

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

Wrocław 03.02.2026 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej kpt. mgr. inż. Dawida GOŹDZIKA

pod tytułem

Badania doświadczalne układu automatyki broni działającej na zasadzie odrzutu zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie

Opis identyfikacyjny: praca papierowa w miękkiej oprawie, stron 196 wraz z załącznikami, pozycji literatury 104.

Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. inż. Ryszard Woźniak, prof. WAT.

Promotor pomocniczy: płk dr inż. Mirosław Zahor.

Zleceniodawca: Przewodniczący Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” dr hab. inż. Stanisław Kachel, prof. WAT z Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie z dnia 25 listopada 2025 r.

INFORMACJE WSTĘPNE

Rozprawa zawiera spis treści, wstęp i podsumowanie oraz 8 numerowanych rozdziałów z podrozdziałami, bibliografię, wykaz oznaczeń zastosowanych w rozprawie i skrótów oraz załączniki. Do rozprawy dołączono w osobnym pliku pdf streszczenie w j. polskim na 2. stronach oraz streszczenie w j. angielskim na 1. stronie. Przedstawione do oceny opracowanie naukowe stanowi pracę pisemną w j. polskim (zgodnie z art. 187.3. Ustawy). W ocenie recenzenta, ubiegający się o nadanie stopnia doktora przedstawił zgodnie z art. 186 ust. 1. pkt. 3 lit. a Ustawy co najmniej jeden artykuł naukowy oraz pracę pisemną, w której zaprezentował oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego badań doświadczalnych układu automatyki broni działającej na zasadzie odrzutu zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie. Należy podkreślić, że podstawą do opracowania niniejszej rozprawy doktorskiej była praca zbiorowa autorów: Dawida Goździka i Mateusza Morawskiego nt. „Badania teoretyczne i doświadczalne broni działającej na zasadzie odrzutu zamka”, wykonanej w Szkole Doktorskiej Wojskowej Akademii Technicznej (WAT).

Zgodnie z Ustawą (art. 187, ust. 3) z pracy zbiorowej została wyodrębniona samodzielna praca pisemna, co zostało ujęte w protokole nr 06/2025 z posiedzenia Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” WAT w dniu 18.06.2025 r.

OCENA WYBORU TEMATYKI I ZAKRESU PRACY

Doktorant jako cel pracy przyjął przeprowadzenie badań doświadczalnych układu automatyki broni działającej na zasadzie odrzutu zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie (OZPOG), których wyniki posłużą do walidacji modelu matematycznego pracy układu z OZPOG oraz poznanie odpowiedzi układu na zmianę jego wybranych parametrów. Po przeanalizowaniu literatury przedmiotu stwierdził, że jest to obszar publicystycznie ograniczony ze względu na pewien rodzaj jej klauzulowania. Większość wniosków, które zebrał podczas analizy stanu techniki wpływała z doświadczeń kadry naukowej Zakładu Broni i Amunicji WAT oraz współpracy z polskim przemysłem obronnym. Następnym etapem diagnozy zaplecza badawczego i myśli konstrukcyjnej nowo opracowywanych wzorów uzbrojenia strzeleckiego była próba weryfikacji układu automatyki broni działającej na zasadzie odrzutu zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie. Jak wiadomo broń automatyczna z odrzutem zamka swobodnego ma ograniczenia w stosunku do stosowania amunicji o większej mocy. Doktorant zauważył, że odpowiednie modyfikacje mogą przynieść innowacyjne opracowanie w tym obszarze.

Zagadnienie jest złożone, gdyż wymaga opracowania i wykonania specjalistycznych stanowisk laboratoryjnych, które gwarantowałyby uzyskanie ściśle określonych celów badań. Stanowiska tego typu są to autorskie projekty wykonane przez samych zainteresowanych na własne potrzeby wspomagane przez ofertę komercyjną w ograniczonym zakresie. Należy podkreślić, że dominującym podejściem do rozwiązania problemu są metody analityczne, metody numeryczne i metody eksperymentalne. Każda z tych metod na określonym etapie prac wzajemnie się uzupełnia, ale ostatecznym i zasadniczym elementem jest walidacja modelu na odpowiednim stanowisku badawczym dającym kompleksowe wyniki testowanej konstrukcji zgodnie z przyjętymi metodykami badawczymi. Wyzwanie, przed jakim stanął Autor to przeprowadzenie badań doświadczalnych układu automatyki broni działającej na zasadzie OZPOG otrzymując szeroką paletę wyników badań instrumentalnych. Doktorant podkreślił wagę problemu wynikającą z oryginalnie opracowanego stanowisko laboratoryjnego do doświadczalnego badania automatyki broni działającej na zasadzie OZPOG, które składa się z części mechanicznej oraz części pomiarowej.

Doktorant zauważa, że istotą tych badań jest identyfikacja zmiennych wejściowych i czynników zakłócających te zmienne. Zwraca uwagę na metodykę wykorzystania „planowanie eksperymentu” w opracowaniu wyników w ujęciu ilościowym i jakościowym.

Otrzymany rezultat wynikł z logicznego chronologicznie następujących po sobie rozdziałów pracy, a mianowicie:

- Rozdział 1.* jest wprowadzającym czytelnika w problematykę dysertacji naukowej, ocenę stanu wiedzy, problematykę w tym obszarze i sposoby, a także techniki, i narzędzia używane do otrzymania wynikowego rozwiązania.
- Rozdział 2.* odnosi się do badań empirycznych charakterystyk balistycznych amunicji pistoletowej celem jej wyselekcjonowania do zasilania analizowanego układu konstrukcyjnego i badań charakterystyk dynamicznych broni działającej na zasadzie OZPOG.
- Rozdział 3.* zawiera opis modyfikacji układu konstrukcyjnego broni działającej na zasadzie OZPOG.
- Rozdział 4.* zestawiono projekt wraz z fizycznym stanowiskiem laboratoryjnym do doświadczalnego badania układu automatyki broni z OZPOG dokonując funkcjonalnego testowania według autorskiego programu badań ściśle skorelowanego z metodykami określonymi w normie obronnej NO-06-A105:2021.
- Rozdział 5.* związany jest z kompleksowym badaniem docelowej amunicji pistoletowej do testowania automatyki broni działającej na zasadzie OZPOG. Otrzymane wyniki stanowią obszerną bazę badań ilościowych do kolejnych etapów pracy.
- Rozdział 6.* dotyczy badań empirycznych na zaprojektowanym i wykonanym stanowisku według dokumentacji Autora pracy. Doktorant na bazie planowania eksperymentu stosując elementy statystyki matematycznej dokonał jakościowej oceny istotnych parametrów wpływających na niezawodność automatyki broni w układzie OZPOG. Przeprowadził on szeroką analizę statystyczną wyników, aproksymację otrzymanych funkcji obiektu, sprawdzenie ich adekwatności oraz weryfikację istotności współczynników tych funkcji.
- Rozdział 7.* zawiera badania wpływu ładunku miotającego naboju pistoletowego na działanie układu opóźnienia gazowego. Zaprezentowany proces weryfikacji szerokiej gamy typów amunicji pistoletowej opartej na testach statystycznych prowadzi do oceny niezawodności działania

automatyki broni w układzie OZPOG.

Rozdział 8. odnosi się do badań mających na celu określenie wpływu geometrii otworu gazowego na działanie układu OZPOG. Doktorant wariantowo zaprezentował różne konfiguracje rozmieszczenia otworu gazowego. Bazując na założeniach hipotezy zerowej sondował jej słuszność a tym samym poszukując optymalnej konstrukcji otworu gazowego w funkcji poprawności działania układu OZPOG.

Podsumowanie. Autor przedstawił w sposób esencjonalny rezultaty opracowania naukowego i konkluzje. Zaprezentował kierunki i potrzeby dalszych badań zaznaczając w sposób dobitny wagę wyznaczenia sił oddziaływania pocisku z lufą podczas zjawiska strzału w warunkach dynamicznych.

Wybór tej tematyki oceniam jako trafny i ważny naukowo, tym bardziej, że została ona wygenerowana przez Autora na potrzeby konstruowania nowoczesnych wzorów uzbrojenia indywidualnego żołnierza. Jej znaczenie można także odnieść do tworzenia innowacyjnych programów nauczania w specjalnościach związanych z uzbrojeniem. Dodatkowym atutem rękopisu jest uświadomienie innym ważności prowadzenia badań na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa w czasach niestabilności pokojowej porządku prawnego świata.

UWAGI O ROZPRAWIE, PYTANIA MERYTORYCZNE I ZAGADNIENIA DYSKUSYJNE

Rozprawa jest napisana zrozumiałym językiem nie wykraczająca poza normy edytorskie. Nie dostrzeżono większych usterek, zaś niektóre z nich przedstawiono w dalszej części recenzji. Na szczególne podkreślenie zasługuje obszerna dokumentacja graficzna i załącznikowa zaprezentowana jako „Program badań eksperymentalnych pracy układu z zamkiem półswobodnym opóźnianym gazodynamicznie”. Rysunki oraz tabele są wykonane starannie i odzwierciedlają szeroki program badań.

Zdaniem recenzenta, walorem tej rozprawy jest odpowiednia metodologia statystyczna z zastosowaniem statystyki matematycznej. Autor pracy wykazał się dużą inwencją przedstawienia istoty poznania naukowego w ujęciu sprawdzenia empirycznego w sposób pragmatyczny i prognostyczny realizując metodami empirycznymi identyfikację układu automatyki broni działającej na zasadzie odrzutu zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie.

Lektura rozprawy doktorskiej nasuwa również szereg pytań i zagadnień

o charakterze dyskusyjnym, które zaprezentowane są poniżej.

Uwagi krytyczne, polemiczne i komentarze:

1. Doktorant we wstępie odnosi się do problemu badawczego, który został rozwiązany przez zastosowanie przyjętą metodykę badawczą. Recenzent chciałby, aby Doktorant ustosunkował się do tego problemu badawczego, ponieważ w tekście nie wyargumentowano w sposób spójny problemu badawczego czy jego elementów składowych np. w postaci pytań badawczych.
2. Analiza stanu wiedzy (Rozdział I) w przeważającej mierze została wykonana w oparciu o literaturę środowiska naukowego, z którego wywodzi się Autor rozprawy. Czy byłoby zasadnym dołożyć większej wagi na dotarcie do źródeł innych badaczy? W tym temacie znanych jest kilka periodyków zajmujących się zagadnieniami uzbrojenia.
3. Na s. 35. Autor odnosi się do prędkości V_x , która to prędkość jest wielkością fizyczną opisującą szybkość zmiany położenia pocisku w przestrzeni od wylotu z przewodu lufy i podaje różnice procentowe. Zatem czy przy tego typu badaniach wymagana jest korekta prędkości związana ze współczynnikiem oporu aerodynamicznego?
4. Na s. 36. Autor zawarł sentencję, że radary wykorzystujące efekt Dopplera do pomiaru prędkości pocisku na torze lotu nie są wykorzystywane w pomieszczeniach zamkniętych. Nowoczesne systemy pomiarowe tego typu są także dedykowane do pracy w pomieszczeniach zamkniętych. Jaki jest pogląd Doktoranta?
5. Na s. 47. Doktorant w tekście pod Tabelą 2.2 twierdzi, że [...] przyjęto wyższą wartość p_{max} , aby zapewnić jego bezpieczne i bezawaryjne działanie przy wykorzystaniu amunicji różnych producentów. Dlaczego podjęto taką decyzję? Czy taka duża tolerancja (12%) nie wymagała sprawdzenia amunicji jeszcze od innych producentów? Czy w tym przypadku nie byłoby zasadne także przeprowadzić badania dla rodzimej amunicji?
6. Na s. 53. Autor twierdzi, że umiejscowienie kamer do rejestracji prędkości zespołu odrzucanego broni badanej amunicji jest obarczone dużym ryzykiem wiarygodnych wyników. Podaje zalecenia do wykonania dodatkowych badań w przyszłości. Na czym miałyby polegać tego typu badania?
7. Na czym miałyby polegać konkurencyjność zmodyfikowanego układu z OZPOG w stosunku do układu OGP (tekst Autora s. 58) dla zapewnienia automatyki broni strzeleckiej?
8. Na s. 64. Autor opisuje funkcję zespołu zamka. Zapomniał dodać, że funkcją zamka jest także dostanie naboju do komory naboju przed jej zaryglowaniem.

9. Na s. 93. Doktorant użył sformułowania analiza merytoryczna. Czy tutaj nie powinno być sformułowania – ocena merytoryczna?
10. Autor na s. 108. oznajmia, że przeprowadzony test Fishera-Snedecora wykazał nieadekwatność funkcji aproksymującej, zaznaczając, że został on adaptowany z metod regresji liniowej i może nie być odpowiedni do badania adekwatności funkcji nieliniowych. Czy w tym przypadku można byłoby posłużyć się lokalną regresją liniową (ang. Locally Estimated Scatterplot Smoothing)? Proszę o komentarz.
11. W ostatnim akapicie (s. 138) Doktorant dochodzi do stwierdzenia, że należy wykonać dodatkowe badania. Na czym mają polegać te badania, aby określić wpływ geometrii otworu gazowego na prędkość maksymalną ruchu postępowego zespołu odrzucanego?
12. Na s. 141–142 Autor wyjaśnia sprzeczność w uzyskanych wynikach z czujników ciśnienia zamontowanych w komorze gazowej stanowiska laboratoryjnego. Czy brano pod uwagę zamianę tych czujników, jakość wykonanych otworów lub/i uszczelnienia zespołu tłoka gazowego i jego geometrii? Być może przyjęta metoda statystyczna jest nieadekwatna do przyjętej próby? Czy Doktorant nie uważa, że może należało wcześniej posłużyć się symulacjami numerycznymi?
13. Doktorant na s. 142. przypuszcza, że brak jest jednoznaczności o wpływie geometrii otworu gazowego na ciśnienie w komorze gazowej. Natomiast stronę dalej (s. 143) stawia postulat, że geometria otworu gazowego wpływa w dużej mierze na ciśnienie w komorze gazowej. Proszę o komentarz?
14. Doktorant w swoim opracowaniu przekonuje czytelnika, że warto pokusić się o konstrukcję uzbrojenia strzeleckiego z układem OZPOG. Zdaniem recenzenta na wstępie pracy zabrakło zestawienia udziału procentowego tego typu układu do zapewnienia sposobu działania automatyki broni palnej z innymi znanymi układami.

Drobne uwagi o charakterze redakcyjnym:

1. Należy pamiętać o stosowaniu jednostek SI (np. Rys. 1.5).
2. Wskazane byłoby podać kroki czasowe zarejestrowanych obrazów z kamer termowizyjnych (np. Fot. 4.5).

Pozostałe drobne uwagi redakcyjne zostały zaznaczone w tekście i przekazane Autorowi.

Recenzent podkreśla, że wyżej wymienione uwagi traktowane są jako wskazówki i nie umniejszają charakteru twórczego uzyskanych wyników pracy oraz osiągniętego celu przez Doktoranta. Są one w zgodzie z sentencją *nemo sine vitiiis est*.

PODSUMOWANIE

Twórczy wkład kpt. mgr. inż. Dawida Goździka w zakresie wzbogacenia dyscypliny naukowej dotyczy niezmiernie części eksperymentalnej i „bogatej” analizy statystycznej. Dzięki tej analizie Autor mógł dokonać oceny błędu losowego, analizy wpływu zmiennych wejściowych, opracowanie odpowiedniej funkcji, która opisuje badany obiekt, weryfikację poprawności tej funkcji, ocenę istotności jej poszczególnych współczynników. Za pomocą tych metod Doktorant był w stanie wyargumentować obiekt badań, określić cel badań, użyć właściwych metod i narzędzi badawczych oraz dokonać badań z analizą i dyskusją aż do formułowania wniosków interpretacyjnych i praktycznych co zostało zaprezentowano w rękopisie o tytule: *Badania doświadczalne układu automatyki broni działającej na zasadzie odrzutu zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie*. Na podstawie tego opracowania można sformułować następujące wnioski i osiągnięcia:

1. Kluczowy dobór tematu i kierunek badań, którego potrzeba została wygenerowana przez czynniki zewnętrzne wpływające na zainteresowania Autora.
2. Opracowanie autorskiego oryginalnego programu badań eksperymentalnych pracy układu z zamkiem półswobodnym opóźnianym gazodynamicznie.
3. Zaprojektowane i wykonane unikatowego stanowiska laboratoryjnego zawierającego układ z OZPOG.
4. Opracowanie planu eksperymentu w ramach badań wrażliwości układu z OZPOG na charakterystyki balistyczne amunicji i wybranych parametrów konstrukcyjnych tego układu.
5. Przeprowadzenie badań doświadczalnych celem opracowania bazy danych niezbędnej do zwalidowania modelu matematycznego zaprezentowanego w opracowaniu nt. „Opracowanie i walidacja modelu działania układu automatyki broni z odrzutem zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie” oraz potwierdzenie słuszności oszacowanych stałych do równań identyfikacyjnych.
6. Opracowana modyfikacja układu z OZPOG jest możliwa do zastosowania w innych typach broni strzeleckiej, zwłaszcza karabinkach i karabinach.
7. Stabilność funkcjonowania stanowiska badawczego z układem konstrukcyjnym OZPOG przy dużych różnicach maksymalnych wartościach ciśnienia mierzonych w komorze gazowej co świadczy o wysokich kompetencjach Autora.
8. Umiejętne posługiwanie się przez Doktoranta metodami i narzędziami statystyki matematycznej pozwalającej w znacznym stopniu na ograniczeniu

czasochłonności i kosztochłonności prowadzenia badań przy zachowaniu pożądanej jakości uzyskanych wyników badań.

9. Odpowiednia umiejętność Autora rozprawy w zakresie akwizycji danych i post-processingu z unikatową aparaturą badawczą wykorzystywaną w zakresie balistyki wewnętrznej i zewnętrznej.
10. Interdyscyplinarne podejście do rozpatrywanego problemu.
11. Bogaty dobór rysunków i zestawień uzyskanych wyników w postaci odpowiednich wykresów i tabel.
12. Aplikacyjność uzyskanych wyników pracy w odniesieniu do potrzeb opracowania nowych wzorów uzbrojenia z obszaru broni strzeleckiej dla potencjalnego partnera przemysłowego.

W oparciu o ocenę rozprawy doktorskiej recenzent stwierdza, że Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia prac naukowych, doboru metod badawczych, opracowania wyników badań, formułowania wniosków oraz doboru piśmiennictwa do tematu badawczego.

Pragnę też zaakcentować, że zgodnie z zasadami wyróżniania rozpraw doktorskich przez Radę Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej wnioskuję o jej wyróżnienie. Uzasadnieniem mojego postulatu jest przede wszystkim istotny wkład Doktoranta w przeprowadzenie oryginalnych badań eksperymentalnych układu automatyki broni działającej na zasadzie odrzutu zamka półswobodnego opóźnianego gazodynamicznie. Zasadniczym argumentem są zawarte wyniki badań w rozdziałach 6-8. Doktorant dokonując analiz statystycznych przy „bogatym” aparacie matematycznym zaprezentował wyniki nie tylko w ujęciu ilościowym, ale także jakościowym, które są na bardzo wysokim poziomie merytorycznym. Podkreślam, że rozprawa doktorska kpt. mgr. inż. Dawida Goździka stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim było zaprojektowanie, wykonanie i przeprowadzenie badań doświadczalnych układu automatyki broni działającej na zasadzie OZPGO. W ten sposób dowiódł, że stanowisko to funkcjonuje poprawnie i umożliwia weryfikację układu działania automatyki broni w szeroki zakresie wynikającym z zadanych parametrów zewnętrznych. Dodatkowo to rozwiązanie jest chronione patentem, w którym legitymuje się 75% udziałem. Stwierdzam, że osiągnięcia uzyskane w dysertacji wzbogacają zakres inżynierii mechanicznej w obszarze konstrukcji wojskowych.

Oceniając sylwetkę Doktoranta podkreślam, że jest on osoba aktywną. Podczas swych studiów w szkole doktorskiej był współautorem 8. artykułów naukowych i 16. referatów konferencyjnych, z czego 2 artykuły są rejestrowane w bazie JCR oraz 1. patentu (PL247883 z 20.06.2025). Dane naukometryczne Pana kpt. mgr. inż. Dawida Goździka są na zadawalającym poziomie. Autor dysertacji wykazał również

aktywność w realizacji Uczelnianych Grantów Badawczych WAT i innych pracach naukowo-badawczych, w tym był członkiem zespołu grantu z bezpieczeństwa i obronności państwa. Był beneficjentem 4. takich grantów, w ramach których mógł zrealizować badania i przygotować rękopis pracy doktorskiej. Wielokrotnie wyróżniany za aktywność naukową przez władze Uczelni. Dodatkowo jest honorowym dawcą krwi.

WNIOSEK
o dopuszczenie do publicznej obrony

Biorąc powyższe pod uwagę, recenzent stwierdza, że rozprawa doktorska Pana kpt. mgr. inż. Dawida Goździka spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571 t.j.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

.....