz definicji niezawodności i opisu pojęć z nią związanych, Autorka w rozdziale tym przedstawia teoretyczne informacje dotyczące obiektów technicznych, stanów niezawodnościowych oraz charakterystyk niezawodności.

Kolejny czwarty rozdział pracy (str. 38-39) „*Podsumowanie przeglądu literatury*” jak sama nazwa wskazuje jest podsumowaniem rozważań teoretycznych przedstawionych w rozdziałach 2 i 3.

Opis Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego, z którego pozyskano dane do realizacji zasadniczej części pracy przedstawiony jest w rozdziale 5 (str. 49-52). W rozdziale tym przedstawiono ogólne informacje o analizowanych 5 typach autobusów, wymieniono również elementy układów bezpieczeństwa, które poddano analizie.

Rozdział 6 (str. 43) zawiera tezę i cel pracy. Doktorantka sformułowała następującą tezę „*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.*” W rozdziale tym przedstawiony został główny cel pracy oraz cele szczegółowe.

Kolejny 7 rozdział (str. 44-47) „*Opis analiz statystycznych badanych układów*” zawiera opis metod statystycznych wykorzystanych w pracy do analizy uzyskanych wyników badań.

Wyniki analiz statystycznych wyników badań zostały przedstawione w rozdziale 8 (str.48-80).

W rozdziale 9 (str. 81-82) Doktorantka przedstawiła opis opracowanej procedury planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej.

Ostatni 10 rozdział rozprawy jest podsumowaniem rozprawy, w rozdziale tym zostały zamieszczone wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz.

Wykaz literatury zawiera 130 pozycji, z czego 42 pozycje mają mniej niż 5 lat. Autorka rozprawy jest współautorką czterech cytowanych w rozprawie pozycji literatury. 72 pozycje literatury są anglojęzyczne.

Ocena merytoryczna rozprawy

Oceniana rozprawa dotyczy aktualnego tematu badawczego, wpisującego się w dyscyplinę naukową, w której jest realizowana. Problem zapewnienia niezawodnego i bezpiecznego transportu zbiorowego jest jednym z kluczowych problemów, który decyduje o funkcjonowaniu miast. Dobrze funkcjonująca komunikacja zbiorowa wpływa nie tylko na zapewnienie prawidłowego funkcjonowania zakładów produkcyjnych, urzędów i szkół, ale również rozwiązuje problem dostępności miejsc

parkingowych, a także poprawy komfortu życia mieszkańców z uwagi na mniejsze zanieczyszczenie środowiska.

W ocenianej rozprawie Doktorantka postawiła za cel opracowanie procedury obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej w oparciu o analizy statystyczne danych pozyskanych z przedsiębiorstwa transportowego. Zagadnienie to jest niezwykle istotne, gdyż właściwie zaplanowanie obsługi technicznej pozwala nie tylko na zapewnienie niezawodnej pracy pojazdów, ale również na minimalizację przestojów związanych z usuwaniem usterek, jak również minimalizację kosztów utrzymania środków transportu.

Uwagi krytyczne

Teza *„Możliwe jest określenie czasu bezawaryjnej pracy układów bezpieczeństwa pojazdów komunikacji zbiorowej, co pozwoli na zaplanowanie ich obsług prewencyjnych na podstawie złożonych analiz statystycznych dotyczących ich usterkowości pochodzących z systemów informatycznych wybranego przedsiębiorstwa”*. Wydaje się dość oczywistą, obecnie przy wykorzystaniu dostępnych narzędzi statystycznych określenie czasu bezawaryjnej pracy na podstawie danych statystycznych nie stanowi problemu.

We wprowadzeniu Doktorantka argumentując wybór układów poddanych w pracy analizie (str. 10) zamieszcza rysunek przedstawiający procentowy udział uszkodzeń układów środków transportu jako przyczyny powstawania wypadków drogowych. O ile wybór układów do analizy nie budzi wątpliwości, to należy jednak zaznaczyć, że przedstawione dane dotyczą wszystkich środków transportu, a nie tylko autobusów. Cytowana publikacja pochodzi z 2006 roku zatem podana statystyka uszkodzeń dotyczy starych rozwiązań pojazdów, obecnie stosowane w autobusach rozwiązania analizowanych układów odbiegają znacząco od tych rozwiązań zastosowanych w pojazdach poddanych analizie w tej publikacji.

W rozdziale 5 Doktorantka charakteryzuje krótko flotę autobusów Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie. Na stronie 41 rozprawy pisze, że *„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.”* Natomiast na stronie 49 jest informacja, że *„W badaniu analizowano 100 sztuk marki A1, 265 sztuk marki A2, 100 sztuk marki A3, 50 sztuk marki A4 i 110 sztuk marki A5.”* Należy zatem zadać pytanie, ile pojazdów było poddane analizie. Można przypuszczać analizując dane, że z liczby autobusów podanej na stronie 49 wybrano do analizy grupę pojazdów w liczbie podanej na stronie 41. Jeśli takie było postępowanie

to konieczne byłoby podanie w takim wypadku kryteriów wyboru pojazdów poddanych analizie.

Dyskusyjne jest też przyjęcie jako miary eksploatacji autobusów liczby dni. Miara „liczba dni” jako parametr eksploatacji jest obiektywna, jeśli chodzi o opis zjawisk związanych z procesem starzenia niezależnym od warunków eksploatacji. W mojej ocenie przy tego typu analizach należy uwzględniać nie tylko czas, ale również intensywność eksploatacji. Wydaje się, że przyjęcie wskaźnika np. przebieg w km byłoby bardziej obiektywne. W pracy brak jest informacji o warunkach eksploatacji analizowanych pojazdów, takich jak rzeczywisty czas ich wykorzystania, warunków eksploatacji czy poruszały się po tej samej trasie. Nie ma też informacji o wieku i przebiegu pojazdów, a te parametry niewątpliwie decydują o niezawodności poszczególnych układów.

Tytuł rozdziału 7 „*Opis analiz statystycznych badanych układów*” w mojej ocenie nie jest właściwy. W rozdziale tym Doktorantka opisała metody statystyczne wykorzystywane do analizy wyników. Natomiast analiza statystyczna badanych układów została przedstawiona w kolejnym rozdziale.

Po analizie wyników badań przedstawionych w rozdziale 8 trudno uznać, że użyte metody statystyczne wykorzystane do analizy wyników badań są złożonymi analizami statystycznymi, o których Doktorantka pisze w tezie rozprawy.

Przedstawione w podrozdziale 8.2 statystyczne analizy niezależności typu uszkodzenia od autobusu wskazują, że dla autobusów typu A1 wykazano słuszność hipotezy H_0 , czyli brak korelacji pomiędzy uszkodzeniami analizowanych układów, w przeciwieństwie do pozostałych typów autobusów, gdzie odrzucono hipotezę H_0 (analiza wskazuje na występowanie korelacji). Na końcu tego podrozdziału zamieszczono informację, że na podstawie przeprowadzonych analiz statystycznych układów badanej populacji środków transportu zbiorowego możemy stwierdzić, że istnieje korelacja między zmiennymi, brak jest odniesienia do przypadku autobusów typu A1.

W pracy Autorka często posługuje się sformułowaniem „prawdopodobieństwo” nie precyzując dokładnie o jakie prawdopodobieństwo chodzi. Czasami tym, mianem określa prawdopodobieństwo wystąpienia usterki, a czasami prawdopodobieństwo bezawaryjnej pracy.

Opisana w rozdziale 9 procedura planowania obsługi pojazdów komunikacji zbiorowej, która była głównym celem pracy (wg informacji z podrozdziału „*Cel pracy*” str. 43) jest bardzo ogólna. Podobną procedurę można opracować na podstawie

analizy literatury i jest ona właściwa dla każdej maszyny. Celowo byłoby opracowanie szczegółowych zaleceń, podanie wartości przyjętych wskaźników, które decydują o skierowaniu pojazdu do obsługi. Brak w tej procedurze szerszego odniesienia do przeprowadzonych w rozprawie analiz statystycznych. W podrozdziale 9.2 podano, że „... najlepiej funkcję przeżycia środków transportu opisuje rozkład Weibulla. Z tego powodu w celu decyzji przyjęto go jako podstawę procesu obliczeniowego”. Brak w pracy szerszych analiz dokumentujących poprawność tego stwierdzenia. Dyskusyjne są też wyniki obliczeń przedstawione w tabeli 28. Analiza zamieszczonych wartości w tej tabeli wskazuje, że dane te chyba zostały źle wpisane (zamiana wierszy na kolumny). Obecnie z tabeli tej wynika, że np. przy prawdopodobieństwie uszkodzenia układu hamulcowego $p=0,25$ obsługę należy wykonywać co 31 dni, przy $p=0,5$ co 80 dni, a przy $p=0,75$ co 36 dni. Podobne relacje występują dla wyników pozostałych układów poddanych analizie.

W krótkiej analizie przedstawionych w tej tabeli wyników pada stwierdzenie „Na podstawie tych wartości osoba podejmuje decyzję, w którym dniu należy przeprowadzić obsługę prewencyjną. Jeżeli przyjmuje wysoką wartość wystąpienia awarii ($p = 0.75$) to może przeprowadzić tą obsługę w okolicach 95 dnia od chwili przeprowadzenia obliczeń. W przypadku niskiej wartości prawdopodobieństwa związanego z chwilą wystąpienia usterki będzie to około 40 dnia”. Z tego opisu wynika, że przy wysokiej wartości wystąpienia awarii ($p=0,75$) obsługę wykonuje się rzadziej niż przy prawdopodobieństwie awarii równemu 0,25. Prawdopodobnie w tej analizie Autorce chodziło o akceptowalne prawdopodobieństwo wystąpienia awarii, wtedy sformułowanie to nabiera innego znaczenia, jednak i w tym wypadku zamieszczone w tabeli dane nie potwierdzają tego stwierdzenia. Ponadto stwierdzenie, że „... przeprowadzić tą obsługę w okolicach 95 dnia od chwili przeprowadzenia obliczeń.”, termin wykonania obsługi nie powinien zależeć od chwili wykonania obliczeń, a od terminu poprzedniej obsługi. Wątpliwości budzi też sformułowanie „... to może przeprowadzić tą obsługę”, jeśli opracowujemy procedurę obsługi powinniśmy używać sformułować „należy”, „konieczne” ewentualnie „zaleca się” i podać oczekiwaną wartość wskaźnika wraz z ewentualną tolerancją.

Brak też w rozprawie wyjaśnienia, dlaczego w tym podrozdziale przedstawiono analizę tylko dla pojazdów typu A2. Co z podobnymi analizami dla pozostałych typów pojazdów?

Praca napisana jest dość poprawnym językiem technicznym, jednak występuje w niej wiele nieprecyzyjnych sformułowań, w trakcie jej czytania zauważyłem również drobne błędy językowe i stylistyczne np.:

- Tytuł rozdziału jest „2.1. *Wybrane zagadnienia eksploatacji obsługi technicznej*” powinno być „...eksploatacji obiektów technicznych”;
- Tab. 1. (str. 41) opis kolumny 2 jest „*Moc silnika [kW (KW)]*”, powinno być [kW (KM)];
- str. 43 – jest „*za proponowanie*” powinno być „*zaproponowanie*”;
- str. 45 – jest „*W celu sprawdzenia bezawaryjnej pracy autobusu*” – czas bezawaryjnej pracy można wyznaczyć określić, ale nie sprawdzić;
- str. 48 – jest „*Dane liczby uszkodzeń zostały przedstawione w załącznikach ...*”
- str. 49 – jest „*Analiza bezawaryjnej pracy autobusów*” chyba powinno być „*czasu bezawaryjnej pracy autobusów*”;
- str. 50 – jest „*Czas bezawaryjnej jazdy układu kierowniczego ...*” powinno być „*poprawianego działania/funkcjonowania*”;
- rys. 15-18 (oraz analogiczne rysunki w dalszych podrozdziałach rozprawy) nieprecyzyjna nazwa wielkości przedstawionej na osi Y – „*gęstość*” czego? oraz brak jednostki;
- str. 74 – jest „... *natomiast układ hamulcowy wykazał 207 dni*” – nieprecyzyjne sformułowanie;
- str. 79 – jest „*miedzy*”.

Konkluzja

Zawarte w mojej recenzji dość liczne uwagi krytyczne nie wpływają na ogólną, pozytywną ocenę rozprawy, często te uwagi mają charakter dyskusyjny.

Biorąc, zatem pod uwagę omówione i ocenione wyżej rezultaty rozprawy doktorskiej stwierdzam, że **oceniana rozprawa doktorska spełnia wymogi stawiane pracom na stopień doktora nauk technicznych**, w rozumieniu art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz ustawy z dnia 20 lipca 2018r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668). Wniosuję zatem o dopuszczenie mgr inż. Iwony Rybickiej do publicznej obrony przedstawionej rozprawy doktorskiej.