

prof. dr hab. inż. Andrzej Żyłuk
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
ul. Ks. Bolesława 6
01-494 Warszawa

Warszawa 29.06.2025 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Damiana Macieja GOŁOSIA
**p.t. " KONSTRUKCJA, SYNTEZA I BADANIA AUTOPILOTA PPK TYPU SALH
Z FUNKCJĄ TOP ATTACK"**

wykonanej

w związku z uchwałą nr 34/RDN AEEiTK/2025 Rady Dyscypliny Naukowej
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne
Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego z dnia 19.02.2025 r.
pod kierownictwem dr. hab. inż. Krzysztofa KOPCZYŃSKIEGO prof. WAT

1. Wprowadzenie

Pierwsze wersje pocisków kierowanych zaczęły pojawiać się na polu walki już podczas drugiej wojny światowej. Były to konstrukcje stosunkowo nieskomplikowane, gdzie naprowadzanie odbywało się w pełni manualnie przez operatora. Po wojnie zaczęto opracowywać pociski, w których za naprowadzanie w coraz większym stopniu odpowiadała automatyka umieszczona w samym pocisku bądź też zewnętrznym stanowisku naprowadzania. Powstało od tego czasu wiele różnych systemów naprowadzania. W systemach naprowadzania pocisków przeciwpancernych obecnie najczęściej stosuje się systemy samonaprowadzania bądź też naprowadzania zdalnego. Rozprawa Doktoranta dotyczy pocisku samonaprowadzanego półaktywnie na odbite promieniowanie laserowe. Opracowanie pierwszego polskiego przeciwpancernego pocisku kierowanego z napędem raketowym było odpowiedzią polskich ośrodków badawczo-rozwojowych na zapotrzebowanie polskich sił zbrojnych na relatywnie nisko-kosztowy, lekki pocisk umożliwiający niszczenie celów opancerzonych na dystansach nie przekraczających 2,5 km. W środowisku wojskowym powszechnie uważa się, że zdecydowana większość bezpośrednich starć na polskim teatrze działań może odbywać się na odległościach nie większych niż 2 km (ze względu na ukształtowanie terenu). W związku z powyższym konieczność posiadania w polskim arsenale pocisków zdolnych do zwalczania celów na takich dystansach jest oczywistością. Przeciwpancerny pocisk kierowany w swojej pierwotnej wersji pozwala na niszczenie celów lekko opancerzonych, takich jak np. bojowe wozy piechoty. Doktorant w swojej rozprawie prezentuje m.in. nowy algorytm kierowania, umożliwiający uderzenie w cel z górnej półsfery, co przekłada się na poszerzenie zdolności pocisku o zwalczanie celów silnie opancerzonych, takich jak czołgi. Posiadanie przez polski

przemysł i ośrodki badawczo-rozwojowe zdolności do opracowania i produkcji własnych rozwiązań w zakresie kierowanych pocisków raketowych jest nie do przecenienia, również w obliczu trwającej wojny w Ukrainie. To tam kierowane pociski przeciwpancerne udowodniły swoją adekwatność, skutecznie blokując ruchy wojsk pancernych przeciwnika, zwłaszcza w początkowej fazie konfliktu. Masowy rozwój dronów spowodował przeniesienie części ciężaru zwalczania techniki pancernej na artylerię oraz drony wyposażone w głowice kumulacyjne, co nie oznacza jednak, że przeciwpancerne pociski kierowane stały się niepotrzebne. Ich rola jest wciąż istotna i w wielu sytuacjach są wciąż niezastąpionym środkiem bojowym. W związku z powyższym uzupełnienie arsenału polskich sił zbrojnych o masowo produkowany kierowany pocisk przeciwpancerny, zdolny do zwalczania celów lekko i silnie opancerzonych, wydaje się koniecznością. Prace badawcze nad ppk rozpoczęto w 2015 r. przy współudziale kooperanta zagranicznego. Od tego czasu ppk przeszedł pomyślnie próby poligonowe, potwierdzając zdolność do trafienia w cel. Pocisk naprowadzany jest z wykorzystaniem odbitego promieniowania laserowego. Taki sposób naprowadzania udowodnił swoją skuteczność podczas wojny w Ukrainie, gdzie stosowano kierowane laserowo pociski artyleryjskie do rażenia pojazdów przeciwnika. Kierowany laserowo ukraiński pocisk przeciwpancerny Stugna ma na swoim koncie również wiele trafień w cel. W pocisku Stugna nie zastosowano jednak kierowania na promieniowanie odbite, tak jak w ppk prezentowanym w rozprawie, tylko naprowadzanie w wiązkę. Naprowadzanie laserowe pozwala na uderzenie w cel z wysoką precyzją (dokładność na poziomie kilkudziesięciu centymetrów) oraz umożliwia rażenie celów poruszających się. Jest także mało wrażliwe na zakłócenia występujące naturalnie oraz zakłócenia sztuczne – generowane w celu zmylenia systemu kierowania pociskiem.

Dodatkowo, zastosowanie żyroskopowej głowicy śledzącej w pocisku tego typu jest rozwiązaniem unikalnym w skali światowej. Zbliżoną konstrukcją jest amerykański pocisk Hellfire, jednakże w odróżnieniu od opracowanego ppk jest on pociskiem znacznie większym, nie przeznaczonym do wystrzeliwania z wyrzutni naziemnej przenoszonej przez pojedynczego żołnierza. Opracowany ppk jest pociskiem wirującym, posiadającym jedną parę sterów, co jest dodatkowym utrudnieniem w procesie projektowania algorytmu sterowania lotem pocisku. Przedstawione w pracy wyniki badań poligonowych potwierdzają zdolność pocisku do trafienia w cel. Doktorant brał czynny udział w badaniach poligonowych oraz w późniejszej analizie zgromadzonych danych. Oprócz tego doktorant opracował oprogramowanie nowego autopilota ppk oraz program do symulacji jego lotu. Praca ma charakter konstrukcyjno-badawczy z wyraźnym wskazaniem na część konstrukcyjną.

2. Omówienie treści rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Damiana Macieja GOŁOSIA przedstawiona jest na 175 stronach i składa się z 12 rozdziałów z wydzieleniem streszczenia, wykazu stosowanych ważniejszych oznaczeń i skrótów. W treści pracy Autor zaprezentował 60 pozycji literaturowych, zarówno krajowych, jak i zagranicznych.

W rozdziale pierwszym opisano uzasadnienie wyboru tematu pracy, przedstawiono cel i tezę dysertacji. W mojej opinii teza pracy jest opisem trywialnym dlatego też uważam, że cel bądź cele pracy są najbardziej istotne w dorobku pisany przez doktoranta. Następnie autor

wprowadza czytającego w obszar swoich zainteresowań w postaci opisu systemów przeciwpancernych pocisków kierowanych (ppk), ich sposobów kierowania, rozwiązań konstrukcyjnych i podsumowuje w sposób opisowy współczesne rozwiązania techniczne w dziedzinie rozwoju systemów ppk.

Projekt koncepcyjny demonstratora opisany w rozdziale trzecim przedstawia rozwój polskiego ppk w sposób uogólniony i bardzo skondensowany. Autor stwierdza, że jest twórcą symulatora lotu pocisku i oprogramowania nowej wersji autopilota który to został przetestowany w warunkach poligonowych.

W następnych rozdziałach opisano model fizyczny i matematyczny obiektu oraz przeprowadzono szereg symulacji podstawowych parametrów lotu pocisku raketowego. Rozdział szósty pracy opisuje konstrukcję autopilota, jego model funkcjonalny. Zasadnicze elementy rozprawy zawarte są w następnych rozdziałach gdzie Doktorant przedstawia nowy algorytm kierowania ppk, jego badania symulacyjne i zgodnie z procesami badawczo-rozwojowym, badania laboratoryjne i badania w warunkach zbliżonych do rzeczywistych badania poligonowe. W podsumowaniu Autor w sposób skondensowany opisuje poszczególne etapy pracy i kończy je stwierdzeniem, że teza (cele) pracy zostały udowodnione. Przedstawioną do recenzji pracę kończy literatura.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Na podstawie oceny przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej można stwierdzić, że podjęte w niej trudne i ciekawe zadanie naukowo-badawcze zostało przez Autora zrealizowane. Rozprawa zawiera oryginalne osiągnięcia poznawcze i praktyczne, a sam Autor wykazał się kompetencjami w zakresie prowadzonych analiz teoretycznych i doświadczalnych.

Najbardziej wartościowe i oryginalne wartości przedstawionej do oceny dysertacji to:

- 1) Prezentowany w rozprawie pocisk jest pierwszym opracowanym w Polsce kierowanym pociskiem przeciwpancernym z półaktywnym samonaprowadzaniem na odbite promieniowanie laserowe. W wyniku prowadzonych prac polski przemysł pozyskał nowe zdolności, zwłaszcza w zakresie projektowania systemów naprowadzania i kierowania raketowym pociskiem przeciwpancernym. W związku z powyższym praca Doktoranta ma zdecydowanie charakter pionierski w skali krajowej.
- 2) Doktorant wykonał pracę projektowo-konstrukcyjną poprzez opracowanie:
 - nowego algorytmu kierowania ppk,
 - programu do symulacji lotu ppk,
 - nowego autopilota ppk (część sprzętowa i programowa).
- 3) Doktorant przeprowadził analizę danych zgromadzonych podczas badań:
 - symulacyjnych,
 - laboratoryjnych,
 - poligonowych.

Uwagi szczegółowe:

- 1) Str. 60 „W zakresie temperatur pracy silnika $-40 \div 50$ °C parametry napędu zmieniają się w nieznacznym stopniu, dlatego w tabeli przedstawiono wartości uśrednione [44].” – nie temperatur pracy silnika tylko atmosfery.
- 2) Str. 169 „Badania laboratoryjne wykazały, że w zakresie temperatur pracy silnika $-40 \div 50$ °C parametry napędu zmieniają się w nieznacznym stopniu, dlatego wpływ zmian tych parametrów na lot ppk uznano za nieistotny.” – jak wyżej.
- 3) Rys 4.4 i 4.5 – Fragmenty przebiegu znajdują się na krańcach wykresu
- 4) Rozdział 4 – brak opisów modelu matematycznego GSN oraz modelu zakłóceń działających na pocisk
- 5) Rozdział 9 – w prezentowanych wynikach badań laboratoryjnych obroty pocisku wynosiły 10 Hz. Podczas prób poligonowych wynosiły 15 Hz. Czy laboratoryjnie badano częstotliwości obrotu wyższe niż 10 Hz?
- 6) Rys 10.7 – nie podano jednostki mocy sygnału docierającego do fotodetektora.
- 7) Wystąpienie przejęzyczenia „przód pocisku jest zwrócony ku ziemi” (str. 137, 164).

Uwagi dyskusyjne:

- 1) Wymienne stosowanie nazw ppk oraz demonstrator ppk.
- 2) Traktowanie wstępu i literatury jako rozdziału rozprawy.
- 3) Brak analizy wpływu wyboru metody całkowania i kroku całkowania dla modelu symulacyjnego zaprezentowanym w rozdziale 8.1 na precyzję i wydajność obliczeń numerycznych.
- 4) Brak w prezentacji programu symulacyjnego (rozdział 8.1) algorytmu generacji zakłóceń wewnętrznych i zewnętrznych.
- 5) Brak analizy błędów w obliczeniach teoretycznych, symulacjach czy też w pomiarach bezpośrednich badań na rzeczywistym obiekcie.

Praca zawiera również elementy dyskusyjne, drobne nieścisłości lub niedopowiedzenia.

Wymienione niedociągnięcia nie mają zasadniczego wpływu na wartość merytoryczną rozprawy, pozostałe drobne uwagi przekazałem Doktorantowi.

Uważam, że zakres wykonanych przez Autora analiz, jest wystarczający dla uzasadnienia postawionego celu pracy. Temat pracy odpowiada zawartej w niej treści i może stanowić punkt wyjścia do dalszych prac w ogólnie pojętym obszarze bezpieczeństwa państwa.



Uwzględniając podstawowe elementy recenzowanej rozprawy doktorskiej oceniam rozprawę doktorską mgr inż. Damiana Macieja GOŁOSIA pozytywnie.

4. Wniosek końcowy

Podsumowując należy stwierdzić, że Doktorant mgr inż. Damian Maciej GOŁOŚ:

- zrealizował postawiony cel pracy oraz uzasadnił słuszność przyjętych założeń,
- uzyskał nowe elementy w pracy doktorskiej które mogą być wykorzystane do udoskonalenia projektowania, wykonywania oraz przeprowadzania testów i ekspertyz w zakresie pocisków raketowych,
- wykazał się dobrą znajomością i umiejętnościami zastosowania pojęć z metod oceny i prowadzenia eksperymentów.

Uważam, że praca doktorska mgr inż. Damiana Macieja GOŁOSIA 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 Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Wojskowej Akademii Technicznej im Jarosława Dąbrowskiego o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

