MILITARY PILOT TRAINING

Current status and future

SZKOLENIE PILOTÓW WOJSKOWYCH

Stan aktualny i przyszłość

Władysław Melnarowicz

Air Force Institute of Technology. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

Abstract: The article presents the description of the current systems of training military aircraft pilots. Particular attention has been paid to the trends of change aimed at reducing the cost of purchasing school aircraft and the burden on the entire training and aircraft operation system. Over the past 3 years, the annual Pilot Training Conference in London has dominated the issue of increasing the effectiveness of training pilots of combat aircraft and unmanned aerial vehicle operators. The results of training experiments were presented on this conference, which presented the abandonment of intermediate airplanes training process of military pilots. The results of different researches allowed to state, that on a well-designed school airplane, such as the Pilatus PC-21, one can train both basic and advanced trainings and then train pilots directly to the combat aircraft. Of course, all this training process should be intensively supported by the modern mission simulator of the 5th generation. This allows the thesis to be a future, innovative training system that significantly reduces the training costs of a combat aircraft pilot without affecting the quality of the training.

Keywords: pilot training, training effectiveness, cost reduction, mission simulators

Streszczenie: W artykule przedstawiono opis aktualnych systemów szkolenia pilotów wojskowych statków powietrznych. Szczególną uwagę zwrócono na tendencje zmian których celem jest redukcja kosztów zakupu samolotów szkolnych i obciążeń całego systemu szkolenia i eksploatacji statków powietrznych. Przez ostatnie 3 lata na corocznej konferencji Military Pilot Training w Londynie dominowała problematyka zwiększania efektywności szkolenia pilotów samolotów bojowych i operatorów bezzałogowych statków powietrznych. Na konferencji zaprezentowano wyniki eksperymentów szkoleniowych, które polegały na rezygnacji z samolotów pośrednich procesie szkolenia pilotów wojskowych. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że na dobrze zaprojektowanym samolocie szkolnym, takim jak Pilatus PC-21, można realizować zarówno szkolenie podstawowe jak również zaawansowane i następnie przeszkalać pilotów bezpośrednio na docelowy samolot bojowy. Oczywiście należy intensywnie cały ten proces szkolenia wspierać nowoczesnym symulatorem misji 5-tej generacji. Pozwala to postawić tezę, że jest to przyszłościowy innowacyjny system szkolenia, który w sposób znaczący redukuje koszty wyszkolenia pilota samolotu bojowego bez wpływu na jakość szkolenia.

Słowa kluczowe: szkolenie pilotów, efektywność szkolenia, obniżka kosztów, symulatory misji,

1. Wstęp

Nikomu chyba nie trzeba tłumaczyć, jak skomplikowanym i trudnym zadaniem jest dobre wyszkolenie pilota współczesnego samolotu bojowego. Przy ciągle rosnącej różnorodności przenoszonych przez samoloty środków bojowych, które z każdą generacją stają się coraz to bardziej skomplikowane, samo pilotowanie samolotu jest jednym z łatwiejszych wśród zadań, przed jakimi staje pilot w czasie misji. Jednak bez zdobycia tej podstawowej wiedzy cała reszta nie ma żadnego znaczenia. Cóż z tego, że znamy na pamięć wszystkie parametry bomb i rakiet, wiemy, kiedy i w jakim momencie użyć danego pocisku, skoro nie potrafimy obsługiwać samolotu, który to uzbrojenie przenosi. Dlatego też każdego przyszłego asa przestworzy należy wyszkolić od podstaw. System nauki pilotażu to łańcuch z etapami, które po kolei pokonuje uczeń. Zaczyna się od zdobywania wiedzy teoretycznej oraz nauki latania prostym samolotem na symulatorze. Następnie przychodzi kolej na etapy, które odbywają się już w powietrzu, najpierw na prostych maszynach turbośmigłowych, a następnie na szkolnych odrzutowcach, nazywanych fachowo samolotami szkolenia zaawansowanego, które często są po prostu dwumiejscowymi wersjami maszyn bojowych.

Celem niniejszego opracowania jest wykazanie zbędności samolotu pośredniego pomiędzy dobrze zaprojektowanym samolotem szkolnym na którym istnieje możliwość realizacji szkolenia podstawowego i szkolenia zaawansowanego a samolotem bojowym jakim jest dwumiejscowa i jednomiejscowa maszyna bojowa.

2. Szkolenie pilotów wojskowych w NATO

Koncepcja wspólnego szkolenia pilotów w ENJJPT zrodziła się w USA w 1978r. Po konsultacjach z krajami członkowskimi NATO oficjalnie 23 10 1981r. nastąpiło otwarcie Euro NATO Joint Jet Pilot Training w Sheppard AFB w Teksasie. Od 1989 roku program został rozszerzony na 13 państw i ustalono międzynarodową obsadę struktur szkolenia. Departament Obrony Stanów Zjednoczonych wprowadził w życie JPATS – Joint Primary Aircraft Training System (w wolnym tłumaczeniu: Połączony System Podstawowego Szkolenia Samolotowego), obejmujący lotników USAF, US Navy i sojuszników. Oprócz samolotów – w tym czasie ich typ jeszcze nie był określony – w skład systemu wchodziły liczne symulatory, a także inny sprzęt potrzebny do wyszkolenia młodego pilota. Początkowo szkolenie odbywało się na samolotach, których konstrukcja sięga jeszcze lat pięćdziesiątych – Beechcraft T-34C Turbo-Mentor, jeśli chodzi o US Navy i Cessna T-37 Tweet w przypadku USAF. Ramowy program szkolenia zakładał wyszkolenie pilota wojskowego przygotowanego do szkolenia taktyczno-bojowego na bojowym samolocie docelowym w ciągu 55 tygodni.

Poszczególne etapy programu przedstawiały się następująco:

- I. Szkolenie selekcyjne- 2 miesiące (z reguły w kraju członkowskim);
- II. Szkolenie podstawowe-6 miesięcy (ENJJPT – Nalot 125 godz.);
- III. Szkolenie zaawansowane- 7 miesięcy (ENJJPT- Nalot 135 godz.);
- IV. Szkolenie taktyczno-bojowe 9 miesięcy (USA/ kraje członkowskie).

Korzyści z realizacji wspólnego programu szkolenia pilotów są bezsporne stąd tak powszechny udział w programie nie tylko członków NATO. Zdecydowały o tym głównie:

- niskie koszty szkolenia;
- lepsze warunki szkolenia;
- zapewnienie normalizacji i interoperacyjności;
- umacnianie ścisłych więzi pomiędzy sojusznikami;
- lepsze zrozumienie i zgranie w myśl zasady: *razem trenowaliśmy, lepiej rozumiemy się w walce, razem wygramy jeżeli kiedykolwiek będzie taka potrzeba.*

Na początku roku 1996 kontrakt na dostawę nowych samolotów – w pełni odpowiadających współczesnym wymogom – otrzymał koncern Raytheon, który zaproponował Siłom Powietrznym wojskową wersję samolotu Beech/Pilatus PC-9 Mk II. Oficjalnie wojskowa nazwa T-6 Texan II została nadana w roku 1997. Zamówienie opiewało na 454 maszyny; ostatecznie były dostarczone w roku 2011. Pierwszy T-6A – wersja do szkolenia podstawowego otrzymała dodatkową literę A – osiągnął gotowość operacyjną w maju 2000 roku, kiedy to został dostarczony do bazy lotniczej Randolph w stanie Teksas. Produkcja na pełną skalę ruszyła w zakładach Raytheona w Wichita w grudniu 2001 roku. Dostarczono około 250 spośród zamówionych samolotów. T-6A znalazły też odbiorców zagranicznych, 24 sztuki zakupiło NATO dla swojego centrum szkoleniowego w Kanadzie, a 45 Texanów zasililo lotnictwo Grecji i innych państw. Samoloty użytkowane w ramach JPATS służą do szkolenia podstawowego, czyli startów, lądowań, manewrów, nawigacji wzrokowej itp. Dzięki dużemu zaawansowaniu technicznemu T-6A przydatne są także w dalszych fazach cyklu szkolenia, kiedy to piloci uczą się walki powietrznej, ataków na cele naziemne, a nawet tankowania w powietrzu. W tym celu samoloty mogą być uzbrojone bądź to w makiety, bądź w prawdziwe bomby i rakiety.

Używanie w tym celu samolotów klasy T-6A i symulatorów znacznie obniża koszty treningu. Kiedyś, żeby wykonać te same zadania, trzeba było używać samolotów T-38 Talon i maszyn bojowych klasy F-16B/D. Obecnie „efki” stosowane są na samym końcu treningu, tuż przed skierowaniem pilota do jednostek liniowych. Głównymi ośrodkami treningowym, w którym używane są Texany jest baza lotnicza Moody w stanie Georgia i Sheppard w Teksasie.

Oprócz podstawowej wersji T-6A, Raytheon opracował także wersję T-6B (Rys. 1) do szkolenia zaawansowanego. Posiadała ona bogatszą awionikę uzupełnioną między innymi o wyświetlacz HUD, ekrany wielofunkcyjne oraz komputer planowania misji FV-4000 z procesorem o częstotliwości 500 MHz.

T-6B posiada także 6 podskrzydłowych węzłów, na których może być podwieszone uzbrojenie lub dodatkowe zbiorniki paliwa o łącznej masie 1300kg. Wersja ta może być także używana jako pełnowartościowy lekki samolot uderzeniowy, a nawet myśliwski. USAF rozważał zakup tych samolotów właśnie w charakterze myśliwców do obrony miast i innych ważnych obiektów przed ewentualnymi atakami terrorystycznymi przy użyciu porwanych samolotów.

Rys. 1 Samolot T-6B

Bazą dla stworzenia Texana, jak już wspomniałem, był samolot szkolno-treningowy i akrobacyjny Pilatus PC-9. Jest on używany przez siły powietrzne kilku państw, między innymi Szwajcarii, Australii, Arabii Saudyjskiej czy Cypru. Głównymi różnicami dzielącymi PC-9 i T-6 są: silnik o większej mocy, komputerowy system sterowania orczykiem, fotel katapultowany klasy zero – zero, urządzenia do tankowania w locie, wzmocniona owiewka kabiny oraz hermetyczny kokpit.

Wszystkie te udogodnienia posiada T-6, a brakuje ich w jego „starszym bracie”. T-6 jest jednosilnikowym dolnopłatem ze skrzydłami o obrysie trapezowym. W kokpicie posiada dwa siedzenia; podczas szkolenia przedni fotel zajmuje uczeń, a instruktor siedzi za nim. Podczas lotów samodzielnych pilot zajmuje przednie siedzenie. Owiewka jest jednocześnie, a otwiera się ją poprzez odchylenie na bok. Podczas przeprowadzonych testów dowiedziono, że wytrzymała ona zderzenie z ptakami przy prędkości nawet ponad 300 km/h. Kokpit wyposażony jest w wielofunkcyjne wyświetlacze ciekłokrystaliczne firmy Smiths Aerospace, z których da się korzystać w pełni komfortowo nawet przy bardzo silnym świetle słonecznym. Oba fotele zaopatrzone są w systemy katapultowania firmy Martin Baker typu Mark US16LA.

Jest to urządzenie klasy zero – zero, co oznacza, że z samolotu można się bezpiecznie katapultować nawet, kiedy ten stoi nieruchomo na ziemi. Napęd samolotu stanowi pojedynczy silnik Pratt & Whitney Canada PT6A-68 o mocy 1100 KM. Dzięki bardzo korzystnemu stosunkowi mocy silnika do masy całego samolotu, Texan odznacza się bardzo dobrymi charakterystykami, jeśli chodzi o prędkość wznoszenia. W minutę samolot wznosi się na wysokość niespełna 950 metrów, a typowy pułap operacyjny wynoszący 5500 metrów osiągany jest w mniej niż 6 minut. Zapas zabieranego paliwa obliczony jest na przebycie 1600 km, a moc silnika pozwala na rozwinięcie prędkości maksymalnej 500 km/h na wysokości 9,5 kilometra. Texan wyposażony jest także we wspomagający pracę silnika Układ Zarządzania Mocą – Power Managment Unit opracowany wspólnie przez Raytheona i Pratt & Whitney Canada. Układ ten ustala optymalną moc silnika na podstawie kilku parametrów: położenia manetki przepustnicy, ciśnienia i temperatury. Zapobiega także przeciążeniu silnika przez niedoświadczonego pilota podlegającego właśnie szkoleniu. Oprogramowanie komputera zarządzającego tym układem zostało napisane tak, aby przewidywało sytuacje odwrotne, czyli takie, w czasie, których może dojść do zgaśnięcia silnika. W takim wypadku system w trybie alarmowym automatycznie uruchamia zapłon. Z PMU współpracuje inny układ – kontroli śmigła, który z PMU odbiera pomiary prędkości i przy pomocy mechanicznych hamulców aerodynamicznych zapobiega osiągnięciu przez samolot prędkości wyższej niż zakładana przez producenta, gdyż mogłoby się to skończyć na przykład oderwaniem skrzydeł.

Jednym z głównych czynników, który trzeba brać pod uwagę podczas latania samolotem turbośmigłowym jest wpływ obrotów śmigła na kierunek lotu. Przez to nieustannie trzeba korygować kurs za pomocą orczyka.

Jednak w samolotach odrzutowych – a na nich w ogromnej większości będą później latali kursanci szkolący się na T-6A – problem ten nie występuje. Aby młodym pilotom nie wpajać niepotrzebnych nawyków, które w przyszłości mogą przeszkadzać

w pilotowaniu samolotu odrzutowego, Raytheon opracował i opatentował komputerowy układ automatycznego wspomagania orczyka – Trim Aid Device. Urządzenie to pobiera od innych podzespołów awioniki dane takie jak prędkość, pułap czy ustawienia silnika i automatycznie koryguje wychylenia steru kierunku nawet podczas wykonywania dynamicznych akrobacji lotniczych. Wygląda więc na to, że Raytheonowi udało się stworzyć bardzo nowoczesną platformę do podstawowego i zaawansowanego szkolenia pilotów, która jeszcze przez wiele lat – ilość zamówień gwarantuje produkcję minimum do 2017 roku – będzie podstawowym, a przede wszystkim tanim narzędziem szkoleniowym najpotężniejszych sił powietrznych na świecie. Czy można sobie wyobrazić lepszy trener i lepszą koncepcję szkolenia pilotów? Samoloty szkolenia zaawansowanego z napędem odrzutowym pozostaną jednak w marynarce wojennej do szkolenia pilotów lotniskowców. Doskonałą platformą do tego celu okazał się T-45C Goshawk z nowoczesną cyfrową awioniką. Planuje się użytkowanie tego typu samolotów do 2035 roku.

Rozszerza się zastosowanie symulatorów misji 5-tej generacji, które w przyszłości będą stanowiły podstawową bazę sprzętową do szkolenia zaawansowanego pilotów wojskowych. Symulator 5-generacji do szkolenia pilotów na samolot F-35 został zaprezentowany w 2014 r. w Londynie, podczas Konferencji Military Flight Training w panelu: Training & Symulation For The 5 th Genegation Fighter.

3. Pilatus PC-21 zmienia system szkolenia pilotów wojskowych

Prawdziwą rewolucję w szkoleniu pilotów wojskowych wywołał zaawansowany samolot PC-21 opracowany przez szwajcarski zakład lotniczy Pilatus Aircraft. Oficjalnie program nowego samolotu szkoleniowego uruchomiono w styczniu 1999 r. Opracowano całkowicie nową konstrukcję z użyciem nowych materiałów i innowacyjnych technologii produkcji płatowca i wyposażenia. Zaprojektowano wbudowany system symulacji / emulacji i zastosowano silnik turbośmigłowy Pratt & Whitney PT 6A-68B bardzo dużej mocy 1600 KM. W dniu 30.04.2002 r. podjęto decyzję o wyprodukowaniu 2-ch prototypów do badań w locie a w grudniu 2004 r. szwajcarski urząd lotnictwa cywilnego przyznał PC-21 certyfikat typu. W 2006 r. rozpoczęto seryjną produkcję samolotu.

Pierwsze samoloty wyprodukowano z kabiną samolotu F/A -18 dla szwajcarskich sił powietrznych i z kabiną F-16 dla Singapuru.

Bardzo szybko rosły zamówienia z różnych państw z uwagi na znaczne obniżenie kosztów szkolenia pilotów wojskowych przy zastosowaniu тренаżera PC-21.

Kluczową zaletą PC-21 jest umożliwienie pilotom samolotów odrzutowych przeprowadzenie szkolenia zaawansowanego i szkolenia bojowego za pomocą wbudowanego systemu symulacji/emulacji. System szkolenia, w który wprowadzono PC-21 nie wymaga samolotu pośredniego pomiędzy nim a docelowym samolotem bojowym. Kabiny mają budowę modułową i mogą być wyposażone w zobrazowanie i oprzyrządowanie analogiczne jak docelowy samolot bojowy (F-18, F-16, F-15, Eurofighter, Gripen, itp.). Samolot posiada charakterystyki lotne zbliżone do samolotu odrzutowego z automatyczną kompensacją momentu reakcyjnego śmigła i możliwością wykonywania manewrów z przeciążeniem – 4g do + 8g. Podstawową cechą PC-21 jest wbudowany moduł do symulacji i szkolenia, który zapewnia symulację: użycia broni, sytuacji taktycznej, radaru i walki elektronicznej. Kluczem do tego jest zastosowany system wsparcia misji – MSS (Mission Support System).

Rys. 2 Samolot Pilatus PC-21 firmy Pilatus Aircraft.

Dane do komputera tego systemu mogą być ładowane przed lotem i zgrywane po zakończeniu zadania. Zintegrowany komputer misji ma otwartą architekturę, umożliwiającą dokonywanie modyfikacji i aktualizacji.

Standardowy kokpit cyfrowy (glass cockpit), wyposażony jest w trzy wyświetlacze MDF do zobrazowania i zarządzania systemami i wyświetlacz przezierny HUD (Head-Up Display).

Wszystkie elementy sterowania znajdują się na drążku sterowym i manetce gazu co umożliwia sterowanie systemami bez odrywania rąk do organów sterowania samolotem. Jest to tzw. system HOTAS (Hands on Throttle and Stick), stosowany obecnie na wszystkich samolotach bojowych.

Samolot PC-21 ma układ tandemowy – uczeń zajmuje miejsce w przedniej kabynie, instruktor w tylnej. Instruktor może z tylnej kabiny symulować uczniowi różne sytuacje taktyczne zarówno na zakresie nawigacyjnym jak też bojowym. Kabiny są ciśnieniowe i wyposażone w fotela katapultowe klasy 0-0 Martin Backer CH16C. Koszt nabycia PC-21 to tylko 25% kosztów zakupu Advanced Jet Trainer (AJT), a koszty eksploatacji na 1 godzinę lotu są nawet 40 krotnie mniejsze. Od początku produkcji zakłady Pilatus Aircraft wyprodukowały ponad 180 egzemplarzy samolotu dla następujących nabywców: Szwajcaria, Jordania, Australia, Katar, Arabia Saudyjska, Zjednoczone Emiraty Arabskie, Singapur i Francja która po rozważeniu wszystkich wariantów szkoleniowych zamówiła w styczniu 2017 r. siedemnaście samolotów z odwzorowaniem kabiny Mirage 2000 i Rafale.

Parametry taktyczno-techniczne PC-21

- Załoga: 2 (uczeń i instruktor)
- Długość: 11,233 m
- Rozpiętość: 9,10 m
- Wysokość: 3,749 m
- Pow. skrzydła: 15,221 m²
- Ciężar własny: 2270 kg
- Ciężar startowy max. bez podw.: 3100 kg
- Ciężar startowy max. z podw.: 4250 kg
- V max = 685 km/h
- V ląd. = 150 km/h
- Vz wzn.= 20,3 m/s
- Przeciężenia max: - 4 do +8
- Zasięg: 1333 km
- Pulap: 11580 m
- Silnik turbośmigłowy: P&W PT6A-68B
- Moc silnika: 1600 KM (1177 kW)
- Śmigło: grafitowe 5-cio ramienne Hartzell E8991 KX
- Podwieszenia: 4 belki podskrzydłowe i jedna belka podkadłubowa
- Rodzaje podwieszeń: rakiety P-P , P-Z i bomby o łącznym ciężarze 1150 kg

4. Zakończenie

Doświadczenia i wnioski z wprowadzenia nowego systemu szkolenia pilotów i operatorów bezzałogowych statków powietrznych, prezentowane są od 2-ch lat na corocznej konferencji Military Flight Training, w której uczestniczą również najwyżsi rangą przedstawiciele polskiego lotnictwa wojskowego. Niestety wnioski te są pomijane i w dalszym ciągu preferowany jest bardzo kosztowny system szkolenia z udziałem samolotów pośrednich. Co więcej, forsowany był zakup nie taniego uniwersalnego trenażera, a bardzo drogiego samolotu pośredniego firmy Leonardo M-346 Masters w wersji tylko szkolnej bez możliwości szkolenia bojowego.

W komunikacie MON na temat wprowadzania w polskim lotnictwie wojskowym Samolotu M-346 czytamy: *„W lutym 2014 roku, w oficjalnym postępowaniu przetargowym został on wraz z zaawansowanym systemem szkolenia lotniczego AJT (Advanced Jet Trainer), wybrany przez Polskę jako najlepsza propozycja dla lotnictwa wojskowego. Dzięki M-346 polskie siły powietrzne będą mogły w pełni samodzielnie szkolić przyszłych pilotów takich nowoczesnych samolotów bojowych jak F-16, czy MiG-29 i po 2017 roku zrezygnować z kosztownego, podstawowego kształcenia kandydatów na pilotów F-16 w USA. Polska zamówiła 8 samolotów M-346 z otwartą opcją na cztery kolejne. Pierwsze dwie maszyny przyleciały do Polski w listopadzie 2016 roku. W pakiecie Leonardo dostarczy kompletny system szkoleniowy składający się z symulatorów, komputerowego systemu wspomagania szkolenia oraz pakietu szkoleniowego i logistycznego”*.

Pelny pakiet z ośmioma samolotami szkolnymi miał kosztować 1.167.754.500 zł. Do tego dochodzi kosztowna modernizacja obiektów w Dęblinie oraz bieżące funkcjonowanie systemu. Co finalnie otrzymaliśmy?:

- drogi i niewydolny system szkolenia dla 12- 15 pilotów (takie są limity i potrzeby),
- umiejętności bojowe pilotów mniejsze niż przy wykorzystaniu trenażera PC-21,
- bardzo duże koszty zakupu samolotów i przystosowania obiektów w Dęblinie.
- duże koszty eksploatacji sprzętu,
- brak korzyści z zakupu dla polskich zakładów produkcyjnych.

Sądzę, że nowa efektywna koncepcja szkolenia pilotów opracowana w USA i zastosowana w centrach szkolenia NATO i wielu państwach europejskich jest w dalszym ciągu nieznana w Polsce, a być może, celowo skrywana po to, aby bez względu na koszty realizować kolejne utopijne koncepcje, które mają raz coś burzyć a innym razem coś ratować. Naciski na zakup samolotu M-346 AJT (Advanced Jet Trainer) i nie włączenie się Polski do wspólnego projektu EDA (European Defence Agency) o utworzeniu Advanced Europe Jet Pilot Training (AEJPT), potwierdza, że hipoteza ta jest bardzo prawdopodobna .

No cóż, wydaje się, że za dużo wysoko postawionych ex-pilotów liniowych miało w tym osobisty interes. Problem ten nie istnieje w innych armiach NATO ponieważ tylko na etacie pilota wojskowego przysługują dodatki za utrzymanie kondycji od wykonywanych zadań bojowych.

5. Bibliografia

- [1] Aircrew Training Systems ,Global AMC, USA 2016
- [2] Doskonalenie Systemu Szkolenia Personelu Lotniczego, ITWL 2013
- [3] ENJJPT Flight Syllabus, www.bascops.net/military_pilot/
- [4] International Training Capability, BAE Systems, PLC 2013
- [5] Investing in Future Training Capability, MFT 2017, dr Julia Sutcliffe
- [6] Military Pilot Training Solutions , Elbit Systems Ltd. 2017
- [7] Military Training International, Volume 34 Issue1 2017
- [8] New Approaches to a comprehensive military pilot training, Commander Swiss AF gen Peter Soller, Conference MFT 2017
- [9] Tactical Flight Training System, ATFS, USA 2013
- [10] www.en.wikipedia.org
- [11] www.flightglobal.com
- [12] www.pilatus-aircraft.com

Dr inż. Władysław Melnarowicz, ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Wojskowej Akademii Technicznej w specjalności: Samoloty i Silniki Lotnicze. Posiada 35-letni staż dydaktyczno-naukowy. W dydaktyce zajmował wszystkie stanowiska od wykładowcy do komendanta szkoły lotniczej. Przeprowadził ponad 10 000 godzin zajęć dydaktycznych z personelem technicznym, pilotami i studentami Inżynierii Lotniczej Politechniki Wrocławskiej. Jest autorem sześciu prac

badawczych, pięciu skryptów, licznych opracowań i artykułów dotyczących szkolenia personelu lotniczego oraz współautorem czterech koncepcji systemowych wdrożonych w kraju i za granicą. Od ośmiu lat kontynuuje działalność naukowo-badawczą w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych oraz aktywnie uczestniczy w krajowych i zagranicznych konferencjach, seminariach i sympozjach o tematyce lotniczo-szkoleniowej.