



Poznań, 05 Sierpnia 2024 r.

Dr hab. inż. Piotr SIELICKI Prof. PP
Instytut Analizy Konstrukcji
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
Politechnika Poznańska
pl. Marii Skłodowskiej – Curie 5
60-965 Poznań
e-mail: piotr.sielicki@put.edu.pl
M: +48-602-697-589

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**Dla Rady Naukowej Dyscypliny „Inżynieria Mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej
w Warszawie**

Tytuł recenzowanej pracy: „Badania rozwojowe balistycznych wkładów kompozytowych do ochrony personalnej przed pociskami karabinowymi”

Autor rozprawy: mgr inż. Marek Walicki

Promotor: dr hab. inż. Krzysztof Janiszewski

Opiekun przemysłowy: Andrzej Szpalerski CFT Precyzja Sp. z o.o.

Podstawa opracowania:

- 1) Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie z dnia 22.03.2024
- 2) Uchwała nr 15/RDN IM/2024 Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie z dnia 20.03.2024 w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej mgr. Inż. Marka Walickiego
- 3) Uchwała nr 16/RDN IM/2024 Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie z dnia 20.03.2024 w sprawie powołania komisji doktorskiej do prowadzenia czynności w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora mgr. Inż. Markowi Walickiemu



CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA RECENZOWANEJ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Rozprawa doktorska jest napisana w języku polskim w formie opracowania zwartej, składa się z VII rozdziałów, liczy 113 stron treści, 34 tabele, 42 rysunki, 84 pozycje bibliograficzne oraz 7 dodatkowych załączników. Dodatkowo, rozprawa zawiera 7 załączników stanowiących w większości raporty z badań oraz rysunki konstrukcyjne. Ponadto praca zawiera wykaz zastosowanych oznaczeń i skrótów.

Rozdział I (strony 10-32) tuż po spisie treści, spisie ważniejszych oznaczeń oraz tzw. Wprowadzeniu, znajduje się interesujący rys historyczny przedstawiający wybrane ogólne wydarzenia historyczne mające wpływ na rozwój wyposażenia ludzi w zakresie ochrony balistycznej. Ta część pracy przytacza kilkadziesiąt pozycji bibliograficznych odnosząc się skrótowo do każdej z nich ze wskazaniem istoty rozwiązywanego przez autorów publikacji zagadnień. Rozdział zawiera zdjęcia licznych tabel określających poziomy ochrony balistycznej na bazie międzynarodowych kryteriów. Autor wymienia podstawowe metody badania systemów balistycznych z uwzględnieniem wybranych metod pomiarowych np. oceny na podstawie głębokości penetracji lub też tzw. deformacji podłoża po ostrzale je osłaniającego wkładu balistycznego.

W dalszej części są krótko omówione wybrane materiały stosowane w układach osłon balistycznych wraz z mechanizmami absorpcji energii w niektórych z nich. Koniec rozdziału to wskazania podstawowych – zgodnych z ogólnymi normami – parametrów oceny skuteczności balistycznej, bazujących na energii sprężystej (energii pochłoniętej przez jednostkę objętości materiału) wzory 1.1 oraz 1.2 co ostatecznie prowadzi do prostego – określonego w normach – parametru zwanego skutecznością balistyczną wzór 1.4.

W rozdziale II (strony 33-41) autor dokonuje porównania rozwiązań dostępnych na rynku wkładów balistycznych oraz wybranych procesów produkcyjnych celem próby opracowania tzw. Studium wykonalności rozwiązania wraz z kalkulacją kosztów. Kolejne strony to interesujące zastawienie czterech wykresów obrazujących podstawowe parametry popularnych rozwiązań konkurencyjnych firm. Są to: powierzchnia wkładu balistycznego, masa oraz masa średnia w zależności od poziomu ochrony a także gęstość powierzchniowa. Podsumowanie rozdziału to przegląd dostępnych technologii produkcyjnych i laboratoryjnych w firmie, w której ma nastąpić wdrożenie wyników pracy (CTF Prezycja sp. z o.o.). W ramach wniosków końcowych autor przyjmuje podstawowe parametry projektowanego rozwiązania konstrukcyjnego przyjmując rozmiar 240x300mm, masę własną <1.6kg oraz gęstość powierzchniową nie przekraczającą 27kg/m². Przedstawiony w załączniku 1 park maszynowy firmy pozwala na opracowanie rozwiązania odpowiadającego wskazanym powyżej parametrom.



Rozdział III (strony 42-45) to szczegółowe wskazanie celu pracy. Autor podejmuje się realizacji dwóch celów: wdrożeniowego i naukowego. Pierwszy z nich ma polegać na opracowaniu i wykonaniu pilotażowej partii wkładów balistycznych. Natomiast cel drugi to ocena wpływu właściwości fizyko-mechanicznych (na podstawie testów quasi-statycznych) materiału bazowego oraz procesu technologicznego na właściwości balistyczne kompozytu.

W rozdziale IV (strony 46-71) autor dobiera kluczowe do opracowania wdrożenia materiały, włókna naturalne, szklane, węglowe jak i włókna ultra wysokiej wytrzymałości, każdorazowo analizując ich kosztocłonność w przypadku próby wykorzystania w opracowywanym rozwiązaniu (Rys.4.2). Kolejno autor opisuje przygotowanie szeregu próbek ewidencjonując ich podstawowe parametry geometryczne (Tab.4.6, Rys.4.6)

Dalsza część rozdziału to szkice stanowiska do badań oraz omówienie konstrukcji i oprzyrządowania stanowiska. Koniec rozdziału to porównanie dwóch standardów oceny wg NIJ 0101.06 oraz PN-V-87000. Rozdział dokładnie opisuje metodologię badawczą wykonaną dla wcześniej przygotowanych konstrukcji.

Rozdział V (strony 72-101) przedstawia wyniki i analizę przeprowadzonych przez doktoranta badań. Jest to najbardziej cenny, autorski rozdział pracy. Autor testuje wybrane siły naciągu próbek i przyjmując je jako powtarzalne i sprawdzone uznał, że otrzymane wartości ugięć dla materiałów Honeywell PE są powtarzalne. Kolejno, został przedstawiony wpływ cyt. „różnych narzędzi” w badaniu punktowym (Rys.5.2). Następnie autor przedstawia własne badania oraz ich wyniki próbek w układach jednej oraz dwóch warstw. Rozdział 5.3 to interesujące badania ostrzałem pocisków małokalibrowych 0.22. Niestety nigdzie nie zawarto informacji na temat energii kinetycznej tych impaktorów podczas testów, co utrudnia analizę skuteczności rozwiązań.

Autor wykonuje kolejne badania w tym interesujące badania balistyczne konstrukcji prototypowych przy stałym kalibrze 7,62 mm NATO (9,6g) i prostopadłym do próbki kącie ostrzału. Między innymi te wyniki dają możliwość modyfikacji konstrukcji – rozdział 5.11 – oraz kolejnych badań weryfikacyjnych rozdział 5.12. Jeden z wniosków jest czytelny i jasno pokazuje, że brak perforacji nie jest jednoznacznym kryterium, ponieważ istotnie duża deformacja - np. rzędy 50mm – odrzuca próbkę wykonaną z materiału DSM PE3.

Rozdział kończą wnioski (rozdział 5.14, 6 wniosków) gdzie szczególnie istotnym jest pierwszy z nich, który potwierdza skuteczność wyższość rozwiązania o nazwie Teijin PE nad innymi np. DSM PE3 również pod względem cenowym.

Rozdział VI (strony 102-109) zawiera analizę zaplanowanego procesu wdrożenia wraz podstawowymi elementami analizy ryzyka. Autor stawia ambitny cel produkcji i tym samym sprzedaży do 100, 1000 lub nawet 10000 sztuk miesięcznie. Co więcej jest także wspomniana analiza wykorzystania zasobów ludzkich. Wskazane w tabeli 6.2 wagi pięciu elementów ryzyka są cyt. „znaczące” aż dla czterech z nich.



Rozdział VII (strony 110-113) to podsumowanie i wnioski. Według autora opracowywany wkład balistyczny spełnia wszystkie wskazane założenia projektu, osiągając gęstość powierzchniową na poziomie 23.9kg/m² przy spełnienia klasy ochrony balistycznej K3C (dla testu pociskiem 7,62x51 NATO). Wnioski końcowe (strona 111). Rozdział podsumowuje zestawienia najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych oraz kierunków dalszych prac, które jednoznacznie potwierdzają osiągnięcie celu stawianego na początku opracowania.

Analiza wskaźników dorobku doktoranta (2 prace opublikowane):

1. Conference Paper

[brak cytowania w pracy] IDENTIFICATION OF CRITICAL PROPERTIES OF PERFORATED STEEL PLATE TO MAXIMIZE ITS PROTECTION ABILITY AS ADD-ON ARMOR

Garbarz, B., Marcisz, J., Burian, W., ... Walicki, M., Zająć, K.

Proceedings - 33rd International Symposium on Ballistics, BALLISTICS 2023, 2023, 2, pp. 1691–1707

2. Article, Open access

[60] ESTIMATION OF BALLISTIC PERFORMANCE OF ARMOR STEELS BASED ON THE SPLIT HOPKINSON SHEAR BAR DATA

Walicki, M., Janiszewski, J., Cieplak, K.

Journal of Theoretical and Applied Mechanics (Poland) This link is disabled., 2022, 60(1), pp. 129–140

OCENA ROZPRAWY

1. Jakie zagadnienie naukowe/badawcze jest rozpatrywane w pracy (cel i teza pracy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora?

W pracy autor wykazuje, że [cyt. str.42] „zakres prowadzonych badań dotyczących wyboru i oceny materiałów oraz wpływu technologii wytwarzania kompozytowych struktur ochronnych jest ograniczony przede wszystkim do badań gotowych konstrukcji opracowanych metodą prób i błędów.” Ponadto, na bazie postawionych w pracy hipotez [str.42] Doktorant mgr inż. Marek Walicki stwierdza, że [cyt. str.42] „istnieje korelacja pomiędzy wynikami quasi-statycznych badań wytrzymałościowych materiałów włóknistych (tkanin) a wynikami badań balistycznych wkładów wytworzonych z tych samych tkanin bazowych.” Owa hipoteza jest sformułowaniem bardzo ogólnym i trudno jest dyskutować z tak sformułowaniem problemem badawczym.



Należy zwrócić uwagę, że przedstawiona rozprawa jest realizowana w formie doktoratu wdrożeniowego co zostaje słusznie opisane i sformułowane kilka fragmentów dalej w pracy. Doktorant określa wprost dwa cele pracy tj. cel tzw. Wdrożeniowy oraz badawczy. O ile ten pierwszy jest oczywisty, zgodnie z formą doktoratu wdrożeniowego tj. „*wytworzenie, na bazie przyjętych założeń konstrukcyjno-technicznych, kompozytowego wkładu balistycznego i zastosowanie jego w pilotażowej partii prototypów wkładów*”, to cel naukowy, zwany badawczym jest [cyt. str.43] „*ocena wpływu właściwości fizyko-mechanicznych materiału bazowego i procesu technologicznego na właściwości balistyczne kompozytu balistycznego.*” W ocenie recenzenta cel (poza oczywistym celem wdrożeniowym) nie został określony wystarczająco precyzyjnie. Recenzent musi posiłkować się informacjami znajdującymi w treści pracy w celu rozpoznania dokładnego zamierzenia autora co do realizowanego celu pracy.

Podsumowując zagadnienie projektowania osłon balistycznych jest zagadnieniem aktualnym i wymagającym prowadzenia prac badawczych zgodnych z tymi, które Doktorant przedstawia w swojej rozprawie.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle?

Prawidłowa analiza literatury trakcie prowadzenia badań naukowych to istotny element mający wpływ na jakość pracy. W przypadku doktoratu wdrożeniowego taka analiza pozwala na rozważania daleko wykraczające poza typowe rozwiązania stosowane w przemyśle i pozwala na koncepcyjne myślenie na temat nowoczesnych metod i prac badawczo-rozwojowych, w tym nowe metodologie budowy demonstratorów technologii.

Autor rozprawy przywołuje 84 pozycje bibliograficzne w tym znaczącą część norm i standardów odpowiedzialnych za prowadzenie badań certyfikujących i porównawczych rozwiązań osłon balistycznych.

Uwagę zwraca pominięcie typowej dla prac badawczych analizy prac naukowych prezentowanych w renomowanych czasopismach naukowych związanych z tematyką pracy. Ponieważ poruszana tematyka jest wciąż bardzo żywa w świecie naukowym, takich prac jest całkiem sporo i są one powszechnie dostępne. O ile niektóre z nich wnoszą zaledwie koncepcyjny wkład do badań praktyczno-wdrożeniowych o tyle wybrane zawierają istotne wnioski na temat jakości rozwiązań nie tylko w zakresie spełnienia norm standaryzujących pomiary ale również w zakresie praktycznego użytkowania produktów w tym oddziaływania różnych rodzajów broni, odłamków jak i obliczeń komputerowych wykorzystywanych do analizę wkładów balistycznych na poziomie koncepcyjno-projektowym. Prace te mogłyby posłużyć do oceny wybranych rozwiązań technologicznych w szczególności wprowadzając nowoczesne technologie pomiarowe, które z pewnością zostaną uwzględnione w przyszłych normach i standardach dot. osłon balistycznych realizowanych przez konkurencję..



Uwagę recenzenta zwracają także prace, których Doktorant jest autorem (współautorem). Co ciekawe pierwsza z ww. przytoczonych prac nie była cytowana w rozprawie, natomiast praca [60] została przywołana w treści rozprawy. Przedstawiony w tej pracy temat ang. „*ballistic performance of armor steels based on the split hopkinson shear bar data*” jest bardzo interesujący z naukowego jak i praktycznego punktu realizacji przedmiotowej rozprawy. Materiał naukowy przez Doktoranta pozostaje bez istotnego wpływu na treść prowadzonych rozważań w recenzowanej pracy, co świadczy o tym, że nie są one ściśle związane z podstawowym tematem omawianego zagadnienia.

3. Czy autor rozwiązał podstawowe zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Przyjęta metodologia pracy, w szczególności zakres oraz poziom prowadzenia badań wytrzymałościowych bazujących na przedmiotowych normach są prawidłowe. Poziom szczegółowości oraz skupienie się na najistotniejszych zagadnieniach procesu wytwarzania oraz testowania kompozytowych wkładów balistycznych do personalnej ochrony, takich jak na przykład testowanie na ostrzały odłamkami (Rozdział 5.3; str.77) świadczą o wysokim poziomie kompetentnej wiedzy autora w zakresie projektowania normowego jak i wytwarzania personalnych wkładów balistycznych.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest propozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Czytając pracę czytelnik posiada przekonujące wrażenie, że autor posiada pełnię wiedzy ze wspomnianej tematyki, w każdym rozdziale przedstawiając kwintesencję ściśle związaną z koniecznością wykonania pracy koniecznej do wdrożenia projektowanego rozwiązania. Oryginalność rozprawy polega na opracowaniu kompozytowego wkładu balistycznego do ochrony personalnej przed pociskami karabinowymi, co stanowi nowatorskie zadanie w kontekście konkurencyjnych rozwiązań na rynku i pozwala na rozwój uniwersalnego wkładu balistycznego z możliwością jego rozwoju na wyższe poziomy ochronne w przyszłości. Samodzielny i oryginalny dorobek autora obejmuje zarówno wyniki badań balistycznych różnych konstrukcji wkładów, jak i zaproponowaną technologię wytwarzania lekkich wkładów balistycznych, uwzględniającą możliwości produkcyjne firmy CFT Precyzja Sp. z o.o.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników. W pracy przedstawiono wyniki badań balistycznych różnych konstrukcji



wkładów balistycznych, dokumentujące przygotowanie końcowego produktu na poziomie TRL VIII (demonstracja ostatecznej formy technologii tuż po testach prototypu w warunkach operacyjnych). Dodatkowo, na podstawie wyników końcowych badań balistycznych autor udowodnił hipotezę pracy oraz potwierdzono, że opracowany wkład balistyczny spełnia wszystkie postawione założenia i wymagane parametry

6. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżynierjno-technicznych?

Rozprawa napisana w języku polskim jest dobrym źródłem uzyskania podstawowej wiedzy z zakresu osłon balistycznych, w szczególności przepisów, którym podlega ich analiza i późniejsza certyfikacja.

Jak wspomniano we wcześniejszej części niniejszej recenzji, pierwsze rozdziały zawierają pewne zestawienia statystyczne np. średnie wartości masy wybranych rozwiązań dostępnych na rynku oraz podstawowe informacje na temat materiałów.

W opinii recenzenta brakuje elementu rozwiązań nowoczesnych np. zastosowania materiałów typu ang. ferro-fluid oraz ceramicznych w wypełnieniach wkładów balistycznych i ich zestawienia z projektowanym rozwiązaniem wdrożeniowym.

7. Podsumowanie, komentarze, pytania i ocena końcowa

Ocena rozprawy i uwagi:

- a. Tytuł rozprawy: „*Badania rozwojowe balistycznych wkładów kompozytowych do ochrony personalnej przed pociskami karabinowymi*” jest tytułem ogólnym i nie wskazuje na oryginalną tematykę, której ma dotyczyć recenzowana rozprawa. W opinii recenzenta tytuł powinien być konkretny i jasno precyzować temat prowadzonych badań w rozprawie, tym bardziej, że jest to doktorat realizowany w formie wdrożeniowej.
- b. Autor przedstawia hipotezy badawcze, które próbuje udowodnić. W opinii recenzenta powinniśmy formułować tezy badawcze, które nie stanowią domniemań a konkretny problem do rozwiązania na poziomie inżynierskim.
- c. W rozprawie brakuje streszczenia w języku angielskim – streszczenie zostało uzupełnione na prośbę recenzenta. Jest wykonane poprawnie i konkretnie określa zakres wykonanej przez Doktoranta pracy.
- d. Szczególnie interesujący jest Rozdział V: Wyniki badań własnych i ich analiza. Autor często stosuje sformułowanie „badania quasi-statyczne”. Scharakteryzowanie tego znaczenia nie zostało dokładniej przybliżone czytelnikowi. Prędkość procesu obciążenia oraz wpływ – tzw. prędkości odkształcenia (ang. strain-rate) w procesie badawczym tematyki obciążeń dynamicznych, którym niewątpliwie jest strzał z broni palnej do przeszkody stanowi istotny parametr, co powinno być znane doktorantowi jako współautorowi pracy [60].



Pytania do doktoranta:

- a. *Jakie metody badawcze zostały zastosowane w rozprawie do oceny właściwości balistycznych wkładów kompozytowych? Proszę scharakteryzować wybrane dwie nazwane w pracy jako „quasi-statyczne” vs. propozycję metody dynamicznej. Jakie są różnice? Dlaczego i co oznacza z naukowego punktu widzenia sformułowanie „quasi-statyczne”? Jak można policzyć prędkość odkształcenia w materiale badanej próbki dla dowolnego z wykonanych przez doktoranta badań?
- b. *Jakie normy i standardy były podstawą do przeprowadzenia testów balistycznych w badaniach? Które ze wskazanych norm mają praktyczne wykorzystanie np. w Normie Obronnej NO-02-A116, np. Tabela 8 (Szacunkowa grubość ochronna dla stali i betonu przed pociskami).
- c. Jakie materiały zostały wykorzystane do produkcji wkładów balistycznych, a w szczególności jakie właściwości miał materiał Teijin PE? Na czym polega przewaga zaproponowanych materiałów względem innych powszechnie dostępnych na rynku? Jakie rozwiązanie jest najbardziej zbliżone, konkurencyjne; a które rozwiązanie dostępne na rynku jest rozwiązaniem lepszym od zaprojektowanego?
- d. Jakie były kluczowe hipotezy badawcze dotyczące związku między wynikami testów tzw. „quasi-statycznych” a wynikami typowych testów balistycznych? Które konkretnie wyniki badań balistycznych potwierdziły hipotezy postawione w rozprawie, a także jakie parametry wkładów balistycznych zostały osiągnięte?
- e. Jakie kroki zostały opisane w rozprawie w kontekście procesu wdrożenia produkcji wkładów balistycznych, w tym aspekty kontroli jakości? Proszę omówić dwa podstawowe zagadnienia dot. Oceny procesu jakości wdrożenia.
- f. *Metody pomiaru absorpcji energii przez materiał penetrowany/ perforowany podczas testów. Proszę omówić podstawy obliczenia zdolności materiału do absorpcji energii oraz podstawowe parametry mające wpływ na bezpieczeństwo personalne na przykładzie badań osłon balistycznych przedstawionych w pracy, na przykładzie wielokrotnie prezentowanych w pracy z badań np. bazując na materiałach kompozytowych, metalicznych lub potocznie mówiąc „plastelinie” jako elemencie rejestrującym odpowiedź po teście. Czy w jakikolwiek sposób mierzono prędkości pocisków lub deformacji we wkładach?

Najważniejsze osiągnięcie Doktoranta:

Opracowanie kompozytowego wkładu balistycznego do ochrony personalnej przed pociskami karabinowymi, co stanowi (ze względu na masę, kształt, cenę wykonania) nowatorskie podejście w kontekście istniejących rozwiązań, dostępnych na rynku.

Uwagi redakcyjne:

1. Str. 10 tytuł rozdziału „Analiza Literaturowa” jaka? Powinno być „Analiza Literatury” czego?



2. Str. 10 słowa „stosunkowo” i „zazwyczaj” się powtarzają często świadczą co skutkuje brakiem pewności autora w poruszaniu się w ww. zakresie wiedzy.
3. Str. 42 jest: „kompozytowych strukturach ochronnych”, powinno być: „kompozytowych struktur ochronnych”
4. Sugeruję również uważne stosowanie sformułowań metoda, metodyka i metodologia. Auto często posługuje się słowami „Metodyka badawcza” co w opinii recenzenta jest rozumiane jako zbiór zasad wykonania zadania, a w pracy auto przedstawia metodę tj. świadome postępowanie celem osiągnięcia zamierzonego celu.

Ocena końcowa:

Prezentowana rozprawa przedstawia istotne zagadnienie bezpieczeństwa osób narażonych na działanie pocisków karabinowych, podejmując analizę stosowanych rozwiązań we wkładach balistycznych i równocześnie podejmując próbę zaprojektowania i wdrożenia własnego rozwiązania. Autor opracował wiarygodne kompendium wiedzy – w szczególności dotyczące badań balistycznych – w temacie oceny skuteczności dowolnych rozwiązań wkładów kompozytowych do ochrony personalnej.

Równocześnie, dorobek naukowy – oceniany na podstawie publikacji naukowych – doktoranta jest znikomy co może świadczyć o indywidualnej próbie rozwiązania problemu bez wykonania poznawczo-badawczego wkładu do pracy, bazującego na najnowszych rozwiązaniach techniki. Zaprezentowana dokumentacja zawiera częściowe wyniki i informacje o tym, jak wyniki badań zostały wykorzystane przez przedsiębiorstwo lub instytucję, która jest partnerem w projekcie (proszę doprecyzować w trakcie obrony; udokumentować, że wyniki badań zostały wdrożone w praktyce).

Pomimo powyższych uwag, rozprawę doktorską pana magistra inżyniera Marka Walickiego oceniam bardzo dobrze. Dogłębne i szczegółowe rozważania i analiza otrzymanych, własnych wyników badań w laboratorium, a także wykorzystanie różnych metodologii badań wskazują na dużą wiedzę teoretyczną i praktyczną Doktoranta oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, eksperymentalno-badawczej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Uważam, że praca spełnia wymagania stawiane przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, która normuje kwestie związane z kształceniem doktorantów, w tym tryb i warunki uzyskania stopnia doktora.

Wnoszę o dopuszczenie Pana mgr inż. Marka Walickiego do dalszego etapu procedowania przewodu doktorskiego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oraz do dopuszczenia Doktoranta do publicznej obrony.