

Ewelina Otto¹

Pod merytoryczną opieką płk. dr. inż. Kazimierza Kowalskiego

JAKOŚĆ WIELOZADANIOWYCH SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH – PROPOZYCJA METODY JEJ OKREŚLANIA

Streszczenie: Niniejszy artykuł ma na celu zaprezentowanie autorskiej metody określania jakości wielozadaniowych samolotów myśliwskich (WSM), polegającej na wyznaczeniu współczynnika ogólnego jakości WSM w oparciu o wybrane kluczowe parametry WSM z uwzględnieniem wag tych parametrów. Wykorzystując wyżej wymieniony współczynnik ogólny WSM, dokonano porównania jego wartości dla wybranych WSM. Przedstawiono również, w oparciu o obliczone współczynniki ogólne wybranych WSM, trendy prognostyczne rozwoju WSM do roku 2020. Ponadto poruszono kwestię etapów powstawania statku powietrznego oraz problemy jego rozwoju. Na zakończenie sformułowano wnioski.

Słowa kluczowe: statek powietrzny, wielozadaniowe samoloty myśliwskie, trendy rozwoju, jakość wielozadaniowych samolotów myśliwskich.

WSTĘP

Siły Powietrzne są obok Wojsk Lądowych, Marynarki Wojennej i Wojsk Specjalnych jednym z czterech rodzajów Sił Zbrojnych RP².

Głównym zadaniem Sił Powietrznych jest obrona przestrzeni powietrznej kraju. Misja ta realizowana jest w ramach Obrony Powietrznej RP we współpracy z Zintegrowanym Systemem Obrony Powietrznej NATO. Realizacją tych działań jest ochrona granicy państwowej w przestrzeni powietrznej przed obcymi statkami powietrznymi zarówno wojskowymi, jak i cywilnymi mogącymi dokonać aktu agresji przeciwko obiektom i ludności na terytorium RP³.

W skład Sił Powietrznych RP wchodzi trzy rodzaje wojsk: Wojska Lotnicze, Wojska Obrony Przeciwlotniczej oraz Wojska Radiotechniczne.

W niniejszym artykule uznano za zasadne scharakteryzowanie Wojsk Lotniczych, jako rodzaju wojsk odpowiadających za obronę przestrzeni powietrznej, zwalczanie wrogów w powietrzu, na lądzie oraz wodzie we własnym zakresie bądź we współpracy z innymi rodzajami wojsk oraz sił zbrojnych, które na wyposażeniu posiadają statki powietrzne będące tematem niniejszych rozważań.

Wojska Lotnicze realizują również misje uderzeniowe, transportowe oraz rozpoznawcze. Zajmują się szkoleniem pilotów oraz personelu naziemnego dla potrzeb Sił Po-

¹ Ewelina Otto – absolwentka studiów stacjonarnych II stopnia (roku akademickiego 2013/2014), kierunku Bezpieczeństwo Narodowe w Wyższej Szkole Oficerskiej Wojsk Lądowych imienia generała Tadeusza Kościuszki we Wrocławiu.

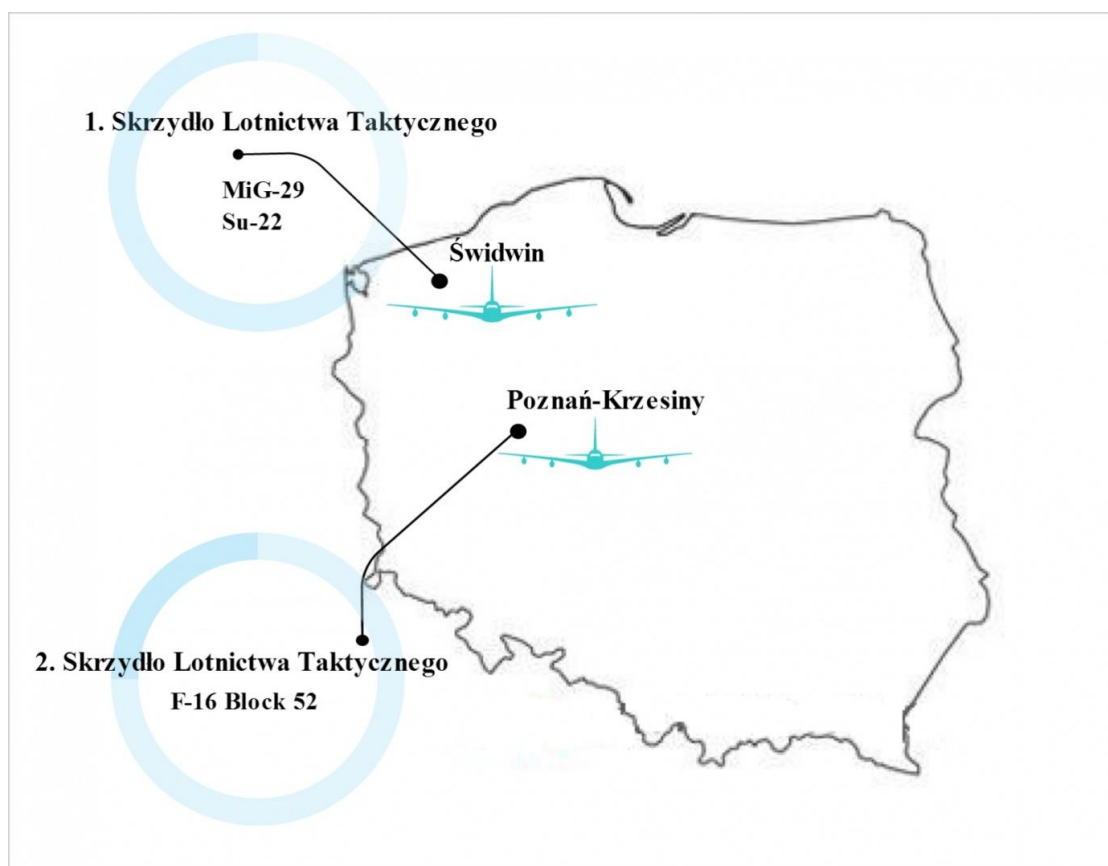
² Strategia Bezpieczeństwa Narodowego RP z 2007 roku, punkt 99, s. 24.

³ E. Gruszka, *Ochrona granicy państwowej w przestrzeni powietrznej RP. Zadania i prawne podstawy funkcjonowania*, Dowództwo Operacyjne SZ, Warszawa 2013, s. 3.

wietrznych. Struktura Wojsk Lotniczych obejmuje 1. i 2. Skrzydło Lotnictwa Taktycznego, 3. Skrzydło Lotnictwa Transportowego oraz 4. Skrzydło Lotnictwa Szkolnego.

Na wyposażeniu Wojsk Lotniczych znajduje się w przybliżeniu 300 samolotów i śmigłowców. Obok samolotów bojowych w liczbie około 120 występują także samoloty transportowe, śmigłowce i samoloty szkolne. W skład samolotów bojowych wchodzi wielozadaniowe samoloty myśliwskie (WSM) MiG-29, F-16 oraz samolot myśliwsko bombowy Su-22.

Na rysunku 1. zaprezentowano lokalizację oraz wyposażenie SLT w Polsce.



Rys. 1. Lokalizacja oraz wyposażenie Skrzydeł Lotnictwa Taktycznego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: <http://dgrsz.mon.gov.pl/sily-zbrojne/kadrowodowca/siy-powietrzne-102698/>, [dostęp dnia: 30.04.2014].

1. WIELOZADANIOWE SAMOLOTY MYŚLIWSKIE

Według Encyklopedii Techniki Wojskowej samolot myśliwski jest *samolotem wojskowym, przeważnie jednosilnikowym i jednomiejscowym, przeznaczonym głównie do niszczenia celów powietrznych, niekiedy celów naziemnych, przeważnie ruchomych. Odznacza się dużą prędkością lotu i wznoszenia, wysokim pułapem, zdolnościami manewrowymi oraz silnym uzbrojeniem (pociski rakietowe, działka, rzadziej karabiny maszynowe)*⁴.

Samolot myśliwski jako rodzaj samolotu bojowego skonstruowano w celu wykonywania zadań z zakresu walki w powietrzu, bezpośredniego wsparcia oraz likwidacji celów naziemnych i nawodnych. By skutecznie wykonać wyżej wymienione zadania,

⁴ Encyklopedia Techniki Wojskowej, Wyd. MON, Warszawa 1987.

myśliwce muszą być wyposażone w odpowiednie uzbrojenie, tj. pociski raketowe i działka. O skuteczności i jakości samolotów myśliwskich decyduje prędkość, możliwości ładunkowe, zwrotność oraz duże przyspieszenie. Współczesna doktryna walki powietrznej przewiduje jak najszybsze wyeliminowanie samolotów przeciwnika, znaczy to, że po zlokalizowaniu celu idealnym działaniem będzie zestrzelenie przeciwnika z bezpiecznej odległości. Walka manewrowa, czyli potyczka dwóch myśliwców wykonujących skręty, w celu uchwycenia przeciwnika w celownik i otworzenia ognia, okazała się zbyt czasochłonna. Im więcej czasu pilot poświęca na takie działania, rośnie prawdopodobieństwo jego zestrzelenia. Walka tego rodzaju również charakteryzuje się dużą stratą paliwa, co okazuje się dużym problemem przy wykonywaniu misji daleko od bazy. Dlatego też taktyka „uderz raz i znikaj”, mimo iż mniej widowiskowa od walki manewrowej, jest współcześnie szeroko stosowana. Faktem jest, że takie działanie nie zawsze jest możliwe, dlatego samoloty myśliwskie muszą być konstruowane tak, by posiadać wysokie możliwości manewrowe⁵. Samoloty myśliwskie dzielą się na 3 podstawowe rodzaje: myśliwce przechwytyjące, myśliwce przewagi powietrznej oraz myśliwce wielozadaniowe⁶ (w niniejszej pracy przyjęto nazewnictwo: wielozadaniowy samolot myśliwski).

Wielozadaniowe samoloty myśliwskie będące kluczowym elementem niniejszych rozważań to współczesne samoloty bojowe wielofunkcyjnego przeznaczenia, zdolne do prowadzenia walki powietrznej oraz precyzyjnego atakowania celów powierzchniowych. Drugorzędnymi możliwościami samolotów może być prowadzenie rozpoznania i pasywna walka elektroniczna (ograniczająca się do samoobrony). Profil wykonywanej przez samoloty misji zależy od podwieszonego uzbrojenia/wyposażenia⁷.

WSM są więc w XXI wieku najczęściej używanym rodzajem spośród wymienionych wyżej samolotów myśliwskich. Wynika to w głównej mierze z wszechstronnego zastosowania, szybkości oraz zwrotności.

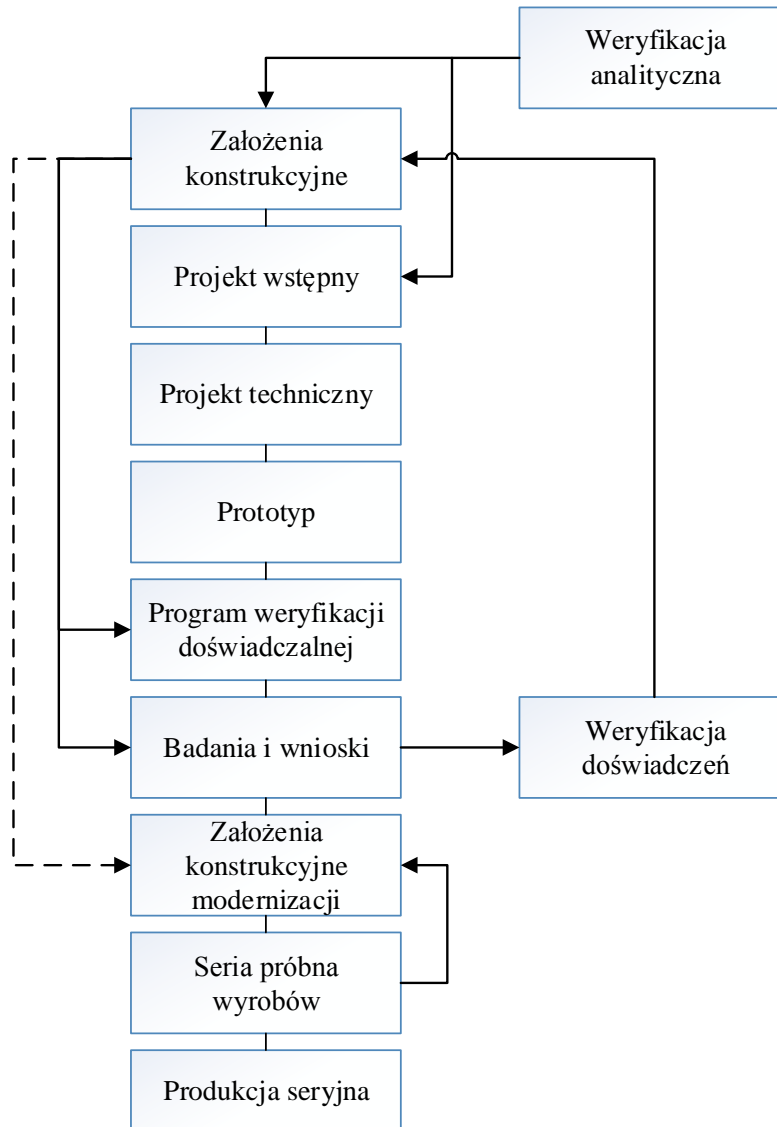
Rozwój konstrukcji samolotów myśliwskich sięga połowy lat 40. XX wieku. Powstające ówczesnie statki powietrzne określano mianem myśliwców pierwszej generacji, które były pionierskimi maszynami tego typu, bazującymi po raz pierwszy w historii na silnikach turboodrzutowych jako jednostce napędowej konstrukcji. Przez ponad pół wieku nieustannego rozwoju konstrukcji tego typu udało się stworzyć współczesne samoloty myśliwskie piątej generacji, których cechą charakterystyczną jest wielozadaniowość (kluczowa cecha samolotów rozwijana od poprzedniej, czwartej generacji) połączona z najnowszymi rozwiązaniami technicznymi (m.in. zdolność do lotów z prędkościami naddźwiękowymi czy technologia stealth opierająca się na zmniejszeniu wykrywalności przez radary).

Rozwój statku powietrznego jest procesem długotrwałym i wielofazowym. Opiera się na cyklu życia, którego elementami są wytwarzanie, eksploatacja i likwidacja. Na rysunku 2 przedstawiono etapy procesu wytwarzania statku powietrznego.

⁵ M. J. Dougherty, *Nowoczesne uzbrojenie lotnicze. Podwieszenie-Technika-Taktyka*, Wyd. MAK 2011, s. 12-14.

⁶ *Ibidem*, s. 12-15.

⁷ J. S. Gotowała, *Bojowe lotnictwo XXI wieku*, Warszawa 2007, s. 54-58.



Rys. 2. Proces wytwarzania samolotu z uwzględnieniem projektowania

Źródło: M. Zebrowski, *Podstawy konstrukcji maszyn. Projektowanie*, Skrypt dla studentów, Politechnika Szczecińska, Szczecin 2011, s. 13.

Projektowanie i konstruowanie statku powietrznego składa się z trzech etapów. Pierwszym z nich jest projektowanie koncepcyjne, w którego ramach przeprowadza się analizę, weryfikację analityczną obejmującą badania rynku, analizy oraz wymagania odbiorców projektowanego statku powietrznego. Następnie ma miejsce przybliżenie warunków organizacyjnych, technicznych etc. wiążących się z realizacją projektu. Po zgromadzeniu informacji następuje wymodelowanie założeń konstrukcyjnych oraz określenie specyfikacji samolotu.

Na podstawie powyższych informacji powstaje projekt wstępny (może on również powstać bezpośrednio po weryfikacji analitycznej na bazie już istniejących konstrukcji), poszerzający i uszczegóławiający projekt koncepcyjny.

Kolejnym etapem jest projektowanie szczegółowe, podczas którego powstaje projekt techniczny bazujący na wcześniej wymienionej specyfikacji. Główne zagadnienia związane z projektowaniem statku powietrznego są na tym etapie rozwiązane.

Po stworzeniu projektu technicznego następuje budowa i badanie prototypów. Ze względu na wysokie koszty produkuje się bardzo małą ich liczbę. Prototypy biorą udział w programie weryfikacji doświadczalnej, mającej na celu ocenę niezawodności, wytrzymałości i innych. Jeśli statek powietrzny pomyślnie przejdzie badania, tworzy się założenia konstrukcyjne modernizacji w celu wydłużenia cyklu życia samolotu (w wypadku niepomyślnego wyniku badań następuje powrót do etapu projektowania koncepcyjnego). Statek powietrzny jest następnie produkowany w serii próbnej wyrobów, w wyniku jego atrakcyjności dla użytkowników i skali zainteresowania podejmuje się decyzję o produkcji seryjnej⁸.

W trakcie eksploatacji statku powietrznego rodzą się możliwości dalszego rozwoju. Wynika to z możliwości zastąpienia pierwotnego, seryjnego modelu na nowy dzięki modernizacji.

Rozwój statków powietrznych, w tym wypadku WSM, jest wypadkową wielu zmiennych począwszy od charakteru zadań, do których realizacji uzbrojenie ma być wykorzystane, po zmieniającą się specyfikę prowadzenia wojen.

Ogólnie dostępne informacje nt. WSM pozwalają określić, z której generacji wywodzi się dany statek powietrzny, czyli stopień jego rozwoju. Informacje te nie będą jednak miały odzwierciedlenia w rzeczywistości, aż do momentu zbadania oraz porównania ich parametrów.

2. JAKOŚĆ WIELOZADANIOWYCH SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH

W celu określenia jakości wielozadaniowych samolotów myśliwskich stosuje się szereg badań i analiz mających na celu sprawdzenie ich niezawodności, sprawności i skuteczności w różnych warunkach. Jako przykład takiego działania można przytoczyć symulację z 2008 roku mającą na celu porównanie samolotu generacji 4++⁹ (Su-35) z samolotem 5-tej generacji (F-35). Innymi środkami do osiągnięcia celu, jakim jest określenie jakości statku powietrznego, są pomiary i obliczenia parametrów za pomocą przyjętych założeń.

2.1. Metoda określania współczynnika ogólnego (WO) jakości WSM

Biorąc pod uwagę wymienione we wstępie kryteria (tj. prędkość, możliwości łądunkowe, zwrotność oraz duże przyspieszenie), w niniejszym podrozdziale nastąpi porównanie kilku wielozadaniowych samolotów myśliwskich oraz opracowanie danych na podstawie współczynnika ogólnego (WO), określającego jakość ogólną samolotu. Następnie na podstawie uzyskanych danych zostanie wymodelowany trend prognostyczny dla samolotów myśliwskich.

By wyliczyć współczynnik ogólny dla wybranych wielozadaniowych samolotów myśliwskich, do trzech czynników (tj. ciągu, masa funkcjonalna oraz prędkość maksymalna) przypisano wartości wag z przedziału od 0 do 1, następująco:

- dla ciągu – 0,9;
- dla masy funkcjonalnej – 0,8;
- dla prędkości maksymalnej – 0,5.

Takie dobranie wag do czynników wynika z hierarchizacji istotności oraz wpływu na ogólną efektywność użytkową samolotów.

Przy liczeniu przyjęto następujący wzór:

⁸ Zob. Z. Klepacki, *Projektowanie i konstrukcja samolotu*, materiały z wykładu, Politechnika Rzeszowska.

⁹ Samoloty generacji 4++ spełniają wymagania samolotów 5-tej generacji, nie zastosowano jednak przy ich konstrukcji rozwiązań technologii *stealth*.

$$WO = 0,9 \times A + 0,8 \times B + 0,5 \times C \quad (1)$$

gdzie:

WO – współczynnik ogólny dla samolotu,

A – ciąg,

B – masa funkcjonalna (masa startowa – masa własna),

C – prędkość maksymalna.

2.2. Określenie WO dla wybranych WSM

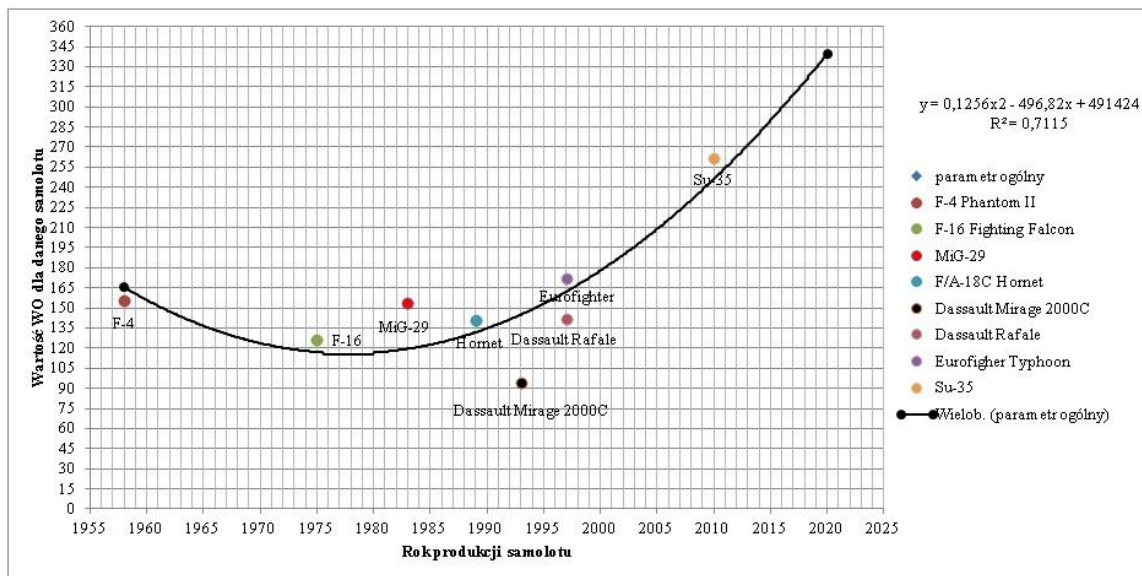
Za pomocą przyjętego wzoru na podstawie parametrów WSM wyliczono WO dla wybranych statków powietrznych. Dane samolotów oraz wielkość WO zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie parametrów wybranych WSM wraz z obliczonym współczynnikiem ogólnym

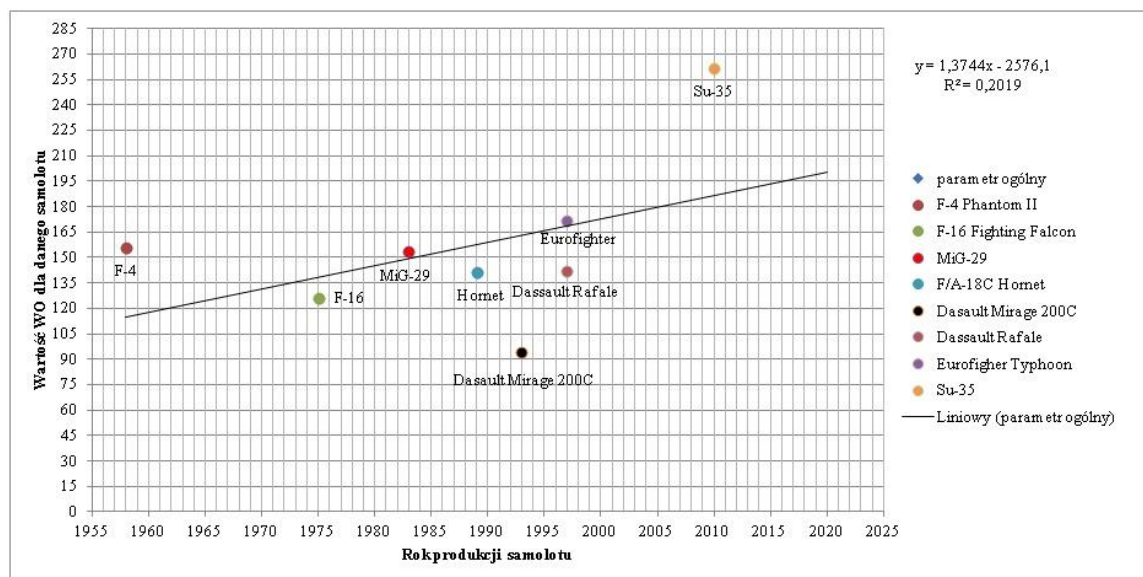
Samolot	Długość [m]	Rozpiętość [m]	Wysokość [m]	Masa własna [kg]	Max masa startowa [kg]	Prędkość max [km/godz]	Zasięg [km]	Ciąg z dopalaniem [kN]	WO
Dassault Rafale	15,30	10,90	5,34	9,600	21,500	2448	3706	2x79,9	142
Dassault Mirage 2000 C	14,55	9,13	5,15	7,600	17,000	1713	1483	95,10	94,29
Eurofighter Typhoon	14,50	10,50	4,00	9,750	21,000	2448	1112	2x90,0	172
F-16	15,03	9,45	5,09	8,762	17,000	<2448	2742	131,60	126
F/A 18 C Hornet	17,07	11,43	4,66	10,455	25,400	2203	3336	2x71,20	141
F-4 Phantom II	19,20	11,77	5,02	13,757	28,030	2448	3184	2x 79,60	156
MiG-29	17,32	11,36	4,73	10,900	18,500	2815	2100	2x81,40	154
Su-35	22,00	15,00	6,00	17,500	34,000	2876	4000	2x137,30	262

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: D. Rendall, *Jane's Aircraft. Lotnictwo. Przewodnik encyklopedyczny*, Poznań 2001, s. 23-80.

Otrzymane wyniki posłużyły do opracowania wykresów przedstawionych na kolejnych rysunkach, prezentujących charakterystykę WO samolotów myśliwskich w funkcji czasu.



Rys. 3. Charakterystyka współczynnika ogólnego (WO) samolotów myśliwskich w funkcji czasu (funkcja kwadratowa)
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 4. Charakterystyka współczynnika ogólnego (WO) samolotów myśliwskich w funkcji czasu (funkcja liniowa)
Źródło: Opracowanie własne.

Na rysunku 3. i 4. zobrazowano graficznie charakterystykę WO samolotów myśliwskich wyprodukowanych w latach 1958-2010.

Przedstawiona na rysunku 3. linia trendu dla samolotów myśliwskich jest długoterminowa. Analizowany przedział czasowy rozciąga się od roku 1958 do roku 2020. Linia trendu określa punkt przesilenia na lata 1975-81, od momentu skonstruowania samolotu F-16. Kształt linii wyraźnie wskazuje na wzrost poziomu i jakości produkowanych samolotów od czasu skonstruowania tego modelu.

Stale rosnąca od 1981 roku linia trendu wskazuje na rosnące parametry samolotów myśliwskich w przyszłości. W 2020 roku WO dla samolotów myśliwskich oscylować

może w granicach 343 punktów WO, co w porównaniu do Su-35 (WO = 262) z roku 2010 jest o 81 punktów WO wyższe w perspektywie 10 lat (wzrost 31%, 3,1%/rok).

Analogiczny wzrost poziomu WO skonstruowanych samolotów zaobserwować można w przypadku Eurofighter Typhoona (WO= 172) i wyżej wspomnianego już Su-35, dla ww. samolotów wyprodukowanych w odstępie 13 lat nastąpił wzrost WO średnio o 90 punktów (wzrost 52%, 4%/rok).

Porównując przeanalizowane okresy czasowe oraz wzrost WO dla poszczególnych samolotów myśliwskich, należy zwrócić uwagę na dziewięcioletni odstęp w produkcji F/A-18C Hornet i Eurofightera, gdzie wzrost WO wynosił tylko 31 punktów, co stanowiło wzrost punktów WO o 22% (2,4%/rok).

Z przeprowadzonej analizy wynika, że postęp technologiczny w obiektach technicznych, jakimi są samoloty myśliwskie, następuje w sposób potężowy.

Zaprezentowana na rysunku 4. linia trendu ze względu na zdecydowanie mniejszy współczynnik dopasowania R^2 jest mniej miarodajna niż linia trendu z rysunku 3., jednakże przedstawia prognozy rosnące dla WO wymienionych samolotów w sposób łagodniejszy.

PODSUMOWANIE

Siły Powietrzne RP są rodzajem SZ odpowiedzialnym za bezpieczeństwo przestrzeni powietrznej RP oraz całego regionu. W strukturze SP występują 3 rodzaje wojsk, które posiadają wydzielone zadania odpowiednio skonkretyzowane do ich przeznaczenia.

Wojska lotnicze wyposażone są obok śmigłowców, samolotów szkolnych i transportowych w samoloty bojowe. Czołowymi samolotami myśliwskimi SP RP są F-16, MiG-29 i Su-22.

Statek powietrzny jako system uzbrojenia należy rozpatrywać holistycznie. Oprócz elementów konstrukcyjnych i ich podzespołów będących tylko stroną stricte techniczną występuje również podsystem wsparcia z czynnikiem ludzkim odpowiedzialny za utrzymanie i obsługę statku powietrznego.

Rozwój statków powietrznych determinowany jest przez wiele czynników, a za jego początek należy przyjąć pierwszy etap projektowania.

W przeciągu ponad 50 lat odnotowano skok technologiczny, który kształtuje współczesne samoloty bojowe. Odejście od przestarzałych elementów konstrukcyjnych i wprowadzenie całkowicie nowych skutkuje zwiększeniem parametrów statków powietrznych. Wykonana analiza porównawcza wielozadaniowych samolotów myśliwskich prognozuje dalszy wzrost ich osiągnięć. Zaproponowany współczynnik ogólny, obrazujący wzrost jakości samolotów myśliwskich może osiągnąć wartość około 340 w roku 2020, co stanowi średni wzrost o 31% w stosunku do roku 2010.

BIBLIOGRAFIA

1. Dougherty M. J., *Nowoczesne uzbrojenie lotnicze. Podwieszenie-Technika-Taktyka*, Wyd. MAK 2011.
2. *Encyklopedia Techniki Wojskowej*, Wyd. MON, Warszawa 1987.
3. Gotowała J. S., *Bojowe lotnictwo XXI wieku*, Warszawa 2007.
4. Gruszka E., *Ochrona granicy państwowej w przestrzeni powietrznej RP. Zadania i prawne podstawy funkcjonowania*, Dowództwo Operacyjne SZ, Warszawa 2013.
5. Klepacki Z., *Projektowanie i konstrukcja samolotu*, Politechnika Rzeszowska, materiały z wykładu.
6. Rendall D., *Jane's Aircraft. Lotnictwo. Przewodnik encyklopedyczny*, Poznań 2001.
7. Strategia Bezpieczeństwa Narodowego RP z 2007 roku.
8. Strona internetowa Dowództwa Generalnego Rodzajów Sił Zbrojnych, <http://dgrsz.mon.gov.pl/sily-zbrojne/kadra-dowodcza/siy-powietrzne-102698/>.
9. Zebrowski M., *Podstawy konstrukcji maszyn. Projektowanie*, Skrypt dla studentów, Politechnika Szczecińska, Szczecin 2011.

THE QUALITY OF MULTIROLE COMBAT AIRCRAFTS – AN EXEMPLARY METHOD TO CALCULATE IT

SUMMARY

The article presents an original method to calculate the quality of multirole combat aircrafts (MRCA) that consists in defining a quality comprehensive ratio of MRCAs based on their selected key parameters that consider different technical merit marks. The author compares a quality comprehensive ratio between selected MRCAs and based on this analysis she attempts to predict development trends of MRCAs to 2020. Moreover, the paper describes construction stages of a MRCA and problem with aircraft's development.

Keywords: *aircraft, multirole combat aircrafts, development trends, the quality of multirole combat aircrafts*