

Dr hab. inż. Grzegorz Ronowski, prof. uczelni  
Politechnika Gdańska  
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa  
Zakład Pojazdów Mechanicznych i Techniki Militarnej  
ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Wróbla pt.

*Nowe rozwiązanie innowacyjnego wielofunkcyjnego fotela chroniącego członków załogi pojazdu specjalnego przed oddziaływaniem krótkotrwałych, pionowych obciążeń dynamicznych*

Podstawa opinii: uchwała **Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej** nr 788/II-IM/2024 z dnia 06.11.2024 r. oraz pismo RND IM.521.23.2024 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna z dnia 18.11.2024 roku, do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej.

### **1. Ważność i aktualność problematyki poruszanej w rozprawie.**

Autor rozprawy podejmuje niezwykle ważną problematykę dotyczącą wielofunkcyjnego fotela chroniącego członków załogi pojazdu specjalnego. Takie pojazdy mają w dzisiejszych czasach duże znaczenie, zwłaszcza w kontekście ich zastosowania w różnych dziedzinach takich jak: służby publiczne, przemysł i budownictwo czy też transport i logistyka. W tej grupie pojazdów znajdują się też pojazdy wojskowe, które szczególnie w dzisiejszych czasach, mają bardzo duże znaczenie w kontekście bezpieczeństwa narodowego i obrony terytorialnej czy też misji pokojowych oraz operacji stabilizacyjnych. Niestety mimo wieloletnich okrutnych doświadczeń wojennych na Świecie, istnieją kraje, które nadal wszczynają nowe konflikty wojenne. Co gorsza historia pokazuje, że nie tylko małe kraje ale również wielkie mocarstwa stwarzają takie konflikty. To dowodzi, iż technika wojskowa musi być ciągle rozwijana i unowocześniana. Muszą być opracowywane nowe technologie. Oprócz pojazdu bardzo ważna jest też załoga, ponieważ to ludzie podejmują kluczowe decyzje, które mogą przesądzić o powodzeniu misji. Na pracę załogi, jej bezpieczeństwo oraz komfort wpływa bezpośrednio wyposażenie pojazdu a zwłaszcza fotele. One bezpośrednio wpływają na pracę członka załogi pojazdu specjalnego. W przypadku pojazdów wojskowych, pod którymi zdetonuje ładunek wybuchowy, fotel ma bardzo duży wpływ na to, jak duży impuls siły zostanie przekazany na człowieka. Specjalna konstrukcja może znacząco ograniczyć taki impuls. To oznacza, że struktura takiego fotela jest bardzo ważna z uwagi na bezpieczeństwo członków załogi takiego pojazdu. Powyższe potwierdza, że Autor rozprawy podjął się aktualnej i ważnej problematyki.

### **2. Charakterystyka rozprawy doktorskiej.**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została napisana na 162 stronach i podzielona na 7 rozdziałów. Zawiera ona 182 rysunki, 30 tabel, 72 pozycje bibliograficzne oraz 1 załącznik. W pierwszym rozdziale zawarte jest wprowadzenie. W drugim rozdziale jest przedstawiona analiza stanu wiedzy dotycząca foteli chroniących członków załogi pojazdu specjalnego. Zaprezentowano różne konstrukcje foteli kierowcy, dowódcy oraz członka desantu. Omówiono sposoby ich montażu oraz związane z tym możliwe problemy. Przedstawiono

różne metody rozpraszania energii, dzięki którym możliwe jest ograniczanie przyspieszeń i obciążeń przenoszonych na pasażera. W dalszej części rozdziału omówiono wymagania, normy oraz metody badań foteli stosowanych w pojazdach specjalnych. Następnie Autor przybliży czytelnikowi metody modelowania dynamiki układu człowiek – fotel, gdzie wymuszeniem jest wybuch oddziaływujący na pojazd. Są omówione trzy modele: analityczny, siatkowy oraz MES. Na zakończenie tego rozdziału przedstawiono podsumowanie, z którego wynika, że analizowany problem jest bardzo szeroki i złożony.

W rozdziale trzecim Autor przedstawia cel i tezę pracy. Tezę sformułowano jako: *„Skutki oddziaływania impulsu powstałego w wyniku fali uderzeniowej podczas eksplozji ładunku wybuchowego pod pojazdem specjalnym może być ograniczona przez kształtowanie charakterystyki wytrzymałościowej elementów tłumiących i konstrukcyjnych foteli, co umożliwi skuteczną ochronę załogi w trakcie działań operacyjnych.”* Następnie przedstawiono cel pracy:

*„Celem pracy jest opracowanie wielofunkcyjnego fotela chroniącego członków załogi pojazdu specjalnego przed zagrożeniami powstałymi w wyniku działania ładunku wybuchowego przy jednoczesnym zachowaniu wymagań ergonomicznych*

*Osiągnięcie celu pracy zaplanowano przez:*

- *wykonanie projektu systemu foteli wyposażonego w układ tłumienia;*
- *przeprowadzenie badań symulacyjnych;*
- *opracowanie metodyki badań eksperymentalnych laboratoryjnych i poligonowych;*
- *budowę i przygotowanie stanowisk badawczych;*
- *budowę modeli elementów foteli i prototypu systemu foteli;*
- *wykonanie laboratoryjnych badań statycznych i dynamicznych;*
- *wykonanie badań dynamicznych w środowisku zbliżonym do rzeczywistego i w środowisku poligonowym.”*

W dalszej części rozdziału autor podkreśla, iż ważnym problemem badawczym będzie dobór odpowiednich charakterystyk wytrzymałościowych i tłumiących elementów konstrukcyjnych fotela. Na zakończenie został podkreślony problem związany z tym, iż należy postawić szczególne wymagania konstrukcji fotela wraz z jego mocowaniem do nadwozia, tak aby razem z całym pojazdem zapewniały właściwą ochronę załóg.

W rozdziale czwartym niniejszej rozprawy przedstawiono projekt, prototypy oraz badania wielofunkcyjnego fotela chroniącego członków załogi pojazdu specjalnego przed skutkami wybuchu ładunków pod podwoziem. Projekt koncepcyjny obejmował trzy wersje fotela dla: desantu, dowódcy oraz kierowcy. W dalszej części przeanalizowano konstrukcje stelaża, montaż układu tłumiącego oraz sposoby mocowania foteli. Następnie rozważono koncepcje układu tłumiącego z wykorzystaniem tłumika hydraulicznego oraz mechanicznego. Na zakończenie rozdziału wykonano analizę porównawczą materiałów konstrukcyjnych, z których mogą być wykonywane stelaże nośne foteli członków załogi pojazdu specjalnego, czy też materiałów konstrukcyjnych z których mogą być wykonywane elementy zabezpieczające oraz tłumiki mechaniczne.

W rozdziale piątym Autor przedstawił badania wielofunkcyjnego fotela chroniącego członków załogi pojazdu. Na początku został omówiony model o trzech stopniach swobody opisujący układ człowiek, fotel oraz pancierz pojazdu specjalnego. Przedstawiono założenia oraz równania opisujące ten model. Następnie Autor przedstawił badania numeryczne konstrukcji fotela metodą układów wieloczłonowych przy wykorzystaniu programu ADAMS. Zostały zaprezentowane wyniki uzyskane na skutek wymuszenia pojedynczym impulsem

testowym. W dalszej części rozdziału przedstawiono badania numeryczne konstrukcji fotela metodą elementów skończonych. Przedstawiono geometryczny model 3D, który został uproszczony na potrzeby obliczeń numerycznych. Obliczenia metodą elementów skończonych przeprowadzono w programie LS-Dyna przy wsparciu programami LS-PREPOST oraz Siemens FEMAP. Następnie przedstawiono modele ważnych elementów fotela jak również omówiono w jaki sposób opisano ciało pasażera. W dalszej części rozdziału Autor mówił warunki początkowe niezbędne do przeprowadzenia obliczeń numerycznych. Po tym zostały przedstawione wyniki pokazujące naprężenia ważnych elementów fotela, które są uzależnione od funkcji czasu. Dalszy fragment rozdziału poświęcony jest projektowi i badaniom absorbera mechanicznego autorskiej konstrukcji. Autor szczegółowo opisuje budowę i zasadę działania tłumika mechanicznego. Następnie zostaje przeprowadzona analiza statyczna oraz dynamiczna tego urządzenia. W dalszej części rozdziału są przedstawione prototypy foteli desantu, dowódcy oraz kierowcy. Prototypy te zostały poddane badaniom na stole udarowym przy wykorzystaniu odpowiednio ukształtowanego impulsu wymuszającego. Przeprowadzono badania porównawcze bez tłumików oraz z tłumikiem hydraulicznym i mechanicznym. W dalszej części rozdziału zaprezentowano badania foteli przy wykorzystaniu wieży spadowej. W tym eksperymencie przeanalizowano dwie wersje absorberów mechanicznych. W dalszej części eksperymentalnej omówiono badania przeprowadzone na poligonie przy wykorzystaniu ładunków wybuchowych. Pierwsza część eksperymentu przeprowadzona była przy wykorzystaniu wahadła balistycznego. W tym eksperymencie porównano dwie wersje tłumika mechanicznego. Następnie przeprowadzono eksperyment przy wykorzystaniu pojazdu pod którym umieszczono ładunek wybuchowy. W tym eksperymencie fotele były wyposażone w tłumik mechaniczny oznaczony jako K011#2. Na zakończenie rozdziału zaprezentowano eksperyment dotyczący badań dynamicznych foteli. Badania te przeprowadzono przy wykorzystaniu stanowiska, na którym fotel wraz z manekinem może być rozpędzony do określonej prędkości a następnie odpowiednio wyhamowywany. Badane fotele były rozpędzane do prędkości ok. 50 km/h i wyhamowywane z opóźnieniem 20, 30 oraz 40 g. Następnie zaprezentowano szereg uzyskanych wyników w formie graficznej jak i tabelarycznej, które zostały podsumowane.

Rozdział szósty niniejszej rozprawy doktorskiej zawiera zwięzły opis tego, co zawiera rozprawa doktorska z naciskiem na to, że postawiony cel został zrealizowany. Pod koniec tego rozdziału Autor przedstawia, iż system foteli będzie wdrożony do produkcji w krajowym przedsiębiorstwie przemysłowym oraz jakie przyniesie to korzyści dla naszego kraju.

### **3. Ocena treści rozprawy doktorskiej.**

Autor niniejszej rozprawy doktorskiej podjął się bardzo ważnej i aktualnej problematyki, jaką jest ochrona załóg pojazdów specjalnych przed skutkami wybuchów ładunków pod takimi pojazdami. Jednakże dziedzina ta jest dość skomplikowana z uwagi na różnorodność pojazdów specjalnych pod względem technicznym jak i technologicznym. Kolejną trudnością jest to, iż normy, wymagania czy standardy dotyczące pojazdów specjalnych nie są spójne w zakresie foteli członków załogi. Mimo to Autor zebrał i przeanalizował dokumenty, które opisują wymagania dotyczące konstrukcji foteli. To pozwoliło na określenie parametrycznych kryteriów oceny oddziaływania fotela na chronionego członka załogi. Również na stronie 43 recenzowanej rozprawy Autor zawarł bardzo cenne spostrzeżenie, które zacytuje: „Niektórzy producenci foteli do zastosowań specjalnych na skutek niewłaściwej interpretacji wymagań posługują się w swojej ofercie błędnymi danymi, np.: *fotel spełnia jeden z poziomów według STANAG 4569*. To nie fotel spełnia wymagania STANAG 4569, ale cały system ochrony

włącznie z pojazdem, w którym fotel jest tylko elementem systemu, któremu należy przypisać indywidualne wymagania w tym odporności na udary.”.

Autor opracował modele 3D prototypów foteli, które zostały podane analizom symulacyjnym przy wykorzystaniu kilku metod. Wyniki tych prac zostały zweryfikowane przez badania eksperymentalne przeprowadzone w laboratorium jak i na poligonie. Co najważniejsze został opracowany autorski absorber mechaniczny, którego skuteczność działania potwierdziły badania symulacyjne oraz eksperymentalne. Jego skuteczność działania okazała się znacznie lepsza niż klasycznego amortyzatora hydraulicznego.

#### **Ważne osiągnięcia.**

1. Autor opracował prototypową konstrukcję fotela chroniącego członków załogi pojazdu specjalnego.
2. Zostały przebadane i przeanalizowane materiały konstrukcyjne, które potencjalnie mogą znaleźć zastosowanie w konstrukcji takiego fotela.
3. Stworzono modele 3d foteli członków załogi pojazdu specjalnego, które poddano analizie numerycznej.
4. Opracowano metodykę i przeprowadzono badania laboratoryjne przy wykorzystaniu stołu udarowego, poziomego stanowiska do badań dynamicznych oraz poligonowe przy wykorzystaniu wieży spadowej, wahadła balistycznego i pojazdu pancernego wraz z ładunkiem wybuchowym. W tych eksperymentach wykorzystywano manekiny wraz z odpowiednim systemem pomiarowym zwane antropomorficznymi urządzeniami testowymi w skrócie ATD.
5. Autor opracował nowatorski absorber mechaniczny, który skutecznie ogranicza impuls dynamiczny przenoszący się z nadwozia pojazdu poprzez fotel na siedzącego na nim człowieka. Impuls taki może być wywołany eksplozją ładunku wybuchowego pod pojazdem. Konstrukcja absorbera została tak pomyślana aby łatwo można było kształtować jego charakterystykę.
6. Autor niniejszej rozprawy doktorskiej przyczynił się do tego, że system foteli będzie wdrożony do produkcji w krajowym przedsiębiorstwie przemysłowym.

#### **Krytyczne uwagi.**

1. W rozdziale 5.1 zatytułowanym „Badania symulacyjne” zaproponowano trzy metody obliczeń inżynierskich. Pierwsza metoda dotyczyła układu o trzech stopniach swobody, gdzie został zaprezentowany zestaw równań. Po tym Autor nie kontynuuje tej metody, tylko stwierdza, że takie równania można rozwiązać jednym z kilku dostępnych programów. Następnie zostaje przedstawiona kolejna metoda oparta o układy wieloczłonowe. Zostały zaprezentowane uzyskane na drodze symulacji wyniki, których Autor nie poddał analizie tylko stwierdził, że: „Uzyskane wyniki numeryczne pozwoliły na weryfikację struktury i mechanizmów fotela przeciwwybuchowego.”. Niestety nie wiadomo na czym polegała ta weryfikacja, dlatego trudno odnieść się do przydatności tej metody. Dopiero trzecia metoda oparta na elementach skończonych okazała się metodą przydatną i została zastosowana do analizy wytrzymałościowej konstrukcji foteli jak i absorbera mechanicznego. Powstaje pytanie, dlaczego Autor zaproponował trzy metody obliczeń inżynierskich, gdzie tylko ostatnia okazała się przydatna?
2. W rozdziale 6. zatytułowanym „Wnioski końcowe” 2/3 zajmuje opis tego co w ramach niniejszej pracy doktorskiej wykonano. Następnie czterowersowy fragment dotyczy planowanego wdrożenia foteli do produkcji. Do wniosków można zaliczyć stwierdzenie, iż „Weryfikacja parametrów zastosowanych rozwiązań w fotelach specjalnych będzie mogła być przeprowadzona na każdym etapie projektowym, a

nie jak dotychczas podczas badań kwalifikacyjnych kompletnego pojazdu.”. Ostatni dwa zdania dotyczą możliwości wpływu przeprowadzonego wdrożenia na krajowy przemysł i potencjał instytucji badawczych. Przy przeprowadzeniu takiej liczby badań eksperymentalnych i uzyskanie tak wielu wyników oraz spostrzeżeń, należało wyciągnąć znacznie więcej wniosków.

3. Autor w wielu miejscach pracy analizując odpowiedzi o charakterze impulsowym dotyczące krytycznych wartości siły czy też przyspieszenia, w których istotny też jest czas oddziaływania, nie przedstawił w przejrzysty i jednoznaczny sposób kryteriów ich oceny. Przykładem jest np. tabela 14 gdzie zapis „3,3 kN @ 0 ms / 2,8 kN @ 35 ms / 1,1 kN > 45 ms” jest dość niejednoznaczny. Zapis dla siły granicznej wynoszącej 2,8 kN ale oddziałującej nie dłużej niż 35 ms należałoby zapisać:  $F = 2,8 \text{ kN}$  dla  $t < 35 \text{ ms}$ .
4. W wielu miejscach w pracy, w tabelach jak i na rysunkach, są obecne w sposób mieszany opisy w języku angielskim jak i w języku polskim. Niniejszy manuskrypt jest napisany w języku polskim. Stąd wszelkie opisy winny być również w języku polskim. Są dopuszczalne wyjątki, kiedy zamieszczamy źródłowe informacje, w które nie możemy ingerować. Przykładem jest tabela 3., gdzie są liczne opisy w języku angielskim. Jest tam m.in. moduł Kirchhoffa G czy moduł Helmholtza K, które można było opisać po polsku. Kolejnym przykładem jest tabela 5.
5. Nieczytelne rysunki: 10, 13, 34, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58 i 114.
6. Str. 39, drugi wers od dołu. Nie jest zrozumiałe zdanie „Wszystkie **węzły i punkty** opisywane są przez zestawy parametrów, w wyniku czego wymagają bardzo wielu danych do modelowania.”. W kontekście modeli 3D opisanych przez siatki jak należy rozumieć „...węzły i punkty...” ?
7. Str. 52, szósty wers z dołu. Jest „...siłownik pneumatyczny (tłumik gazowy)”. Siłownik pneumatyczny a tłumik gazowy to są dwa różne urządzenia.
8. Str. 52, siódmy wers od dołu, pogrubiony nagłówek. Tam jest „...tłumik gazowy”. Str. 53, rys. 45, w podpisie jest „...o tłumik gazowy”. Prawdopodobnie chodzi o amortyzator KONI 30. To jest amortyzator hydrauliczny (czasem nazywany hydrauliczno-gazowy), który wewnątrz rury posiada ruchomy, niezależny tłok rozdzielający przestrzeń z cieczą hydrauliczną od przestrzeni wypełnionej gazem pod ciśnieniem. Rozpraszanie energii odbywa się poprzez tłoczysko w przestrzeni hydraulicznej. Przestrzeń hydrauliczna poprzez ruchomy tłok oddziałuje na przestrzeń gazową. Zmiany objętości przestrzeni gazowej wpływają na sposób rozpraszania energii w części hydraulicznej tego absorbera.
9. Str. 56, trzeci i piąty wers od dołu. Określenie „amortyzator gazowy”. Ta sama uwaga co w punkcie 5.
10. Str. 57, czwarty wers od dołu. Jest „...dla absorbera gazowego...”. Ta sama uwaga co w punkcie 5.
11. Str. 57, tabela 2. Próba nr 3 statycznego rozciągania bezpieczników znacząco odstaje od pozostałych. Być może należało odrzucić tę próbę i wykonać czwarty pomiar.
12. Str. 63. Błędny opis oznaczeń:
  - $c_1$  – to nie jest wsp. tłumienia podłogi. To jest wsp. tłumienia amortyzacji ramy fotela;
  - $c_2$  – to nie jest wsp. tłumienia siedziska. To jest wsp. tłumienia amortyzacji siedziska;
  - $k_1$  – to nie jest wsp. sprężystości podłogi. To jest wsp. sprężystości amortyzacji fotela;
  - $k_2$  – to nie jest wsp. sprężystości siedziska. To jest wsp. sprężystości amortyzacji siedziska;
  - $x_1$  – to nie jest przemieszczenie podłogi. To jest przemieszczenie ramy fotela;
  - $m_1$  – to nie jest masa podłogi. To jest masa ramy fotela;
  - $m_2$  – to nie jest tylko masa siedziska. To jest masa siedziska i miednicy.

13. Str. 64, pierwszy wers od dołu. Co Autor miał na myśli używając sformułowania „tzw. benchmarking ze znaną odpowiedzią?”. Gdy używamy różnych modeli opisujących zjawisko fizyczne, przy zastosowaniu określonego, jednakowego wymuszenia, zwykle otrzymujemy różne odpowiedzi. Oczywiście część z nich może być zbieżna. Czy pod pojęciem „znana odpowiedź” Autor miał na myśli zbieżne odpowiedzi uzyskane na drodze symulacji czy odpowiedź uzyskaną na drodze eksperymentalnej?
14. Str. 65, rys. 59. Opis prawej pionowej osi (*Lenght (meter)*) prawdopodobnie odnosi się do wymuszenia w postaci przemieszczenia na wszystkich czterech rysunkach. Możemy domyślać się jedynie na podstawie jednostek, ponieważ opis lewej osi również jest w kolorze czarnym tak jak przebieg wymuszenia.
15. Str. 74, tabela 4. Brakuje opisu poszczególnych kolumn dotyczących gwintu metrycznego. czytelnik jedynie może się domyślać, iż „ISO [mm]” dotyczy skoku gwintu a „F<sub>0</sub> [N]” dotyczy napięcia wstępnego rdzenia śruby.
16. Str. 77, tabela 5. W tej tabeli są pomieszane jednostki z wartościami oraz symbolami. Jeśli w wierszu mają być podane jednostki to powinny być zamieszczone w całym wierszu a nie tylko w połowie. Od połowy tego wiersza są już tylko wartości i to bez jednostek. Aby uporządkować tabelę winno być: w pierwszym wierszu nazwy wielkości np. przyspieszenie ziemskie albo siła (po polsku), w drugim wierszu jednostki np. [m/s<sup>2</sup>] a w trzecim, jeśli to konieczne, wartości tych wielkości. Nie wszystkie pola trzeciego wiersza byłby wypełnione. W kolumnie dotyczącej prędkości są podane wielkości w mph i km/h. Natomiast wartość 15.65 prawdopodobnie wyrażona jest w [m/s]. Ponownie symbol gęstości jest wpisany jako „RO” a nie jako litera grecka „ρ”.
17. Str. 79, trzeci wers od dołu. W zdaniu „Przyspieszenie symulowano siłą, która przyłożona została do wszystkich węzłów modelu, w elementach o niezerowej masie.”. Dlaczego wymuszenie przyłożono do wszystkich węzłów o niezerowej masie a nie do punktów (miejsc) mocowania stelażu fotela? Przecież reakcja nadwozia pojazdu przeniesie się właśnie po przez te punkty na jego stelaż.
18. Str. 82, rys. 77. W podpisie jest zamieszczona jednostka naprężenia jako [MPa], na rysunku jest [v · m] a prawdopodobnie powinna być [GPa]. Taką jednostkę sugerują uzyskane wartości naprężeń oraz informacje w tabeli 5.
19. Str. 82, rys. 78. Uwaga taka sama jak w punkcie 18.
20. Str. 83, rys. 79. Uwaga taka sama jak w punkcie 18.
21. Str. 84, rys. 81. Uwaga taka sama jak w punkcie 18.
22. Str. 84, rys. 82. Uwaga taka sama jak w punkcie 18.
23. Str. 84, rys. 82. Tekst opisujący skalę naprężenia oraz wybrane parametry symulacji są nałożone na powierzchnię rysunku.
24. Str. 85, rys. 83. Przedstawiony czas w podpisie nie zgadza się z opisem na rysunku.
25. Str. 85, rys. 83. Czy wartości plastycznego odkształcenia po przemnożeniu przez 100 będą wyrażone w [%]? Jeśli tak, to należało wyraźnie to opisać na rysunku.
26. Str. 85, rys. 84. Uwaga taka sama jak w punkcie 18.
27. Str. 100, drugi wers od dołu. Jest „20 G” a prawdopodobnie winno być „20 g”. Przyspieszenie ziemskie oznaczamy jako małe „g”, natomiast duże „G” oznacza stałą grawitacji.

28. Str. 100, pierwszy wers od dołu. Jest „150 G” a prawdopodobnie winno być „150 g”. Uwaga taka sama jak w punkcie 27.
29. Str. 100, rys. 108. Powinny być naniesione osie układu współrzędnych ponieważ na wykresie jest przedstawiany przebieg impulsu w funkcji czasu.
30. Str. 100, rys. 108. Po lewej stronie impulsu jest źle zaznaczony zakres – 0,15A.
31. Str. 101, trzeci wers od dołu. Jest „20 G” a prawdopodobnie winno być „20 g”. Uwaga taka sama jak w punkcie 27.
32. Str. 101, drugi wers od dołu. Jest „75 G” a prawdopodobnie winno być „75 g”. Uwaga taka sama jak w punkcie 27. Oprócz tego, czy nie powinno tu być wartości 150 g jak podano na str. 100 tuż nad rysunkiem 108 ?
33. Str. 101, drugi wers od dołu. Jest napisane „0 ms”. Taki czas trudno sobie wyobrazić. Czy nie chodziło raczej o 3 ms tak jak podano na str. 100 ?
34. Str. 102, czwarty wers od góry. Jest napisane „75 g”. Która wartość jest prawidłowa bo na stronie 100 jest podana wartość 150 g i taką samą możemy odczytać z rys. 110, na którym zaprezentowano przebieg tego impulsu.
35. Str. 103, tabela 7. Tutaj są przedstawione wyniki testu tylko nie został określony impuls wymuszający. Czy te eksperymenty przeprowadzone dla różnych wysokości testowych były zrealizowane przy wymuszeniu jednym impulsem? Czy ten impuls miał charakter taki jak przedstawiono na rys. 110?
36. Str. 104, tabela 8. Tutaj przedstawione wyniki zostały uzyskane na skutek przeprowadzonego testu przy wymuszeniu impulsem udarowym. Nie wiadomo jaki to był impuls, pojedynczy czy ich seria? Czy był to jednak impuls przedstawiony na rys. 110 ? W wierszu nr 12 w kolumnie rodzaj testu jest dopisek „pojedynczy udar”. Czy pozostałe wiersze dotyczyły serii udarów?
37. Str. 104, tabela 8. Czym różnią się zrywalne bezpieczniki oznaczone jako „1” oraz „2”.
38. Str. 105, rys. 113. Wykres słupkowy jest niezrozumiały. Trudno go jest interpretować ponieważ Autor nie opisał osi poziomej ani osi pionowych. Mogę tylko się domyślać, że lewa oś pionowa oznacza przyspieszenie wyrażone w „g” a prawa wyraża parametr DRIZ. Czy oś pozioma oznacza nr eksperymentu i czy odnosi się ona w jakiś sposób do tabeli nr 8?
39. Str. 106, rys. 114. Rysunek jest nieczytelny. Oprócz tego nie wiadomo, które przebiegi dotyczą stołu a które dotyczą resorowanej ramy fotela. Według opisu na rysunkach to wszystkie przebiegi dotyczą ramy stołu. Czy lewy rysunek dotyczy ramy stołu a prawy ramy fotela? Czy na tych wykresach też jest zawarty impuls wymuszający? Legenda na obydwu rysunkach dotyczy dwóch sygnałów a zobrazowane są trzy.
40. Str. 108, tabela 11. Czy w oznaczeniu absorbera liczba po symbolu „#” oznacza jego grubość wyrażoną w [mm]? Na st. 107 napisano, że grubości absorbera powyżej 4 mm zostały odrzucone. W tej sytuacji nie jest jasne na jakie grubości się zdecydowano. Czy liczba po literze „n” oznacza kolejne powtórzenie pomiaru? Co oznaczają kolumny „STOL LW216438”, „RAM\_RES 25792” oraz „% red”?
41. Str. 108, rys. 117. Brak jest opisu osi poziomych jak i pionowych. Według tytułu wykresu można jedynie się domyślać, nie wiem czy słusznie, że osie pionowe dotyczą wydłużenia bezwzględnego wyrażonego w [mm]. Czy na osi poziomej jest nr eksperymentu zgodny z tabelą nr 11?
42. Str. 108, rys. 117. Na osi poziomej jest 20 pozycji dla lewego jak i prawego rysunku. Każdy z tych rysunków dotyczy odpowiednio bezpiecznika 2,5 oraz 3,5 kN. Rysunki sugerują, że dla każdego

bezpiecznika przeprowadzono po 20 eksperymentów. W tabeli 11 pokazano, że przeprowadzono tylko po 10 eksperymentów dla każdego z nich. Po ile przeprowadzono eksperymentów i jaki impuls był wymuszeniem?

43. Str. 109, rys. 118. Brak jest opisu osi pionowej jak i poziomej. Co oznaczają wartości na osi pionowej ponieważ są kluczowe dla zrozumienia wykresu? Opisy w legendzie typu „STOL LW216438” oraz „RAM\_RES 25792” są trudne do interpretacji. Można jedynie się domyślać co oznacza STOL oraz RAM\_RES. Jakie absorbery były wykorzystane przy tym eksperymencie?
44. Str. 109, rys. 119. Uwagi takie same jak w punkcie 43. Dodatkowo etykiety wartości wzajemnie nakładają się, co utrudnia czytelność. Również ponawiam pytanie: jakie absorbery były wykorzystane przy eksperymencie, którego wyniki są przedstawione na tym rysunku?
45. Str. 110, rys. 120. Uwagi takie same jak w punkcie 43.
46. Str. 110, rys. 121. Brak opisu osi pionowej. Tytuł wykresu nie zastępuje tego opisu. Odległości zrzutu „600” i „800” są ustawione naprzemiennie co utrudnia interpretację wyników. Czy w eksperymentach, którego wyniki prezentowane są na tym wykresie, użyto amortyzatora KONI 30? Nie jest jednoznacznie opisane, czy oznaczenie „600\_F2\_Bezp1” dotyczy właśnie tego amortyzatora? Czy nie prościej byłoby użyć jawnych opisów na osi poziomej zamiast identyfikatorów zawierających symbole?
47. Str. 111, rozdz. 5.3.2, pierwszy akapit, ostatnie zdanie. Zastosowano podkładkę pomiędzy stelażem fotela a układem oporowym. Nie wyjaśniono, gdzie ten układ oporowy się znajduje. Czy jest powiązany z wieżą czy z fotelem?
48. Str. 111, ostatni wers. Jest napisane „...75 G w czasie trwania impulsu 0 ms.”. Litera „G” oznacza stałą grawitacji a przyspieszenie ziemskie to symbol „g”. Dlatego powinno być: 75 g. Następnie jak należy rozumieć czas trwania impulsu wynoszącym 0 ms? Liczba zero zwykle jest jednoznaczna w technikach pomiarowych. Jeśli impuls miałby trwać „0 [dowolna jednostka]” to oznacza, że nie zdążyłby zaistnieć.
49. Str. 115, tabela 13, ostatnia kolumna, czwarty wiersz. Tam jest wartość siły rozciągania osiowego 2,86 kN. Ile czasu trwał ten impuls? W kolumnie dotyczącej wartości krytycznych pojawia się czas 0 ms. Ile tak naprawdę wynosi ten czas? Być może czas ten liczony jest w  $\mu\text{s}$  a przy jednostce [ms] i po zaokrągleniu widzimy jako 0 ms.
50. Str. 116, tabela 14. W wierszu dotyczącym siły rozciągania osiowego szyi wyznaczona wartość „Załoga-III-120” wynosi 2,18. Ile czasu trwał ten impuls? Uwagi dotyczące czasu 0 ms są takie same jak w punkcie 49.
51. Str. 116, trzy ostatnie wersy i str. 117, dziewięć pierwszych wersów. Brak jest analizy porównawczej absorbera K005 i K011. Stwierdzenie, że dla absorbera K005 parametr  $F_z$  w przypadku dowódcy osiągnął dość wysoką wartość lecz mieści się w dopuszczalnej granicy, bez podania czasu trwania impulsu, jest niewystarczające. W przypadku absorbera K005 jaki był użyty bezpiecznik?
52. Str. 119, tabela 15. Uwaga taka sama jak w punkcie 49 dotycząca czasu trwania impulsu wynoszącym 0 ms.
53. Str. 122, rys. 134. Czy podczas prowadzenia badań fotela desantu, obiekt ten porusza się po poziomych prowadnicach? W tekście doktoratu nie znalazłem opisu tego stanowiska. Wózki z badanymi obiektami możemy rozpędzać w pionie jak i w poziomie. Dlatego na początku rozdziału 5.3.4 należało zamieścić zdjęcie całego stanowiska badawczego.



54. Str. 123, tabela 18 oraz str. 125, rys. 140. Autor zauważył, iż opóźnienie dotyczące głowy (a nie w głowie) przekracza wartość dopuszczalną wynoszącą 80 g ale w czasie krótszym niż 2 ms. Przy takim przekroczeniu dopuszcza się maksymalny czas trwania impulsu opóźnienia nie dłuższy niż 3 ms. Jednak na rys. 140 są dwa impulsy, których amplituda przekracza 80 g. Autor nie skomentował tego wyniku badań. Nie wiadomo czy dwa takie impulsy występujące po sobie należy traktować jak serię wymuszeń? Ile czasu minęło pomiędzy impulsami? Ile trwał ten drugi impuls? Nie wiadomo jak interpretować taki wynik badania.
55. Str. 126, rys. 143. Wartości osi pionowej są zasłonięte jej opisem.
56. Str. 128, rys. 149. W podpisie rysunku jest „30 g” a prawdopodobnie winno być „40 g”.
57. Str. 128, rys. 150. W podpisie rysunku jest „... pozycja leżąca - 30 g” a prawdopodobnie winno być „... pozycja przodem do kierunku jazdy - 20 g”.
58. Str. 130, tabela 21 oraz str. 155, rys. 157. Autor w tabeli określił, iż wartość szczytowa impulsu opóźnienia działającego na głowę wyniosła 131 g. Następnie podaje, że przekroczenie na poziomie 80 g trwało ok. 3 ms. Jednakże analizując wykres zamieszczony na rys. 157, można określić czas trwania impulsu dla wartości 80 g na poziomie 3,91 ms. Skoro graniczną wartością czasu są 3 ms to w mojej ocenie kryterium dotyczące opóźnienia działającego na głowę nie jest spełnione.
59. Str. 135, drugi wers od góry. Autor stwierdza, że przemieszczenie głowy manekina osiągnęło wartość 736 mm dla siedzenia kierowcy ale dla konstrukcji wzmocnionej. Jednakże Doktorant nie wyjaśnił już w jaki sposób ten fotel został wzmocniony?
60. Str. 136, trzeci wers od dołu. Autor napisał „...nowatorskiej metodyki badań wybuchu...”. Należy zauważyć, iż nie była badana eksplozja ładunku wybuchowego tylko jej skutki były wymuszeniem oddziałującym na pojazd lub wahadło.
61. Str. 137, czwarty i piąty wers od góry. Autor stwierdził, iż „W ciągu najbliższych lat spośród pojazdów lądowych największe zapotrzebowanie będzie na pojazdy opancerzone wyposażone w różne systemy zwiększające bezpieczeństwo.”. Trudno jest zgodzić się z tym stwierdzeniem, ponieważ liczba pojazdów lądowych znacznie przekracza liczbę pojazdów opancerzonych. To oznacza, że zapotrzebowanie na pojazdy cywilne jest znacznie większe.
62. Str. 156, rys. 160. Na tym rysunku możemy zauważyć, że maksymalne ugięcie klatki piersiowej wyniosło ok. 15 mm dla opóźnienia 30 g. To ugięcie dla opóźnienia 20 g wyniosło ok. 35 mm a dla opóźnienia 40 g ponad 40 mm. Charakter przebiegu ugięcia klatki piersiowej przy opóźnieniu 30 g jest zupełnie inny niż dla opóźnienia 20 i 40 g. Stąd można wysnuć wniosek, iż pomiar dla opóźnienia 30 g jest obarczony dużym błędem ponieważ przebieg jak i wartość są zupełnie niespodziewane.
63. Str. 160 i 161, rys. od 173 do 176. Prawdopodobnie opis osi pionowych nie powinien być „Opóźnienie [g]” tylko „Ugięcie [mm]”.
64. Str. 160, rys. 174. Komentarz jest podobny do punktu 62. Analizując przebiegi ugięcia klatki piersiowej pokazane na rys. 173, 174 i 175 można dojść do wniosku, iż pomiar dla opóźnienia 30 g jest obarczony błędem.
65. Str. 161, rys. 176. W podpisie rysunku jest „pozycja przodem do kierunku jazdy” a prawdopodobnie winno być „pozycja bokiem do kierunku jazdy”.
66. Str. 162, rys. 180. Wartości osi pionowej są zasłonięte jej opisem.

Oprócz powyższych krytycznych uwag w pracy również zauważono różnego rodzaju usterki, głównie natury edycyjnej lub są to zwyczajne przeoczenia. Poniżej zamieszczam je według miejsca ich znalezienia:

1. Str. 10, drugi wers od dołu. Jest „i ich koszt” a prawdopodobnie winno być „i zmniejszy ich koszt”.
2. Str. 11, ostatni akapit. Jest „spisy publikacji bibliograficznych”. Spis może być publikacji albo bibliograficzny.
3. Str. 12, pierwszy akapit. Jest „dostępna” a prawdopodobnie winno być „dostępną”.
4. Str. 13, rys. 1. Jest „fotela” a prawdopodobnie winno być „fotel”.
5. Str. 14, od góry drugi akapit, trzeci wers. Brak przecinka po słowie „wytrzymałości”.
6. Str. 14, rys. 3. Jest „zmocowania” a prawdopodobnie winno być „zamocowania”.
7. Str. 15, akapit pod rys. 4. Najpierw należy podać nr rysunku do którego odnosi się opis poszczególnych elementów numerowanych.
8. Str. 20, pierwszy wers od góry. Jest „urządzenie” a prawdopodobnie winno być „urządzenia”.
9. Str. 27, pierwszy akapit od góry, ósma kropka. Jest „odporności” a prawdopodobnie winno być „odporność”.
10. Str. 27, drugi akapit, wszystkie kropki. Jest „odporności i wytrzymałości” a prawdopodobnie winno być „odporność i wytrzymałość”.
11. Str. 32, trzeci wers od góry. Jest „kręgosłupa” a prawdopodobnie winno być „kręgosłup”.
12. Str. 32, ostatnie zdanie. Po słowie „(DRI)” nie potrzebne słowo „jest”, po słowie „równania” zamiast „,” winien być „,”, przed słowem „uwzględnieniem” brakuje łącznika „z”.
13. Str. 33, rys. 21. Brak wartości przyspieszeń na osi pionowej. Również w podpisie jest „... przyspieszenie fali kwadratowej...”. Fala kwadratowa nie jest zbyt dobrym określeniem. Właściwszym wydaje się: przebieg prostokątny lub wymuszenie skokowe.
14. Str. 34, rys. 22. W podpisie jest „...o jednym stopniu swobody...”. Winno być „...o dwóch stopniach swobody...”. Po słowie „dolnej” nie powinno być „,”.
15. Str. 35. Pierwsze zdanie o góry „Wskazane wyżej modele odnoszą się wyłącznie do ciała człowieka, a obciążenia pasażera pochodzą od fotela.” jest trudno zrozumiałe.
16. Str. 39, trzeci wers od góry. Jest „doskonaleniem” a prawdopodobnie winno być „doskonalenia”.
17. Str. 40, trzeci wers od dołu. Jest „współosiowe” a prawdopodobnie winno być „współosiowo”.
18. Str. 41, trzeci wers od dołu. Jest „został” a prawdopodobnie winno być „została”.
19. Str. 42, pierwszy wers od góry. Jest „wyniki” a prawdopodobnie winno być „wyniku”.
20. Str. 42, piąty wers od dołu. Jest „rozprawy mojej” a prawdopodobnie winno być „mojej rozprawy”.
21. Str. 43, trzeci wers od góry. Brak kropki na końcu zdania.
22. Str. 45, szósty wers z dołu. Jest „blokujące” a prawdopodobnie winno być „blokujących”.
23. Str. 46, szesnasty wers z dołu. Jest „powinno” a prawdopodobnie winno być „powinien”.
24. Str. 47, drugi wers do dołu. Jest „fotel” a prawdopodobnie winno być „fotela”.
25. Str. 51, dziesiąty wers z dołu. Jest „wyposażone” a prawdopodobnie winno być „wyposażony”.
26. Str. 51, ósmy wers z dołu. Jest „wyposażone” a prawdopodobnie winno być „wyposażony”.
27. Str. 52, rys. 44. Podpisy a) oraz c) są takie same. Prawdopodobnie w c) winno być „mocowanie boczne wraz z mechanizmem podnoszenia”.

28. Str. 57, drugi wers z dołu. Jest „potwierdzeniu” a prawdopodobnie winno być „potwierzenia”.
29. Str. 58, pierwsze zdanie od góry: „Dobór materiałów nie opisanych literaturowo z jakich wykonana jest konstrukcja fotela.” jest trudno zrozumiałe.
30. Str. 58, piąty wers od góry. Jest „wyznaczeni” a prawdopodobnie winno być „wyznaczenie”.
31. Str. 61, pierwszy akapit od góry. Zdanie „Kryterium minimalizacji kosztów w procesie projektowania, skłania inżynierów do tworzenia metodyk badania i weryfikacji rozwiązań technicznych opartych o minimalizację badań i planowanie iteracji rozwiązania od koncepcji ogólnej do walidacji i wdrażania rozwiązań szczegółowych.” jest trudno zrozumiałe.
32. Str. 61, drugi akapit od góry, przedostatni wers. Jest „zewnętrznej” a prawdopodobnie winno być „zewnętrznego”.
33. Str. 61, trzeci akapit, pierwszy wers od góry. Pomiędzy słowami „...informacji korektę...” prawdopodobnie brakuje przecinka.
34. Str. 62, czwarty wers od góry. Jest „modelu” a prawdopodobnie winno być „model”.
35. Str. 62, drugi wers od dołu. Pomiędzy słowami „...elementów otrzymana...” prawdopodobnie brakuje przecinka.
36. Str. 65, drugi wers od dołu. Jest „symulacyjny” a prawdopodobnie winno być „symulacyjnym”.
37. Str. 65, pierwszy wers od dołu. Pomiędzy słowami „...człowiekiem podatność...” prawdopodobnie brakuje przecinka.
38. Str. 66, trzeci wers od dołu. Pomiędzy słowami „...pracy pozwala...” prawdopodobnie brakuje przecinka.
39. Str. 66, dwa ostatnie wersy. Dwukrotne użycie oznaczenia „CAD 3D”.
40. Str. 67, szósty wers od dołu. Po słowie „materiałów” brak słowa „do”.
41. Str. 68, pod rys. 63, drugi wers od góry. Brak przecinków po liczbach 54 i 55.
42. Str. 68, czwarty wers od dołu. Jest „ekstarpolowano” a prawdopodobnie winno być „ekstrapolowano”.
43. Str. 68, drugi wers od dołu. Jest „konstrukcyjny” a prawdopodobnie winno być „konstrukcyjne”.
44. Str. 68, pierwszy wers od dołu. Jest „potraktowany” a prawdopodobnie winno być „potraktowano”.
45. Str. 68, ostatni podpunkt oznaczony grubą kropką. To zdanie po rozbiciu na kolejne podpunkty byłoby znacznie czytelniejsze.
46. Str. 70, tabela 3. W ostatniej kolumnie są podane jednostki stąd nie ma potrzeby ponownego wpisywania ich przy wartościach liczbowych.
47. Str. 70, tabela 3. Oznaczenie gęstości. Jest „RO” a winno być „ρ”.
48. Str. 72, ostatnie zdanie pierwszego akapitu „Zwykle i niezmiernie pracołłonne modelowanie konstrukcji tłumika, nie umożliwiłoby ścisłego odwzorowania obiektu rzeczywistego.” jest niezrozumiałe.
49. Str. 72, drugi wers od dołu. Jest „tłumieni” a prawdopodobnie winno być „tłumienia”.
50. Str. 73, trzynasty wers od góry. O jedno słowo „kontakt” jest za dużo.
51. Str. 73, piąty wers od dołu. Sformułowanie „...modelu modelowano...” jest niewłaściwe.
52. Str. 75, podpis pod rys. 69. Jest „miejsc” a prawdopodobnie winno być „miejscach”.
53. Str. 75, pierwszy akapit, czwarty wers od góry. Jest „punktów” a prawdopodobnie winno być „punktom”.
54. Str. 77, szósty wers od góry. Jest „nocującego” a prawdopodobnie winno być „mocującego”.
55. Str. 78, podpis pod rys. 73. Jest „geometrie” a prawdopodobnie winno być „geometrię”.

56. Str. 78, czwarty wers od dołu. Jest „obciążenie” a prawdopodobnie winno być „obciążenia”.
57. Str. 80, trzeci wers od góry. Dwa razy słowo „było”.
58. Str. 80, drugi akapit od góry, przedostatni wers. Słowo „dlatego” jest niepotrzebne ponieważ zaciemnia sens zdania.
59. Str. 80, ostatni wers. Jest „zweryfikowany” a prawdopodobnie winno być „zweryfikowane”.
60. Str. 81, drugi akapit od góry. Według zdania „Pierwszą z obserwacji jest odnotowanie wykonania ruchu fotela względem nieruchomego stelaża w pełnym możliwym zakresie.” obserwacją jest „odnotowanie wykonania”. To zdanie jest niewłaściwie sformułowane.
61. Str. 86, drugi wers od góry. Nagłówek „Zasada i opis działania i budowy tłumika mechanicznego” jest niewłaściwie sformułowany. Byłby bardziej czytelny gdyby się zaczynał: *Zasada działania i opis budowy... .*
62. Str. 87, dwa górne akapity. Fragment tekstu „Może być wyposażony w otwory umożliwiające montaż za pomocą na przykład śrub, nitów lub kołków. Połączenie urządzenia z korpusem pojazdu jest połączeniem rozłącznym, umożliwiającym demontaż urządzenia.” jest powtórzony. Te dwa akapity można inaczej sformułować aby uniknąć powtórzenia np. „*Obszar mocowania górny i dolny umożliwia...*”.
63. Str. 87, ostatni wers. Jest „Rys. 86” a prawdopodobnie winno być „Rys. 87”.
64. Str. 88, drugi wers od góry. Jest „Rys. 87” a prawdopodobnie winno być „Rys. 88”.
65. Str. 89, ostatni akapit. Należy unikać akapitów złożonych z jednego zdania.
66. Str. 96, rozdz. 5.2.1, pierwszy wers. Jest „Wyposażone” a prawdopodobnie winno być „Wyposażony”.
67. Str. 96, jedenasty wers od dołu. W zdaniu „Rama resorowana porusza się względem ramy resorowanej na prowadnicach liniowych.” jest powtórzenie słów „*rama resorowana*”.
68. Str. 97, pierwszy wers. Jest „Wyposażone” a prawdopodobnie winno być „Wyposażony”.
69. Str. 97, rozdz. 5.2.2. Pierwszy akapit jest powtórzeniem pierwszego akapitu z rozdziału 5.2.1.
70. Str. 97, rozdz. 5.2.2. Drugi akapit jest powtórzeniem drugiego akapitu z rozdziału 5.2.1.
71. Str. 97, rozdz. 5.2.2. Czwarty akapit jest powtórzeniem trzeciego zdania liczonego od dołu na stronie 96.
72. Str. 98, pierwszy wers. Jest „Wyposażone” a prawdopodobnie winno być „Wyposażony”.
73. Str. 99, ósmy wers od góry. Jest „...siedziska oraz adapterem...” a prawdopodobnie winno być „...siedziska a adapterem...”.
74. Str. 100, pierwszy wers od dołu. Jest „(rys. 1)” a prawdopodobnie winno być „(rys. 108)”.
75. Str. 101, ostatnie zdanie. Tekst „Ilość uderzeń badanego elementu dla uderzeń wielokrotnych wynosiła 3 powtórzeń z półsinusoidalną charakterystyką.” jest trudno zrozumiałe oraz zdanie jest niepoprawnie skonstruowane.
76. Str. 104, rys. 112. Górna miarka jest ustawiona odwrotnie. W efekcie skala wyrażona w calach jest w bezpośredniej bliskości względem zrywalnych bezpieczników.
77. Str. 111, przedostatni wers. Sformułowanie „...dla uderzenia jednokrotnego ochrony kręgosłupa w badaniach,...” nie jest prawidłowe, ponieważ sugeruje, że impuls uderzeniowy może chronić kręgosłup.
78. Str. 112, drugi wers od góry. Jest „i przyjąć” a prawdopodobnie winno być „i powinien przyjąć”.
79. Str. 112, tabela 12. Dwie prawe kolumny, w których pokazano wyniki osiowego ściskania nóg  $F_z$  są wyrażone w [N]. Prawdopodobnie jednostką powinien być [kN].

80. Str. 113, rys. 124. W podpisie pod rysunkiem jest „zbadanym” a prawdopodobnie winno być „z badanym”.
81. Str. 113, trzeci wers od dołu. Jest „u życiem” a prawdopodobnie winno być „użyciem”.
82. Str. 113, ostatni akapit. Zdanie „Badanie przeprowadzono dla wybranych rozwiązań absorbera pasywnego K005#3 oraz K011#2, wykonano badania poligonowe z u życiem materiału wybuchowego.” jest niepoprawne stylistycznie.
83. Str. 115, tabela 13. W wierszu dotyczącym ściskania osiowego ud i piszczele jednostką jest [Nm] a prawdopodobnie powinien być [kN].
84. Str. 116, tabela 14. Uwaga jak w punkcie 83.
85. Str. 117, ostatni wers. Jest „...pod pojazdem a ładunek zdetonowano zdalnie.” a korzystniej byłoby „...pod pojazdem, który zdetonowano zdalnie.”.
86. Str. 118, druki akapit, drugi wers od góry. Jest „...gruncie na ładunkiem...” a prawdopodobnie winno być „...gruncie nad ładunkiem...”.
87. Str. 118, drugi akapit, drugie zdanie. Jest „...ładunkiem, ładunek wybuchowy odpalono zdalnie.” a korzystniej byłoby „...ładunkiem, który zdetonowano zdalnie.”.
88. Str. 119, tabela 15. Uwaga jak w punkcie 83.
89. Str. 120, pierwszy akapit, drugi wers od dołu. Jest „...dodatkowych pomiarów związanych...” a korzystniej byłoby „...dodatkowych informacji związanych...”. Podczas analizy filmów z szybkich kamer uzyskujemy kolejne informacje (dane) a nie pomiary.
90. Str. 122, nad rys. 134 piąty wers. Zdanie „Określono maksymalne przemieszczenia: głowy manekina, konstrukcji siedzenia oraz siedzenia względem jego mocowania (wydłużenie absorbera energii).” jest niejednoznacznie sformułowane.
91. Str. 134, dziesiąty wers. Jest „urazy” a prawdopodobnie winno być „urazu”.
92. Str. 136, piąty wers od dołu. Jest „zagrożone” a prawdopodobnie winno być „narażone”.
93. Str. 137, drugi wers od góry. Jest „przeprowadzone” a prawdopodobnie winno być „przeprowadzona”.

#### 4. Podsumowanie.

Pan mgr inż. Tomasz Wróbel w rozprawie doktorskiej pt. „*Nowe rozwiązanie innowacyjnego wielofunkcyjnego fotela chroniącego członków załogi pojazdu specjalnego przed oddziaływaniem krótkotrwałych, pionowych obciążeń dynamicznych*” przedstawił problem naukowy w formie tezy „*Skutki oddziaływania impulsu powstałego w wyniku fali uderzeniowej podczas eksplozji ładunku wybuchowego pod pojazdem specjalnym może być ograniczona przez kształtowanie charakterystyki wytrzymałościowej elementów tłumiących i konstrukcyjnych foteli, co umożliwi skuteczną ochronę załogi w trakcie działań operacyjnych.*”, który rozwiązał prawidłowo. Przeprowadził liczne badania eksperymentalne prototypowych konstrukcji foteli oraz przeprowadził analizy porównawcze uzyskanych rezultatów do których odniósł się krytycznie. Autor niniejszej dysertacji opracował model obliczeniowy fotela oraz autorskiego, oryginalnego absorbera mechanicznego, które to poddał obliczeniom wytrzymałościowym. Przedstawiona do recenzji praca doktorska zawiera bardzo liczne błędy i uchybienia, które utrudniają jej zrozumienie. Nie mniej jednak prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w części dotyczącej nadawania stopnia doktora m.in. jednoznacznie stwierdza, iż przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. W niniejszej pracy doktorskiej Autor właśnie przedstawił takie rozwiązanie.

W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Tomasza Wróbla pt. „*Nowe rozwiązanie innowacyjnego wielofunkcyjnego fotela chroniącego członków załogi pojazdu specjalnego przed oddziaływaniem krótkotrwałych, pionowych obciążeń dynamicznych*”, której promotorem jest prof. dr hab. inż. Stanisław Radkowski, spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce {Dz. U. 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.}, a Autor może być dopuszczony do jej publicznej obrony.



Recenzent

dr hab. inż. Grzegorz Ronowski, prof. uczelni