

dr hab. inż. Krzysztof Jamroziak, prof. uczelni
Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej
i Biomedycznej
Politechnika Wrocławska,
ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

Wrocław 05.12.2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Przemysława Badurowicza

pod tytułem

„Analiza numeryczno-eksperymentalna pistoletu PW INKA działającego na zasadzie krótkiego odrzutu lufy”

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna z Wojskowej Akademii Technicznej z dnia 5.10.2022 r., do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej. Promotorem rozprawy jest płk dr hab. inż. Przemysław Kupidura

2. Charakterystyka pracy

Rozprawa doktorska mgr. inż. Przemysława Badurowicza została napisana na 121 stronach, wliczając w to spis bibliografii, w którym zamieszczono 131 pozycji, oraz streszczenie w j. polskim i angielskim. Redakcja jest w języku polskim i ujęta została w ośmiu rozdziałach.

Rozprawa doktorska odnosi się do badań nad opracowaniem nowego wzoru pistoletu wojskowego, którego parametry użytecznie-bojowe przewyższałyby dotychczas eksploatowane modele broni krótkiej (pistoletu) w warunkach krajowych. W ramach pracy doktorskiej Doktorant zaprezentował metodykę badawczą z wykorzystaniem metody analizy numeryczno-eksperymentalnej pistoletu PW Inaka działającego na zasadzie krótkiego odrzutu lufy.

W rozdziale pierwszym zatytułowanym „Wstęp” Doktorant koncentruje uwagę na omówieniu zasad działania automatyki broni strzeleckiej, ich zalet i wad, technik i narzędzi wykorzystanych w badaniach konstrukcyjnych nowoopracowywanych wzorów uzbrojenia, a także genezy stosowania zasady krótkiego odrzutu lufy oraz celu i zakresu pracy. W podrozdziale „Wprowadzenie” Autor rozprawy szczegółowo dokonuje oceny stanu techniki na przykładzie literatury przedmiotu pod kątem rozwiązań konstrukcyjnych, mających na celu zapewnienie niezawodnej automatyki działania broni strzeleckiej z naciskiem na broń krótką. Stara się uwypuklić metody stosowane przez różnych badaczy wspomagające proces konstrukcyjny i zaznacza, że metody oparte na CAD/CAE (Computer Aided Design/ Computer Aided Engineering) to właściwy kierunek, w którym metoda elementów skończonych (MES) jest wiodącą metodą, dającą szerokie możliwości oceny poszczególnych układów i członów broni na wyłączenie broni podczas procesu zjawiska strzału. W kolejnym podrozdziale opis zasady działania automatyki broni jest ukierunkowany na broń krótką (pistolet). Doktorant w bardzo „drobiazgowy” sposób dokonuje analizy działania automatyki pistoletu na zasadzie odrzutu lufy. Analiza ta ma zwrócić uwagę konstruktora na jej zalety i powszechność wykorzystania przy nowoopracowywanych wzorach uzbrojenia. Autor dalej płynnie przechodzi do genezy jej stosowania. W podrozdziale „ Historia stosowania zasady krótkiego odrzutu lufy” opisuje kinematykę tej zasady w różnych egzemplarzach broni, uwypuklając pistolety.

Następnie dalszym elementem tego rozdziału jest podrozdział „Cel i zakres pracy”. Doktorant już w pierwszym akapicie za cel przyjmuje *opracowanie modelu numerycznego działania broni z krótkim odrzutem lufy wykorzystującego metody: układów wieloczłonowych oraz elementów skończonych*. Cel pracy jest podporządkowany badaniom nad opracowaniem nowego wzoru pistoletu o akronimie PW Inka. Zaznacza także, że wyniki prezentowane w rozprawie doktorskiej są następstwem prowadzenia prac badawczo-rozwojowych nad nowym pistoletem wojskowym, zasilanym nabojem 9×19 mm Parabellum w jednostce naukowej Doktoranta.

W rozdziale drugim Autor wykorzystując metodę układów wieloczłonowych (MUW) prezentuje metodykę jej adaptacji do obliczeń kinematyki pistoletu w procesie strzału z krótkim odrzutem lufy. Przyjęte warunki początkowo-brzegowe dla zbudowanego modelu pozwalają Autorowi dokonać weryfikacji pracy automatyki broni na istotne człony podczas ruchu zamka w tylnie położenie i jego powrotu do stanu wyjściowego. Opis tej metodyki został wzbogacony obliczeniami drogi zamka i lufy w funkcji czasu. Autor uzyskał cenne wyniki przebiegów drogi i prędkości w funkcji czasu dla zamka i lufy pistoletu.

W kolejnym rozdziale trzecim Doktorant koncentruje uwagę na opisie metody elementów skończonych. Na potrzeby pracy buduje dwa modele MES. Pierwszy

model jest modelem uproszczonym (bazowym), którego zadaniem było dokonanie szybkiej oceny. Drugi model „rozszerzony”, został rozszerzony o składowe z modelu metody układów wielocłonowych. Na podstawie tych analiz Doktorant przeprowadził ocenę uzyskanych wyników z wykorzystaniem modelu MES bazowego i modelu MES rozszerzonego dla kinematyki zamka i lufy tj. przebiegu drogi i prędkości w funkcji czasu. W dalszej części kontynuował obliczenia naprężeń występujących w analizowanych zespołach broni. Zasadniczym przedsięwzięciem było przeprowadzenie analiz wrażliwości modeli MES na rozmiar elementów skończonych siatki. Uzyskane wyniki z tej analizy stanowią cenne uwagi w zakresie poprawności doboru elementów skończonych, ich ilość oraz wielkość na wydatek czasowy obliczeń numerycznych.

W rozdziale czwartym Autor prezentuje metodykę badań eksperymentalnych. Opisuje przygotowanie stanowiska pomiarowego i narzędzia badawcze, jakimi się będzie posługiwał podczas pomiarów istotnych parametrów pistoletu celem dokonania weryfikacji poprawności uzyskanych wyników z analiz MES lub wprowadzenia korekt do modeli numerycznych/istotnych parametrów modeli. Pomiary wyselekcjonowanych parametrów analizowanych zespołów pistoletu przeprowadza w oparciu o 3 rodzaje amunicji pistoletowej. W ten sposób jest w stanie ocenić rzeczowo drogę i prędkość zamka w funkcji czasu na podstawie opracowanego planu eksperymentu. Wykorzystując narzędzia statystyki opisowej dokonuje oceny kinematyki zamka w trakcie strzału i gotowości do oddania następnego strzału (doprowadzenia kolejnego naboju do komory nabojoyej). Ta ocena daje Autorowi informacje, na podstawie których formułowane są wnioski, co do stosowania szerokiej gamy amunicji pistoletowej od różnych wytwórców mających wpływ na niezawodność broni.

Rozdział piąty Doktorant poświęcił na walidację modeli MUW i MES. Doktorant stwierdza jak przeprowadzona walidacja modeli numerycznych MUW i MES mieści się w akceptowalnym zakresie. Na ten stan rzeczy składają się przede wszystkim uproszczenia opracowanych modeli numerycznych, a w szczególności kinematyki zamka w ruchu wstecznym i powrotnym podczas symulacji dania strzału.

W rozdziale szóstym Doktorant koncentruje uwagę na analizie parametrycznej wybranych elementów konstrukcyjnych broni takich, jak: masa zamka, sztywność sprężyny powrotnej, droga odrzutu lufy, opory kurka, opory przerywacza, opory dosyłania naboju z magazynka do komory nabojoyej, opór wyciągania i wyrzucania łuski, tarcie między częściami, opory przetłaczania pocisku przez lufę oraz ciśnienie gazów prochowych na charakterystyki kinematyczne rozważanego układu. Uzyskane wyniki z analizy parametrycznej stanowią cenne informacje, co do wpływu liczby elementów konstrukcyjnych (parametrów) na zachowanie się modeli numerycznych. Na podstawie badań ilościowych Doktorant ocenia fluktuacje charakterystyk kinematycznych analizowanych elementów konstrukcyjnych pistoletu.

Rozdział siódmy – Doktorant odnosi do wyeksponowania praktycznego wykorzystania zaproponowanych metod numerycznych przy opracowaniu nowych wzorów uzbrojenia. Stara się udowodnić, że na podstawie modeli (MUW i MES), które zaprezentował w rozprawie jest w stanie dokonać odpowiednich modyfikacji i dokonać oceny niezawodności funkcjonowania automatyki broni na przykładzie PW Inka. We wnioskach końcowych Doktorant uznał, że założony cel pracy został osiągnięty, a przyjęte modele numeryczne MUW są właściwą ścieżką do analiz niezawodności kinematyki broni z wykorzystaniem zapewnienia automatyki broni z krótkim odrzutem lufy. Natomiast modele numeryczne typu MES są pomocne w przypadku rozszerzonej analizy, gdzie do „głosu” dochodzą parametry wytrzymałościowe zastosowanych materiałów konstrukcyjnych w połączeniu ze zjawiskiem strzału.

Mgr inż. Przemysław Badurowicz to pracownik naukowy na stanowisku asystenta w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia. Jest autorem/współautorem 7 artykułów naukowych i 2. rozdziałów w monografii wieloautorskiej (źródło: <https://orcid.org/0000-0002-6110-0035>). Z tej listy 4 prace są zarejestrowane w bazie SCOPUS, z czego 3 prace posiadają współczynnik wpływu IF (Materials – 2; Defence Science Journal – 1) o łącznym IF – 8.163 na podstawie bazy Web of Science Core Collection, na dzień opracowania recenzji. Dane naukometryczne Pana mgr. inż. Przemysława Badurowicza są na przeciętnym poziomie. Jednakże może on się pochwalić sporym dorobkiem w zakresie ochrony własności intelektualnej. Na obecną chwilę jest współautorem 3. wzorów przemysłowych, 1. znaku towarowego, 1. wzoru użytkowego oraz 2. patentów i 2. zgłoszeń patentowych. Należy także podkreślić, że Doktorant za swoje osiągnięcia publicystyczne z obszaru techniki uzbrojenia i bezpieczeństwa dla młodych naukowców zajął III miejsce w VII Konkursie o „Nagrodę im. Kazimierza Siemienowicza” na XIII Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej „UZBROJENIE 2020” nt. „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia i bezpieczeństwa” z referatem pt. „Development of the preliminary numerical model of the short recoil operated weapon using the multibody systems”. Także jest aktywną osobą w realizacji projektów badawczych jako członek zespołu badawczego. Z tego 2 projekty są z programu NCBR – obronność, bezpieczeństwo. Podsumowując aktywność badawczo-naukową Doktoranta oceniam ją jako wysoką.

3. Uwagi krytyczne i dyskusyjne oraz redakcyjne

Po zapoznaniu się z treścią dysertacji przedłożonej do recenzji, należy zwrócić uwagę na wątpliwości i kwestie dyskusyjne, do których Autor powinien się ustosunkować:

- 1) Autor dokonując przeglądu stanu techniki z zakresu konstrukcji broni wykorzystujących krótki odrzut lufy do zapewnienia działania automatyki broni palnej dużo uwagi poświęcił rysowi historycznemu wykorzystania tego systemu. Natomiast jedynie w kilku akapitach odniósł się do współczesnej konstrukcji opierając ją na modelu pistoletu Sig Sauer P320. Czytelnik pracy doktorskiej po tym rozdziale ma wrażenie jakby to rozwiązanie było stosowane na przełomie XIX i XX wieku i dopiero w XXI wieku powrócono do tego rozwiązania. Czy zdaniem Autora ten rozdział nie powinien opierać się na analizach prowadzonych prac badawczych dotyczących modernizacji krajowych konstrukcji w wyniku przyjętych standardów wynikających z unifikacji tego typu uzbrojenia? Mieliśmy kilka rozwiązań, które się nie przyjęły ze względu na ich zawodność (Mag-95/98, Wist-94). Czy nie należało wybrać kilka czołowych rozwiązań konstrukcyjnych i dokonać ich analizy?
- 2) Jaki był cel tego opracowania (s. 14-21). Autor na podstawie tej części pracy powinien przedstawić czytelnikowi jasny pogląd, dlaczego w swoich rozważaniach naukowych zakłada takie rozwiązania nowoprojektowanej broni palnej. Analiza tylko jednego rozwiązania nie jest optymalnym podejściem do opracowania produktu innowacyjnego i niezawodnego, a zarazem łączącym w sobie wszystkie najlepsze cechy uwzględniając przy tym zasadę czystości patentowej. W tym podrozdziale mile widziane byłoby dokonanie podsumowania i zastosowania odpowiedniej formy uwypuklenia zalet i wad czołowych konstrukcji pistoletu jako broni palnej (np. metoda logicznego przybliżenia).
- 3) Recenzent zwraca też uwagę, że przyjęty cel pracy, który powinien wynikać z analizy literaturowej. Pokazanie trendów w pracach projektowych nad nowymi wzorami uzbrojenia, uwypuklenia metod i technik wspomagających ten proces. Dlaczego *opracowanie modelu numerycznego działania broni z krótkim odrzutem lufy wykorzystującego metody: układów wieloczołowych oraz elementów skończonych* jest tak ważnym celem jaki sobie stawia Autor?
- 4) Autor na wykresie (Rys. 2.2, s. 25) prezentuje wyznaczony przebieg ciśnienia wytworzonego w przewodzie lufy podczas strzału z użyciem 9×19 mm nabojem Parabellum krajowej produkcji. W tabeli 4.2 (s. 54) wartość maksymalna jest podana na poziomie 245 MPa. Jak można zauważyć już na wstępie widać różnice. Wobec tego, które wartości są uwzględniane w obliczeniach, ponieważ to wpływa na wyniki końcowe o czym Autor zaznacza przy ocenie modeli numerycznych.
- 5) Zaprezentowany wykres (s. 27; Rys. 2.4) został przedstawiony bez wartości liczbowych na osiach i bez jednostek. Jedynym domysłem jest opis powyżej tabeli. Doktorant ustosunkowując się do tej charakterystyki wnioski wyciąga na podstawie prac [1, 38]. Na ile te wnioski korespondują z realizmem przyjętych założeń na potrzeby pracy?

- 6) Na s. 28, Doktorant prezentuje wyniki siły wżynania pocisku w bruzdy przewodu lufy. Dla przebiegu wg [75] maksymalna siła jest osiągnięta dla 3 kN i przez określony czas przyjmuje wartość stałą. Czy w tym przypadku nie popełniono błędu, czy być może zakres siły był poza zakresem max czujnika?
- 7) Doktorant opisując modele kontaktów zgodnie z teorią Hertza założył jednolite wartości dla poszczególnych par kinematycznych, a dane zamieścił w tabeli 2.2. Jest to tylko część wartości parametrów funkcji kontaktu, a więc czy pozostałe parametry są mało istotne na modelowanie metodą MUW?
- 8) Autor prezentując wyniki analiz numerycznych z wykorzystaniem MUW w czwartym akapicie (s. 32) dochodzi do wniosku, że uzyskuje wyniki o zadawalającej dokładności dla założonego kroku czasowego. Niestety wniosek ten nie jest opatrzony stosowną dyskusją. Zaprezentowane wybrane wyniki w dalszej części tego podrozdziału są interesujące, niemniej Doktorant nie podejmuje dyskusji, w jakim stopniu są one reprezentatywne i korelują z przyjętymi założeniami. Całość tego zagadnienia powinna być podsumowana z informacją o zdefiniowanych jasno parametrami i stałymi, aby można było dokonać oceny ilościowej rezultatów z analiz metodą MUW.
- 9) Autor w rozdziale trzecim (s. 35-49) przedstawia wyniki z analiz numerycznych typu MES. Zaprezentowane wyniki kinematyki układu ruchu i prędkości układu zamek-lufa podobnie jak w poprzedniej analizie wymagają komentarza i stosownej konkluzji. Nie bardzo zrozumiałe jest opracowanie modelu definiowanego przez Autora, jako „bazowy”. Uzyskane informacje są mało istotne, a w dalszej części dysertacji nie jest on uwzględniany.
- 10) Niezrozumiałym dla Recenzenta jest metodyka szacowania stałych do modeli numerycznych mających na celu przeprowadzenie analiz MES dla układu kinematycznego zamek-lufa. W jaki sposób Doktorant otrzymał wyniki prezentowane w tabeli 3.2, s. 44 oraz ich graficzną interpretację na rysunkach 3.8-3.10, ponieważ brak jest zestawienia tabelarycznego takich danych. Należałoby analizy MES poprzedzić podrozdziałem opracowanie stałych materiałowych dla modeli matematycznych opisujących ten stan. To spowodowałoby przejrzystość w analizach MES. Przykładem jest podrozdział 3.4, gdzie Recenzent dowiaduje się o parametrach materiałowych w podsumowaniu uzyskanych wyników.
- 11) Jak należy rozumieć zdanie zawarte w czwartym akapicie na s. 40 (program Ansys oblicza (...)). Chyba zostało ono niepoprawnie sformułowane.
- 12) W rozdziale 3. zabrakło wniosków w wyniku przeprowadzonych analiz MES, a otrzymane wyniki niestety są pozbawione komentarza.
- 13) Dlaczego Autor w tabeli 4.2, s. 54 podstawowe charakterystyki amunicji pistoletowej 9×19 mm Parabellum od różnych wytwórców prezentuje dla różnych

długości lufy. Przecież wiadomo, że wyniki prędkości początkowych pocisku będą znacznie się różniły, a to przełoży się na energie początkowe. Tego typu badania wymagają przyjęcia jednakowych warunków testu, aby uzyskane wyniki były reprezentatywne.

- 14) Doktorant podsumowując wyniki zestawione w tabeli 4.3, s. 57 stwierdza, że dla amunicji „Ruag” badane parametry drogi i prędkości zamka w funkcji czasu są wynikami przewyższającymi pozostałe dane dla amunicji produkcji krajowej i producenta S&B. Być może jest to właściwy wniosek, ale jak to się ma do danych zawartych w tabeli 4.2 i na dodatek z niekompletnymi danymi. Recenzent prosi o wyjaśnienie dlaczego badania amunicji celem określenia jej charakterystyk wykonano przy różnych warunkach testu. Dlaczego nie dokonano badań na lufie balistycznej i określonej normie.
- 15) Na s. 62, akapit 4 Doktorant odnosi uzyskane wyniki prezentowane na wykresach Rys. 5.1-5.2 do: cyt. „(...) jest podobieństwo jakościowe (...)”. Recenzent chciałby uzyskać informację na czym polegała ta ocena jakościowa uzyskanych wyników?
- 16) Doktorant dokonując analizy wyników eksperymentalnych i obliczeń MUW (por. Tab. 5.1, s.62) stwierdza, że wyniki nie mieszczą się w „rozstępie eksperymentu”. Recenzent chciałby uzyskać szerszy komentarz, gdyż to odnosi się do zagadnień miar położenia.
- 17) Doktorant na s. 65 w podsumowaniu wyników walidacyjnych stwierdza, że wyniki uzyskane z symulacji MES są zadawalające w stosunku do wyników z eksperymentu. Dalej stwierdza, że model jest dokładny. Te stwierdzenia się nawzajem wykluczają. Więc co wpływa na taki stan wyników z symulacji MES, model czy identyfikacja stałych opisujących ten model?
- 18) Doktorant w analizie parametrycznej wpływu wybranych charakterystyk konstrukcyjnych na kinematykę broni s. 67 przywołuje prace [1, 7, 8, 17]. Jaki był zamiar Autora skoro te prace odnoszą się do innego systemu zapewnienia automatyki broni?
- 19) W rozdziale 7 Doktorant zaplanował opisać praktyczne zastosowanie opracowanych metod numerycznych. Rozdział ten nie koreluje z treścią w nim ujętą. Zdaniem Recenzenta pominięcie tego rozdziału nie wpłynie negatywnie na całokształt pracy.
- 20) Odnosząc się do podsumowania (rozdział 8) według Recenzenta Autor dysertacji przyjął układ tego podsumowania odbiegającego od ogólnie przyjętych zasad. Kontynuując dalej zaprezentowane wnioski miejscami są trywialne. Doktorant „ubogo” wyeksponował wnioski wpływające między innymi z rozdziału 6., który według Recenzenta jest jednym z cenniejszych w pracy.

Wśród niedociągnięć natury edycyjnej należy nadmienić, że Autor opracowania

nadużywa w swej formie personifikacji. Język pracy jest w miarę poprawny, niemniej czasami prosty w swych sformułowaniach do tego stopnia, że niektóre określenia stanowią tzw. kolokwializmy, które w tym przypadku raczej wpływają na pozytywny przekaz zawartych informacji. Zastosowane skróty myślowe lub górnolotne sformułowania, podobieństwa oraz pewne fragmenty zapisów hermetycznych utrudniają właściwy odbiór treści. Drobne uwagi i błędy redakcyjne zostały zaznaczone w tekście pracy i przekazane Autorowi, natomiast uwagi dyskusyjne zostały przytoczone poniżej:

- 1) Zapis wzorów matematycznych (np. równanie 3.3) powinien być zgodny z ogólnymi wymaganiami określonymi. Gwiazdki nie stosuje się na określenie działania mnożenia albo sposób zapisu macierzowego.
- 2) Stałe winny być pisane tekstem prostym, a nie kursywą (np. s. 24).
- 3) Na stronie 38 parametry Rayleigha są definiowane między innymi dwoma parametrami ω_1, ω_2 . Czy tutaj nie doszło do przejęzyczenia, bo są to częstotliwości drgań własnych, czasami określane jako pulsacje. Natomiast częstotliwość definiowana jest jako $f = \frac{\omega}{2\pi}$.
- 4) Stosowanie przez Autora „Fot.” w podpisie rysunków w stosunku do wykonanych zdjęć. Czym to się różni od zastosowania „Rys.”?
- 5) Użycie słowa z „zamkiem cięższym” jest nieuprawnione. Powinno być z zamkiem o większej masie.
- 6) Generalna uwaga dotyczy stosowania stylu bibliograficznych. Powinien być przyjęty styl jednolity w pracy. Natomiast Recenzent ma wrażenie, że jego forma została przyjęta w taki sposób, w jaki sposób określa każde czasopismo oddzielnie.

4. Ocena merytoryczna przedłożonej rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska charakteryzuje się przede wszystkim aspektem poznawczo-badawczym. Zasadniczą wartością pracy są badania eksperymentalne, które stanowiły podstawę do walidacji przeprowadzonych analiz numerycznych z wykorzystaniem zaproponowanych modeli numerycznych bazujących na metodzie układów wieloczłonowych i metodzie elementów skończonych. Bardzo cennym z punktu poznawczego, jak i aplikacyjności badań są analizy parametryczne wpływu wybranych charakterystyk konstrukcyjnych na kinematykę broni. Zaprezentowana metodyka badawcza pozwoliła Autorowi na zrealizowanie celu głównego rozprawy oraz istotnych osiągnięć, do których należy zaliczyć:

- 1) Istotny dobór tematu i kierunek badań, którego potrzeba została wygenerowana przez czynniki zewnętrzne wpływające na zainteresowania Doktoranta.

- 2) Opracowanie grupy modeli numerycznych (MUW, MES) niezbędnych do prowadzenia analiz kinematyki pistoletu w procesie strzału z krótkim odrzutem lufy oraz analiz wytrzymałościowych broni w wyniku procesu strzału, pracy układu zamek-lufa.
- 3) Opracowanie i zbudowanie stanowiska badawczego do przeprowadzenia badań balistycznych w zakresie pomiaru przemieszczenia zamka w trakcie strzału przy różnych scenariuszach realizacji badań.
- 4) Walidacja uzyskanych wyników z analiz numerycznych z wynikami uzyskanymi eksperymentalnie celem oceny opracowanych modeli numerycznych i ich stopnia dokładności przy użyciu wybranych elementów statystyki opisowej.
- 5) Rzeczowa i merytoryczna identyfikacja parametryczna istotnych zespołów broni na określone charakterystyki kinematyczne celem oceny niezaburzonego procesu automatyki broni podczas kolejnych strzałów.
- 6) Umiejętne posługiwanie się przez Doktoranta nowoczesnymi narzędziami do prowadzenia symulacji numerycznych zjawisk dynamicznych i aparaturą badawczą.
- 7) Bogaty dobór rysunków i zestawień uzyskanych wyników w postaci odpowiednich wykresów i tabel.
- 8) Aplikacyjność uzyskanych wyników pracy w odniesieniu do potrzeby opracowania nowych wzorów pistoletu strzelającego na amunicję 9×19 mm Parabellum/Luger.

Opisane w rozprawie doktorskiej oryginalne badania naukowe, wskazują na właściwą znajomość przez Autora problematyki związanej z zagadnieniami konstrukcji broni palnej. Przedstawiony teren i obszar badań jest interesujący poznawczo i ważny ze względu na możliwość wykorzystania rezultatów pracy w praktyce. Dotyczy bowiem zagadnień, związanych z obronnością i bezpieczeństwem, a także pokazuje możliwości krajowego potencjału badawczego na zapotrzebowanie rynku obronnego. Autor dysertacji potwierdził także umiejętności prowadzenia analiz numerycznych na modelach numerycznych, które zostały dostosowane na potrzeby opracowania nowej konstrukcji broni palnej. Recenzent zauważa szereg elementów do inspiracji dla Doktoranta celem rozbudowanych analiz modeli materiałowych, co jest odzwierciedleniem w postaci uwag i pytaniach. Recenzent zaznacza, że pewne uwagi krytyczne w ocenie merytorycznej mają charakter dyskusyjny, ponieważ Doktorant czasami zawężał opis wyników.

Zaprezentowany zakres prac i analiz pozwolił Doktorantowi osiągnąć założony cel pracy doktorskiej, a jego duża aktywność w zakresie własności intelektualnej i badawcza, a także pewna aktywność publicystyczna może być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

5. Wniosek końcowy

Biorąc powyższe pod uwagę, Recenzent stwierdza, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Przemysła Badurowicza spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021 poz. 478 ze zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna w Wojskowej Akademii Technicznej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

