

dr hab. inż. Zbigniew J. Sroka prof. PWR

Politechnika Wrocławska  
Wydział Mechaniczny, Katedra Inżynierii Pojazdów  
wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław  
tel: +48-71-3477918, zbigniew.sroka@pwr.edu.pl

Wrocław, 05.05.2016

## **RECENZJA**

### **rozprawy doktorskiej mgr inż. Dagmary Karbowniczek pt. „Analiza parametrów konstrukcyjnych samochodów osobowych w aspekcie bezpieczeństwa biernego”**

Promotor rozprawy doktorskiej  
prof. dr hab. inż. Kazimierz Lejda  
Promotor pomocniczy  
dr inż. Edyta Zielińska

Podstawa opracowania: pismo prof. dr. hab. inż. Jarosława Sępa, Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej z dnia 7 kwietnia 2016, oznaczone RM-530-02-03-2016.

## **1. CHARAKTERYSTYKA PROBLEMATYKI ROZPRAWY I OCENA WYBORU TEMATU**

W hierarchii potrzeb człowieka, bezpieczeństwo stanowi bardzo ważne ogniwo zapewniające poczucie istnienia i gwarantujące możliwość doskonalenia się. W ujęciu technicznym bezpieczeństwo związane jest ze stanem urządzenia lub zachodzącym procesem stwarzającym określony poziom zagrożenia utraty struktury lub funkcji. W odniesieniu do budowy i eksploatacji maszyny pojęcie bezpieczeństwa należy rozważać w układzie systemowym Człowiek-Maszyna-Otoczenie, co oznacza takie zdefiniowanie zasad funkcjonowania wszystkich elementów wspomnianego układu, aby ograniczyć ryzyko wystąpienia utraty bezpieczeństwa. W obszarze budowy i eksploatacji pojazdu, bezpieczeństwo należy rozpatrywać przez wytworzenie konstrukcji samochodu i takie jego eksploataowanie, aby użytkownik mógł wypełnić wszelkie założone cele bez uszczerbku na zdrowiu.

Z bezpieczeństwem w odniesieniu do pojazdów samochodowych wiążą się między innymi pojęcia: bezpieczeństwo ruchu drogowego - z mocno rozwiniętymi elementami organizacji ruchu drogowego, rozbudową infrastruktury drogowej czy też wprowadzeniem różnorodnych form nadzoru oraz bezpieczeństwa czynne i bierne - powiązane bezpośrednio z konstrukcją pojazdów w aspekcie obniżenia prawdopodobieństwa wystąpienia kolizji lub wypadku drogowego jak również zmniejszenia skutków zaistniałej sytuacji drogowej. Pojęcia te poza naukowo-badawczym charakterem mają również wymiar powszechny, kiedy

niemal każda kolizja lub wypadek drogowy wywołują komentarze i zadumę, zwłaszcza w obliczu ofiar śmiertelnych.

Niezależnie od stopnia rozwoju konstrukcji samochodu, poziomu umiejętności obsługi pojazdu po stronie użytkownika, ale także wobec zmiennych warunków otoczenia zagadnienia bezpieczeństwa były, są i będą przedmiotem studiów. Tak też jest i w tym przypadku, kiedy Autorka włącza się w dyskusję naukową poprzez liczne zestawienia dotyczące stopnia zagrożenia utraty bezpieczeństwa i podejmując próbę dokonania oceny zależności między parametrami konstrukcyjnymi samochodu oraz jego wyposażeniem a wskaźnikami wykorzystywanymi do oceny stanu bezpieczeństwa, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa biernego, a więc tych cech pojazdu samochodowego, które zmniejszają skutki zaistniałej kolizji lub wypadku drogowego. Opisy statystyczne, skutkujące między innymi możliwością prognozowania wybranych wskaźników bezpieczeństwa wpisują się bardzo dobrze zarówno w prace różnych ośrodków naukowo-badawczych jak i trendy rozwojowe branży motoryzacyjnej.

Przedstawiając w sposób uporządkowany charakterystykę wypadków drogowych z udziałem samochodów osobowych w różnych krajach, w tym w Polsce w ciągu ostatnich 20 lat oraz dokumentując zmiany konstrukcyjne i wyposażenia samochodów związanych z bezpieczeństwem użytkowników od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku, Autorka uzyskała bardzo istotną wartość dodaną niniejszej pracy.

Zestawienia i analizy zawarte w ocenianej rozprawie doktorskiej są niezwykle interesujące i pokrywają się z działaniami na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju w ramach europejskiego obszaru bezpieczeństwa ruchu drogowego na lata 2011-2020 oraz wpisują się bardzo dobrze w Narodowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego 2013-2020.

**Przez powyższe uważam, że wybór tematu rozprawy jest trafny, aktualny i oryginalny.**

## **2. OCENA STRUKTURY PODZIAŁU TREŚCI I UKŁADU ROZPRAWY**

Autorka we wprowadzeniu do rozprawy wyjaśnia potrzebę badań nad bezpieczeństwem ruchu drogowego, wspominając o głównych czynnikach wpływających na liczbę i skutki kolizji i wypadków drogowych. Zagadnienia te zostały następnie rozwinięte w rozdziale 7. jako cel badawczy wraz z postawieniem tezy rozprawy o „*istnieniu korelacji wskaźników charakteryzujących bezpieczeństwo ruchu drogowego w odniesieniu do kierowcy z konstrukcją i elementami wyposażenia biernego samochodów osobowych*”. Zanim rozdział 7. z celem, tezą i zakresem rozprawy został osadzony w rozprawie, Autorka z niezwykłą starannością opisała przyczyny i uwarunkowania wpływające na bezpieczeństwo ruchu drogowego (rozd. 2), omówiła na przykładzie wybranych krajów zagadnienie wypadkowości z udziałem samochodów osobowych (rozdział 3.), scharakteryzowała systemy, urządzenia i elementy determinujące bezpieczeństwo ruchu drogowego (rozdział 4.), zestawiła i oceniła zmiany konstrukcyjne dotyczące bezpieczeństwa na przestrzeni ostatnich 50 lat w oparciu o wybrane marki i generacje (wersje) samochodów osobowych (rozdziały 5 i 6.).

Po postawieniu tezy, Autorka w kolejnych dwóch rozdziałach 8. i 9. zamieściła wyniki badań własnych, opisując metodykę badań, dokonując doboru kryteriów i wyboru wskaźników charakteryzujących bezpieczeństwo oraz parametrów konstrukcyjnych samochodu. Na końcu – rozdział 10, Autorka podsumowała wyniki prowadzonych badań oraz zamieściła wnioski o charakterze naukowym i użytkowym. Ważnym elementem tego rozdziału, a zarazem całej rozprawy jest wskazanie dalszych kierunków badań. Praca zawiera

również oddzielne elementy jak wykaz ważniejszych oznaczeń, skrótów i symboli, rozdział z wykazem literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Struktura podziału treści rozprawy oraz jej układ są właściwe. **Całość, czyni poprawną i przejrzystą strukturę ocenianej rozprawy.**

### 3. MERYTORYCZNA OCENA ROZPRAWY

Merytoryczną ocenę rozprawy dokonano poprzez analizę trafności postawienia tezy i zakresu badań, oryginalności przyjętej metodyki badawczej oraz analizy wyników.

Z uwagi na bardzo szeroką tematykę bezpieczeństwa w układzie Człowiek-Pojazd-Otoczenie (C-P-O), Autorka dokonała pewnych ograniczeń i przyjęła określone założenia, wokół których wypełniała treść rozprawy. I tak, praca dotyczy wyłącznie samochodów osobowych, w których przedmiotem rozważań były wybrane parametry konstrukcyjne takie jak: długość całkowita samochodu, rozstaw osi kół, zwis przedni, klatka bezpieczeństwa, masa własna i masa całkowita. Uznając autonomię podjętej decyzji o takim, a nie innym doborze parametrów można jednak zadać pytanie, dlaczego Autorka nie uwzględniła jako parametr wielkość lub stan ogumienia, które powszechnie uznawane jest za ważny element systemu bezpieczeństwa biernego w pojeździe ?

We wstępnych statystykach Autorka ujmowała dodatkowo strefę deformacji nadwozia pojazdu, która nie znalazła bezpośredniego odniesienia w końcowych wnioskach jako parametr konstrukcyjny lecz jako wskaźnik definiujący bezpieczeństwo bierne obok ekstremalnego przyspieszenia głowy kierowcy, ekstremalnego przyspieszenia klatki piersiowej kierowcy oraz wskaźnika obrażeń głowy kierowcy (HIC). Deformacja nadwozia przewija się w rozprawie w różnych konfiguracjach, również pośrednio poprzez próbę określenia powiązań strefy zgniotu z pozostałymi parametrami konstrukcyjnymi. Należy zauważyć, że Autorka używa w pracy niepoprawnego określenia „kontrolowana strefa zgniotu”, zamiast „strefa kontrolowanego zgniotu” – istotą takiej strefy jest bowiem kontrola zgniotu - swoiste zaprogramowanie deformacji, a nie kontrola strefy. W pracy występuje zamiennie pojęcie „klatka bezpieczeństwa” lub „długość klatki bezpieczeństwa”, które nie zostało zdefiniowane, co wywołuje trudności w interpretacji treści. Przez „klatkę” można np. rozumieć „nieodkształcalną strefę nadwozia” lub „przedział pasażerski” lub „zespół podłóżnic i poprzeczek”. Trudno również uznać „klatę bezpieczeństwa” jako parametr konstrukcyjny, od którego wymaga się miary, chociaż w rozdziale poświęconym analizie korelacji występuje pojęcie „długości klatki bezpieczeństwa”, a w tabelach 9.34 i 9.35 zamieszczono wartości liczbowe, trudne dla jednoznacznej oceny. Rozwiązaniem byłoby zamieszczenie pełnego opisu tego parametru oraz umieszczenie kompletu tabel i wykresów związanych z oceną parametrów konstrukcyjnych samochodów, mimo iż Autorka wskazuje, że zamieszczenie tak dużego materiału w sposób znaczący powiększy objętość rozprawy. Stosownie do sugestii Autorki, otrzymałem brakujący materiał, który uporządkował moje postrzeganie tej kwestii. Byłoby znacznie korzystniej, aby w docelowej wersji pracy omawiana treść była bezpośrednio dostępna w rozprawie – jeśli nie bezpośrednio w tekście to w postaci załącznika.

Ważną częścią pracy są zestawienia dotyczące charakterystyk urządzeń bezpieczeństwa biernego oraz analiza zmian konstrukcyjnych na przestrzeni ostatnich 50 lat. Wprowadzenie przez Autorkę trzech pakietów czasowych zmian konstrukcyjnych i w wyposażeniu samochodów bardzo dobrze obrazuje trendy rozwojowe w zakresie bezpieczeństwa

biernego. Z kolei charakterystyka wypadkowości i ocena zmian wskaźników ryzyka śmiertelnych obrażeń wśród kierowców w wybranych państwach o wysokim stopniu motoryzacji wskazuje na redukcję liczby ofiar wraz z rokiem produkcji pojazdów, w których montowane są nowoczesne systemy bezpieczeństwa biernego. Pokazanie Polski na tle innych krajów Europy uzmysławia znaczne dysproporcje w liczbach ofiar oraz silny związek z wiekiem samochodów. W świetle uzyskanych wyników, Autorka kwestionuje celowość eksploatacji pojazdów, których wiek przekracza 10 lat.

W systemie C-P-O ważnymi czynnikami są również infrastruktura drogi, prędkość ruchu, stany psychofizyczne kierowcy itd. których nie uwzględniono w rozprawie nie tylko ze względu na zbyt obszerny materiał badawczy, ale ze względu na wymaganą wysoką specjalizację z zakresu innych dyscyplin, nie reprezentowanych przez Autorkę. Jest to jednak temat, który należałoby zrealizować w postaci badań interdyscyplinarnych.

Duża ilość zgromadzonego materiału badawczego wymagała usystematyzowanej analizy z zastosowaniem narzędzi statystycznych, które Autorka opisała w rozdziałach 8. i 9., wskazując na potrzebę: oceny histogramów rozkładów badanych wskaźników bezpieczeństwa i parametrów konstrukcyjnych samochodu, badanie zgodności testu Kołmogorowa dla ustalonych przedziałów czasu i masy, opracowanie linii trendów wybranych wskaźników przy równoczesnym określeniu współczynników determinacji i zbieżności oraz obliczeniu wartości średnich, odchyłeń standardowych a także współczynników korelacji Pearsona.

**Przyjęta metodologia badań jest standardowa dla tego typu badań, ale jest konsekwentnie użyta na każdym etapie pracy co świadczy o dobrze opanowanym warsztacie naukowo-badawczym Autorki, a właściwy dobór obiektów badań i zakresu danych stanowi o jej oryginalności.**

Wysoki poziom rozwoju konstrukcyjnego i znaczące zaangażowanie producentów na rzecz poprawy bezpieczeństwa, a także dostęp do danych sprawiły, że Autorka wytypowała na obiekty badawcze trzy samochody osobowe: Toyota Corolla, Volkswagen Golf i Ford Fiesta wraz z pełną różnorodnością generacji (wersji).

Wykazano między innymi, że:

- wraz z pojawianiem się nowszych generacji samochodów osobowych występują niższe wartości ekstremalnych przyspieszeń głowy i klatki piersiowej kierowcy oraz wskaźnika HIC i głębokości deformacji nadwozia,
- rozkłady prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości badanych wskaźników odnoszących się do bezpieczeństwa biernego wykazują cechy rozkładu normalnego,
- linie trendu wszystkich wskaźników określających bezpieczeństwo bierne badanych samochodów różnych marek mają tendencję spadkową we wszystkich rozpatrywanych przedziałach czasowych i masowych.

**Uzyskane wyniki wskazują na konieczność odrzucenia hipotezy zerowej i przyjęcie hipotezy alternatywnej stanowiącej, że rok produkcji samochodu osobowego w zasadniczym stopniu wpływa na wartość wskaźników bezpieczeństwa biernego kierowcy i na parametry konstrukcyjne samochodu. Dla wskaźników bezpieczeństwa kierunek korelacji jest ujemny, a dla parametrów konstrukcyjnych dodatni. Poprzez powyższe osiągnięto cel badawczy i udowodniono postawioną tezę „*istnieje korelacja wskaźników charakteryzujących bezpieczeństwo ruchu drogowego w odniesieniu do kierowcy z konstrukcją i elementami wyposażenia biernego samochodów osobowych*”, co uznają za wkład Autorki w rozwiązanie postawionego problemu badawczego.**

Uznając wnioskowanie za słuszne pojawiają się jednak pewne uwagi w zakresie niejasności lub niespójności interpretacji. Na przykład, w zakresie analizy linii trendu, a więc przy definicji kierunku zmian badanych wskaźników należy występować pewne rozbieżności między opisem w tekście, a zapisem graficznym, kiedy ze względu na uzyskanie wysokiego wskaźnika determinacji i zbieżności zastąpiono relacje liniowe wielomianowymi funkcjami regresji co skutkowało wystąpieniem minimów przed końcem przedziałów zmiennej czasowej. Przy takiej reprezentacji należałoby opisać ten proces jako zmiany kierunkowo ujemne z tendencją rosnącą w górnym zakresie czasowym. Tak jest na przykład na rys. 9.17 i 9.18, gdzie ujęto ekstremalne przyśpieszenie klatki piersiowej kierowcy w funkcji roku produkcji samochodu dla różnych przedziałów masowych, zwłaszcza w odniesieniu do samochodu Toyota Corolla oraz na rys. 9.22 i 9.23, gdzie oceniano wskaźnik uszkodzenia głowy HIC. Stwierdzone niespójności między tekstem a grafiką nie umniejszają znaczenia prowadzonych analiz oraz nie wpływają na ogólne wnioski.

Inna uwaga w ocenie wartości merytorycznych rozprawy dotyczy również wykresów, charakteryzujących systemy i urządzenia bezpieczeństwa w samochodach, kiedy to Autorka używa bardzo prostych, ale przez to niejednoznacznych schematów rysunkowych co wywołuje trudność w interpretacji przekazywanych treści. Na przykład na rysunku 4.2 ocenę wpływu zastosowania energochłonnych elementów konstrukcji samochodu można zinterpretować jako różnicę w wartości przyłożenia siły uderzenia lub miejsce przyłożenia tej siły. Podobnie jest z innymi rysunkami w rozdziale 4, co jednak nie umniejsza ogólnej wartości rozprawy.

**Ważnym elementem rozprawy jest wskazanie kierunków dalszych badań, co świadczy o dojrzałości naukowej Autorki.** Stwierdzono konieczność kontynuacji badań, ale wskazano też na realizację w przyszłości badań w obszarze bocznych testów zderzeniowych, co uważam za właściwy kierunek. W rozważaniach na temat dalszych prac zasugerowałbym rozszerzenie pakietu parametrów konstrukcyjnych samochodu i wskaźników bezpieczeństwa biernego z równoczesnym włączeniem elementów bezpieczeństwa czynnego.

#### 4. OCENA FORMALNEJ STRONY PRACY

Całość rozprawy liczy 126 stron. Treść zasadnicza obejmuje 110 stron i podzielona jest na dziesięć rozdziałów. Pozostałą część stanowią: strona tytułowa, spis treści, spis oznaczeń, wykaz literaturowy oraz streszczenia w językach: polskim i angielskim. Literatura zawiera 102 oznaczone pozycje i jest właściwie dobrana, obejmując zarówno pozycje klasyczne z obszaru tematyki rozprawy sięgające lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku jak i najnowsze w roku 2015. Autorka w nietypowy sposób pogrupowała odnośniki do stron internetowych w trzy pakiety, przypisując ten sam numer do kilku pozycji. W ten sposób wystąpiła niespójność w odsyłaczach w tekście do prac, których numerów brak w wykazie. Autorka poprzez niezachowanie jednolitego stylu prezentacji graficznych wprowadziła utrudnienia w zapewnieniu czytelności przedstawianych obrazów. Część wykresów wykorzystuje różnorodność barw, a część jest czarno-biała. Spośród wykresów kolorowych np. rys. 6.1 - bliskość odcieni czerwieni sprawia kłopot w identyfikacji krzywej przypisanej do określonego zbioru danych. Z kolei na wykresach czarno-białych np. rys. 9.13 – zbyt mała czcionka i znak graficzny w legendzie utrudniają identyfikację właściwej tekstury danych na wykresie słupkowym.

Autorka używa poprawnego języka, chociaż w nazewnictwie specjalistycznym stosuje czasami „skrótów myślowych” np. zamiast masa całkowita – masa (co wobec masy własnej pojazdu może budzić wątpliwość, którą masę należy rozważyć), zamiast długość klatki bezpieczeństwa – klatka bezpieczeństwa (co nie definiuje tego elementu jako parametr konstrukcyjny tylko wprost jako element nadwozia).

## 5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę aktualność podjętej tematyki rozprawy, trafność w zdefiniowaniu celu badawczego i postawieniu tezy, zastosowanie właściwego metodologicznego aparatu badawczego, który zapewnił oryginalność rozwiązania, skuteczność wnioskowania zarówno w zakresie naukowym jak i utylitarnym oraz wskazanie kroków na przyszłość oceniam pozytywnie przedłożoną rozprawę. pt. *„Analiza parametrów konstrukcyjnych samochodów osobowych w aspekcie bezpieczeństwa biernego”*, wykonaną przez Panią mgr inż. Dagmarę Karbowniczek.

Powyższe elementy składowe rozprawy wyrażone przy użyciu właściwej formy i stylu skłaniają również do wystawienia Autorce pozytywnej oceny za wiedzę ogólną i specjalistyczną w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn oraz są potwierdzeniem samodzielności w prowadzeniu pracy naukowej.

**Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Dagmary Karbowniczek pt. „Analiza parametrów konstrukcyjnych samochodów osobowych w aspekcie bezpieczeństwa biernego”, w rozumieniu Ustawy „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz. Ustaw Nr 65 z dnia 14 marca 2003r. z późn. zm.) spełnia wymagania do ubiegania się o stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.**

**Niniejszym rekomenduję Radzie Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.**



Zbigniew J. Sroka