

prof. dr hab. inż. Andrzej Świdorski
Instytut Transportu Samochodowego
03-301 Warszawa
ul. Jagiellońska 80
Telefon: 22 43 85 430, 609 301 145
E-mail: andrzej.swiderski@its.waw.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Mateusza Ziubińskiego
pt.: „DEFORMACJA NADWOZIA PODCZAS ZDERZENIA CZOŁOWO-BOCZNEGO
SAMOCHODÓW I POWSTAWANIE ZAGROŻENIA DLA KIEROWCY”
Promotor: prof. dr hab. inż. Leon Prochowski

Recenzja przygotowana została na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej prof. dr. hab. inż. Jerzego Małachowskiego (pismo z dnia 23.05.2024 r.).

1. INFORMACJE WSTĘPNE, WYBÓR TEMATU ROZPRAWY

Rozprawa poświęcona jest istotnym i interesującym, zarówno z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia, problemom bezpieczeństwa ruchu drogowego, w tym badaniu wypadków drogowych. Poszukiwanie nowych metod rekonstrukcji zderzeń pojazdów samochodowych, również w kontekście powstawania zagrożeń dla kierowców, jest niezwykle ważne z punktu widzenia konieczności przeprowadzania skutecznych analiz ich przyczyn i podejmowania działań zapobiegawczych. Jak pokazują badania, co roku na polskich drogach dochodzi do licznych zdarzeń, których negatywnym efektem jest, oprócz szkód materialnych, uszczerbek na zdrowiu, a nawet utrata życia ich uczestników. Pomimo licznych inicjatyw podejmowanych przez organizacje rządowe i pozarządowe w ostatnich latach, wciąż nie udało się zapobiec takiemu stanowi rzeczy. Wypadki w ruchu drogowym stały się konsekwencją rozwoju motoryzacji.

Mgr inż. Mateusz Ziubiński, w swojej dysertacji bardzo słusznie zauważył (na podstawie analizy literaturowej oraz własnego doświadczenia, jako naukowca), że *przebieg zderzenia czołowo-bocznego wyraźnie różni się od innych rodzajów zderzeń pojazdów, np. zderzenia czołowego. W zderzeniu czołowym zwykle opory ruchu pojazdów są małe, a istotne są procesy deformacji nadwozi. W tym rodzaju zderzenia pojazdy zwykle przemieszczają się po torach równoległych, a analiza ich kinematyki może być uproszczona do jednego kierunku ruchu. Przebieg zderzenia czołowo-bocznego natomiast jest bardziej złożony. Stanowi to znaczne wyzwanie w aspekcie prowadzenia analizy przebiegu zderzenia czołowo-bocznego, w tym procesu powstawania zagrożenia dla pasażerów. Rozważania w tym zakresie wymagają zgromadzenia i ugruntowania wiedzy na temat procesów zachodzących w trakcie zderzenia, w tym metod ich obserwacji, badania i analizy.*

Zagadnienia powyższe, moim zdaniem, były główną inspiracją zajęcia się przez Doktoranta przedstawionym tematem. Mgr inż. Mateusz Ziubiński, analizując ww. problemy, wypełnia lukę badawczą w tym zakresie.

Stwierdzam, że wybór tematu rozprawy należy uznać za trafny, w pełni uzasadniony aktualnym stanem wiedzy i potrzebami praktyki.

2. OCENA METODYCZNA

Podstawą opracowania głównych treści recenzowanej dysertacji było m.in.: rozpoznanie obszaru badań (przygotowanie jej genezy i przedstawienie charakterystyki studialnej obszaru badawczego), tym samym identyfikacja problemu, wskazanie celów oraz przyczyn i możliwych rozwiązań z wykorzystaniem określonych metod badawczych. W konsekwencji tych działań Doktorant skutecznie dążył do osiągnięcia postawionych celów. Wykorzystał cenne metody i narzędzia badawcze.

Rozprawa obejmuje łącznie 173 strony wraz z wykazem literatury. Dzieli się na osiem zasadniczych rozdziałów, w tym wprowadzenie oraz podsumowanie, wnioski końcowe i plan dalszego działania.

Stwierdzam, że praca ma właściwy i przemyślany układ, a kolejność rozdziałów i ich podział są logiczne. Między rozdziałami zachowano właściwe proporcje. Treść pracy zgodna jest z jej tytułem, a rozdziałów z ich nagłówkami, które dają syntetyczny pogląd na przedstawioną w nich zawartość merytoryczną. Kolejne tytuły rozdziałów reprezentują logiczne powiązanie całości rozprawy. Wnioskowanie jest poprawne, a znajomość szczegółowych technik analityczno – ocenowych zadowalająca. Niestety, tak jak to zwykle w tego typu pracach bywa, Autor w swoim opracowaniu nie ustrzegł się błędów natury językowej zarówno stylistycznych jak i literowych. Są one jednak nieliczne i nie zmniejszają wysokiej wartości pracy pod względem edycyjnym. Na szczególne wyróżnienie zasługują opracowane własne liczne ilustracje, które obrazują i tłumaczą czytelnikowi nierzadko skomplikowane zagadnienia.

W wyniku przeprowadzonych przez Doktoranta wstępnych analiz, sformułowane zostały następujące cele recenzowanej rozprawy:

- Cel główny: Opracowanie relacji między warunkami początkowymi zderzenia a procesami deformacji boku nadwozia i powstawania zagrożenia dla kierowcy pojazdu uderzanego w bok w trakcie zderzenia czołowo-bocznego samochodów osobowych.
- Cel naukowy: Analiza wpływu modyfikacji właściwości konstrukcyjno-materiałowych tylnych drzwi w nadwoziu samochodu w aspekcie ograniczenia głębokości deformacji i zmniejszenia zagrożenia powstającego w zderzeniu czołowo-bocznym.
- Cel praktyczny: Prognozowanie prawdopodobieństwa obrażeń kierowcy samochodu uderzanego w bok jako skutku zderzenia czołowo-bocznego i próba wskazania możliwego działania do jego ograniczenia.

Wyróżniono też szereg celów pomocniczych. Do tak sformułowanych celów (głównego, naukowego i praktycznego oraz celów pomocniczych) uwag nie wnoszę.

W rozdziale 1. dysertacji Doktorant przedstawił statystyki wypadków drogowych, uwypuklając kontekst zderzeń czołowo-bocznych samochodów. Skupił uwagę na przebiegu procesów zachodzących w trakcie tych zderzeń.

W rozdziale 2. przeprowadzona została analiza stanu zagadnienia. Uwagę skupiono na problemach i skutkach zderzeń czołowo-bocznych, na badaniach procesu powstawania zagrożenia, deformacji boku nadwozia, możliwości ograniczania skutków zagrożenia oraz relacji między warunkami początkowymi a skutkami zderzeń czołowo-bocznych.

W rozdziale 3. zaprezentowano cel i zakres rozprawy. Określono także ograniczenie obszaru rozważań, z uwagi na obszerność zagadnienia zderzenia czołowo-bocznego samochodów.

W rozdziale 4. przedstawione zostały informacje na temat metod badania procesów zachodzących w trakcie zderzenia. Główną uwagę zwrócono na problematykę badań eksperymentalnych.

W treści rozdziału 5. rozważono kinematykę pojazdów w trakcie zderzenia czołowo-bocznego, wyznaczono składowe siły oddziaływania między pojazdami oraz oszacowano ich wpływ na przebieg procesów zachodzących w trakcie zderzenia. zaprezentowano oryginalną metodykę wyznaczania charakterystyki deformacji bocznej części nadwozia. Dokonano analizy obciążenia, jakim w trakcie zderzenia czołowo-bocznego poddawany jest kierowca samochodu uderzanego w bok.

W rozdziale 6. przedstawiono model zderzenia czołowo-bocznego oraz model oddziaływania pojazdu na kierowcę.

Analizę wyników badań modelowych przedstawiono w rozdziale 7.

Zaproponowane przez Doktoranta eksperymentalne metody badań, z wykorzystaniem manekinów pomiarowych i badań modelowych, dobrane zostały prawidłowo.

Wykaz wykorzystanej w dysertacji literatury obejmuje łącznie 200 źródeł. Literatura zawiera zarówno pozycje polskie, jak i zagraniczne. Jest dobrana w sposób właściwy i wystarczający. Uważam, że cytowana literatura została należycie wykorzystana, choć można dostrzec i takie pozycje bibliograficzne, które można uznać za zbędne. Jednak uważam to za aspekt pozytywny – Doktorant dokonał bowiem analizy literatury w szerszym obszarze. Będzie to przydatne w realizacji dalszych badań i dociekań Autora w przyszłości.

Wnioskowanie jest poprawne, a znajomość szczegółowych technik analityczno – ocenowych zadowalająca. Język rozprawy jest prosty i komunikatywny.

Z metodologicznego punktu widzenia rozprawa zasługuje na pozytywną ocenę.

3. OCENA MERYTORYCZNA

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt. „Deformacja nadwozia podczas zderzenia czołowo-bocznego samochodów i powstawanie zagrożenia dla kierowcy” mgr. inż. Mateusza Ziubińskiego jest niewątpliwie konsekwencją dorobku naukowego i doświadczenia zawodowego Doktoranta. Dotyczy to zarówno studiów teoretycznych, jak i analiz praktycznych dotyczących zderzeń czołowo-bocznych samochodów i ich wpływu na zagrożenia dla kierowców.

Podejmując się oceny merytorycznej rozprawy należy raz jeszcze podkreślić uzasadnienie jej powstania. Zdarzenia drogowe występowały, występują i pewnie będą występować w przyszłości. Na chwilę obecną, to działanie człowieka, jako najślabszego ogniwa przyczynia się najbardziej do ich powstawania. Niezwykle istotną kwestią z punktu widzenia społecznego jest właściwa ocena zdarzeń, która nierzadko znajduje bezpośrednie odzwierciedlenie w wyrokach sądów. Niestety ujawnione na miejscu zdarzenia dowody oraz stosowane w praktyce metody mają swoje liczne ograniczenia i nie pozwalają w pełni i jednoznacznie odpowiadać na pytania związane z przebiegiem zdarzeń. Dlatego tak istotnym zagadnieniem jest podejmowanie prób wspomaganie pracy stosownych organów odpowiedzialnych za analizę niewłaściwych zachowań uczestników ruchu drogowego. Zderzenie czołowo-boczne samochodów jest procesem istotnie bardziej skomplikowanym, niż zderzenie czołowe.

W recenzowanej rozprawie rozważono czynniki kształtujące przebieg procesu powstawania zagrożenia dla kierowcy samochodu uderzanego w bok. Znacznym problemem zderzeń czołowo-bocznych jest deformacja boku nadwozia, która ingeruje w przestrzeń, w której znajdują się ludzie. Zatem zasadniczym etapem rozprawy było przygotowanie i przeprowadzenie badań modelowych, umożliwiających m. in. opracowanie relacji między warunkami początkowymi zderzenia a jego skutkami w postaci prawdopodobieństwa obrażeń kierowcy samochodu uderzanego w bok. Poszukiwano także możliwego kierunku doskonalenia konstrukcji nadwozia pojazdu do ograniczenia zagrożenia powstającego w trakcie bocznego uderzenia. Dużym wyzwaniem, wg mojej oceny, było przygotowanie danych do modelu zderzenia czołowo-bocznego i oddziaływania pojazdu na kierowcę. Wg mojej wiedzy, takie dane w znacznej części nie są możliwe do zmierzenia w badaniach eksperymentalnych. Dlatego słusznie podjęto decyzję, o przeprowadzeniu szeregu działań związanych z obliczeniami i analizami badań eksperymentalnych (testów zderzeniowych) do wyznaczenia brakujących danych do modelowania oraz późniejszej parametryzacji i weryfikacji eksperymentalnej modeli. Jednym z takich działań było przygotowanie oryginalnej procedury i wyznaczenie charakterystyki deformacji bocznej części nadwozia samochodu. Za oryginalną uznaję także przygotowaną i zastosowaną kilkietapową procedurę parametryzacji i weryfikacji eksperymentalnej modeli. Efektem tych działań są wyniki badań modelowych, których analiza niewątpliwie umożliwiła realizację i osiągnięcie postawionych przez Doktoranta celów rozprawy.

Do najmocniejszych stron recenzowanej dysertacji zaliczam:

- przygotowanie oryginalnej procedury wyznaczenia charakterystyki deformacji boku nadwozia samochodu osobowego, którą oparto na wynikach złożonych testów zderzenia czołowo-bocznego (a rezultat obliczeń charakterystyki stanowił dane wejściowe autorskiego narzędzia do badań modelowych),
- opracowanie własnego modelu zderzenia czołowo-bocznego samochodów, którego założenia oparto na dogłębnej analizie procesów zachodzących w trakcie tego rodzaju zderzenia (podkreślam – przebieg procesu zderzenia czołowo-bocznego istotnie różni się od przebiegu procesu dobrze rozpoznanego zderzenia czołowego).

Bardzo słusznie Doktorant zauważył, że w dalszych działaniach naukowych niezbędnym byłoby opracowanie narzędzia do badań modelowych o charakterze uniwersalnym. Bowiem

przygotowując inne dane można prowadzić badania dla innych typów samochodów, z innych lat produkcji, których zderzenie przebiega w inny sposób.

Pozytywną kwestią, na którą mocno zwracam uwagę jest fakt, że Doktorant zauważył również ograniczenia, co do możliwych zastosowań swoich rozważań naukowych. Jest to spowodowane obszernością rozpatrywanego zagadnienia. Konieczne i słuszne zatem było doprecyzowanie obszaru prowadzonych badań. Słusznie, wg mojej oceny, Doktorant założył, że:

- badania dotyczą symetrycznego zderzenia czołowo-bocznego samochodów osobowych, a zatem dla którego jest uderzenie w obszar środkowy na lewym boku pojazdu (w środku odległości pomiędzy osiami kół jezdnych), a osie wzdłużne nadwozi bezpośrednio przed zderzeniem są wzajemnie prostopadłe,
- prędkość uderzenia w bok samochodu jest większa od 11 m/s,
- analizie poddaje się procesy zachodzące w fazie kompresji zderzenia,
- system bezpieczeństwa biernego bocznej części samochodu jest uogólniony do elementów struktury nadwozia, z uwagi na ograniczoną rolę innych elementów tego systemu przy występowaniu deformacji o znacznej głębokości,
- rozważania są prowadzone w zakresie zagrożeń występujących dla kierowcy samochodu uderzanego w bok.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie zderzeń czołowo-bocznych samochodów. Zagadnienie badawcze, z którym zmierzył się Doktorant należy zaliczyć do bardzo trudnych z uwagi na ciągły i intensywny rozwój rozwiązań technicznych i technologicznych związanych z pojazdami samochodowymi, ich bezpieczeństwem i bezpieczeństwem kierowców.

Wartym zauważenia jest również fakt, że pracę w przedstawionej formie czyta się jak dobrą książkę, chociaż dostrzeżenie wszystkich czynności wykonanych przez Doktoranta w ramach swojej pracy (a jest ich naprawdę dużo) wymaga już od czytelnika znacznego wysiłku.

Podczas publicznej obrony prosiłbym Doktoranta o udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:

- 1) Czy wyznaczona charakterystyka deformacji boku nadwozia obowiązuje dla wszystkich samochodów osobowych typu sedan? Jak modelować zderzenie czołowo-boczne innych typów pojazdów?
- 2) Czy prognozowanie prawdopodobieństwa obrażeń na podstawie wskaźnika związanego z torsem kierowcy jest dostateczne? Czy rozważano wykorzystanie większej liczby wskaźników? Jeśli tak, to jakich?

Z merytorycznego punktu widzenia rozprawa zasługuje na pozytywną ocenę.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że mgr inż. Mateusz Ziubiński wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy badawczej i naukowej. Jego warsztat pracy, jako

Warszawa, dn. 17.06.2024 r.

naukowca, jest rozwinięty w sposób wystarczający do prowadzenia prac badawczych i naukowych w zakresie objętym tematem pracy.

Stwierdzam, że oceniana rozprawa spełnia wymagania formalne oraz kryteria merytoryczne stawiane rozprawom doktorskim oraz kandydatom do otrzymania stopnia doktora, a Pan mgr inż. Mateusz Ziubiński zasługuje na stopień naukowy doktora w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska wnosi wyraźny wkład teoretyczny i praktyczny w rozwój *nauk inżynieryjno-technicznych* w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.

Ze względu na wagę podjętego w rozprawie problemu badawczego i znaczenie dla praktyki, a przede wszystkim na pozytywną ocenę wartości merytorycznej i metodologicznej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że **rozprawa spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.). **Wnoszę o dopuszczenie mgr. inż. Mateusza Ziubińskiego do publicznej obrony.**

W przypadku pozytywnego przebiegu obrony rozprawy doktorskiej będę głosował za nadaniem Panu mgr. inż. Mateuszowi Ziubińskiemu stopnia doktora *nauk inżynieryjno-technicznych* w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.

Równocześnie, mając na uwadze wysoki poziom merytoryczny rozprawy doktorskiej, pozwalam sobie zaproponować jej wyróżnienie. Uprzejmie zatem proszę Radę Dyscypliny Naukowej „Inżynieria mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej o pozytywne ustosunkowanie się do mojej sugestii.

.....
prof. dr hab. inż. Andrzej Świdorski