



Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego
*nt.: Badania symulacyjne oraz ocena układu biegowego pojazdu szynowo -
drogowego*

dr hab. inż. Grzegorz Zając, prof. PK

Kraków, dnia 6 września 2023 r.

Podpis:

1. Ocena celowości podjęcia problematyki pracy oraz ocena ogólnej wiedzy teoretycznej Autora w myśl ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami)

Transport szynowy obecnie stanowi kluczowy system transportu lądowego ze względu na potencjalnie najmniejsze negatywne oddziaływanie na środowisko naturalne, wysoki poziom bezpieczeństwa i niezawodność działania. Współczesna logistyka zarówno przemysłowa jak i społeczna nie jest w stanie efektywnie funkcjonować bez udziału transportu szynowego, dotyczy to w szczególności obszarów przemysłowych oraz wysoko zurbanizowanych. System transportu szynowego do poprawnego funkcjonowania wymaga m.in. wykorzystywania wielu specjalistycznych urządzeń, maszyn, pojazdów zarówno na etapie budowy, eksploatacji, utrzymania jak i również w procesie naprawy czy modernizacji. W obszarze tych działań ważną rolę pełnią pojazdy szynowo – drogowe. Jako maszyny robocze, pojazdy lądowe lub drogowe przystosowane do możliwości poruszania się po torach kolejowych cechują się wieloma ograniczeniami determinowanymi głównie właściwościami układu biegowego. Dotyczy to przede wszystkim takich cech jak m.in.: spokojność biegu, podatność na wykolejenie, prędkość krytyczna (na łuku, na torze prostym i wichrowatym), bezpieczeństwo przed wykolejeniem, intensywność zużycia wieńców kół. Podjęta przez pana mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego problematyka wpisuje się w strategiczny obszar badań naukowych, prac projektowych, prac wdrożeniowych zmierzających do rozwoju istniejących konstrukcji pojazdów szynowo – drogowych, opracowywania nowych z wykorzystaniem oryginalnej metodyki badań pozwalającej na wskazywanie rozwiązań prowadzących do poprawy spokojności biegu i zwiększenia bezpieczeństwa prowadzenia pojazdu w torze kolejowym. Zdobyta przez Autora wiedza w połączeniu z doświadczeniem badawczym pozwoliły na podjęcie ambitnych naukowych, użytecznych celów pracy i konsekwentną ich realizację. Należy podkreślić, że na tego typu badania naukowe, rozwiązania techniczne, konstrukcyjne jest bardzo duże zapotrzebowanie rynkowe, a efekty podjętej pracy mają wysoki potencjał wdrożeniowy.

Reasumując stwierdzam, że podjęty zakres tematyczny pracy mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego znajduje wieloaspektowe uzasadnienie w dziedzinie Nauk inżynierskich – technicznych w obszarze naukowym, poznawczym oraz użytecznym, inżynierskim. Przedstawiona do recenzji praca zawiera szeroką analizę stanu wiedzy dotyczącą pojazdów szynowo – drogowych i badań symulacyjnych właściwości układów biegowych pojazdów szynowych. Zwartość merytoryczna pracy daje możliwość pozytywnej oceny, ogólnej wiedzy teoretycznej Autora w dyscyplinie Inżynieria lądowa, geodezja i transport, wymaganej dla osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w myśl ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami).

2. Omówienie rozprawy i ocena czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Autora w myśl ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce

Przedstawiona do recenzji praca składa się z 5 rozdziałów i liczy 141 stron. Na początku pracy zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wprowadzenie, a na końcu spis literatury zawierający 93 pozycji.

W pierwszym rozdziale Autor przeprowadził szeroką analizę stanu wiedzy dotyczącej typów pojazdów szynowo – drogowych, cech wiodących ich układów napędowych, biegowych. Wymagań formalno – prawnych i technicznych dla takich pojazdów warunkujących ich użytkowanie w określonych systemach kolejowych. Za kluczową należy uznać analizę stanu wiedzy z obszaru badań symulacyjnych właściwości biegowych pojazdów szynowych, w której Autor zaprezentował osiągnięcia innych autorów związane z badaniem właściwości dynamicznych układów biegowych, zjawisk kontaktowych i sił w układzie koło-szyna, a także badań wytrzymałościowych konstrukcji. Autorzy przytoczonych badań wykorzystują w swoich działaniach zarówno modele analityczne jak i numeryczne, obliczane za pomocą Autorskich programów oraz zawansowanych pakietów oprogramowania komercyjnego (np. SIMPACK, VIRail). Formułując treść części pracy związanej z analizą stanu wiedzy Autor wykazał się biegłością w znajomości dokonań innych badaczy, wykorzystując je konstruktywnie do opracowania własnych celów pracy pozwalających na uzupełnienie dostrzeżonych „luk badawczych” w przeprowadzonych dotychczas pracach. Autor bazując na bogatym doświadczeniu zespołów badawczych Instytutu Pojazdów Szynowych TABOR w Poznaniu (obecnie: Sieć Badawcza Łukasiewicz - Poznański Instytut Technologiczny) określił właściwie problem badawczy, cele i zakres pracy. Formalnie cel i zakres pracy został przedstawiony w rozdziale drugim. Autor wskazuje i uzasadnia syntetycznie genezę podjęcia tematu pracy. Cel pracy: „Analiza wpływu wybranych wariantów konstrukcji układów biegowych pojazdów szynowo-drogowych na ich oddziaływanie z torem” został podzielony na cel naukowy: „Analiza porównawcza wpływu wybranych profili kół oraz konstrukcji osi szynowych na prędkość krytyczną (stabilność biegu), bezpieczeństwo przeciwko wykolejeniu oraz poziom zużycia powierzchni zarysu profilu kół” i trzy cele użytkowe: 1. „Opracowanie nowego pod względem właściwości biegowych szynowego układu jezdnego analizowanego pojazdu w zakresie: zwiększenia prędkości eksploatacyjnej i poprawy bezpieczeństwa przeciw wykolejeniu”. 2. „Zwiększenie trwałości szynowego układu biegowego analizowanego pojazdu w aspekcie zużycia ściernego powierzchni zarysu profilu kół”. 3. „Opracowanie modeli wariantów rozwiązań konstrukcyjnych układów biegowych oraz wyniki badań symulacyjnych, które będą podstawą do projektowania szynowych układów biegowych pojazdów szynowo-drogowych i szynowych”. Autor mając na celu pełną realizację przywołanych celów pracy

wskazał pięć rozwiniętych zadań badawczych wraz z chronologią ich realizacji. W kolejnym rozdziale przedstawia szczegółowo metodykę badań obejmującą: opis obiektu badań, model symulacyjny pojazdu, warianty badawcze pojazdu, scenariusze badań, badanie stabilności biegu i wyznaczenie prędkości krytycznej, ocenę biegu po łuku toru, ocenę bezpieczeństwa przed wykolejeniem na torze wichrowatym oraz podsumowanie metodyki badań. Rozdział czwarty pt. „Wyniki badań” stanowi jedną z najważniejszych części pracy oraz dorobku Autora przedstawiający szczegółowo wyniki badań uzyskane w trakcie konsekwentnej realizacji opracowanej przez Autora metodyki badań. W poszczególnych podrozdziałach w sposób przemyślany i czytelny zaprezentowano:

- wyniki wyznaczanego rozkładu nacisków kół,
- wyniki badań stabilności biegu i wyznaczenia prędkości krytycznej,
- wyniki oceny biegu po łuku toru,
- wyniki oceny bezpieczeństwa przed wykolejeniem na torze wichrowatym,
- podsumowanie badań symulacyjnych.

Uzyskane wyniki badań są konstruktywnie analizowane i prezentowane z zachowaniem ujednocionej formy graficznej. Realizowaną przez Autora interpretację wyników można ocenić jako poprawną. Kolejny rozdział tj. piąty „Weryfikacja modelu symulacyjnego” zawiera odniesienie porównawcze do wyników raportu badawczego OR-8299, celem sprawdzenia jakości wyników uzyskanych dla wykorzystanego w badaniach Autora modelu symulacyjnego pojazdu szynowo-drogowego. Uzyskane wartości dla obliczeń analitycznych i symulacyjnych różnią się jedynie o ok. 2%, co jest wynikiem bardzo dobrym. Potwierdza to również skuteczność autorskiego modelu wykorzystanego w badaniach symulacyjnych. Całość pracy zakończona jest obszernym rozdziałem pt.: „Podsumowanie i wnioski”, w której Autor metodyczne przedstawił osiągnięcia pracy i propozycje dalszych badań. W tej części pracy zostało potwierdzone pełne osiągnięcie założonych celów pracy, zakończone szczegółowo sformułowanymi wnioskami o charakterze poznawczym i użytecznym. Należy podkreślić perspektywiczne ujęcie Autora problematyki realizowanej pracy, w istocie teoretycznej, stanowiącej kluczową część do prowadzenia dalszych prac i badań układów biegowych pojazdów szynowo – drogowych. Można stwierdzić, że Autor konsekwentnie pragnie wykorzystać jej osiągnięcia, zmierzając docelowo do zbudowania prototypu i wykonania badań na obiekcie rzeczywistym, dokonując tym samym pełnej walidacji modeli symulacyjnych.

Analiza całości pracy i osiągnięć publikacyjnych Autora wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez pana mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego w myśl ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami).

3. Merytoryczna ocena pracy doktorskiej pana mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego pozwalająca stwierdzić, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej w myśl ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Przedstawiona do recenzji praca o charakterze teoretycznym zawiera merytoryczne elementy, rozwinięte zagadnienia wpisujące się w obszar nauk inżynierijno-technicznych, dyscyplinę Inżynieria lądowa, geodezja i transport. Autor zredagował pracę w klasycznym układzie, rozpoczynając od wprowadzenia do tematyki pracy, poprzez rzetelną analizę stanu wiedzy, prezentującą charakterystykę i podział pojazdów szynowo – drogowych, syntetycznie osiągnięcia innych Badaczy, zespołów badawczych, wybrane rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania formalno – prawne, a także wymagania normowe dla dopuszczenia do eksploatacji pojazdów szynowo – drogowych. Całość analizy posłużyła do wypracowania i zdefiniowania podjętego problemu badawczego. Sformalizowana geneza tematu ze wskazanymi pośrednio warunkami brzegowymi planowanej pracy zmierza w następstwie do jasnego określenia celu pracy. Główny cel pracy stanowiący spójną całość celów naukowego i użytecznych obrazuje przyjęte, kompleksowe podejście Autora do osiągnięcia oryginalnego rozwiązania wskazanego problemu naukowego i badawczego. Zdeterminowana celami rozprawy, autorska metodyka badań, uwzględniająca zawansowane narzędzia symulacyjne i modele symulacyjne pozwoliła na podjęcie realizacji 16 wariantów badawczych pojazdu szynowo – drogowego dla czterech reprezentatywnych wariantów konstrukcyjnych układu biegowego pojazdu. Badania symulacyjne zrealizowano według trzech scenariuszy badań obejmujących:

- analizy stabilności biegu i wyznaczenie prędkości krytycznej,
- oceny bezpieczeństwa przed wykolejeniem oraz podatności na zużycie powierzchni zarysu profilu kół w oparciu o symulacje biegu po łuku o zmiennym promieniu,
- ocenę bezpieczeństwa przed wykolejeniem na torze wichrowatym.

Konsekwentna realizacja przyjętej metodyki badań umożliwiła Autorowi uzyskanie wartościowych wyników, ważnych nie tylko w obszarze badań naukowych ale również w działaniach koncepcyjnych, projektowych i konstrukcyjnych prowadzących do powstania rzeczywistych, efektywnych konstrukcji układów biegowych charakteryzujących się lepszymi właściwościami eksploatacyjnymi od obecnie użytkowanych. Bardzo duża liczba wyników badań stanowi ważny walor pracy, ponieważ mogą one stanowić istotne źródło danych dla innych badaczy oraz podmiotów przemysłowych. W kolejnym rozdziale Autor dokonał sprawdzenia metodą porównawczą jakości modelu (walidacji), odnosząc się do obliczeń

analitycznych zamieszczonych w raporcie OR-8299. Porównując współczynnik wykołowania Y/Q uzyskano różnicę wyników wynoszącą około 2%, co jest bardzo dobrym wynikiem i potwierdza użyteczność modelu do prowadzenia analiz symulacyjnych. Krytyczne podejście do otrzymanych wyników pozwoliło na przedstawienie obszernych wniosków zarówno jakościowych jak i ilościowych, umożliwiając wybór konstrukcji układu biegowego o najbardziej korzystnych cechach dla przyjętych kryteriów oceny i warunków brzegowych badań symulacyjnych. Prezentowana praca uzupełnia potencjał wiedzy w obszarze oddziaływania dynamicznego układu biegowego pojazdu szynowo – drogowego z szyną, w ujęciu stanu nominalnego oraz zarysu wieńca ze zużyciem eksploatacyjnym dla reprezentatywnych wariantów konstrukcyjnych. Celowe jest zatem rozpowszechnienie osiągnięć pracy Autora w szeroko pojętej branży producentów i użytkowników pojazdów szynowo – drogowych.

W ujęciu holistycznym rozprawa dysercacyjna pana mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego nt.: „Badania symulacyjne oraz ocena układu biegowego pojazdu szynowo – drogowego” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a uzyskane w ramach pracy wyniki mogą zostać wykorzystane m.in. do opracowywania nowych koncepcji układów biegowych, modernizacji istniejących układów biegowych pojazdów szynowo – drogowych, czyli w sferze gospodarczej w myśl ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

4. Informacje fakultatywne

Recenzowana praca zredagowana jest starannie i poprawnie stylistycznie, lecz mimo wysokiej dbałości Autora sporadycznie występują drobne błędy stylistyczne lub tzw. literówki. W przedmiotowej pracy nie stwierdzono jednak istotnych błędów merytorycznych, a specjalistyczne słownictwo techniczne jest użyte poprawnie. Z punktu widzenia naukowego i użytecznego opracowanego modelu symulacyjnego można użyć jako dodatkowego efektywnego narzędzia do oceny jakości współpracy zarysów profilu wieńców kół o małych średnicach z infrastrukturą o zadanych cechach geometrycznych. Można również dokonywać predykcji m.in. wartości sił prowadzących, intensywności zużycia dla określonych rozwiązań konstrukcyjnych układu biegowego. Otrzymane w ramach realizacji pracy wyniki badań mają duży potencjał publikacyjny, a wykorzystanie ich do modelowania w zastosowaniach przemysłowych przyczyniło by się wspomaganie rozwoju nowoczesnych konstrukcji pojazdów szynowo – drogowych.

5. Podsumowanie

Przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego nt. „Badania symulacyjne oraz ocena układu biegowego pojazdu szynowo – drogowego” prezentuje w sposób wyczerpujący podjęte oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Jest zredagowana poprawnie i cechuje się bardzo wysokim poziomem merytorycznym. Analiza treści pracy wskazuje wysoki poziom teoretycznej wiedzy ogólnej Doktoranta z dziedziny prowadzonych badań symulacyjnych oddziaływania dynamicznego w układzie koło – szyna dla wybranych rozwiązań konstrukcyjnych układu biegowego pojazdu szynowo – drogowego. Wykorzystując dostępne narzędzia numeryczne, odnosząc się do aktualnej wiedzy i praktyki realizując badania, Autor wnosi nowe osiągnięcia w dziedzinę badań naukowych związanych z kształtowaniem bezpiecznych i trwałych układów biegowych pojazdów szynowo – drogowych. Osiągnięcia Autora są potwierdzeniem Jego kompetencji do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i umiejętności praktycznych w dyscyplinie naukowej „Inżynieria lądowa, geodezja i transport”, w której mieszczą się zagadnienia objęte pracą.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska pana mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego nt.: „Badania symulacyjne oraz ocena układu biegowego pojazdu szynowo – drogowego” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w myśl ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami). Wnioskuje zatem do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport o przyjęcie rozprawy doktorskiej nt.: „Badania symulacyjne oraz ocena układu biegowego pojazdu szynowo – drogowego” i dopuszczenie mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego do publicznej obrony.

Szanowna Rado Dyscypliny, przedstawiona do recenzji praca doktorska nt.: „Badania symulacyjne oraz ocena układu biegowego pojazdu szynowo – drogowego” wykazuje wysoką wartość aplikacyjną i stanowi oryginalny wkład w rozwój nowoczesnego podejścia do kształtowania układów biegowych pojazdów szynowo – drogowych w aspekcie bezpieczeństwa prowadzenia oraz trwałości eksploatacyjnej ich kół. Szeroki zakres zrealizowanych w ramach pracy badań symulacyjnych, w oparciu o Autorski model i oryginalną metodykę badań, w ujęciu komplementarnym z całościowym dorobkiem naukowym i praktycznym Doktoranta, w mojej opinii może stanowić podstawę do wyróżnienia pracy mgr inż. Krzysztofa Łukaszewskiego.