

 Nowa generacja  
samolotów bojowych

| Stealth – czy naprawdę  
niewidzialny?

| Bratobójczy ogień –  
analiza przypadku

# PRZEGLĄD

Cena 10 zł (w tym 8% VAT)  
**nr 1** / 2020  
styczeń–luty

# SIŁ ZBROJNYCH

W O J S K O W Y I N S T Y T U T W Y D A W N I C Z Y



ISSN 2353-1975



POLSKA-ZBROJNA.PL

# POLSKA ZBROJNA

PORTAL INFORMACYJNY I MAGAZYN  
PUBLICYSTYCZNY O POLSKIEJ ARMII



ZAMÓW PRENUMERATĘ  
TEL. +48 261 840 400

WOJSKO  
POLSKIE

*Twoja armia – Twoja duma!*

*Polecamy!*

*Izabela Borańska-Chmielewska, redaktor naczelna magazynu  
Anna Putkiewicz, redaktor naczelna portalu*



**wiw**

WOJSKOWY INSTYTUT  
WYDAWNICZY  
Aleje Jerozolimskie 97  
00-909 Warszawa  
e-mail: psz@zbrojni.pl

Dyrektor Wojskowego  
Instytutu Wydawniczego:  
MACIEJ PODCZASKI  
e-mail: sekretariat@zbrojni.pl  
tel.: 261 845 365, 261 845 685  
faks: 261 845 503

Redaktor naczelny:  
IZABELA BORAŃSKA-CHMIELEWSKA  
tel.: 261 840 222  
e-mail: ibc@zbrojni.pl

Redaktor wydawniczy:  
KRZYSZTOF WILEWSKI  
tel.: 261 845 186

Redaktor prowadzący:  
płk w st. spocz. dr JAN BRZOZOWSKI  
tel.: 261 845 186

Opracowanie redakcyjne:  
MARYLA JANOWSKA,  
KATARZYNA KOCOŃ

Opracowanie graficzne:  
WYDZIAŁ SKŁADU  
KOMPUTEROWEGO I GRAFIKI WIW

Opracowanie infografik:  
PAWEŁ KĘPKA

Kolportaż i reklamacje:  
Punkt Pocztowy Włocławek  
ul. Duninowska 9a  
87-823 Włocławek  
elzbieta.kurlapska@poczta-polska.pl  
tel. 885 870 509, kom. 502 012 187

Druk: ARTDRUK  
ul. Napoleona 2  
05-320 Kobyłka

Zdjęcie na okładce:  
MARIAN JĘDRYCH  
LOTNICZA AKADEMIA WOJSKOWA

Zasady przekazywania redakcji magazynu „Przegląd  
Sił Zbrojnych” materiałów tekstowych i graficznych  
opisuje regulamin dostępny na stronie głównej  
portalu polska-zbrojna.pl.

# Szanowni Czytelnicy!

**Krzysztof Wilewski**

Kiedy w 1921 roku włoski generał Giulio Douhet opublikował rozprawę pt. *Il dominio dell' aria (Panowanie w powietrzu)*, wielu wojskowych ekspertów, zapoznając się z jego analizami, pukało się, mówiąc kolokwialnie, w czoło. Któż bowiem tuż po zakończeniu I wojny światowej, w której dominującą rolę odegrały artyleria i piechota, a walki toczono tak „dynamicznie”, że przesunięcie frontu o kilka kilometrów traktowano w kategoriach ogromnego sukcesu, poparłby tezę, że już niedługo to lotnictwo będzie górować nad pozostałymi rodzajami sił zbrojnych. Natomiast dobrze przygotowana flota ciężkich bombowców będzie eliminować przeciwnika z wojny.

Dziś nikt nie ma wątpliwości, że Douhet miał rację. Może poza założeniem dotyczącym zasadności bombardowania ludności cywilnej (włączając w to broń chemiczną). Kolejna wojna światowa udowodniła dominującą pozycję lotnictwa na polu walki, a konflikty po 1945 roku ją potwierdziły.

W niniejszym numerze „Przeglądu Sił Zbrojnych” znajdą Państwo kilkanaście artykułów poświęconych lotnictwu wojskowemu, w tym jego zadaniom oraz wyzwaniom, z jakimi mierzy się obecnie i przed jakimi stanie w przyszłości. Szczególnie chciałbym polecić uwagę opracowania: płk. dr. hab. inż. Adama Wetoszki oraz ppłk. dr. Andrzeja Truskowskiego, którzy omówili samoloty nowej generacji, ppłk. rez. pil. mgr. Mariusza Pawelca, który przeanalizował przebieg współczesnej walki powietrznej, ppłk. dr. inż. Andrzeja Truskowskiego, przybliżającego zagadnienie samolotów wykonanych w technologii *stealth*, oraz mgr Aleksandry Radomskiej, która zajęła się tematem rozwoju satelitarnej radionawigacji lotniczej.

Z pozostałych artykułów chciałbym Czytelnikom PSZ gorąco polecić pracę ppłk. pil. w st. spocz. Macieja Kamyka, poświęconą historii zestrzelenia samolotu F-117, a także analizę rodzimej floty wojennej, której podjął się kmdr ppor. Grzegorz Kolański.

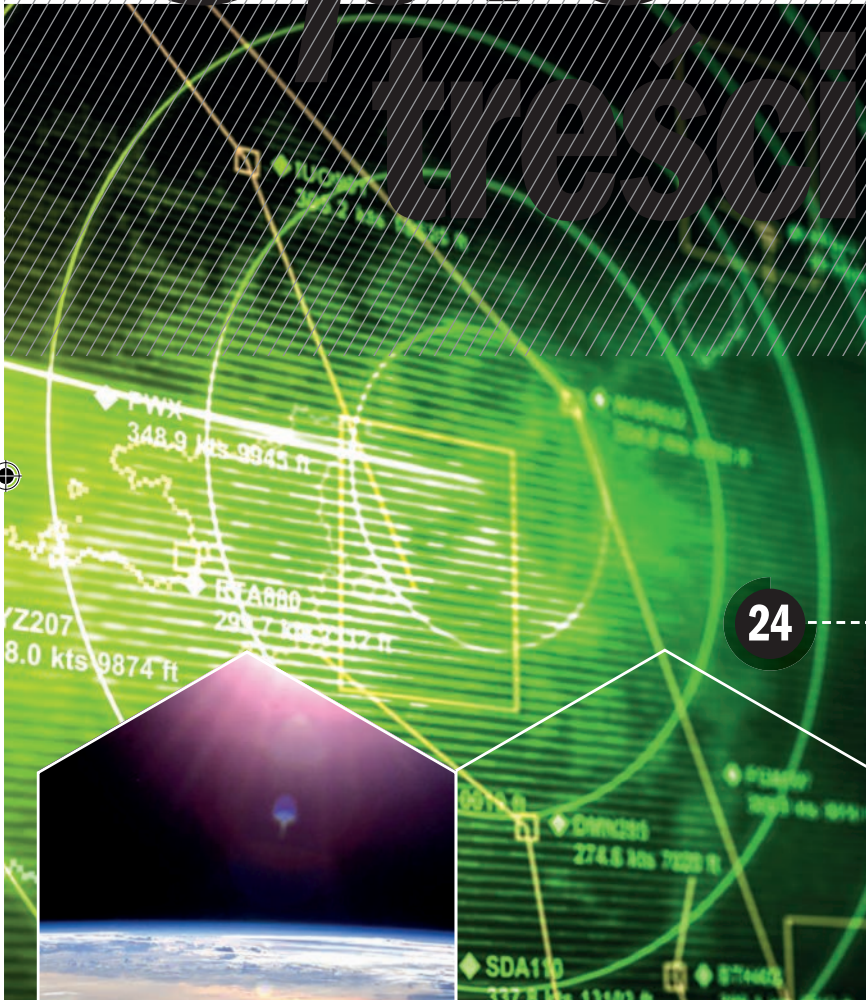
Życzę miłej lektury.





nr **1** / 2020

# Spis



24

60

## TEMAT NUMERU – LOTNICTWO

płk dr hab. inż. Adam Wetoszka,  
ppłk dr inż. Andrzej Truskowski

### 8 **NOWA GENERACJA SAMOLOTÓW BOJOWYCH**

ppłk rez. pil. mgr Mariusz Pawelec

### 19 **WSPÓŁCZESNA WALKA POWIETRZNA – JAKA?**

ppor. pil. mgr inż. Magdalena Franczak  
ppłk dr inż. Andrzej Truskowski,

### 24 **UTRUDNIĆ WYKRYCIE**

ppłk dr inż. Andrzej Truskowski

### 36 **STEALTH – CZY NAPRAWDĘ NIEWIDZIALNY?**

ppłk dr inż. Andrzej Truskowski,  
ppor. pil. mgr inż. Magdalena Franczak

### 44 **SAMOLOTY O ZMNIJSZONEJ SKUTECZNEJ POWIERZCHNI ODBICIA**

ppłk dr Dariusz Bogusz

### 54 **STATKI POWIETRZNE SZKOŁY ORLĄT**

mgr Aleksandra Radomska

### 60 **ROZWÓJ SATELITARNEJ RADIONAWIGACJI LOTNICZEJ**

por. dr inż. pil. Emil Augustyn

### 73 **ZARZĄDZANIE RYZYKIEM ZAGROZEŃ – CZAS NA ZMIANY**

mgr Hanna Dzido

### 84 **REGULACJE PRAWNE DOTYCZĄCE BSP**





## KONKURS – NAJLEPSZY ARTYKUŁ

mjr dypl. SZRP Rafał Sawicki  
**94 PRZESTRZEŃ POWIETRZNA  
W CZASIE POKOJU I WOJNY**

94



## SZKOLENIE

ppłk mgr Piotr Puchała  
**102 MODA CZY  
KONIECZNOŚĆ?**

kmr por. mgr inż. Wiesław Jabłoński  
**108 TAKTYCZNA  
ŁĄCZNOŚĆ RADIOWA**

108



płk rez. Tomasz Lewczak  
**114 NASZA OBECNOŚĆ  
NA ŁOTWIE**

mjr lek. Andrzej Pielowski  
**118 SŁUŻBY MEDYCZNE  
W STREFACH SKAŻEŃ**

118



## DOŚWIADCZENIA

kmr ppor. Grzegorz Kolański  
**130 ROZWAŻANIA  
PO 100-LECIU**

ppłk mgr Andrzej Królikowski  
**140 BRATOBÓJCZY OGIEN –  
ANALIZA PRZYPADKU**

płk rez. Tomasz Lewczak  
**150 WSPIERANIE  
UKRAINY**

Przemysław Miller  
**155 MNOGOŚĆ ZASTOSWAŃ**

ppłk pil. w st. spocz. Maciej Kamyk  
**160 TRAFIĆ NIEWIDZIALNEGO**

160





# BOMBA LOTNICZA Mk 82

ODŁAMKOWO-  
BURZĄCA,  
SWOBODNIE  
OPADAJĄCA

- **WYMIARY:**
  - DŁUGOŚĆ – 1480 MM
  - ŚREDNICA – 273 MM
- **MASA – 227 KG**
- **MASA ŁADUNKU WYBUCHOWEGO – 87 KG**
- **RODZAJ ŁADUNKU WYBUCHOWEGO – TRITONAL, TNT, COMP B LUB INNE KOMPOZYCJE MW**
- **ZAPALNIKI: M904-M905, FMU-139, FMU-152, FBM 21, ID 260**

**MOŻE BYĆ WYPOSAŻONA W ZESTAWY PRECYZYJNEGO NAPROWADZANIA: PAVEWAY, JDAM, AASM, LIZARD. STANOWI UZBROJENIE SAMOLOTÓW: F-18, AMX, TORNADO, JAS-39 GRIPEN, HAWK, EUROFIGHTER TYPHOON, F-15, F-16, MIRAGE 2000, F-111, AV8.**

**PRODUCENT: ZAKŁADY CHEMICZNE NITRO-CHEM SA (NA LICENCJI FIRMY RWM ITALIA SP. A).**

# Nowa generacja samolotów bojowych

PRACE ANALITYCZNO-KONCEPCYJNE I PROJEKTOWE NAD NOWYMI KONSTRUKCJAMI ZAŁOGOWYCH PLATFORM LATAJĄCYCH SKUTKUJĄ TYM, ŻE BĘDĄ ONE DYSPONOWAŁY MOŻLIWOŚCIAMI, KTÓRYCH NIE MAJĄ WSPÓŁCZESNE STATKI POWIETRZNE SIŁ POWIETRZNYCH WIELU PAŃSTW.

płk dr hab. inż. Adam Wetoszka, ppłk dr inż. Andrzej Truskowski



Adam Wetoszka jest profesorem w Katedrze Taktyki i Uzbrojenia Wydziału Lotnictwa Lotniczej Akademii Wojskowej.

Wiek XXI charakteryzuje się tym, że odchodzi się od klasycznych samolotów myśliwskich na rzecz samolotów wielozadaniowych, łączących wszystkie cechy myśliwca. Mających ponadto możliwość atakowania celów naziemnych przeciwnika.

Aby orientować się w ewolucji konstrukcji samolotów oraz w koncepcjach ich wykorzystania w walce, wprowadzono pojęcie „generacja”. O zakwalifikowaniu konkretnego samolotu do określonej generacji decydują zastosowane w nim technologie oraz rozwiązania techniczno-konstrukcyjne.

## TYTUŁEM WPROWADZENIA

Generacje samolotów bojowych są liczone od czasów II wojny światowej, a dokładnie – od pojawienia się samolotów odrzutowych. Pierwszą zapoczątkował zupełnie wówczas nowatorski i po raz pierwszy użyty w działaniach bojowych Messerschmitt Me 262 Schwalbe. Samoloty o podobnych parametrach były używane przede wszystkim w czasie wojny koreańskiej, gdzie doszło do pierwszych walk powietrznych między maszynami odrzutowymi. Samoloty myśliwskie 1. generacji przypominały zaawansowane maszyny z napędem tłokowym. Główną różnicę stanowił rodzaj zastosowanego silnika i osiągnięta prędkość. Konflikt ten pozwolił jednak na uzyskanie wielu praktycznych doświadczeń (F-86 Sabre, MiG-15), w wyniku których na świecie pojawiły się maszyny 2. generacji, wyposażone w samonaprowadzające się

na podczerwień kierowane pociski rakietowe powietrze–powietrze. Miały one wydłużone kadłuby i cienkie skrzydła w porównaniu z poprzednikami oraz rozwijały dużą prędkość ponaddźwiękową (F-104 Starfighter, MiG-21, Mirage III).

Lata sześćdziesiąte uważa się za początek rozwoju maszyn 3. generacji (F-4 Phantom II, MiG-23, Mirage F1). Ich głównym wyróżnikiem było wprowadzenie udoskonalonych kierowanych pocisków rakietowych powietrze–powietrze jako głównej broni do walki powietrznej. Obiekty naziemne mogły być przez nie zwalczane także za pomocą pocisków kierowanych oraz laserowo naprowadzanych bomb. Generacja ta wiązała się ponadto z dalszym rozwojem awioniki, stacji radiolokacyjnych i systemów walki radioelektronicznej. Kolejna 4. generacja pojawiła się wkrótce, w latach bowiem siedemdziesiątych. Samoloty te miały nad poprzednikami przewagę w odniesieniu do manewrowości, uzyskaną dzięki wprowadzeniu nowych form aerodynamicznych i aktywnego układu sterowania (*fly-by-wire*). Pojawiły się też komputery i cyfrowe biblioteki danych. Jej typowymi przedstawicielami są myśliwce F-15 Eagle, F-16 Fighting Falcon, Su-27, MiG-29 i Mirage 2000.

Generacja 5. była związana przede wszystkim z wprowadzeniem technologii utrudnionego wykrycia (*stealth*) i zaawansowanych materiałów konstrukcyjnych (kompozytów) do produkcji płatowca, z zastosowaniem wewnętrznej komory uzbrojenia



Andrzej Truskowski jest kierownikiem Katedry Taktyki i Uzbrojenia Wydziału Lotnictwa Lotniczej Akademii Wojskowej.



**F-35 Lightning II,**  
prawdziwy koń roboczy  
w konfliktach o małej  
intensywności, a także  
w wojnie globalnej, gdyby  
takowa wybuchła.

NIAL BRADSHAW / USAF

i – oczywiście – z dalszym rozwojem awioniki i lotniczych środków bojowych. Pierwszy myśliwiec tej klasy – F-22A Raptor miał zostać wprowadzony do linii na początku lat dziewięćdziesiątych. Jednak koniec zimnej wojny, kłopoty techniczne i brak „godnych” przeciwników sprawił, że w służbie pojawił się dopiero w 2005 roku. Między 1990 a 2010 rokiem powstało wiele maszyn określanych jako generacja 4,5. Takie samoloty, jak Gripen, Rafale, Eurofighter czy (będący w uzbrojeniu polskich sił powietrznych) F-16 Block 52+, wykorzystują wiele rozwiązań właściwych maszynom 5. generacji (m.in. doskonalsze materiały użyte do ich budowy, lepsza awionika i sprawniejsze lotnicze środki bojowe), lecz jednocześnie nie mają zaawansowanych własności *stealth* czy też wewnętrznych komór uzbrojenia.

Sytuacja zaczęła się zmieniać na przełomie pierwszej i drugiej dekady XXI wieku, kiedy prototypy maszyn 5. generacji zaprezentowały Federacja Rosyjska (PAK FA), a potem Chińska Republika Ludowa (J-20, J-31). O własnych programach zaawansowanych myśliwców mówi się także w Japonii, Korei Południowej i Indiach, a ciekawą – choć budzącą wątpliwości – makietę zaprezentował nawet Iran.

F-35 może więc wkrótce przestać być ekskluzywną maszyną zapewniającą Stanom Zjednoczonym niemal absolutną dominację w powietrzu<sup>1</sup>.

### POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI

Ogólnie przyjmuje się, że podstawowym kryterium oceny samolotów bojowych są ich parametry taktyczno-techniczne, możliwości bojowe, cena i inne wskaźniki. Tymczasem poszczególne państwa, planując ich zakup, najczęściej kierują się zupełnie innymi kryteriami. Nawet możliwości bojowe są oceniane inaczej. Nie porównuje się bowiem parametrów bezpośrednio, lecz w odniesieniu do poszczególnych, opracowanych wcześniej, wymagań taktyczno-operacyjnych. Wymagań, które wiążą się najczęściej z przyjętą doktryną obronną, strategią bezpieczeństwa i wynikającą z niej koncepcją użycia lotnictwa.

Żałujemy, zupełnie hipotetycznie, że jakieś państwo określiło przed pozyskaniem perspektywicznego samolotu wielozadaniowego wymaganie dotyczące jego zasięgu na 2500 km. Jeden z potencjalnych kandydatów ma zasięg 4500 km, a drugi – 3000 km. Który jest lepszy? Na pierwszy rzut oka wydawać by się mogło, że ten o większym zasięgu. Tymczasem tak nie jest. Lepszy jest właśnie ten, który dysponuje zasięgiem 3000 km, gdyż za większy o 1500 km (50%) zasięg trzeba dodatkowo zapłacić. Nie tylko w sensie finansowym (koszty pozyskania i eksploatacji), lecz także

większej masy i rozmiarów (czyli również skutecznej powierzchni odbicia) itp. Oczywiście, powiedziałby ktoś, że większy zasięg jest zawsze przydatny. Jeżeli tak, należy to zaznaczyć w wymaganiach. W przeciwnym razie brak tej informacji może zostać odczytany, że po prostu większy zasięg nie jest potrzebny lub prawdopodobnie użyteczny będzie sporadycznie. Przy okazji nabywca zyska na tym, że chociażby za podobne środki finansowe może nabyć więcej samolotów o mniejszym zasięgu.

To zaledwie jeden z przykładów, który potwierdza pewną regułę. Właśnie dlatego na rynku pojawiają się różnorodne samoloty. Wydaje się więc, że nie warto inwestować w zbędne możliwości. Nie chodzi tu tylko o środki finansowe, lecz także o aspekty taktyczne (bojowe). Swego czasu zachwycono się możliwościami bojowymi i parametrami taktyczno-technicznymi (osiągami) radzieckich samolotów. Tysiące widzów podziwiała na pokazach (również w naszym kraju) *kobry*, *dzwony* czy nawet katapultowania, gdy pilot nieco przesadził, chcąc owe możliwości jeszcze bardziej wyeksponować<sup>2</sup>.

Tymczasem w realnych konfliktach samoloty te były najczęściej zestrzelwane i to niemal wyłącznie na średniej wysokości, zanim zdążyły swoją „niezwykłą” manewrowością zaskoczyć przeciwnika. Decydowały o tym bowiem rozbudowane pole informacyjne załogi, możliwości systemu kierowania ogniem itp.

Dlatego też obecnie kolejne generacje statków powietrznych znajdują się w kręgu zainteresowania biur projektowych, jednak w konsekwencji do wyposażenia sił powietrznych poszczególnych państw świata wchodzi w stosunkowo wolnym tempie. Przykładem może być 5. generacja samolotów, której prekursorem, jeszcze w czasach zimnej wojny, był samolot F-22 Raptor. Wyzaczył on pewien, obowiązujący dotychczas, standard dla samolotów kolejnej generacji. Standard ten stanowi współzależność technologii *stealth*, nowoczesnej awioniki, przewagi informacyjnej oraz nowoczesnych systemów kierowania uzbrojeniem.

Jak to wygląda obecnie i jak będzie wyglądało w perspektywie jednej czy dwóch najbliższych dekad w poszczególnych państwach i regionach świata?

### STANY ZJEDNOCZONE

Państwo to wyznacza światowe standardy w konstruowaniu samolotów bojowych. Dzieje się tak między innymi dlatego, że na ich budowę przeznaczają olbrzymie środki finansowe i to od wielu lat. Ponadto USA dysponują potężnym zapleczem ekonomicznym i technologicznym.

1 Więcej: M. Szopa, *Ucieczka do przodu. Samoloty bojowe przyszłości*, „Lotnictwo” 2013 nr 6.

2 Przykładów tego typu można podać co najmniej kilka, między innymi zdarzenie z 12 czerwca 1999 roku na paryskim lotnisku Le Bourget. Otóż w czasie pokazów akrobacji lotniczych na rosyjskim samolocie wielozadaniowym Su-30MK podczas wykonywania tzw. korkociągu załoga źle oceniła wysokość lotu i samolot, zaczepiając ogonem o ziemię, się zapalił. Załoga się katapultowała. Z kolei 27 lipca 2002 roku podczas pokazów lotniczych we Lwowie samolot Su-27 w czasie wykonywania lotu nurkowego runął na ziemię prosto w tłum obserwujących pokazy publiczności. Zginęło 85 osób, a ponad 200 zostało rannych. Więcej: J. Liwiński, *Uskoczyć śmierci*, „Polityka”, 10.08.2002.

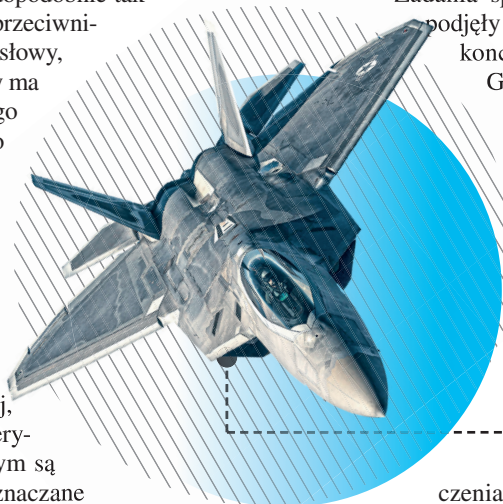
W Stanach Zjednoczonych opracowano koncepcję „dominacji z powietrza”<sup>3</sup>, czyli rozwiązywania ograniczonych lokalnych konfliktów zbrojnych zgodnie z własnymi interesami. W myśl jej zapisów wykonanie selektywnych uderzeń lotniczych niekiedy w połączeniu z użyciem wojsk specjalnych oraz niewielkich manewrowych jednostek wojsk lądowych przy zminimalizowaniu strat własnych może spowodować uzyskanie przewagi jakościowej, prawdopodobnie także ilościowej nad każdym przeciwnikiem na świecie<sup>4</sup>. Innymi słowy, amerykański samolot bojowy ma z założenia pokonać każdego przeciwnika powietrznego oraz każdy system obrony powietrznej, zachowując zdolność do precyzyjnego rażenia celu naziemnego, w tym także umocnionego, w dowolnych: warunkach atmosferycznych, porze do-  
 by i rejonie świata<sup>5</sup>.

Nie oznacza to bynajmniej, że wymagania stawiane amerykańskim samolotom bojowym są nieograniczone. Są one wyznaczone możliwościami potencjalnego przeciwnika, przy czym poprzeczkę stawia się tutaj niezmiernie wysoko, ale nie podnosi w nieskończoność.

Do niedawna najbardziej zaawansowanym technologicznie samolotem taktycznym US Air Force był F-22 Raptor. Nie jest to maszyna wielozadaniowa, lecz wyspecjalizowana myśliwska. Obecnie jego miejsce ma zająć F-35 Lightning II, prawdziwy koń roboczy w konfliktach o małej intensywności, a także w wojnie globalnej, gdyby takowa wybuchła. Wydaje się, że samolot ten doskonale wpisuje się w doktrynę militarną państwa, dysponuje bowiem wszechstronnymi możliwościami zarówno zwalczania celów powietrznych, jak i naziemnych. F-35 jest samolotem bojowym, w którym wdrożono zasadę walki według koncepcji pętli (Observe, Orient, Decide and Act – OODA). Zgodnie z nią Lightning II ma obserwować otoczenie, sam będąc niezauważony, automatycznie wykrywać i śledzić cele, a jego awionika dokonywać fuzji informacji, które podpowiedzą pilotowi, jaką podjąć najlepszą decyzję i utrzymać jego koncentrację na celach, a nie na kontrolowaniu samolotu<sup>6</sup> (rys. 1).

W 2016 roku siły powietrzne Stanów Zjednoczonych opublikowały studium *Air Superiority*, w którym wskazano na potrzebę posiadania w czwartej dekadzie XXI wieku nowoczesnej platformy bojowej,

nazwanej roboczo Penetrating Counter Air lub F-X. W myśl założeń oczekuje się, że następca F-22 będzie nie tyle konkretnym typem statku powietrznego, ile elementem działającym w sieci systemów bojowych i rozpoznawczych. Koncepcja zakłada zwiększenie jego możliwości przestrzennych oraz przenoszonego (w wewnętrznych komorach) ładunku bojowego w porównaniu do F-22.



Zadania sprostaniu nowemu wyzwaniu podjęły się największe amerykańskie koncerny zbrojeniowe (Northrop Grumman, Boeing i Lockheed Martin), w myśl którego istotą przyszłych działań sieciocentrycznych będzie odporność platformy na cyberataki. Niezbędne zatem będzie instalowanie systemów antywirusowych, które byłyby zdolne nie tylko do zatrzymania ewentualnego ataku, lecz także do ograni-

**Do niedawna najbardziej zaawansowanym technologicznie samolotem taktycznym US Air Force był F-22 Raptor.**

czenia jego skutków, by ewentualny atak wyrządził jak najmniejsze szkody.

Przewiduje się zatem konieczność współpracy samolotów załogowych z szeregiem autonomicznych platform bezzałogowych, które dzięki zainstalowanym elementom sztucznej inteligencji byłyby zdolne do „uczenia się” i podjęcia decyzji w czasie rzeczywistym, ewoluując i adaptując się do aktualnej sytuacji taktycznej. W takim przypadku człowiek pełniłby jedynie rolę dowódcy misji, kierując walką rojów zautomatyzowanych robotów bez potrzeby brania udziału w bezpośrednim starciu.

Kolejnym ciekawym pomysłem jest rewolucyjny system zarządzania ciepłem generowanym przez napęd i awionikę oraz jego dystrybucji. Obecnie ciepło trzeba usunąć (obniżyć temperaturę) z pokładu samolotu ze względu na jego negatywny wpływ na efektywność urządzeń i integralność konstrukcji. Jednak jego emisja na zewnątrz stanowi ogromne zagrożenie na polu walki, umożliwiając wykrycie samolotu przez sensory obserwacji w podczerwieni oraz pasywne nrowadzanie pocisków rakietowych przeciwnika. Jedną z idei dotyczy przetwarzania emitowanego wewnątrz samolotu ciepła w celu wykorzystania go w innowacyjny sposób, na przykład do produkcji energii elektrycznej zasilającej broń energetyczną. Obecnie lasery nie mają możliwości pracy z pełną mocą między innymi ze względu na duże zapotrzebo-

3 Więcej: W. Michalak, *Dominiacja w powietrzu i z powietrza*, „Zeszyty Naukowe AON” 2013 nr 3, s. 204–217.

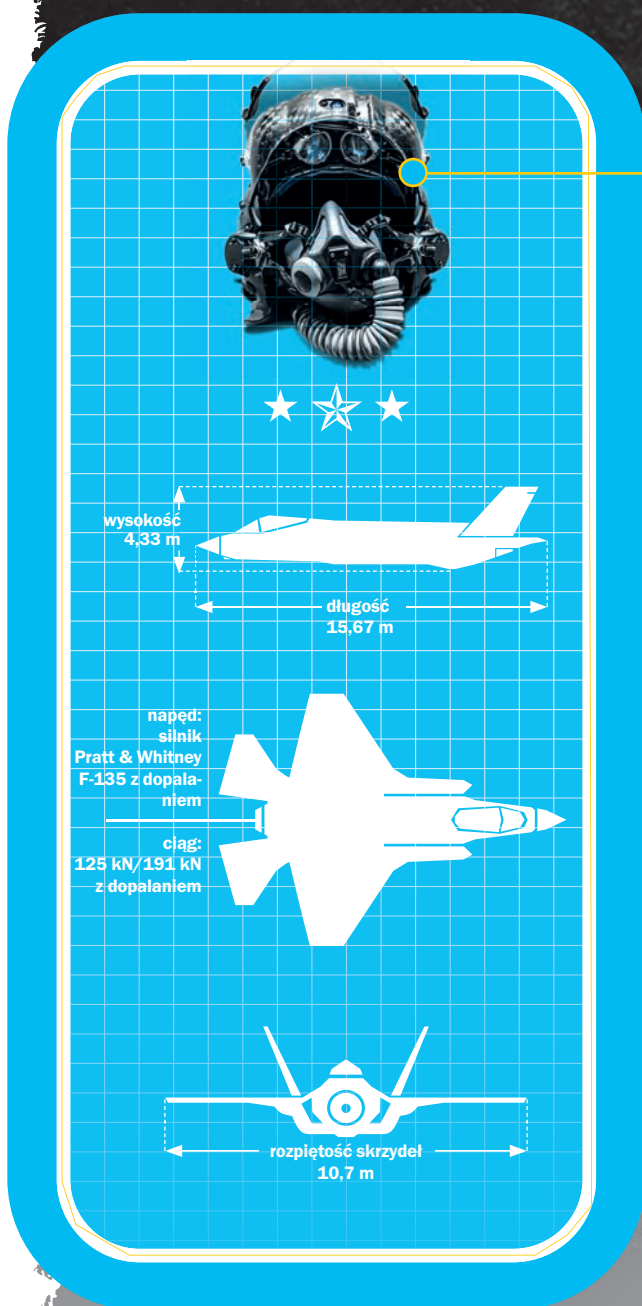
4 Więcej: R. Szpyra, *Doktryna powietrzna USA: wybrane treści*, AON, Warszawa 2003. Zob. także: J. Gotowała, *Perspektywy rozwoju lotnictwa wojskowego i wykorzystania kosmosu*, Warszawa 2012.

5 Zob. J. Gruszczyński, *Wielozadaniowe samoloty bojowe XXI wieku*, „Lotnictwo Wojskowe” 2002 nr 3, s. 7.

6 Zob. J. Gryzik, *Lockheed Martin F-35 Lightning II*, „Lotnictwo” 2015 nr 12, s. 16–18.

# F-35

## RYS. 1. CHARAKTERYSTYKA BOJOWA<sup>7</sup>



### POSZCZEGÓLNI KONKURENCI F-35

MAJĄ JEDYNIĘ CZĘŚĆ JEGO CECH, ŻADEN – WSZYSTKIE. NIEKTÓRE SAMOLOTY (RAFALE, EUROFIGHTER-TYPHOON, SUPER HORNET CZY Su-30MK) PRZEWYŻSZAJĄ GO ZASIĘGIEM I TAKTYCZNYM PROMIENIEM DZIAŁANIA, ALE JEST TO JEDYNA ICH PRZEWAGA. WIELE PAŃSTW WYZNACZA JEDNAK GRANICE ZASIĘGU NA 3000–3500 KM (CO WIĄŻE SIĘ Z TAKTYCZNYM PROMIENIEM DZIAŁANIA).

### Hełm

Wykonany jest z karbonowych włókien oraz kevlaru. Zintegrowany z hełmem wyświetlacz HMDS odwzorowuje obraz otoczenia zgodnie z ruchami głowy pilota.

### Uzbrojenie

Są to pociski klasy powietrze–powietrze i powietrze–ziemia. Pierwsze z nich to pociski rakietowe AIM-120C-5 AMRAAM i AIM-9X Super Sidewinder oraz AIM-132 ASRAAM<sup>8</sup>, umieszczone w komorach wewnętrznych. Drugie z kolei to w zależności od atakowanego obiektu (grupy obiektów) niemal wszystkie typy stosowanego uzbrojenia umożliwiające wykonanie ataku na dowolny cel naziemny (w tym umocniony) lub nawodny z użyciem bomb i pocisków rakietowych z różnorodnymi systemami kierowania (laserowym, telewizyjnym, termowizyjnym, INS, INS/GPS)<sup>9</sup>. Z wykorzystaniem pocisków AGM-158 JASSM możliwy jest także atak spoza zasięgu systemu OPL obiektu ataku.

Udźwignienie uzbrojenia:  
**8100 kg**

bomby jądrowe B-61  
bomby kierowane Paveway

<sup>7</sup> Ibidem. Zob. także: J. Gruszczyński,

Wielozadaniowe samoloty..., op.cit., s. 8–9.

<sup>8</sup> F-35 JSF Weapon Carriage Capacity, aerospaceweb.org.

<sup>9</sup> Ibidem.

### System kierowania ogniem

Składa się z nowoczesnego systemu radiolokacyjnego wyposażonego między innymi w aktywną antenę pracującą na wielu zakresach jednocześnie; zapewniającego: równoległe atakowanie celów naziemnych przy równoczesnej obserwacji celów powietrznych; sporządzanie mapy terenu; analizowanie sytuacji radioelektronicznej itp. Całość uzupełnia rozbudowany system obserwacji elektrooptycznej z czujnikami umieszczonymi wokół samolotu (kamera termowizyjna, stacja laserowa itp.), pełniący jednocześnie funkcję urządzeń obserwacyjnych, celowniczych i ostrzegających przed zbliżającymi się pociskami.

### Silnie rozbudowane pole informacyjne

Dostępność do zewnętrznych źródeł informacji o przeciwniku powietrznym, naziemnym i nawodnym.

Bardzo wysoki stopień integracji pokładowego systemu awioniki z wykorzystaniem komputerów o wysokiej mocy obliczeniowej, co zapewnia przenikanie się informacji z różnych źródeł, a także ich zautomatyzowaną analizę; poza tym przedstawianie pilotowi przede wszystkim wniosków z oceny sytuacji, a nie jak dotychczas „bezsmyślnego” zobrazowania samej sytuacji.

### Utrudniona wykrywalność

Wysoki stopień zastosowania technologii *stealth*, tzw. szepcząca stacja radiolokacyjna oraz dodatkowe pasywne środki obserwacji.

## Załoga: pilot

Opracowanie własne na podstawie: F-35 JSF  
Weapon Carriage Capacity, aerospaceweb.org.

USAF, P.K./DZIAŁ GRAFICZNY

wanie na energię. Jest to jeden z podstawowych aspektów, który czyni proponowane rozwiązanie perspektywiczne<sup>10</sup>. Z powodu niejawnego charakteru dotychczasowych badań nie wiadomo, w jakim czasie samolot zostanie zaprezentowany opinii publicznej, a tym bardziej wykona swój pierwszy lot. Wydaje się jednak, że ze względu na stan zaawansowania prac koncepcyjno-analitycznych, technologicznych i projektowych wejście do służby tej platformy w latach trzydziestych XXI wieku jest mało realne.

#### EUROPA ZACHODNIA – NATO

Zachodnioeuropejskie państwa chcą odgrywać coraz większą rolę w świecie, otwarcie wyznaczając sobie pole do rywalizacji na płaszczyźnie ekonomiczno-gospodarczej, a także, jak się wydaje, i militarnej. Według założeń strategicznych ich przeciwnikami mogą być różne kraje – czy to w konflikcie globalnym, czy też wynikającym z interesów państw członkowskich NATO lub też w ramach wspólnych operacji prowadzonych poza tradycyjnym obszarem odpowiedzialności Sojuszu. Wydaje się, że ich ambicją jest wyposażenie swoich sił zbrojnych w samolot własnej, europejskiej konstrukcji. Ze względu na to, że to ostatnie wymaganie wydaje się wyraźnie górować nad innymi, to i pozostałe zostały poświęcone na rzecz wspierania rodzimego przemysłu. Powstaje zatem specyficzna sytuacja, w której wymagania stawiane samolotowi są określane pod naciskiem wpływowych państwowych koncernów. Innymi słowy, zawierają nie to, co jest potrzebne, lecz to, co może przemysł i (przede wszystkim) na czym może zarobić.

Nie wszystkie państwa akceptują taki stan rzeczy. Francja, która zamierza odgrywać dominującą rolę w niektórych rejonach świata, przewiduje samodzielne prowadzenie działań w ograniczonym konflikcie bez pomocy innych państw<sup>11</sup>. Także w razie obrony własnych granic w mniejszym stopniu niż pozostałe państwa liczy na pomoc sojusznika zza oceanu. Efektem tego są zwiększone wymagania dotyczące konstrukcji wielozadaniowego samolotu bojowego i jego możliwości bojowych, w których dominują (podobnie jak w przypadku F-35) funkcje uderzeniowe. Wymagania obejmują utrudnioną wykrywalność, poszerzenie pola informacyjnego pilota, wyposażenie samolotu w wysokiej klasy urządzenia celownicze i nawigacyjne zintegrowane w jeden system, a także nowoczesne uzbrojenie umożliwiające pełnienie wszystkich rodzajów misji bojowych w każdych warunkach atmosferycznych, jak również niezależnie od pory doby.

W państwach Europy Zachodniej powstały zatem dwie odmienne konstrukcje. Pierwsza z nich, francu-

ski Rafale, nieznacznie tylko ustępuje pod względem zdolności bojowych F-35. Możliwości samolotu w odniesieniu do utrudnionego wykrycia zostały częściowo ograniczone brakiem wewnętrznych komór uzbrojenia oraz koniecznością jego przenoszenia na podwieszaniach zewnętrznych. Większy jest natomiast zasięg oraz sporo taktycznych promieni działania w różnych konfiguracjach. Mniej rozbudowane są systemy elektrooptyczne oraz walki radioelektronicznej. Nieznacznie mniejszy jest też stopień integracji pokładowego systemu awioniki, o czym świadczy większe wyspecjalizowanie poszczególnych urządzeń. Nie licząc tych niewielkich różnic, Rafale plasuje się zaraz za F-35, a pod niektórymi względami nawet go przewyższa (możliwości przestrzenne, udźwig uzbrojenia)<sup>12</sup>.

Druga konstrukcja – Eurofighter-Typhoon – jest samolotem o zdecydowanie mniejszych możliwościach. Maszyna wyraźnie odstaje od wyznaczonego standardu. Słabo rozbudowana jest technologia utrudnionego wykrycia, natomiast pole informacyjne pilota co prawda podobne, lecz ograniczone brakiem niektórych źródeł informacji. Stopień integracji awioniki dość wysoki, lecz mniejsze możliwości czujników. Zdecydowanie gorzej przedstawia się system kierowania ogniem. Zintegrowany system samoobrony i WRE samolotu ciągle pozostaje w fazie opracowania.

Nie wiadomo jednak, czy samolot doczeka się dalszej modernizacji, gdyż w ubiegłym roku brytyjskie ministerstwo obrony poinformowało o udzieleniu zamówienia BAE Systems na przygotowanie koncepcji przyszłego samolotu bojowego, który po 2040 roku miałby zastąpić obecnie użytkowane Eurofightery<sup>13</sup>. Określany jako samolot myśliwski 6. generacji Tempest ma mieć możliwość realizacji zadań bojowych z pilotem lub bez niego w kokpicie, pełną kontrolę towarzyszących mu rojów platform bezzałogowych, duży udział sztucznej inteligencji oraz zabudowaną na pokładzie broń energetyczną (lasery). Jedną z kluczowych zdolności brytyjskiego samolotu będzie tzw. Cooperative Engagement Capability, co oznacza nie tylko transmisję i wymianę danych z innymi platformami powietrznymi i naziemnymi, lecz także przejmowanie kontroli nad ich środkami ognioowymi do niszczenia wybranych celów. Wymaga to nie tylko posiadania zdolności do tworzenia spójnego obrazu pola walki w czasie rzeczywistym na podstawie informacji pochodzących z własnych sensorów oraz wielu innych platform (satelitów, BSP, naziemnych i powietrznych stanowisk dowodzenia), lecz także możliwości wskazywania celów oraz bezpośredniego kierowania ogniem wielu różnych środków uzbrojenia, które nie znajdują się na pokładzie samolotu<sup>14</sup>.

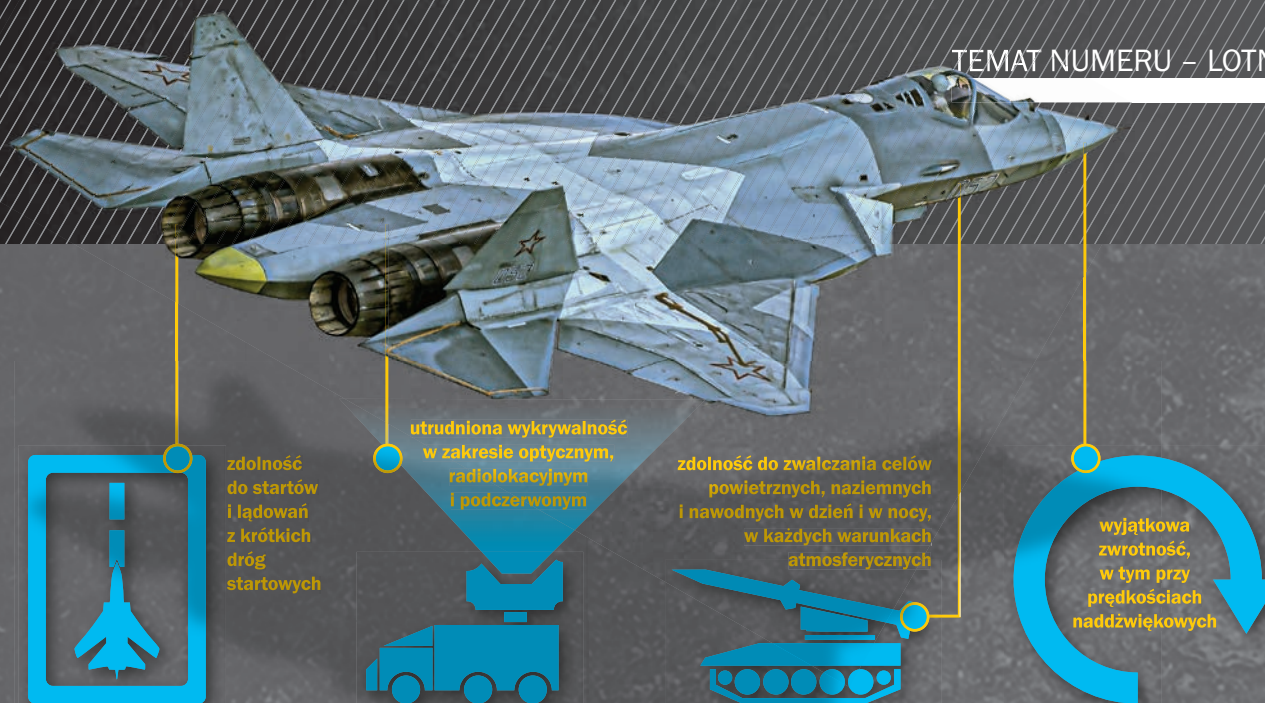
10 Więcej: M. Strembski, *Myśliwce przyszłości*, „Lotnictwo” 2019 nr 1–2, s. 20–22.

11 *Francja: przegląd strategiczny na miarę nowych ambicji*, [www.defence24.pl/](http://www.defence24.pl/).

12 J. Gruszczyński, *Wielozadaniowe samoloty...*, op.cit., s. 10.

13 M. Strembski, *Myśliwce przyszłości...*, op.cit., s. 17.

14 Ibidem, s. 18.



**RYS. 2. WYMAGANIA STAWIANE SAMOLOTOM SUCHOJ PAK FA (Su-57)**

SUKHOJ, P.K./DZIAŁ GRAFICZNY

Obecnie trwają prace koncepcyjne i projektowe nad tym przyszłościowym statkiem powietrznym<sup>15</sup>. Jednak decyzja o budowie prototypu ma być podjęta dopiero w 2025 roku. Jeśli projekt uzyska aprobatę władz, prototyp Tempesta wzbije się w powietrze w 2035 roku. RAF wołałby jednak tę datę przesunąć na 2030 rok, gdyż wówczas ze służby będą wycofywane sukcesywnie Eurofighterzy. Ostatnie w latach 2040–2043. Wtedy też brytyjskie załogowe lotnictwo bojowe zostałoby ograniczone do F-35 i Tempestów.

Opisywany wcześniej francuski Rafale nie jest ostatnim słowem francuskich konstruktorów. Projekt FCAS (Future Combat Air System), historycznie rzecz biorąc, stanowi kontynuację wcześniej realizowanego przez Francję i Wielką Brytanię programu pod tą samą nazwą. Wcześniej dotyczył on jednak platformy bezałogowej. Niestety w wyniku rozbieżności natury między innymi politycznej i ekonomicznej nie doczekał się sfinalizowania<sup>16</sup>.

Program o tej samej nazwie ponownie ruszył w 2017 roku po porozumieniu rządów Francji i RFN. Rok później sporządzono stosowną dokumentację dotyczącą wymagań technicznych i technologicznych oraz pożądanych parametrów taktyczno-technicznych przyszłego statku powietrznego<sup>17</sup>. Na razie niewiele wiadomo o tych wymaganiach. Jedynie określenie projektu jako tzw. systemu systemów może oznaczać,

że integrowałby on w organiczną całość wiele równolegle projektowanych platform oraz systemów łączności, informatyki i uzbrojenia. Według wstępnych założeń samolot ma wznieść się w powietrze w 2025 roku, natomiast gotowość operacyjną system FCAS ma osiągnąć prawdopodobnie około 2040 roku.

#### FEDERACJA ROSYJSKA

W Rosji obecnie są opracowywane aż cztery typy nowych samolotów myśliwskich: 5. generacji T-50 projektowany w ramach programu PAK FA (Perspektywnej Awiacyjnyj Kompleks Frontowej Awiacji, inaczej też I-21, Istriebitel 21. wieku) o oznaczeniu wojskowym Su-57; dwa „przejściowe” samoloty myśliwskie MiG-35 i Su-35, łączące konstrukcję płatowca i silniki obecnej generacji z nowatorskim wyposażeniem, wprowadzane sukcesywnie do służby w rosyjskich siłach powietrzno-kosmicznych, oraz ciężki samolot myśliwski MiG-41.

Prototyp pierwszego z nich wystartował w styczniu 2010 roku. Stanowił swoisty kompromis między aspiracjami (dorównanie, a nawet przewyższenie na tym polu USA) a możliwościami rosyjskiego przemysłu (rys. 2). Samolot spełnia częściowo wymagania trudnionej wykrywalności (mając pod tym względem przewagę nad Eurofighterem). Najważniejsze wymagania stawiane T-50 to między innymi<sup>18</sup>:

Opracowanie własne na podstawie: P. Butowski, *Wielozadaniowy samolot myśliwski Suchoj PAK FA*, „Lotnictwo” 2010 nr 3, s. 59.

15 Oficjalna prezentacja projektu miała miejsce 16 lipca 2018 roku podczas salonu lotniczego w Farnborough. Brytyjski rząd zgodził się wyłożyć 2 mld funtów na prowadzenie prac. Więcej: A. Gołąbek, A. Wrona, *Farnborough International Air Show*, „Lotnictwo” 2018 nr 9, s. 25.

16 M. Strembski, *Myśliwce przyszłości...*, op.cit., s. 19.

17 Podczas salonu lotniczego ILA 2018 w Berlinie podpisano dokument definiujący zestaw wymagań operacyjnych dotyczących obu krajów. Więcej: T. Kwasek, M. Strembski, *ILA Berlin 2018 r.*, „Lotnictwo” 2018 nr 6, s. 16–18.

18 P. Butowski, *Wielozadaniowy samolot myśliwski Suchoj PAK FA*, „Lotnictwo” 2010 nr 3.

- wielofunkcyjność: zdolność zwalczania celów powietrznych, naziemnych i nawodnych w dzień i w nocy w każdych warunkach atmosferycznych;
- wyjątkowa zwrotność, w tym przy prędkości naddźwiękowej;
- utrudniona wykrywalność w zakresie optycznym, podczerwonym i radiolokacyjnym;
- zdolność do startów z krótkich dróg startowych i lądowań na nich.

Sporą sensacją okazało się ujawnienie na początku 2018 roku udziału Su-57 w zgrupowaniu lotnictwa rosyjskiego operującego nad Syrią. Ministerstwo Obrony Federacji Rosyjskiej oznajmiło, że samolot sprawdził się w wykonywaniu stawianych

Federacji Rosyjskiej. Według ówczesnych ocen jego prototyp ma zostać oblatany w 2020 roku, natomiast przyjęcie do służby miałyby nastąpić w 2025 roku. Od roku 2028 miałyby sukcesywnie zastępować w linii wycofywane samoloty MiG-31. Według doniesień medialnych pod koniec 2017 roku zakończyła się faza analityczno-koncepcyjna i badawcza<sup>21</sup>. Obecnie prawdopodobnie jest opracowywany szczegółowy projekt samolotu, co czyni zapowiadany termin oblotu prototypu mało realnym.

Jedną z głównych cech wyróżniających rosyjską konstrukcję wśród innych projektów jest osiąganie bardzo dużej prędkości i wysokiego pułapu. Wstępnie zakłada się osiąganie prędkości Mach = 4,3, któ-

## NAJBLIŻSZE LATA ZWERYFIKUJĄ, KTÓRE Z PROJEKTÓW SIĘ W KONSTRUKCJE WCHODZĄCE DO SŁUŻBY W SIŁACH

przed nim zadań, natomiast niczego nie wiadomo o tym, jakie one były. Niektórzy eksperci uważają, że Rosjanie wzorowali się na strukturze i rozwiązaniach zastosowanych w samolocie F-22<sup>19</sup>. Nawet przedstawiciele sił powietrzno-kosmicznych Rosji podkreślają doskonałą charakterystykę samolotu w odniesieniu do obniżonej wykrywalności przez systemy radiolokacyjne przeciwnika<sup>20</sup>.

W rzeczywistości na temat materiałów użytych do budowy samolotu oraz zastosowanej technologii zmniejszającej skuteczną powierzchnię odbicia wiadomo niewiele. Nieoficjalnie mówi się, że jest ona dużo mniej efektywna niż podobne rozwiązania zastosowane w samolotach amerykańskich.

Pierwotnie nowe samoloty miały wejść do służby już w 2016 roku. Do niedawna rozpoczęcie seryjnej produkcji planowano w 2019 roku, tak by w połowie roku 2020 odebrać pierwszą partię przedseryjnych 12 maszyn (w zapisach zawartych w państwowym programie uzbrojenia do 2020 roku podawano liczbę 60 egzemplarzy). Jak na razie wygląda na to, że zakończy się na tych 12 samolotach. Natomiast po deklaracji rosyjskiego resortu obrony o zawieszeniu masowej produkcji wprowadzenie myśliwca do służby przesuwa się w bliżej nieokreśloną przyszłość.

Innym projektem samolotu myśliwskiego najnowszej generacji, nad którym pracują obecnie Rosjanie, jest MiG-41. Docelowo ma być on następcą samolotu MiG-31, który strzeże rosyjskiej przestrzeni powietrznej na Dalekim Wschodzie i w Arktyce. Zapowiedź budowy tego statku powietrznego została ogłoszona w 2013 roku przez dowódcę lotnictwa

ra stawia ogromne wyzwania pod względem wytrzymałościowym i materiałowym konstrukcji oraz wymaga odpowiedniego napędu<sup>22</sup>. Z drugiej strony zadanie to może ułatwić budowa samolotu jako przechwytyjącego myśliwca obrony powietrznej, który z założenia będzie operował nad własnym terytorium, dzięki czemu cechy *stealth* nie byłyby wymagane. Tym samym nie ma konieczności opracowania nowatorskich pokryć i użycia kompozytów pochłaniających fale elektromagnetyczne. Natomiast biorąc pod uwagę przewidywany ogromny nadmiar ciepła emitowanego przez silniki, rozsądną propozycją wydaje się dystrybucja tej energii oraz uzbrojenie samolotu w ofensywną broń laserową lub mikrofalową o dużej mocy.

Jeżeli chodzi o awionikę, przypuszczalnie MiG-41 otrzyma przynajmniej część komponentów zastosowanych w Su-57. Zakłada się jednak wprowadzenie także nowych rozwiązań, będących obecnie na początkowym etapie rozwoju, na przykład radaru fotonowego czy broni mikrofalowej lub lasera defensywnego oraz, oczywiście, działanie w ugrupowaniu inteligentnych bezzałogowych statków powietrznych. Najciekawiej zapowiada się radar fotonowy. W urzędzeniu tym do generowania impulsów mikrofalowych nie są używane analogowe sygnały elektryczne, lecz wiązki lasera wysyłane z określoną częstotliwością na fotodiode, która z kolei tworzy impulsy radiowe zależne od częstotliwości impulsów lasera. W ten sposób można uzyskać bardzo dużą częstotliwość, a tym samym wysoką rozdzielczość obrazu. Mówi się nawet o fotograficznym odwzorowaniu

19 *Opóźniona piąta generacja. Jaki jest rosyjski Su-57?* www.defence24.pl/.

20 Ministerstwo Obrony FR ogłosiło datę rozpoczęcia zakupu Suchoj PAK FA dla Sił Powietrznych, www.lenta.ru/news/.

21 L. Wieliczko, *Myśliwce szóstej generacji*, „Lotnictwo Aviation International” 2019 nr 5, s. 24–34.

22 M. Strembski, *Myśliwce przyszłości...*, op.cit., s. 23.



obiekty, co pozwala na wykrywanie niewielkich nawet celów oraz obiektów wykonanych w technologii *stealth* wraz z ich automatyczną identyfikacją przez porównanie sylwetki z wczytaną do pamięci bazą danych. A to wszystko przy bardzo dużym zasięgu tego typu radaru<sup>23</sup>.

#### AZJA

Azjatycki rynek samolotów wielozadaniowych jest bardzo zróżnicowany. Dzieje się tak po pierwsze ze względu na odmienne uwarunkowania funkcjonowania państw regionu, po drugie – rozbieżne kwestie powiązań politycznych. W Azji od wielu lat dominują dwa państwa aspirujące do roli regionalnego mocar-

stwa czy Niemcy. Sporną kwestią pozostaje przyszłość J-20. Nieodosobnione są opinie, jakoby był to tylko demonstrator technologii, tak jak Su-47 Bierkut, czy też narzędzie propagandy bez nadziei na doprowadzenie konstrukcji do statusu maszyny seryjnej o choćby bardzo ograniczonych możliwościach.

Wraz z informacjami o J-20 pojawiały się pogłoski o pracach nad konkurencyjnym samolotem myśliwskim najnowszej generacji, prowadzonych w biurze konstrukcyjnym korporacji SAC (Shenyang Air Corporation) w Shenyangu. Prezentacja prototypu J-31 w locie odbyła się w październiku 2012 roku. Według chińskich źródeł maszyna ta jest porównywalna do amerykańskich rozwiązań zastosowanych w samolo-

## POZOSTANĄ MRZONKAMI, A KTÓRE PRZEKSZTAŁCĄ POWIETRZNYCH PAŃSTW ŚWIATA W LATACH 2030–2040

stwa militarnego – Chiny i Indie. W ostatniej dekadzie dołącza do nich kolejny azjatycki tygrys – Korea Południowa.

Szybki postęp techniczny i technologiczny w Chińskiej Republice Ludowej staje się faktem. Mimo to powszechnie uznaje się, że jest to wciąż proces doganiania światowego peletonu, czyli średniego poziomu reprezentowanego przez mniejsze i słabsze gospodarczo kraje rozwinięte. Wiele wskazuje jednak na to, że takie postrzeganie Państwa Środka przestaje być zasadne, a jednym z dowodów na to jest szokujący postęp w dziedzinie konstrukcji lotniczych.

Oblatanie w 2011 roku samolotu J-20, który prawdopodobnie jako pierwszy chiński samolot bojowy nie miał oczywistego przodka wśród konstrukcji zagranicznych<sup>24</sup>, okazało się niemałą sensacją w lotniczym świecie. Pomijając niemożliwą obecnie do zweryfikowania kwestię realnych możliwości systemu nawigacyjno-celowniczego nowego samolotu oraz silników własnej produkcji, J-20 należy do nielicznej grupy myśliwców najnowszej generacji, do której zaliczają się: amerykańskie F-22 i F-35 oraz rosyjski PAK FA. Chińczycy wyprzedzili w ten sposób takich tradycyjnych potentatów, jak: Wielka Brytania, Fran-

cja czy Niemcy. Sporną kwestią pozostaje przyszłość J-20. Nieodosobnione są opinie, jakoby był to tylko demonstrator technologii, tak jak Su-47 Bierkut, czy też narzędzie propagandy bez nadziei na doprowadzenie konstrukcji do statusu maszyny seryjnej o choćby bardzo ograniczonych możliwościach.

Wraz z informacjami o J-20 pojawiały się pogłoski o pracach nad konkurencyjnym samolotem myśliwskim najnowszej generacji, prowadzonych w biurze konstrukcyjnym korporacji SAC (Shenyang Air Corporation) w Shenyangu. Prezentacja prototypu J-31 w locie odbyła się w październiku 2012 roku. Według chińskich źródeł maszyna ta jest porównywalna do amerykańskich rozwiązań zastosowanych w samolo-

stwa militarnego – Chiny i Indie. W ostatniej dekadzie dołącza do nich kolejny azjatycki tygrys – Korea Południowa.

Szybki postęp techniczny i technologiczny w Chińskiej Republice Ludowej staje się faktem. Mimo to powszechnie uznaje się, że jest to wciąż proces doganiania światowego peletonu, czyli średniego poziomu reprezentowanego przez mniejsze i słabsze gospodarczo kraje rozwinięte. Wiele wskazuje jednak na to, że takie postrzeganie Państwa Środka przestaje być zasadne, a jednym z dowodów na to jest szokujący postęp w dziedzinie konstrukcji lotniczych.

Oblatanie w 2011 roku samolotu J-20, który prawdopodobnie jako pierwszy chiński samolot bojowy nie miał oczywistego przodka wśród konstrukcji zagranicznych<sup>24</sup>, okazało się niemałą sensacją w lotniczym świecie. Pomijając niemożliwą obecnie do zweryfikowania kwestię realnych możliwości systemu nawigacyjno-celowniczego nowego samolotu oraz silników własnej produkcji, J-20 należy do nielicznej grupy myśliwców najnowszej generacji, do której zaliczają się: amerykańskie F-22 i F-35 oraz rosyjski PAK FA. Chińczycy wyprzedzili w ten sposób takich tradycyjnych potentatów, jak: Wielka Brytania, Fran-

tach F-35. Na prototypie zainstalowano elementy wyposażenia i awioniki mające znaleźć się w docelowej, seryjnej wersji. Jest to między innymi stacja radiolokacyjna wyposażona w antenę z aktywnym skanowaniem elektronicznym AESA (Active Electronically Scanned Array) i z układem rozproszonych czujników optoelektronicznych. Seryjne samoloty mają być ponadto wyposażone w znajdujący się przed kabiną pilota optoelektroniczny system poszukiwania i śledzenia celów powietrznych w podczerwieni. Ma on być zdolny (według producenta) do wykrycia samolotu F-22A w odległości 110 km, natomiast samolotu B-2 – w odległości 150 km<sup>25</sup>.

Ostatnia pewna informacja, podana przez głównego konstruktora firmy SAC w listopadzie ubiegłego roku, dotyczy podjęcia przez firmę Shenyang wyzwania polegającego na skonstruowaniu pokładowego samolotu myśliwskiego najnowszej generacji na bazie J-31<sup>26</sup>.

Wśród azjatyckich krajów, które pracują nad konstrukcją samolotu bojowego 5. generacji, są także Indie. Kraj ten opracowuje samolot myśliwski oznaczony jako HAL AMCA (Advanced Medium Combat Aircraft). Oficjalnie program o tej samej nazwie zapoczątkowały wydane w 2010 roku warunki taktycz-

23 Ibidem, s. 24.

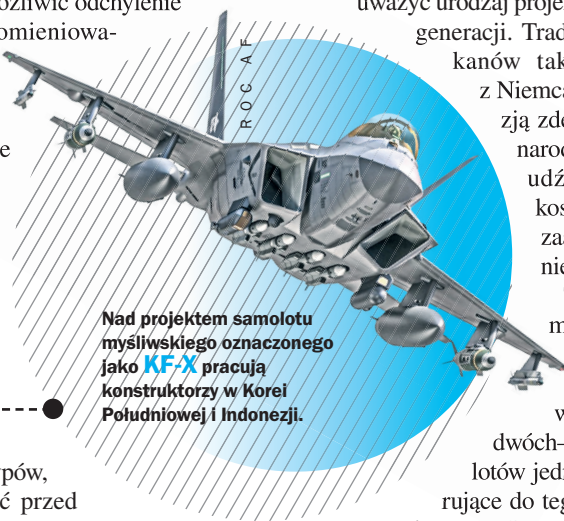
24 Chińskie próby konstruowania samolotów bojowych były początkowo bardzo nieporadne. Pierwszy samolot myśliwski chińskiej konstrukcji – J-12 był pomniejszoną wersją platformy MiG-19. Jedyną jego zaletą było to, że w ogóle zdołał wznieść się w powietrze. Bardziej ambitnym projektem był myśliwski J-8 produkowany od 1979 roku, czyli geometrycznie powiększony dwusilnikowy MiG-21. Chińczycy kopiowali jedynie rozwiązania zrealizowane w praktyce w ZSRR kilkanaście lat wcześniej, do których zazwyczaj mieli dostęp. Następnym krokiem to uderzeniowy JH-7 (oblatany w 1988 roku), czyli powiększony jugosłowiańsko-rumuński Orao, który był z kolei wariacją na temat francusko-brytyjskiego Jaguara. Autentycznym wielkim skokiem było rozpoczęcie produkcji samolotu myśliwskiego J-10, oblatanego w 1998 roku. Maszyna powstała dzięki transferowi myśli technicznej z Izraela – jest to kopia myśliwca Lavi z rosyjskim silnikiem i opracowanym przez rosyjskich inżynierów wlotem powietrza. Samoloty te, produkowane seryjnie od 2004 roku, co najmniej pod względem konfiguracji i możliwości nie odbiegają od światowej średniej. Więcej na ten temat: T. Szulc, *J-31 – Nowy chiński myśliwiec*, „Nowa Technika Wojskowa” 2012 nr 12, s. 78-83. Zobacz także: T. Szulc, *Chiński myśliwiec J-20*, „Lotnictwo” 2013 nr 4.

25 M. Fiszer, J. Gruszczyński, *Najnowsze chińskie myśliwce*, „Lotnictwo Aviation International” 2018 nr 2, s. 30.

26 M. Strembski, *Myśliwce przyszłości...*, op.cit., s. 24.

no-techniczne dotyczące dwusilnikowego samolotu bojowego o masie nie większej niż 25 t. W warunkach tych wyodrębniono trzy kluczowe obszary, w których założono dokonanie znaczącego skoku technologicznego: osiągnięcie utrudnionej wykrywalności dla radarów, wyposażenie w stację radiolokacyjną AESA oraz pozyskanie silnika z wektorowym ciągiem<sup>27</sup>. W przypadku technologii *stealth* na pierwszym etapie konstruktorzy skupili się na geometrycznym ukształtowaniu płatowca, które ma umożliwić odchylenie padającego na samolot promieniowania. Materiały pochłaniające promieniowanie elektromagnetyczne mają być zastosowane na późniejszym etapie opracowywania samolotu.

Jego model zaprezentowano na salonie Aero India w 2019 roku. Projekt samolotu miał zostać sfinalizowany do końca 2019 roku. Początkowo zaplanowano



Nad projektem samolotu myśliwskiego oznaczonego jako KF-X pracują konstruktorzy w Korei Południowej i Indonezji.

opracowanie czterech prototypów, a pierwszy lot ma się odbyć przed 2025 rokiem.

Nad projektem samolotu myśliwskiego oznaczonego jako KF-X pracują konstruktorzy w Korei Południowej i Indonezji. Program ten ma dość długą historię, zapowiedź bowiem budowy nowego samolotu pojawiła się w Korei już w 2001 roku. Przez wiele lat Koreańczycy nie potrafili znaleźć kraju partnerskiego, który zgodziłby się partycypować w kosztach przedsięwzięcia. Dopiero w lipcu 2010 roku zawarli porozumienie w tej sprawie z Indonezją. Podczas wstępnej fazy programu ustalono, że przemysł koreański ma jedynie około 65% technologii niezbędnych do zrealizowania projektu. W celu pozyskania pełnych możliwości konieczne okazało się wejście w kooperację z zagranicznym koncernem. Ostatecznie w 2015 roku doszło do umowy KAI (Korea Aerospace Industries) z Lockheed Martin, co zaowocowało podpisaniem kontraktu na powstanie KF-X.

W połowie ubiegłego roku ogłoszono, że zakończono fazę projektową. Ciekawą właściwością tego samolotu ma być brak wewnętrznych komór uzbrojenia. Docelowo uzbrojenie ma być przenoszone na dziesięciu punktach zewnętrznych. Do działań w trybie *stealth* przewidziane są jedynie konforemne zasobniki na uzbrojenie, przylegające do spodu kadłuba. Jednym z zaskakujących elementów wizualizacji maszyny są europejskie systemy uzbrojenia (pociski Meteor i IRIS-T), co budzi obawy Koreańczyków w kwestii ewentualnego pogorszenia współpracy z USA<sup>28</sup>.

<sup>27</sup> Ibidem, s. 14.

<sup>28</sup> Ibidem, s. 17.

Pierwszy lot KF-X zaplanowano na 2022 rok, natomiast próby, zgodnie z założeniami, powinny zakończyć się w 2026 roku. W tym samym roku ma też ruszyć seryjna produkcja.

### WIELE NIEWIADOMYCH

Mimo dość długiego (od zakończenia zimnej wojny) przestoju w rozwoju konstrukcji nowoczesnych samolotów bojowych w bieżącej dekadzie daje się zauważyć urodzaj projektów maszyn najnowszej generacji. Tradycyjnie oprócz Amerykanów takie kraje, jak Francja z Niemcami czy Korea z Indonezją zdecydowały się na wielonarodową współpracę w celu udźwignięcia olbrzymich kosztów programu budowy zaawansowanego technicznie samolotu.

Tymczasem takie supermocarstwa, jak USA, Chiny i Rosja stać na skonstruowanie i rozwój technologiczny dwóch–trzech rodzimych samolotów jednocześnie. Państwa aspirujące do tego grona: Wielka Brytania czy Indie postawiły dość ryzykownie na wewnętrzne rozwiązania, korzystając ze wsparcia firm zewnętrznych. Kraje te jednak asekurują się zakupami amerykańskich F-35 Lightning II. Przykładowo w ubiegłym roku RAF po raz kolejny podniosły kwestię zakupu F-35A, zamiast większej liczby przydatnych do służby na lotniskowcach F-35B, ze względu na lepsze ich parametry bojowe (udźwignięcie uzbrojenia i zasięg). Może to w pewnym stopniu zagrażać przyszłemu Tempestowi, zwłaszcza że Lightning znajduje się dopiero na początku drogi rozwoju i zapewne będzie wciąż udoskonalany.

W przypadku Indii największym problemem może okazać się niezbyt imponująca efektywność krajowego przemysłu, który chociaż ma ogromne ambicje, to brak mu, historycznie rzecz ujmując, doświadczenia w tej dziedzinie. Projekt AMCA jest uważany powszechnie za przedsięwzięcie obarczone bardzo dużym ryzykiem. W rezultacie zerwanie w 2018 roku hindusko-rosyjskiej współpracy przy budowie samolotu bojowego 5. generacji na bazie Su-57 może w przyszłości okazać się dużym błędem.

Poza przedstawionymi projektami nie istnieją większe szanse na powstanie w perspektywie nowej dekady innych nowoczesnych konstrukcji. Najbliższe lata zwerfikują, które z przedstawionych konstrukcji pozostaną ambitnymi mrzonkami, a które przekształcą się w konstrukcje wchodzące do służby w siłach powietrznych państw świata w latach 2030–2040. ■

# Współczesna walka powietrzna – jaka?

ZDOLNOŚCI MANEWROWE STATKÓW POWIETRZNYCH I TWORZENIE WARUNKÓW DO UŻYCIA ŚRODKÓW WALKI, KTÓRYMI DYSPONUJĄ, TO DETERMINANTY UZYSKANIA PRZEWAGI NAD PRZECIWNIKIEM.

ppłk rez. pil. mgr **Mariusz Pawelec**

Wiek XX „przypiął” ludzkości skrzydła. Mimo że rozwój samolotu jako środka walki postępował w bardzo szybkim, błyskawicznym wręcz tempie, to jednym z zasadniczych problemów okazało się celne prowadzenie ognia w locie do powietrznych celów ruchomych (w zamyśle samolotów przeciwnika). Karabin, myśliwska dubeltówka czy pistolet nie mogły być bronią wystarczająco skuteczną, choć od czasu do czasu notowano pewne sukcesy<sup>1</sup>. Oczywiście strzelanie w locie nie było sprawą prostą. Uzbrojony obserwator strzelał z ruchomego stanowiska do ruchomego celu, dlatego też sam proces celowania stanowił już nie lada problem. Niebagatelną rolę odgrywało przy tym samolotowe śmigło. Dość łatwo można było je uszkodzić, przestrzeliwując przypadkowo drewnianą łopate. Wirująca tarcza śmigła istotnie ograniczała pole ostrzału, mimo stosowanych specjalnych przegubów mocujących broń.

## POCZĄTKI

Francuski pilot por. Rolland Garros rzucił pomysł, aby karabin umocować na stałe i celować nie z niego, lecz całym samolotem. By jego projekt mógł zostać wcielony w życie, należało chronić śmigło przed uszkodzeniami własnymi pociskami. W 1914 roku Raymond Saulnier nałożył na jego łopaty, od tyłu, stalowe rynienki – kliny w miejscach, w które mogły trafiać pociski z karabinu maszynowego zabudowane-

go na grzbiecie silnika. 1 kwietnia 1915 roku Garros stworzył epokę samolotów uzbrojonych, zwalczających w powietrzu inne platformy. Na Morane-Saulnier L odniósł pierwsze zwycięstwo nad niemieckim dwumiejscowym Albatrosem, a kilka dni później nad następnymi. W związku z tym francuskie eskadry myśliwskie wyposażono w te maszyny. Ten rzucony ponad wiek temu pomysł do dziś zachował swoją aktualność. Od Morane do F-35, Rafale czy MiG-ów – pilot myśliwski prowadzi ogień celując całą maszyną<sup>2</sup>.

Współczesne walki powietrzne znacząco różnią się od tych sprzed 50 lub tym bardziej 100 lat. Mimo to cel działania ciągle pozostaje niezmienny – zestrzelenie samolotu przeciwnika, a w perspektywie uzyskanie przewagi w powietrzu. Ewolucja sposobów prowadzenia walki w powietrzu skutkowałą zarówno nowymi środkami walki, jak i formami jej prowadzenia i jest to proces ciągły. Oznacza to, że w przyszłości z pewnością będą one wyglądać inaczej niż obecnie. Elementem, który wywiera na nie największy wpływ, jest oczywiście rozwój technologii, a tym samym wprowadzanie do wyposażenia sił powietrznych coraz nowszych i bardziej zaawansowanych technicznie statków powietrznych oraz coraz efektywniejszego uzbrojenia.

Pierwsze walki powietrzne wyglądały z dzisiejszej perspektywy dość kuriozalnie. Piloci strzelający do siebie z pistoletów lub taranujący się nawzajem



Autor jest starszym wykładowcą w Akademickim Ośrodku Szkolenia Lotniczego Lotniczej Akademii Wojskowej.

<sup>1</sup> W 1915 roku Roman Florer z pilotem Hassanem Pielerem zostali zaatakowani aż przez trzy samoloty włoskie. Florer z pistoletu Mauser zestrzelił jeden samolot, a dwa pozostałe zmusił do ucieczki. J. Gotowała, *Zarys historii lotnictwa*, AON, Warszawa 2004, s. 66–71.

<sup>2</sup> Ibidem, s. 66. Zob. także: T.H. Rolski, *Od P-XV do P-51. Opowieść z dziedziny lotnictwa myśliwskiego*, Warszawa 2015.

wzbudzają obecnie uśmiech, a czasami wręcz niedowierzanie. Na tyle pozwalała ówczesna technika. Samolot umożliwiał jedynie latanie i to w dosyć ograniczonym stopniu. Zabudowanie karabinów na stałe na płatowcu było wielkim krokiem na przód i zapoczątkowało epokę lotnictwa myśliwskiego przeznaczoną do zwalczania celów i prowadzenia walk powietrznych.

Analiza taktyki walk powietrznych od początków lotnictwa do dzisiejszych czasów jest zadaniem dosyć trudnym, wymagającym obszernej wiedzy historycznej i nie tylko. W prezentowanej publikacji podjęto próbę bardzo ogólnego ukazania sposobów prowadzenia współczesnych walk powietrznych w odniesieniu do wybranych aspektów historycznych. Dodatkowo będzie można w niej znaleźć odpowiedzi na takie pytania, jak: czy klasyczną walkę powietrzną (tzw. dog fight) należy dzisiaj postrzegać jako archaizm i pamiętkę minionych dni oraz czy ten rodzaj działań lotnictwa staje się przeżytkiem podobnym do działań kawalerii podczas II wojny światowej. Jeżeli tak, to po co szkolić pilotów do takiego działania? Odpowiedzi na te pytania wymagają kilku wyjaśnień oraz nakreślenia perspektyw na nadchodzącą przyszłość.

#### ZNACZENIE MANEWRU

Współczesny pilot myśliwski to przede wszystkim sprawny analityk, który potrafi właściwie ocenić sytuację. Określenia typu brawura, odwaga, podejmowanie ryzyka w odniesieniu do tego zawodu częściowo się zdevaluowały. Czynniki, które determinują efektywność i skuteczność pilota, to w głównej mierze odporność na stres i umiejętność podejmowania właściwych decyzji w krótkim czasie.

Dawniej przewagę w powietrzu uzyskiwał ten, kto jako pierwszy potrafił zająć dogodną pozycję do odania strzału. Ta pozycja to tylna półsfera w kształcie stożka. Jej granice są określone maksymalną i minimalną odległością strzału oraz możliwościami manewrowymi statków powietrznych. Jak się okazuje, dogodna pozycja nie oznacza zwycięstwa w walce. Potrzebny jest celny strzał, co wcale nie jest takie proste. Zarówno strzelający, jak i cel są obiektami ruchomymi. Niewielka zmiana kierunku manewru czy prędkości, zwiększenie lub zmniejszenie przeciążenia, a nawet zwykła turbulencja wystarczą, aby strzał z działka był nieskuteczny. Co więcej, trafienie jednym pociskiem może się okazać niewystarczające do zestrzelenia przeciwnika. Przeważnie potrzeba kilku trafień lub całej serii, by wyeliminować kogoś z walki. Utrzymanie ofensywnej pozycji jest również zadaniem dosyć trudnym, jeżeli mamy do czynienia z doświadczonym i świadomym przeciwnikiem, a utrzymanie przez dłuższy czas pozycji do strzału – praktycznie niemożliwe.

Biorąc pod uwagę wymienione czynniki, nikt rozsądny nie zdecyduje się na podjęcie manewrowej walki powietrznej z użyciem działka, jeśli ma do dyspozycji pociski raketowe typu powietrze–powietrze.

Jeżeli statek powietrzny jest wyposażony w zintegrowane systemy sterowania uzbrojeniem oraz zaawansowane systemy wykrywania i śledzenia celów, wówczas sposób działania będzie zdeterminowany możliwościami technicznymi. Większość takich konfrontacji będzie zakończona bez wzrokowego kontaktu z przeciwnikiem (Beyond Visual Range – BVR). W przeciwieństwie do tego walki z widzialnością przeciwnika (Within Visual Range – WVR) będą ostatecznością, wynikającą z ograniczeń związanych z posiadanym uzbrojeniem, problemami z identyfikacją celu (konieczność wzrokowego rozpoznania obiektu ataku) lub skomplikowaną sytuacją taktyczną. Czasami lotnictwo myśliwskie zarówno w działaniach ofensywnych, jak i defensywnych nie ma możliwości utrzymania określonej odległości od przeciwnika. Może to wynikać z nieskuteczności oddanych strzałów, dużej liczby samolotów lub przyjętych założeń taktycznych.

Sposób podejścia do taktyki prowadzenia walk powietrznych zmienił się radykalnie po zakończeniu II wojny światowej wraz z zastosowaniem napędu odrzutowego oraz kierowanych pocisków raketowych typu powietrze–powietrze. W wyniku dogłębnych i kompleksowych analiz toczonych walk tworzone opracowania, instrukcje i wytyczne pozwalające zwiększyć efektywność szkolenia pilotów. Szkolenie tego typu miało się opierać na teorii popartej naukowo. Zaczęto mówić o walce jako świadomym zarządzaniu energią. Pojawiło się określenie opisujące optymalne parametry manewrowania statkiem powietrznym (Velocity Corner). Poprawna analiza podstawowych elementów, takich jak: prędkość, wysokość, przeciążenie, daje efekty w postaci kontroli promienia zakrętu, prędkości kątowej w zakręcie oraz tempa utraty energii, co z kolei określa potencjalne możliwości manewru (rys.). Okazało się, że jak w każdej dziedzinie profesjonalizm pilota myśliwskiego opiera się przede wszystkim na jego wiedzy.

Od czasów romantycznych bohaterów z okresu I i II wojny światowej minęło wiele lat. Co kryło się za spektakularnymi sukcesami asów lotnictwa z tamtych lat, nie zawsze można jednoznacznie wyjaśnić. Czy były to niezwykle osobiste predyspozycje, czy może kwestia szkolenia, treningu i zdobytego doświadczenia? Zapewne po części każdy z tych aspektów do tego się przyczynił. Piloci myśliwców – powszechnie podziwiani i wielokrotnie naśladowani – odznaczali się przede wszystkim perfekcyjnym opanowaniem taktyki walk powietrznych. Potrafili wykorzystać możliwości, jakie dawały ówczesne samoloty, co przekładało się na skuteczność i w efekcie liczbę zestrzeleń.

Jedną z osób, która znacząco przyczyniła się do zmiany spojrzenia na teorię prowadzenia walk powietrznych, był pilot Sił Powietrznych USA (US Air Force), podpułkownik John Richard Boyd – instruktor w USAF Weapon Fighter School w bazie Nellis w Nevadzie oraz lider tzw. mafii myśliwskiej. Opierając się na własnych doświadczeniach oraz analizując przebieg walk powietrznych z wojen w Korei oraz z później-

szych konfliktów, w których uczestniczyły Stany Zjednoczone, stworzył kompleksowe opracowanie dotyczące teorii i praktyki w tej dziedzinie. Był gorącym zwolennikiem zmiany podejścia do szkolenia pilotów, stawiając w równej mierze na właściwe przygotowanie teoretyczne, jak i praktyczne szkolenie w powietrzu.

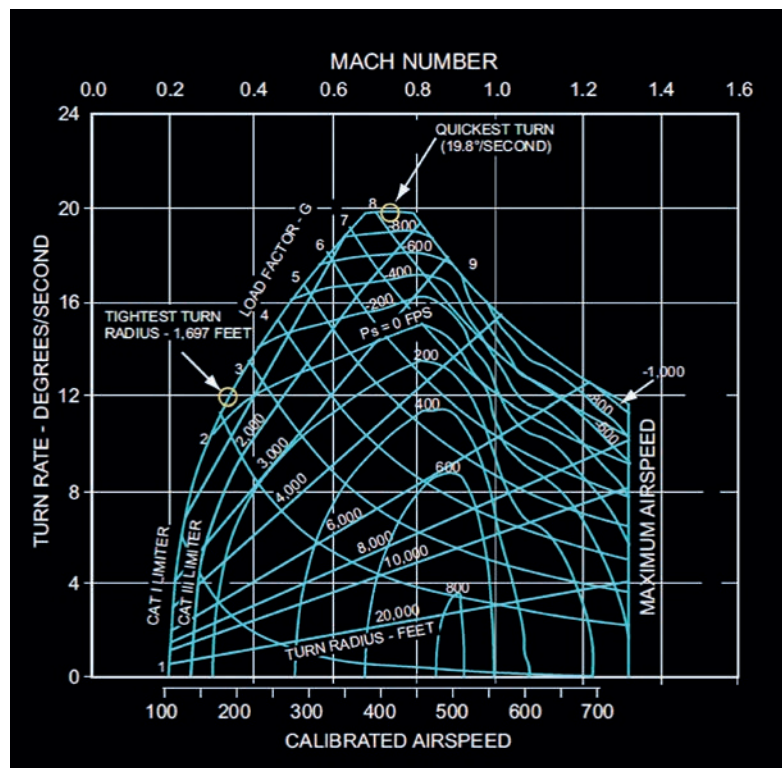
### WYSZKOLENIE PILOTA

Zakładając, że mamy dwa identyczne samoloty w tej samej konfiguracji, z taką samą ilością paliwa, to teoretycznie walka powietrzna rozpoczęta z pozycji neutralnych powinna pozostać nierozstrzygnięta i zakończyć się również na pozycjach neutralnych. W praktyce nigdy to się nie zdarza. Oznacza to, że nawet jeżeli nie mamy zaliczonego zestrzelenia dla jednej ze stron, to zawsze możemy stwierdzić osiągnięcie przez kogoś bardziej ofensywnej pozycji. O czym to może świadczyć? Jeden z pilotów był lepszy, a drugi gorszy? To zazwyczaj najczęstsze wytłumaczenie i w dużej mierze zgodne z prawdą. W takim wypadku kluczową rolę będzie odgrywała kwestia odpowiedniego przygotowania i szkolenia pilota. Nie chodzi tu tylko o możliwości fizyczne, np. znoszenie dużych przeciążeń czy umiejętność wykonywania określonych manewrów, lecz przede wszystkim o szeroko pojętą wiedzę z aerodynamiki, fizyki, matematyki, taktyki, a także na temat możliwości technicznych użytkowanego sprzętu i uzbrojenia. Zwycięstwo odniesione w walce nie jest (i nie powinno być) traktowane jako tzw. dzieło przypadku lub szczęścia jednej ze stron. Jest to wynik świadomie podejmowanych decyzji i właściwych działań adekwatnych do zaistniałej sytuacji.

Skoro tak niewielkie znaczenie ma czynnik ludzki, to jaką rolę odgrywa sprzęt? Nowoczesne konstrukcje pozwalają przeciętnym pilotom robić nieprzeciętne rzeczy. Nie zawsze będą gwarantowały odniesienie zwycięstwa, lecz na pewno są w stanie zdobyć przewagę. Na przestrzeni lat wielokrotnie pojawiały się samoloty, które, zdaniem konstruktorów, miały być bezkonkurencyjne w stosunku do reszty. Pod koniec II wojny światowej zbudowano samolot myśliwski o napędzie rakietowym Messerschmitt Me 163 Komet. Osiągał on zawrotną jak na ówczesne czasy prędkość. Jednak okazało się, że jego użyteczność w walkach powietrznych była minimalna. Przede wszystkim różnica prędkości między Messerschmittem a innymi samolotami bardzo utrudniała użycie uzbrojenia. Poza tym czas pracy silnika rakietowego był bardzo ograniczony. Konstrukcja wyprzedzająca swoją epokę zupełnie nie sprawdziła się w działaniach bojowych. Mimo to pogoń za prędkością trwała jeszcze wiele dziesięcioleci. Napędy odrzutowe umożliwiały przekroczenie bariery dźwięku. Samoloty stawały się coraz szybsze, skrzydła coraz mniejsze i cieńsze, a pilotowanie coraz trudniejsze.

Kiedy wreszcie prędkość przestała być priorytetem, postawiono na manewrowość. Efektem tego było pojawienie się supermanewrowych myśliwców najnow-

## RYS. DIAGRAM – ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY PRĘDKOŚCIĄ, PROMIENIEM ZAKRĘTU, PRĘDKOŚCIĄ KĄTOWĄ A PRZECIĄŻENIEM



Źródło: F-16 Basic Employment Manual.

szych generacji ze zmiennym wektorem ciągu oraz zaawansowanymi systemami sterowania. Pilotowanie najnowszych myśliwców jest stosunkowo łatwe. Nie ma już takich ograniczeń jak kiedyś. Pilot nie musi ciągle kontrolować prędkości, kątów natarcia czy też przeciążenia. Nie da się w sposób przypadkowy „przeciągnąć” samolotu, czyli wprowadzić na pozakrytyczne kąty natarcia, co było dawniej zmorą myśliwców. Przeciążenie jest kontrolowane automatycznie, pojawiają się ostrzeżenia i sygnalizacja małej prędkości. Sterowanie jest płynne, lekkie i intuicyjne. Wszystko po to, by zwiększyć komfort pracy pilota i umożliwić mu poświęcenie większej uwagi na obsługę systemów uzbrojenia i taktykę.

W jaki sposób wymienione elementy wpływają na sposoby działań i technikę prowadzenia manewrowych walk powietrznych? Jeżeli rozważamy walkę ograniczoną tylko do użycia działka, to bez względu na to czy będzie to MiG-21, F-16, Su-27 czy F-35, to w dalszym ciągu będzie chodziło o takie manewrowa-



Nowoczesne konstrukcje pozwalają przeciętnym pilotom robić nieprzeciętne rzeczy. Nie zawsze będą gwarantowały odniesienie zwycięstwa, lecz na pewno są w stanie zdobyć przewagę.

LOCKHEED MARTIN

nie samolotem, aby jak najszybciej zająć pozycję ofensywną. Prawa aerodynamiki skutkują określoną geometrią manewrów. Nawet jeżeli statek powietrzny ma możliwość wykonania bardzo efektownej akrobacji, superciasnego zakrętu czy manewru typu „kobra”, to i tak zawsze będzie się to wiązało ze znaczną utratą energii. W takim wypadku nawet przy korzystnym stosunku rozporządzonej mocy silników do masy samolotu czas potrzebny na odzyskanie prędkości będzie długi. W tym momencie jest on łatwym celem. Jego tor lotu jest przewidywalny, a możliwości manewru znacznie ograniczone.

Kilka lat temu pojawiły się w mediach sensacyjne wiadomości na temat symulowanej walki powietrznej między F-16 Fighting Falcon (Block 40) a najnowszym amerykańskim myśliwcem piątej generacji F-35 Lightning II<sup>3</sup>. Wyniki tego starcia były dla wielu komentatorów dosyć kontrowersyjne. Okazało się, że F-16 był w stanie wymanewrować supermyśliwiec F-35. Analitycy podkreślają pewne ograniczenia, które wprowadzono podczas tych testów. Zwracają uwagę, że F-35 został zaprojektowany jako kompleksowa platforma korzystająca z różnorodnych sensorów, co przy wsparciu zaawansowanych systemów sterowania uzbrojeniem w normalnych warunkach czyni go bezkonkurencyjnym. Jak to możliwe, że konstrukcja powstała na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku jest w stanie pokonać tak

nowoczesny samolot? Czy w takim razie jest sens inwestowania miliardów dolarów w tego typu projekty?

Wbrew pozorom odpowiedź na to drugie pytanie jest jak najbardziej twierdząca. Specjaliści w tej dziedzinie doskonale wiedzą, że porównywanie tych dwóch statków powietrznych na bazie takiego doświadczenia i przy takich założeniach jest bezsensowne. F-35, funkcjonujący w środowisku wzajemnie się uzupełniających systemów pokładowych oraz zewnętrznych, jest platformą o wiele bardziej zaawansowaną i skuteczniejszą od F-16.

Kiedy w naszym kraju w 2006 roku wprowadzono do użytku samoloty F-16 Block 52+, od razu rozpoczęły się spekulacje, czy w starciu z MiG-29 będą lepsze, czy gorsze. Takie konfrontacje miały miejsce wielokrotnie podczas różnego rodzaju ćwiczeń i treningów. F-16, dysponujący dużo lepszym radarem, a także pociskami raketowymi o większym zasięgu, podczas typowych działań taktycznych raczej nie dawał szansy starszym migom, co nie powinno być żadnym zaskoczeniem. W manewrowej walce powietrznej, jeżeli nie wprowadzono dodatkowych ograniczeń, to wykorzystując celownik nahełmowy (Joint Helmet Mounted Cueing System – JHMCS) oraz rakiety AIM9X Sidewinder piloci F-16 również uzyskiwali dużą przewagę. Natomiast w wypadku starć tylko z użyciem działka w sytuacji tzw. równych szans wyniki okazywały się różne. Na początku taktyka samo-

<sup>3</sup> <https://militarymachine.com/f-35-vs-f-16/>.

lotów MiG często polegała na wykonywaniu gwałtownych manewrów pionowych, co może dawać szansę na utratę kontaktu wzrokowego przez przeciwnika, lecz wiąże się również z dużą utratą energii i przewidywalnością dalszego toru lotu. Jeżeli MiG nie był w stanie uzyskać ofensywnej pozycji w pierwszych kilkudziesięciu sekundach walki, to z biegiem czasu jego szanse stopniowo malały. Istotnymi czynnikami okazywały się również zapas paliwa i jego zużycie, ponieważ często walki kończyły się przedwcześnie lub były nierozstrzygnięte z powodu braku paliwa.

Czy na podstawie przedstawionych informacji można jednoznacznie ocenić, która maszyna jest lepsza? Można tylko pokusić się o porównanie podstawowych parametrów manewrowych. Można też stwierdzić, że ta wersja F-16 ma lepszy radar, nowocześniejsze i bardziej skuteczne uzbrojenie oraz systemy wspomagające pilota w walce powietrznej. Natomiast w sytuacji pewnych ograniczeń, dających mniej więcej równe szanse, czynnikami, które w głównej mierze determinują wynik starcia, będą prawdopodobnie doświadczenie i umiejętności pilotów.

A zatem niezależnie od tego, z jakim typem statku powietrznego mamy do czynienia, klasyczny „dog fight” będzie podlegał takim samym regułom i opierał się na tych samych zasadach. Może to być odpowiedzią na pytanie, czy jest sens szkolić pilotów w tym elemencie. Umiejętności takie, przynajmniej do tej pory, stanowią podstawę, na której powinno się opierać dalsze zaawansowane szkolenie. Tak jak umiejętność startu, lądowania oraz operowania poszczególnymi systemami samolotu. Jest to wiedza kompleksowa i niezbędna do właściwego zrozumienia i opanowania kolejnych etapów taktycznego szkolenia pilotów myśliwskich. W realnych działaniach bojowych prawdopodobieństwo, że zaistnieje konieczność podjęcia manewrowej walki powietrznej z użyciem działka jest raczej znikome. Nie oznacza to jednak, iż umiejętności takie są pilotom zupełnie nieprzydatne.

Dotychczasowe rozważania skupiały się przede wszystkim na WVR z użyciem działka pokładowego. Ten typ walki powietrznej, tak jak już wspomniano, można traktować jako archaizm. Nawet jeżeli z jakichkolwiek przyczyn dojdzie do takiej konfrontacji, to obecne możliwości techniczne umożliwiają odpalenie pocisków raketowych bez konieczności zajmowania ofensywnej pozycji. Celowanie z wykorzystaniem celowników nahełmowych i tzw. all aspect weapon, czyli uzbrojenie mogące być wykorzystane z dowolnego kierunku, zmieniają znacząco filozofię prowadzenia walk powietrznych. Możliwość użycia uzbrojenia praktycznie w każdej pozycji sprawia, że dotychczasowe metody atakowania i obrony stają się mało przydatne. Większą rolę będzie odgrywał czas od momentu wykrycia celu do chwili użycia uzbrojenia. Obecnie pilot ma dostęp do znacznie większej ilości informacji dotyczących położenia i statusu przeciwnika. Systemy transmisji danych zapewniają w sposób ciągły monitorowanie i śledzenie celów, nawet bez konieczności używania

własnych środków. To wszystko sprawia, że problemem staje się nadmiar informacji oraz konieczność priorytetyzacji zadań.

Jeżeli istnieje możliwość użycia uzbrojenia bez konieczności wzrokowego kontaktu z przeciwnikiem, to takie działania mają charakter trochę wirtualny. Dlatego że, poczynając od wykrycia celu aż po moment jego zestrzelenia, wszystko dzieje się poza zasięgiem wzroku pilota. Taka walka ma odmienny przebieg, tzw. flow, zupełnie inną dynamikę, a manewrowanie ogranicza się do stworzenia optymalnych warunków do odpalenia pocisków raketowych. W przeciwieństwie do starć WVR nie ma natychmiastowych efektów. Niejednokrotnie dopiero podczas analizy po locie można stwierdzić, co tak na prawdę zaszło i jakie błędy zostały popełnione.

Dzisiejszy rozwój technologii, zwiększające się możliwości systemów wykrywania, śledzenia i identyfikacji celów oraz coraz większe zasięgi, jak również skuteczność uzbrojenia wskazują, że w przyszłości walki powietrzne będą toczone na większą odległość i raczej bez kontaktu wzrokowego z przeciwnikiem. Nowoczesne samoloty myśliwskie (wielozadaniowe) są projektowane z myślą o pracy w takim właśnie środowisku.

#### CO DALEJ?

Dynamiczny rozwój platform bezałogowych wskazuje kierunki rozwoju tego rodzaju lotnictwa. Nie są to pomysły nowe. Na przestrzeni lat powstawały liczne opracowania i raporty stwierdzające, że będzie to naturalna i logiczna konsekwencja postępu technologicznego, mająca swoje uzasadnienie ekonomiczne, taktyczne lub strategiczne oraz etyczne. Człowiek nie będzie bezpośrednio narażony na ryzyko prowadzenia działań bojowych. Eliminacja pilota zmniejszy koszty projektowania, produkcji i użytkowania tych statków powietrznych. Znika problem ograniczeń fizjologicznych człowieka, takich jak na przykład zmęczenie, tolerancja przeciążeń czy różnice temperatury ciśnienia. Automatyczne systemy śledzenia, naprowadzania, sterowania i obsługi uzbrojenia są znacznie szybsze i precyzyjniejsze niż człowiek.

Jeżeli taka zmiana miałaby nastąpić, nie odbędzie się to w sposób rewolucyjny z dnia na dzień, dlatego też lotnicy raczej mogą spać spokojnie. Nie stanie się tak, że nagle piloci wojskowi przestaną być potrzebni. Podobnie jak w wypadku manewrowych walk powietrznych, które miały odejść do lamusa zaraz po wprowadzeniu raket klasy powietrze–powietrze, co jak wiadomo nie miało miejsca. Ludzie coraz częściej będą pełnili funkcje zarządczo-kontrolne, natomiast zadania wykonawcze będą realizowały urządzenia i systemy do tego przeznaczone. Zresztą tendencja do marginalizacji roli pilota do poziomu operatora jest powszechna i znajdziemy ją nie tylko w lotnictwie wojskowym. Jest to nieuniknione, biorąc pod uwagę zwiększające się wymagania związane z rozwojem technologicznym platform powietrznych. ■

◆ OEU448  
315.5 kts 9662 ft

◆ IUO501  
305.2 kts 9662 ft

▶ PWX  
348.9 kts 9945 ft

◆ UYZ207  
268.0 kts 9874 ft

◆ RTA880  
295.7 kts 9874 ft

◆ VVW654  
307.2 kts 9874 ft

◆ FMF90  
340.3 kts 9874 ft

◆ OMH772  
302.9 kts 8094 ft

Konstruktorzy systemów rozpoznania i wykrywania statków powietrznych mierzą się z nie lada zadaniem, w jaki sposób zaskoczyć lotnictwo przeciwnika, wykrywając, śledząc i niszcząc obiekt powietrzny wykonany w technologii *stealth*.

ANDREY VP / SHUTTERSTOCK



# Utrudnić wykrycie

EWOLUCJA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA STATKÓW POWIETRZNYCH NA PRZESTRZENI LAT, A TAKŻE WNIOSKI Z UŻYCIA LOTNICTWA W KONFLIKTACH ZBROJNYCH PRZYCZYNIŁY SIĘ DO POWSTANIA RÓŻNORODNYCH SPOSOBÓW, DZIĘKI KTÓRYM STARANO SIĘ UCZYNIĆ PLATFORMY TE TRUDNYMI DO WYKRYCIA.

ppor. pil. mgr inż. **Magdalena Franczak**  
ppik dr inż. **Andrzej Truskowski**

Od czasu debiutu statku powietrznego na polu walki czyniono wszystko, aby jak najbardziej „ukryć” go przed systemami rozpoznania powietrznego i obrony przeciwlotniczej przeciwnika. Już w okresie międzywojennym większość poglądów dotyczących bojowego zastosowania lotnictwa odnosiła się nie tylko do jego roli w przyszłej wojnie, lecz także do wyglądu samolotu, jego kamuflażu, doboru elementów maskujących w celu jak największej asymilacji z otoczeniem. Szczególną uwagę starano się zwracać na element zaskoczenia. Jeden z teoretyków niemieckiej Luftwaffe Herhuth von Rohden twierdził, że *moment zaskoczenia w wojnie powietrznej posiadać będzie największe znaczenie i powinien być wykorzystany w maksymalny sposób*<sup>1</sup>.

Pomijając aspekty taktyczno-operacyjne, początkowo stosowano rozmaite formy kamuflażu. Używano do tego różnorodnych farb, lakierów czy wprowadzano nowatorskie elementy konstrukcyjne. Natomiast po wynalezieniu radaru dodatkowo zaczęto w konstrukcjach platform powietrznych uwzględniać układ aerodynamiczny oraz materiały pochłaniające pro-

1 L. Wyszczelski, *Poglądy na wojnę i walkę zbrojną w myśli wojskowej lat 1918–1939*, Warszawa 1985, s. 275–276; J. Gotowała, *Zarys historii lotnictwa*, Warszawa 2003, s. 116.



Magdalena Franczak jest pilotem w Grupie Działań Lotniczych 41 Bazy Lotnictwa Szkolnego.



Andrzej Truskowski jest kierownikiem Katedry Taktyki i Uzbrojenia na Wydziale Lotnictwa Lotniczej Akademii Wojskowej.

mieniowanie elektromagnetyczne (Radiation-Absorbent Material – RAM)<sup>2</sup>. Pojawienie się statków powietrznych wykonanych w technologii *stealth* tylko potwierdziło te dążenia, utwierdzając w przekonaniu, że również w XXI wieku element zaskoczenia podczas uderzeń lotnictwa ma niebagatelne znaczenie.

### WYKRYWALNOŚĆ OPTYCZNA I AKUSTYCZNA

Sposób, w jaki postrzega się otoczenie, opiera się w głównej mierze na tzw. procesie widzenia przestrzennego i centralnego. To pierwsze dostarcza ogólnych informacji o otoczeniu, np. pozwala bez wpatrywania się w przeszkody poruszać się, nie wpadając na nie. Widzenie centralne z kolei umożliwia rozpoznawanie detali po skupieniu wzroku na danym obiekcie. Siły zbrojne poszczególnych państw od co najmniej wieku starają się szukać różnych sposobów zmylenia ludzkiego wzroku, czasami wspomaganego lornetką czy innym sprzętem optycznym. Metody zmniejszenia wykrywalności, zwłaszcza optycznej, przez lata istotnie się nie zmieniły. Mimo zwiększonego nasycenia pola walki elektronicznymi środkami wykrywania, kamuflaż chroniący sprzęt i żołnierzy przed wzrokiem przeciwnika nadal nie traci na wartości. Skuteczne maskowanie jest w stanie przechytrzyć obie formy widzenia.

Jednym ze skutecznych sposobów mylenia jest tzw. *kamuflaż mimetyczny*. Sprawia on, że zamaskowany obiekt z dowolnej odległości nie odróżnia się od tła. Wzór, który świetnie maskuje z kilkunastu metrów, z większej odległości może się zlewać i tworzyć kontrastową plamę. W praktyce oznacza to, biorąc pod uwagę chociażby mundur, że konieczne jest zastosowanie układu plam podobnych do otoczenia, jak też właściwego rozkładu kolorów, by maksymalnie utrudnić rozpoznanie charakterystycznej sylwetki człowieka.

Brak możliwości wtopienia się w otoczenie sprawia konieczność zastosowania *kamuflażu deformującego*, znanego również pod nazwą *blask* (dazzle). W tym wypadku obserwator nie jest w stanie rozpoznać i zidentyfikować kształtu. Kamuflaż ten nie tyle ma ukryć dany obiekt, ile utrudnić jego zidentyfikowanie. Dlatego też od czasów I wojny światowej szeroko stosowano kontrastowe pasy malowane na okrętach. Pokryta nimi jednostka była zauważalna, ale kamuflaż sprawiał trudności w rozpoznaniu sylwetki czy szybkim zlokalizowaniu poszczególnych jego elementów. Różne warianty kamuflażu deformującego stosowane są również współcześnie nie tylko na okrętach, lecz także na pojazdach wojskowych oraz statkach powietrznych.

W latach czterdziestych ubiegłego wieku w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie powstał projekt Yehudi. Zakładał on, że nawet perfekcyjne malowanie nie zapewni ukrycia w specyficznych warunkach. Przykładem może być statek powietrzny na tle gwiazdzistego nieba. Niezależnie od tego, jak osobliwy kamuflaż na nim umieszczono, uważny obserwator był w stanie dostrzec w nocy poruszającą się na tle nieba ciemną plamkę. Do tej pory rozwiązaniem stosowanym nocą było zaciemnianie, jednak kluczem okazało się być odpowiednie oświetlenie. Dzięki umieszczeniu na skrzydłach i kadłubie kilkunastu świateł zaświeconych z jakiegoś załogi niemieckich U-Bootów mogły wizualnie dostrzec nadlatujący nocą samolot, zmniejszył się z 19 do trzech kilometrów. Mimo że wyniki testu były obiecujące, rozwiązanie to nie znalazło zastosowania na większą skalę.

W późniejszym okresie na krótko powrócono jeszcze do tego projektu, m.in. podczas wojny w Wietnamie. W jej trakcie sposobem na ukrycie samolotów F-4 Phantom biorących udział w nocnych misjach było wykreowanie z nich latających świątecznych choinek (rys. 1). Według ówczesnych szacunków dodatkowe oświetlenie statku powietrznego zmniejszyło dystans jego optycznego zdemaskowania o jedną trzecią<sup>3</sup>.

W współczesnych samolotach o napędzie odrzutowym istotnym problemem jest zapobieganie tworzeniu się tzw. smug kondensacyjnych, które są naturalną konsekwencją procesów zachodzących w określonych warunkach lotu. Smuga taka powstaje za samolotem poruszającym się w górnej troposferze i dolnej stratosferze na wysokości 8–15 km nad powierzchnią ziemi. Jest ona chmurą zbudowaną z kryształków lodu, powstającą przez skroplenie pary wodnej w stanie przechłodzonym na dużej wysokości. Drobinę spalin, stanowiącą jądro kondensacji, sprawiają, że para wodna wytrąca się w postaci kropelek, po czym natychmiast zamarza. Aby zapobiec optycznemu wykryciu, spowodowanemu powstawaniem smug kondensacyjnych, do paliwa dodaje się specjalne środki chemiczne. Zmniejszają one średnice kropelek wody tworzących smugę.

Obecność statków powietrznych zdradza również hałas. Jego źródłami są przede wszystkim zespół napędowy oraz efekty akustyczne, które towarzyszą lotom naddźwiękowym. Zmniejszenie wykrywalności akustycznej sprowadza się głównie do ograniczenia hałasu wytwarzanego przez zespół napędowy. W tym celu podejmuje się następujące przedsięwzięcia<sup>4</sup>:

– *stosowanie silników o mniejszej hałaśliwości (dwuprzepływowych) lub silników o tzw. zmiennym obiegu (np. zastosowany w samolocie F-22A);*

<sup>2</sup> Materiał pochłaniający promieniowanie, znany jako RAM (Radiation-Absorbent Material), jest materiałem, który został specjalnie zaprojektowany i tak ukształtowany, aby absorbować promieniowanie padające na częstotliwości radiowe tak skutecznie, jak to możliwe, z jak największej liczby kierunków. E. Knott, J. Shaefter, M. Tulley, *Radar Cross Section*, New York 2004, s. 528–532.

<sup>3</sup> A. Price, *Niebo w ogniu*, Warszawa 2002, s. 146–152.

<sup>4</sup> J. Błaszczak, K. Sibilski, *Niewidzialne samoloty?*, Warszawa 1997, s. 37–39.

– wyeliminowanie stosowania dopalania w strefie zagrożenia (przed wykryciem);

– umiejscowienie i kształtowanie dysz wylotowych zespołów napędowych w taki sposób, by minimalizować rozprzestrzenianie się hałasu w kierunku ziemi;

– izolowanie silników od zewnętrznego pokrycia płatowca, nie tylko termicznie, ale i akustycznie;

– w strefie potencjalnego zagrożenia wykonywanie lotu z prędkością poddźwiękową w celu zapobiegnięcia wystąpienia efektów akustycznych powstających przy przekraczaniu bariery dźwięku lub też wykonywanie w tej strefie lotów z prędkością na tyle naddźwiękową, aby efekty te stały się słyszalne na ziemi zdecydowanie po minięciu przez samolot danego punktu.

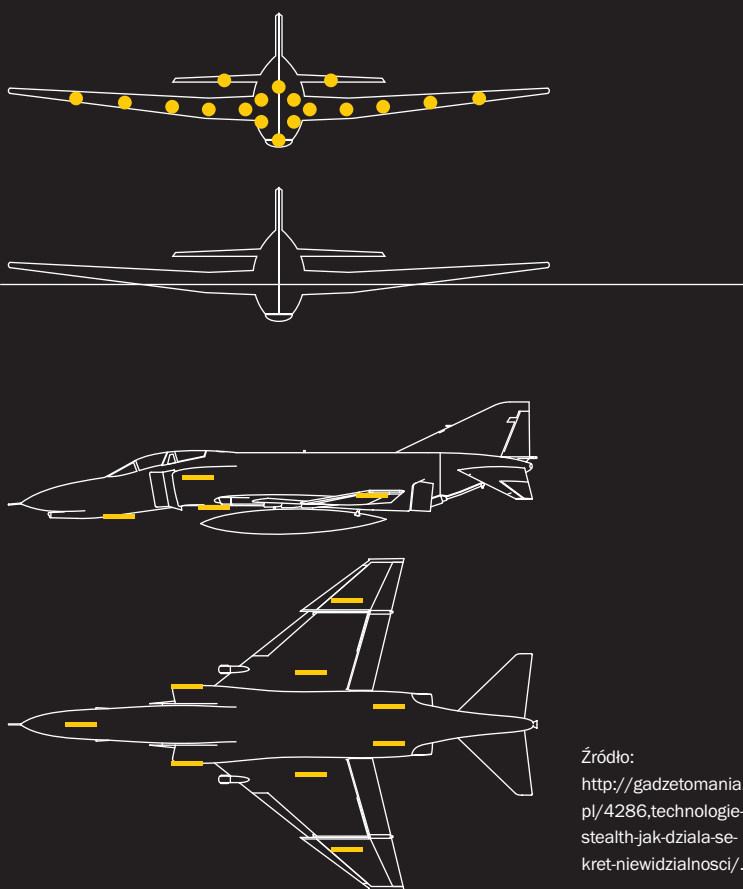
### MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE

Osiągnięcia inżynierii materiałowej w ostatnich latach umożliwiły uzyskanie wielu nowatorskich materiałów konstrukcyjnych pochłaniających promieniowanie radarowe i mających za zadanie absorbowanie promieniowania elektromagnetycznego. Pochłonięta przez materiał RAM energia elektromagnetyczna jest zazwyczaj przekształcana na energię ciepłą, która już nie jest możliwa do wykrycia przez stację radiolokacyjną. Każdy materiał pochłaniający promieniowanie może pochłaniać fale radarowe jedynie z określonego pasma częstotliwości. Charakteryzuje się także określonym współczynnikiem odbicia określającym stosunek mocy sygnału odbitego do mocy sygnału padającego. Dodatkowo współczynnik odbicia tych materiałów jest zależny od kąta, pod jakim pada na niego fala elektromagnetyczna. Oczywiście materiały te nie należą do najtańszych w produkcji, dodatkowo charakteryzują się słabą wytrzymałością mechaniczną. Nie używa się ich do wytwarzania elementów, które podlegają działaniu dużych sił i przeciążeń. Kolejną wadą jest także ich duża gęstość, co przekłada się na ich znaczną masę (rys. 2).

Aby uzyskać szerokie pasmo pochłaniania fal elektromagnetycznych materiałów RAM, stosuje się je w postaci struktur wielowarstwowych (Radar Absorbent Structure – RAS). Ich głównym zadaniem jest rozproszenie promieniowania wewnątrz konstrukcji statku powietrznego. Grubość przekroju najcieńszej warstwy odpowiada za górną częstotliwość zakresu absorpcji. Jeżeli chodzi o dolną częstotliwość pochłaniającą widma fal elektromagnetycznych, określa ją suma grubości wszystkich warstw powłoki. Struktur wielowarstwowych używa się najczęściej w krawędziach natarcia skrzydeł, ponieważ to właśnie te części płatowca są zazwyczaj podstawowym elementem wykrywaniem przez stacje radiolokacyjne wczesnego ostrzegania, które pracują zazwyczaj na mniejszych częstotliwościach niż większość innych stacji. Efekt działania powłok RAM zależy w zasadniczej mierze od ich grubości, zwykle są one wykonywane w postaci gotowych okładzin, które przypominają linoleum.

5 L. Guzewicz, M. Andruszkiewicz, *Zagrożenie uderzeniami śródków o małej skutecznej powierzchni odbicia*, Wrocław 2010.

## RYS. 1. ŚWIATŁA MASKUJĄCE. SCHEMAT ICH ROZMIESZCZENIA NA SAMOLOCIE GRUMMAN TBV AVENGER I F-4



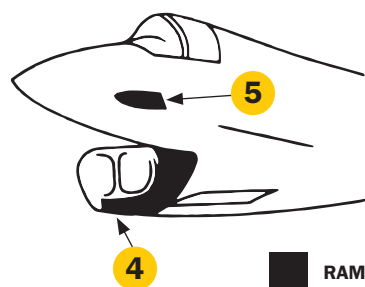
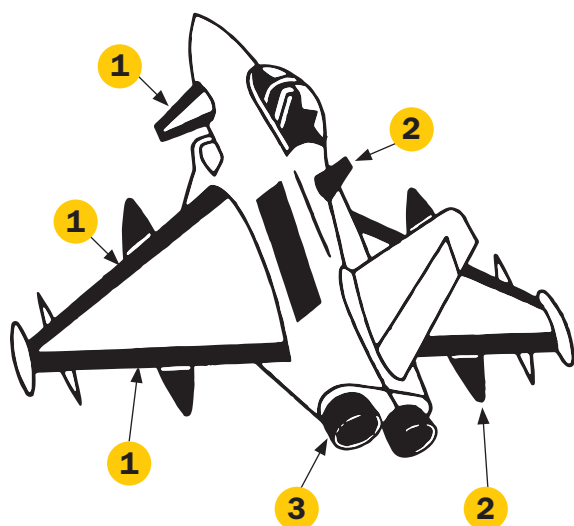
Źródło:

<http://gadzetomania.pl/4286,technologie-stealth-jak-dziala-sekret-niewidzialnosci/>.

Drobne elementy płatowca wykonuje się natryskując płynny RAM.

Biorąc pod uwagę sposób absorpcji oraz zakres częstotliwości absorbowanej energii elektromagnetycznej materiału, można je podzielić na tzw. absorbenty szerokopasmowe, wąskopasmowe oraz hybrydowe<sup>5</sup>. Pochłanianie energii elektromagnetycznej w całym zakresie częstotliwości radarowych (zakres absorpcji zawiera się w przedziale od 0,5 do 40 GHz) zapewniają absorbenty szerokopasmowe. Zwykle

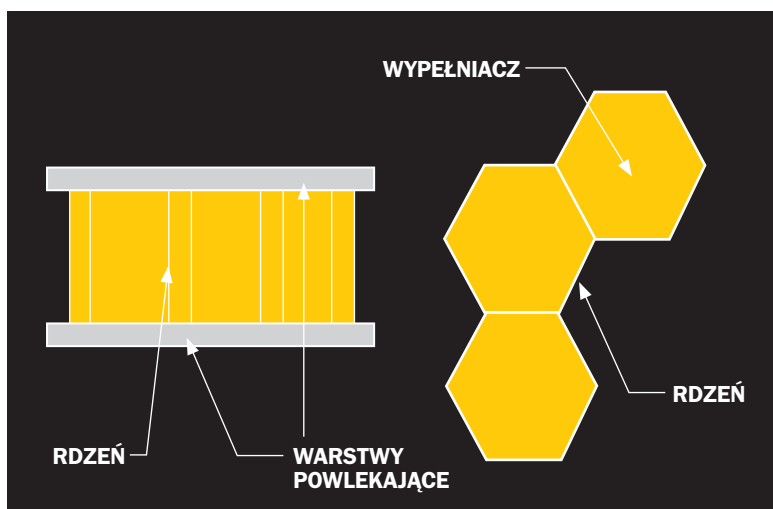
## RYS. 2. ELEMENTY PŁATOWCA ZAWIERAJĄCE MATERIAŁ POCHŁANIAJĄCY



1 - krawędzie natarcia i splywu przednich i głównych skrzydeł, 2 - elementy wystające i podwieszenia zewnętrzne, 3 - dysze wylotowe, 4 - wloty powietrza, 5 - wloty broni lufowej

Źródło: J. Błaszczyk, K. Sibilski, *Niewidzialne samoloty?*, Warszawa 1997, s. 38.

## RYS. 3. PRZEKRÓJ STRUKTURY RAM (ABSORBENT SZEROKOPASMOWY)



Opracowanie własne na podstawie: L. Guzewicz, M. Andruszkiewicz, *Zagrożenie uderzeniami środków o małej skutecznej powierzchni odbicia*, Wrocław 2010.

mają one wielowarstwową budowę, a elementami składowymi są materiały izolacyjne (tworzywa sztuczne, materiały ceramiczne oraz pochłaniające w postaci grafitu, proszków tlenku żelaza, miedzi, kobaltu, aluminium lub ferrytów), a także o właściwościach pochłaniających i rozpraszających (rys. 3). Coraz częściej stosuje się również komórkowe pokrycia przekładkowe jako tzw. plastry miodu (honeycomb). Tego typu struktury ścianek komórek są zbudowane zazwyczaj z pianki przesyconej absorbentem.

Z badań prowadzonych m.in. w Stanach Zjednoczonych wynika, że pokrycia przekładkowe typu plaster miodu z okładzinami z laminatu zbrojonego włóknem szklanym i komórek, które są wypełnione absorbentem w postaci proszku węglowo-srebrnego, mogą pochłaniać promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości od 2,5 do 13 GHz. Masa powierzchni 930 cm<sup>3</sup> tego typu pokrycia wynosi 310 g, a jego grubość – 2,5 cm<sup>6</sup>. Materiały tego typu zwykle są stosowane w samolotach poddźwiękowych, nie nadają się one natomiast do zastosowania jako element struktury nośnej naddźwiękowych statków powietrznych. W najnowszych konstrukcjach *stealth* (F-22, F-35) zamiast włókien szklanych w tych materiałach wykorzystuje się włókna kevlaru lub węglowe, których wytrzymałość jest zbliżona do pokrycia metalowego. Ich dodatkową zaletą jest też niewielka masa. Amerykańska firma Keene Corps opracowała i wy-

6 J. Błaszczyk, K. Sibilski, *Niewidzialne samoloty...*, op.cit., s. 42.

produkowała szerokopasmowy materiał typu MC. W budowie przypomina on plaster miodu i może być wykonany w dowolnym kształcie. Najczęściej są to kwadratowe płyty o wymiarach 450x450 cm. Stosuje się je na pokrycie części płatowca, m.in. kadłub, gondole, usterzenia, które dają duże echo radarowe w temperaturze od 16 do 191°C.

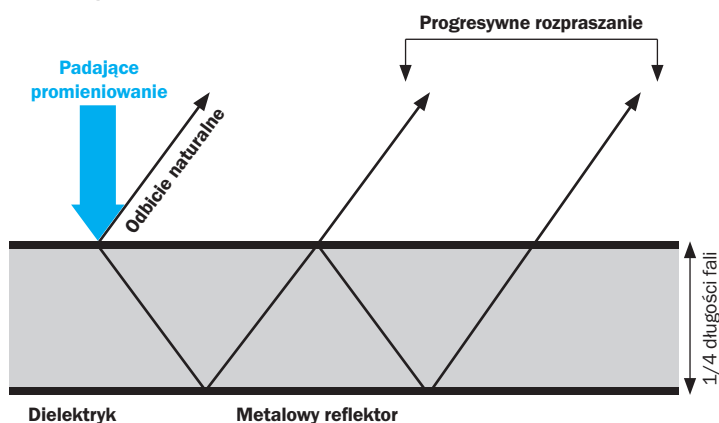
Inna amerykańska firma Emerson i Cuming produkuje lekkie, odkształcalne pianki materiałów szerokopasmowych RAM o nazwie Eccosorb. Pochłaniają one 99% energii fal radarowych w temperaturze od 35 do 150°C. Stosuje się je w akustycznych komorach pochłaniających i na stanowiskach badawczych. Są skuteczne bez względu na polaryzację fal radarowych<sup>7</sup>. Brytyjska firma Plessey z kolei wytwarza wąsko- i szerokopasmowe materiały RAM stosowane na pokrycia załogowych i bezzałogowych statków powietrznych oraz okrętów i pojazdów lądowych. Do materiałów tego typu zaliczają się absorbenty oznaczone AF/AFP, które dają nominalną wartość tłumienia 12 dB przy padaniu fal pod kątem 50–60°, i są stosowane w akustycznych komorach pochłaniających. Szerokopasmowe materiały RAM, nazwane RAS-20, produkuje też niemiecki koncern. Mogą one być wykorzystywane w elementach płatowcowych statków powietrznych.

Kolejną grupę materiałów pochłaniających stanowią absorbenty wąskopasmowe (rezonansowe), które tworzą warstwy interferencyjne. Ich budowa opiera się na zastosowaniu dwóch metalowych powierzchni odbijających jako reflektorów oraz dielektryka jako wypełniacza. Najczęściej są to elastomery, np. guma czy kauczuk. Ukształtowane w ten sposób absorbenty, zazwyczaj w postaci płyt, kształtowników lub powłok, są umieszczane na wydzielonych obszarach elementów lub zespołów płatowca, które mają największy wkład w wartość skutecznej powierzchni odbicia (SPO) samolotu. Ich zasada działania polega na tym, że część fal jest odbijana od ich zewnętrznej powierzchni, a druga część od warstwy znajdującej się pod spodem. Odbite w ten sposób fale tworzą niezgodność faz, które powodują ich tłumienie. Długość fali tłumionej determinuje odległość między reflektorami oraz użyty rodzaj dielektryka, w którym zachodzi częściowa dyspacja energii padającego promieniowania (rys. 4). Jeśli uzyska się dokładnie przeciwne fazy oraz jednakowe amplitudy obydwu fal, zachodzi całkowite wytłumienie. Materiały te pochłaniają więc precyzyjnie określone długości fal, dlatego też z reguły warstwa dielektryka powinna wynosić jedną czwartą długości fali dochodzącego sygnału.

Dzięki zastosowaniu odpowiedniej, wielowarstwowej struktury uzyskuje się tłumienie w szerokim paśmie częstotliwości. Zaletą absorbentów rezonansowych jest ich mała masa, wadą zaś degradacja własności tłumiących, gdy fala pada pod kątem innym niż 90°. Firma Keene Corps wyprodukowała wąskopa-

<sup>7</sup> Ibidem.

## RYS. 4. IDEA PROGRESYWNEGO ROZPRASZANIA ENERGII PRZEZ MATERIAŁ WĄSKOPASMOWY



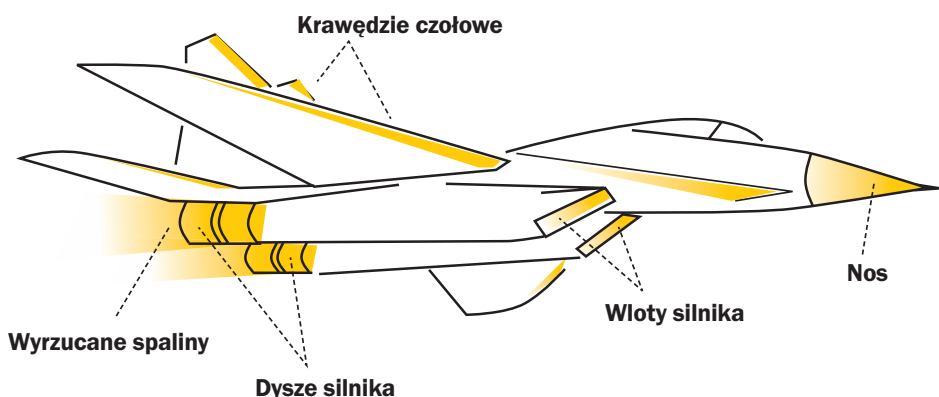
smowe materiały RAM typu ML-P, skuteczne dla częstotliwości 2,5, 4 i 8 GHz. Składają się one z pianki, wypełnionej absorbentem, i reflektora z metalowej folii. Przeznaczone są głównie do maskowania okrętów, pojazdów oraz instalacji lądowych.

Absorbenty hybrydowe łączą cechy materiałów szeroko- i wąskopasmowych, dając w rezultacie najlepsze właściwości tłumiące podczas zmieniających się kątów padania promieniowania elektromagnetycznego. Ma to szczególne znaczenie w samolotach myśliwskich, gdyż chroni przed promieniowaniem padającym pod kątem znacznie mniejszym niż 90°. Minusem tych pokryć jest ich wysoki współczynnik tarcia w opływie aerodynamicznym. Zmniejszenie gęstości tego rodzaju materiałów nie należy do najprostszych. Poza specjalnymi samolotami rozpoznawczymi w przyszłości prawdopodobnie mogą one być zastosowane tylko w tych częściach płatowca, które mają największy wkład w zmniejszenie wartości SPO.

Zupełnie inną grupą pochłaniającą promieniowanie radiolokacyjne są farby i lakiery z dodatkiem różnych absorbentów. Wiadomo, że materiały, które zawierają pierwiastki o większej liczbie swobodnych elektronów, lepiej pochłaniają energię fal elektromagnetycznych. Polega to na tym, że elektrony pobudzone energią, np. fali radarowej, rozpraszają ją, przemieniając w ciepło. Wykorzystuje się tę właściwość np. przy

Opracowanie własne na podstawie: L. Guzewicz, M. Andruszkiewicz, *Zagrożenie uderzeniami środków o małej skutecznej powierzchni odbicia*, Wrocław 2010.

## RYS. 5. NAGRZEWANIE SIĘ SAMOLOTU W CZASIE LOTU



Opracowanie własne.

wytwarzaniu lakierów na pokrycia zewnętrzne, które zawierają ferryty.

W USA stosuje się lakiery z ferrytycznym żelazem typu „Iron Ball” (żelazna kulka). Impulsy elektromagnetyczne indukują oscylacje molekularne w przemiennego pola magnetycznego w farbie, co prowadzi do przekształcenia ich energii w ciepło, które jest następnie przenoszone na samolot i rozproszone.

### ZDRADLIWE PROMIENIOWANIE

Bardzo ważnym problemem, z którym borykają się konstruktorzy statków powietrznych wykonanych w technologii *stealth* w aspekcie ich „niewidzialności”, jest promieniowanie cieplne. W jaki sposób można zmniejszyć emitowane przez statki powietrzne w locie promieniowanie cieplne w zakresie podczerwieni, a także promieniowanie elektromagnetyczne? Problem jest niebagatelny, gdyż pierwszy z wymienionych rodzajów promieniowania, będący wynikiem nagrzewania się samolotu, daje sygnał w podczerwieni dla stacji wykrywających i naprowadzających statki powietrzne i przeciwlotnicze zestawy rakietowe przeciwnika. Źródłem drugiego promieniowania są urządzenia elektroniczne umieszczone na płatowcu, emitujące charakterystyczne sygnały dla systemów wykrywania i naprowadzania będących w dyspozycji przeciwnika.

Promieniowanie cieplne, nazywane również termicznym lub temperaturowym, jest promieniowaniem elektromagnetycznym emitowanym przez cząstki naładowane elektrycznie w wyniku ich ruchu termicznego. Emitowane jest ono przez każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego. Atomy lub cząsteczki ciała o takiej temperaturze mają

energię kinetyczną, która jest zmieniana w wyniku wzajemnych oddziaływań atomów i cząsteczek, a zmiany energii wynikają z przyspieszenia lub dipolowej oscylacji ładunków. Zmiana ruchu ładunków wytwarza promieniowanie elektromagnetyczne. W wyniku wzajemnych oddziaływań cząsteczek i atomów ustala się zależny od temperatury rozkład ich prędkości, z którego wynika rozkład emitowanego promieniowania<sup>8</sup>.

Aby stacjom radiolokacyjnym utrudnić wykrycie statku powietrznego, konstruktorzy samolotów klasy *stealth* muszą się zmagać ze zmniejszeniem do minimum promieniowania cieplnego w podczerwieni. Problem ten jest o tyle ważny, że podczerwień spośród innych zakresów promieniowania elektromagnetycznego jest, jak dotąd, jedynym promieniowaniem (poza zakresem radiowym), dzięki któremu obiekt latający może być niezawodnie wykryty poza granicą bezpośredniej widoczności. Sygnał w podczerwieni umożliwia przeciwnikowi naprowadzanie pocisków rakietowych typu powietrze–powietrze czy ziemia–powietrze.

W wyniku nagrzewania aerodynamicznego temperatura pokrycia samolotu się zwiększa. Jest to spowodowane lepkością powietrza opływającego maszynę oraz jego sprężeniem na powierzchniach czołowych (rys. 5). Zgodnie z zasadą zachowania energii cała energia kinetyczna zostaje zamieniona w ciepło i energię ciśnienia. Powstały przyrost temperatury jest proporcjonalny do kwadratu prędkości samolotu względem powietrza oraz odwrotnie do jego gęstości (wysokości lotu). Ponadto na stopień jego nagrzewania, poza wysokością lotu i warunkami atmosferycznymi, istotny wpływ mają: współ-

<sup>8</sup> Encyklopedia fizyki, Warszawa 1976, s. 249.

czynnik przewodnictwa cieplnego materiału pokrycia, wielkość powierzchni (zwłaszcza czołowej) samolotu oraz czas lotu<sup>9</sup>.

Przy prędkościach poddźwiękowych statku powietrznego najwyższa temperatura pokrycia płatowca nie przekracza 50°C, natomiast przy prędkościach naddźwiękowych jest ona znacząco wyższa.

Na przykład, w czasie lotu samolotu rozpoznawczego SR-71A z prędkością operacyjną wynoszącą 3–4 Ma nosowa część kadłuba nagrzewa się do temperatury około 300°C, natomiast krawędzie natarcia skrzydeł stateczników i chwytaków powietrza do silników osiągają temperaturę około 500°C. Dla porównania krawędzie płatowca myśliwskiego MiG-a-25 w locie z maksymalną prędkością wynoszącą 2,8 Ma nagrzewają się do temperatury nieco ponad 300°C. W temperaturze około 100°C miękkie szkło organiczne stosowane powszechnie do osłony kabin, wrze paliwo, a zwykłe kleje tracą wytrzymałość. W temperaturze 130°C znacznie spada wytrzymałość duralu, w 230°C dochodzi do rozkładu cieczy hydraulicznej i zniszczenia uszczelnień, a przy ponad 500°C swoje właściwości tracą mechaniczne stopy tytanu<sup>10</sup>. Oczywiście jest, że dla minimalizacji sygnału w podczerwieni wykonywanie długotrwałych lotów przy dużych prędkościach (bez sztucznego chłodzenia pokrycia) jest nie do przyjęcia.

Aby obniżyć temperaturę płatowca statku powietrznego, poczyniono wiele prób. Między innymi chłodzono skrzydła paliwem tłoczonym pod pokryciem na drodze ze zbiornika do wtryskiwaczy w silniku. Na początku lat dziewięćdziesiątych przeprowadzono próby nanoszenia na elementy płatowca warstwy izolacyjnej z trudnotopliwych materiałów za pomocą strumienia plazmy. Na krawędzie skrzydeł наносzono specjalne pokrycia zmniejszające tarcie aerodynamiczne.

Innym źródłem promieniowania termicznego jest zespół napędowy. Nagrzewanie idące od niego to klasyczne zjawisko występujące we wszystkich statkach powietrznych. Wynika ono z określonej temperatury części silnika przyjmujących ciepło od powietrza sprężonego w sprężarce oraz gazów spalinowych w komorze spalania i w rurze wylotowej. Ze względu na intensywne chłodzenie przy małych prędkościach powietrze przepływające przez silnik ma niską temperaturę. Miejscami w silniku, gdzie temperatura jest najwyższa, są dysze wylotowe. W samolocie myśliw-

skim F-22A temperatura gazów wylotowych wynosi około 820°C (z dopalaniem ponad 1370°C), podczas gdy w bombowym B-2 z powodu zastosowania różnych rozwiązań technicznych zmniejszyła się prawie o połowę i wynosi około 450°C<sup>11</sup>.

Wydzielane przez silnik gorące gazy wylotowe mają zasadnicze znaczenie w naprowadzaniu pocisków raketowych kierowanych na podczerwień. Znajdujące się wewnątrz samolotu zespoły i agregaty dają o wiele mniejszy stopień nagrzania płatowca i są mniej groźne, jednak w statkach powietrznych klasy *stealth* takich źródeł promieniowania nie można pomijać. Są to problemy trudne do rozwiązania. Do tej pory stosuje się następujące działania<sup>12</sup>:

- ekranowanie cieplne całego zespołu napędowego, w tym ruchome ekrany, które ograniczyłyby emisję promieniowania przez kanały wlotowe i dysze wylotowe<sup>13</sup>. Pomysł ten przynosi mało korzystne efekty z punktu widzenia aerodynamicznych właściwości samolotu, a może również wpływać na zwiększenie jego obrazu radarowego;

- osłanianie dysz wylotowych dzięki odpowiedniej konstrukcji płatowca (od dołu, przez kadłub i z boku);

- wprowadzenie płaskich dysz wylotowych (dwuwymiarowych), które w położeniu odpowiadającym pracy silnika bez dopalania zmniejszają od tyłu kąt „widzenia” strumienia gazów wylotowych<sup>14</sup>;

- wykorzystanie mikserów mieszających gorące gazy ze strumieniem chłodniejszego powietrza;

- dodawanie do gazów wylotowych środków zmniejszających intensywność promieniowania w podczerwieni lub widmo fal w tym zakresie;

- obniżenie temperatury części zespołu napędowego oraz wyrzucanych gazów wylotowych dzięki stosowaniu dodatkowego chłodzenia powietrzem o niższej temperaturze;

- włączanie dopalania w ostateczności, czyli wtedy gdy samolot został wykryty przez przeciwnika lub wykonuje manewr bojowy.

Nagrzewanie się poszycia samolotu jest redukowane przeważnie stosowaniem ekranów termicznych oraz wykończonych powierzchni. Urządzenia pokładowe są zazwyczaj chłodzone dodatkowymi układami chłodzenia.

Ograniczanie promieniowania elektromagnetycznego jest zaliczane do najtrudniejszych problemów. Rozważa się je w dwóch aspektach. Pierwszym są urządzenia radioelektroniczne, drugim anteny, którymi

9 M. Andruszkiewicz, J. Pająk, *Prowadzenie obrony przeciwlotniczej w warunkach użycia środków bezpilotowych*, Wrocław 2007.

10 J. Błaszczak, K. Sibilski, *Niewidzialne samoloty...*, op.cit., s. 38–42.

11 Ibidem, s. 42.

12 Ibidem, s. 44–45.

13 Pomysł ten daje mało korzystne efekty z punktu widzenia aerodynamicznych właściwości samolotu, a może również wpływać na zwiększenie jego obrazu radarowego. Ł. Pacholski, *Amerykańskie programy myśliwskie przelotu XX i XXI wieku*, „Lotnictwo” 2009 nr 11.

14 Dysze takiego rodzaju znalazły zastosowanie w samolotach Lockheed YF-22A i Grumman X-29A. Dodatkowym ich plusem jest to, że wykonane z materiałów kompozytowych lub ceramicznych, oprócz obniżenia SPR, zmniejszają sygnał termiczny w pozostałych kierunkach. Taki układ sterowania dyszami jest zintegrowany z komputerowym układem sterowania statkiem powietrznym, a co za tym idzie, pozwala na sterowanie siłą nośną lub oporem samolotu. Jest to szczególnie istotne przy wykonywaniu manewrów na polu walki. Ibidem.

urządzenia te dysponują. Nabiera on też znaczenia podczas najbardziej krytycznych etapów wykonywania zadania bojowego, czyli wtedy, kiedy statek powietrzny powinien pozostać niezauważony.

Priorytetową zasadą zmniejszenia promieniowania elektromagnetycznego urządzeń pokładowych jest ich grupowanie w jak najmniejszej liczbie miejsc. Przykładowo, elektroniczne układy cyfrowe sterowania napędem w samolocie wielosilnikowym mogą być zgrupowane we wspólnej ekranowej komorze wraz z układem sterowania lotem. Komora taka eliminuje przenikanie impulsów elektromagnetycznych z zewnątrz oraz ich emisję na zewnątrz. Do komunikacji wewnętrznej, przesyłania komend i informacji stosuje się technikę światłowodową, szczególnie wtedy, gdy odległości między tymi urządzeniami są duże. Radar pokładowy zastępuje się detektorem podczerwieni, w wielu przypadkach zmniejsza się również moc urządzeń będących źródłem promieniowania elektromagnetycznego. W strefie potencjalnego zagrożenia ważne jest maksymalne skracanie impulsów tego promieniowania.

Każde odbiorcze i nadawcze urządzenie radioelektroniczne na pokładzie statku powietrznego posiada antenę. Anteny te są skutecznym reflektorem dla radarów przeciwnika, nawet gdy nie pracują. Problem anten, będących naturalnymi, biernymi reflektorami, może być rozwiązywany różnymi sposobami. Najbardziej radykalną formą wydaje się być zastąpienie pokładowych urządzeń samolotu emitujących energię elektromagnetyczną układami, które tylko odbierają sygnały lub których wykrycie jest znacznie trudniejsze niż promieniowania radiowego. Dlatego właśnie radiolokacyjne systemy kierowania lotem na małych wysokościach zastąpiono urządzeniami pracującymi na podczerwień metodą przeszukiwania do przodu, a wysokościomierze – pomiarem laserowym.

Zamiast radiolokacyjnych systemów kierowania statkiem powietrznym stosuje się tzw. bierne układy inercyjne, których dokładność w ostatnich latach znacznie się zwiększyła. Korekcja tych systemów w trakcie lotu może być przeprowadzona za pomocą satelitarnych systemów nawigacyjnych. Niestety, nie wszystkie urządzenia promieniujące energię elektromagnetyczną można zastąpić urządzeniami biernymi. Do takich należy zaliczyć chociażby radiolokacyjne stacje poszukiwania celów (obiektów rażenia). Do niedawna radar miał się charakteryzować maksymalnym zasięgiem, dobrą rozdzielczością i właściwościami utrudniającymi zakłócenie jego pracy przez przeciwnika przy jak najmniejszych: kosztach, masie własnej, mocy zasilania i wymiarach anteny. W wypadku samolotów *stealth* konieczne okazało się przewartościowanie priorytetów. Obecnie najbardziej istotne jest zmniejszenie emitowanego impulsu.

15 L. Guzewicz, M. Andruszkiewicz, *Zagrożenie uderzeniami środków...*, op.cit.  
16 W. Sobieraj, *Aerodynamika*, Warszawa 2014.



su. Unika się emitowania wiązki radarowej w jednym określonym kierunku lub o jednej określonej częstotliwości dłużej niż wymaga tego procesor cyfrowy radaru w celu uzyskania niezbędnych informacji. Niezależnie od tego opracowano nowe, pasywne urządzenia elektroniczne. Charakteryzują się one szybkim przetwarzaniem uzyskiwanych danych, co pozwala dokładnie lokalizować źródła promieniowania przeciwnika<sup>15</sup>.

#### KSZTAŁT SAMOLOTU I UKŁAD AERODYNAMICZNY

Aby zmniejszyć wartość skutecznej powierzchni odbicia, statek powietrzny musi mieć odpowiedni kształt i układ aerodynamiczny. Ten drugi określa wzajemne położenie zespołów płatowca względem siebie oraz ich przeznaczenie. Konstruktorzy mają problem z doбором odpowiedniego układu oraz zespołów, które zapewnią stosowne własności m.in. aerodynamiczne, wytrzymałościowe czy taktyczne<sup>16</sup>.





Można wyróżnić pięć układów aerodynamicznych (rys. 6), czyli układ:

- klasyczny, „normalny”, w którym skrzydła znajdują się na kadłubie, przed zespołem usterzeń;
- typu „kaczka”, w którym platforma ma skrzydła umieszczone z tyłu kadłuba, a usterzenie poziome (niekiedy również pionowe) znajduje się w przedniej jej części. Samolot w tym układzie najczęściej jest wyposażony w śmigło pchające umieszczone w części ogonowej lub napęd odrzutowy;
- bez usterzenia poziomego, najczęściej zwane bezogonowcem. W samolocie o tym układzie powierzchnie nośne zapewniające sterowność podłużną (ster wysokości) są częścią skrzydła;
- typu „latające skrzydło”, bez wyodrębnionego kadłuba i usterzeń;
- typu „latający kadłub”, gdy samolot może mieć płat w postaci szczytkowej lub tylko kadłub wraz z usterzeniem.

Statki powietrzne mogą być również budowane w innych układach, które charakteryzują się własno-

ściami pośrednimi<sup>17</sup>. Najkorzystniejszy jednak, jeżeli pod uwagę zostanie wzięta minimalizacja wartości SPO, wydaje się być układ „latającego skrzydła”, w którym zlikwidowany jest samoistnie problem połączeń skrzydło – kadłub, zarówno wzdłuż cięciwy w przekroju kadłubowym, jak i wklęsłe naroża na krawędziach natarcia i spływu u nasady płata. Łatwiejsze jest też wyeliminowanie podwieszonych wewnętrznych. Wynika to z faktu stosunkowo dużej objętości wewnętrznej płatowca, zapewniającej umieszczenie w nim zespołu napędowego, różnego rodzaju uzbrojenia oraz zasobników z urządzeniami mocowanymi do tej pory na zewnątrz. Układ ten zapewnia również maksymalne zmniejszenie boczno i czołowego profilu sylwetki samolotu, zwłaszcza jeśli wyeliminuje się stateczniki pionowe (rys. 7).

Korzyści wynikające z zastosowania takiego układu to przede wszystkim zmniejszenie oporów interferencyjnych i części nienośnych, takich jak kadłub czy usterzenia, co sprawia, że konstrukcje te są efektywne aerodynamicznie. Z powodu braku kadłuba

<sup>17</sup> W. Melnarowicz, *Aerodynamika i mechanika lotu*, cz. I. *Aerodynamika samolotu*, Oleśnica 1982.

## RYS. 6. WYBRANE UKŁADY AERODYNAMICZNE SAMOLOTÓW

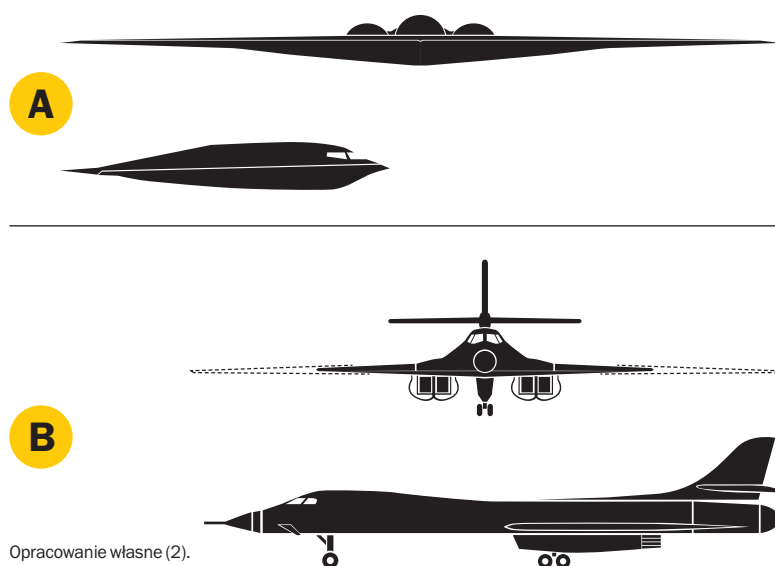


Układ klasyczny

Układ kaczki

Latające skrzydło

## RYS. 7. RZUTY: CZOŁOWY I BOCZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE „LATAJĄCEGO SKRZYDŁA” (A) ORAZ „KLASYCZNYM” (B)



Opracowanie własne (2).

i usterzenia masa względna konstrukcji jest mała. Wynika to również ze zmniejszenia masy struktury nośnej płata związanej z działaniem mniejszych sił wewnętrznych. Zalety „latającego skrzydła” zwiększają się proporcjonalnie do wymiarów statku powietrznego i są najkorzystniejsze dla konstrukcji o dość znacznych gabarytach.

Przyjęcie odpowiedniego układu aerodynamicznego samolotu i właściwe jego zaprojektowanie z punktu widzenia zminimalizowania własności odbijania fal radarowych sprowadza się do rozwiązania wielu problemów. Do najważniejszych należy zapewnienie odpowiedniego kształtu płatowca, który nie musi wynikać z jego najkorzystniejszej kompozycji aerodynamicznej. Kształt ten powinien być uwarunkowany możliwie maksymalnym zmniejszeniem<sup>18</sup>:

- płaskich powierzchni, zwłaszcza pionowych (np. w postaci stateczników, sterów kierunku, powierzchni ustateczniających), które są najskuteczniejszymi reflektorami fal radarowych trafianych w płatowiec niemal prostopadle;
- wklęsłych połączeń (naroży), np. skrzydło–kadłub, usterzenie–kadłub;
- wystających elementów, np. podwieszonych wewnętrznych, anten;
- boczno i czołowego profilu sylwetki samolotu.

Zachowanie odpowiedniego kształtu prowadzi w konsekwencji do uczynienia samolotu maksymalnie gładkim i równocześnie krzywoliniowym, za-

18 J. Błaszczyk, K. Sibiski, *Niewidzialne samoloty...*, op.cit., s. 28–29.

równy w widoku z boku, jak i z przodu (tyłu). Kadłuby samolotów klasy *stealth* nie powinny mieć kształtów brył obrotowych. Okrągły lub owalny przekrój poprzeczny kadłuba zastępuje się w przybliżeniu przekrojem prostokątnym, przy czym jeden z dłuższych boków prostokąta wyznacza płaszczyznę jego dolnej części. Powszechnie stosowany kształt spodu kadłuba o krzywiźnie określonej w przybliżeniu jednym łukiem zastępuje się kształtem o krzywiznach określonych trzema łukami, wyznaczającymi wypukłość części przedniej i tylnej oraz wklęsłość środkowej. Ukształtowany w ten sposób kadłub może mieć również istotny udział w wytworzeniu siły nośnej.

Sposobem na zmniejszenie skutecznej powierzchni odbicia jest między innymi płynniejsze wpisanie kabiny w obły zarys płatu, łącznie z poprawą geometrii układów wlotowych, z częściowym wyeliminowaniem wystających jego elementów. W konsekwencji prowadzi to do zmniejszenia odbitej energii elektromagnetycznej o 10–15 dB. Dzięki wprowadzeniu systemów aktywnego sterowania, zapewniających sztuczną stateczność, możliwe jest zmniejszenie powierzchni stateczników zarówno poziomych, jak i pionowych poniżej wartości zapewniającej naturalną stateczność. Taki system powoduje, że niestateczny statycznie samolot może być zdalny do lotu, ponieważ pozostaje stateczny dynamicznie. Stateczność ta jest utrzymywana sztucznie za pomocą wychylania ruchomych powierzchni sterowych zgodnie z sygnałami z komputera pokładowego.

Niezależnie od przyjętego układu aerodynamicznego ważny udział w wartości skutecznej powierzchni odbicia mają wszelkiego rodzaju jednowymiarowe elementy płatu, takie jak krawędzie natarcia i spływu skrzydeł, stateczników i ruchomych powierzchni sterowych.

W krawędziach samolotu stosuje się specjalne elementy strukturalne nazywane *reflektorami kątowymi*. Są to pewnego rodzaju pułapki energii promieniowania elektromagnetycznego, które wytłumiają je przez wielokrotne odbijanie. Reflektory kątowe występują w postaci tytanowych wstawek, połączonych matrycą pyroceramiczną, która dodatkowo osłabia promieniowanie, a jednocześnie zapewnia ciągłość aerodynamiczną krawędzi i umożliwia długotrwałe loty z trzykrotną prędkością dźwięku.

Wpływ na skuteczną powierzchnię odbicia mają również krawędzie powstałe w wyniku nieciągłości pokrycia, takie jak luki, pokrywy uzbrojenia, osłony itp. Elementy te dla wiązki padającego światła widzialnego działają niczym zwierciadło. Jeżeli statek powietrzny jest opromieniowany przez stację radiolokacyjną, to w przybliżeniu kąty padania i odbicia są takie same, ale kierunki tych sygnałów są z reguły różne, dlatego sygnał odbity może nie trafić do

odbiornika stacji radiolokacyjnej. W takim wypadku należy dobrać taki kąt skosu tych krawędzi, aby liczba ich kierunków była możliwie jak najmniejsza.

Na obraz radarowy samolotu istotny wpływ wywiera także zespół napędowy. W celu jego „ekranowania” przed promieniowaniem radarowym stosuje się<sup>19</sup>:

- zakrzywione kanały wlotowe, aby „ukryć” łopatki pierwszych stopni sprężarki niskiego ciśnienia, które efektywnie odbijają fale radarowe, zwiększając tym samym wartość skutecznej powierzchni odbicia;
- odpowiednie rozmieszczenie silników na płatu, w szczególności wlotów i wylotów, zapewniające schowanie ich w możliwie najmniej zdeformowanej krzywoliniowej bryle samolotu. Zazwyczaj znajdują one miejsce nad płatem nośnym, a więc są przesłonięte od dołu;
- na wloty odpowiednio zaprojektowane siatki o właściwej geometrii oczek, zbudowane z materiałów o właściwościach pochłaniających i rozpraszających.

Do zmniejszenia skutecznej powierzchni odbicia prowadzi również sensowne rozmieszczenie uzbrojenia. Z wielu względów kłopotliwe jest wyeliminowanie zewnętrznych podwieszonych uzbrojenia w samolotach myśliwskich i szturmowych. W samolotach bombowych ten problem nie jest tak istotny, ponieważ całe uzbrojenie znajduje się wewnątrz bryły płatu. Dla układu różnego od latającego skrzydła konieczne jest zapewnienie przestrzeni wewnętrznej płatu, co niekorzystnie odbija się na masie i gabarytach konstrukcji, jak również na możliwości szybkiej zmiany wariantu uzbrojenia. Co więcej, rozmieszczenie pocisków raketowych wewnątrz bryły płatu wymaga takiego rozwiązania, by przy znaczącej ich liczbie zajmowana przestrzeń była minimalna oraz aby możliwe było ich bezpieczne odpalenie.

## WYZWANIA

Wprowadzenie do użycia samolotów piątej generacji było związane przede wszystkim z zastosowaniem w tych maszynach technologii utrudnionego wykrycia (*stealth*), zawansowanych materiałów konstrukcyjnych (kompozyty) do produkcji płatu, a także wewnętrznej komory uzbrojenia i – oczywiście – z dalszym rozwojem awioniki i lotniczych środków bojowych. Wszystko to sprawia, że z jednej strony konstruktorzy prześcigają się w stosowaniu coraz to nowszych elementów konstrukcyjnych, mających na celu uzyskanie zaskoczenia w działaniu lotnictwa, m.in. dzięki utrudnionemu wykryciu statków powietrznych. Z drugiej zaś strony konstruktorzy systemów rozpoznania i wykrywania statków powietrznych mierzą się z nie lada zadaniem, w jaki sposób zaskoczyć lotnictwo przeciwnika, wykrywając, śledząc i niszcząc obiekt powietrzny wykonany w technologii *stealth*. ■

19 Ibidem, s. 24–25.

# Stealth – czy naprawdę niewidzialny?

ZAMYŚŁ UKRYCIA STATKU POWIETRZNEGO PRZED ROZPOZNANIEM PRZEZ POTENCJALNEGO PRZECIWNIAKA POJAWIŁ SIĘ JUŻ W MOMENCIE PIERWSZEGO UŻYCIA GO W DZIAŁANIACH BOJOWYCH. STOSOWANO WIĘC RÓŻNE WARIANTY KAMUFLAŻU W ZALEŻNOŚCI OD CHARAKTERU TERENU, NAD KTÓRYM SAMOLOT WYKONYWAŁ ZADANIA BOJOWE, ORAZ PORY ROKU I DOBY.

ppłk dr inż. Andrzej **Truskowski**



Autor jest kierownikiem Katedry Taktyki i Uzbrojenia na Wydziale Lotnictwa Lotniczej Akademii Wojskowej.

Jedną z pierwszych prób zmniejszenia widzialności samolotu była niemiecka koncepcja pokrycia samolotu Taube przezroczystym materiałem. Sposób ten zastosował w czerwcu 1912 roku austro-węgierski pilot Edvard Nitter. Materiał ten, nazwany emailit, obniżył także poziom hałasu silnika, na skutek czego samolot można było wykryć z ziemi dopiero w odległości mniejszej niż 300 m. Późniejsze próby stosowania pokryć, podejmowane w czasie I wojny światowej (np. Fokker E-1, bombowce Gotha), przynosiły jednak niewielkie efekty<sup>1</sup>. Wspomnianą koncepcję wykorzystało w 1934 roku Biuro Konstrukcyjne Jakowlewa w ramach prac nad projektem samolotu AIR-4, który miał zostać pokryty przezroczystym materiałem nazwanym rodoid o strukturze wewnętrznej w kolorze srebrnobiałym. Pomysł nie został jednak wprowadzony w życie.

Wszystko zmieniło się z chwilą wynalezienia radaru. Mimo że nie był on początkowo dość zaawansowany technologicznie, zarówno jego czułość, jak i sposób funkcjonowania spowodowały, że właściwie

wszystkie obiekty znajdujące się w przestrzeni powietrznej można było wykrywać z bardzo dużej odległości zarówno w dzień, jak i w nocy<sup>2</sup>. Wyjątkiem były w pewnym stopniu jedynie konstrukcje drewniane (np. De Havilland Mosquito), które były trudniej wykrywalne. Jednak metalowe elementy napędowe oraz wyposażenie w praktyce eliminowały tę ich niespodziewaną zaletę.

Rewolucyjne wręcz rozwiązanie problemu znaleźli Niemcy. Ich pomysł dotyczył jednak nie samolotów, lecz okrętów podwodnych, które ponosiły w tym czasie znaczne straty ze względu na udoskonalenie przez aliantów systemów radarowych<sup>3</sup>. W ramach programu o kryptonimie „Schornefeinsteger” (kominarz) udało się wyprodukować materiał absorbujący fale elektromagnetyczne i nim zaczęto pokrywać kadłuby okrętów. Mimo znacznej masy powłok szybko podjęto próbę powlekania nimi samolotów. Najbardziej zaawansowanym technologicznie projektem był Horten Ho IX skonstruowany w 1944 roku, poddany próbom w styczniu 1945 roku (rys. 1). Był to dwusilnikowy,

1 Więcej: H. Mordawski, *Sily Powietrzne w I wojnie światowej*, Wrocław 2008. Zob. także: J. Gotowała, *Zarys historii lotnictwa*, AON, Warszawa 2004, s. 63–99.

2 Por. M.R. Sztarski, *Radary*, MON, Warszawa 1981, s. 20–40.

3 M. Borowiak, *Żelazne rekiny Donitza*, t. 1, Warszawa 2011, s. 36–42.

odrutowy, bezogonowy myśliwiec o podstawowej strukturze drewnianej z kratownicą z rur stalowych (jeden z prototypów był szybowcem). Jego wariant produkcyjny, oznaczony jako Gotha Go 229<sup>4</sup>, projektowano od początku jako tzw. niewidzialny.

Określenie *stealth*, które pojawiło się prawie sto lat później, obecnie jest używane powszechnie w odniesieniu do nowoczesnych statków powietrznych i okrętów, a także pojazdów naziemnych o zmniejszonej skutecznej powierzchni odbicia (SPO), uniemożliwiającej wykrycie ich przez stacje radiolokacyjne. Jest to jednak pojęcie o wiele szersze. Dotyczy bowiem rozwiązań technicznych pozwalających na ukrycie różnych obiektów lub ich części przed wzrokiem, a także przed urządzeniami wykorzystującymi fale radarowe czy termowizję.

### JAK WYKRYĆ?

Podstawowym błędem popełnianym przez większość autorów opisujących technologię *stealth* jest nadużywanie słowa „niewidzialny”. Należy bowiem podkreślić, że nie ma i prawdopodobnie nigdy nie będzie obiektu całkowicie niewidzialnego w przestrzeni powietrznej. Zamysł konstruktorów był zupełnie inny. Chodziło o utrudnienie w możliwie największym stopniu wykrycia takiego obiektu i to z dokładnym określeniem jego rodzaju oraz środka obserwacji do detekcji.

Współczesna obrona przeciwlotnicza (OPL) polega na wykonaniu kilku związanych ze sobą operacji (wykrycie, klasyfikacja, identyfikacja, śledzenie, naprowadzanie, obserwacja rezultatów obrony i poszukiwanie nowego celu). Wystarczy uniemożliwić przeprowadzenie tylko jednej z nich, by statek powietrzny bezpiecznie wykonał zadanie. Jest jednak zasada, że wszystko to, co konstruktorzy samolotów chcą ukryć, konstruktorzy systemów przeciwlotniczych chcą wykryć.

Każdy obiekt poruszający się w przestrzeni powietrznej ma własne pola fizyczne, które w różny sposób może być wykorzystane do jego detekcji. Stąd czyni się wszystko, by pola te ograniczyć. Jednak, jeżeli nawet samolot wykonuje lot bez włączonego radaru i środków łączności, jego silniki i urządzenia pokładowe mogą być źródłem „niedyskrecji” o mniejszej lub większej intensywności. Istotą techniki *stealth* jest zmniejszenie do minimum prawdopodobieństwa wykrycia środków napadu powietrznego (ŚNP) przez obronę powietrzną przeciwnika. Rozpoznanie może być prowadzone przez stację radiolokacyjną, a także urządzenia elektroniczne, akustyczne

i optyczne oraz wykorzystujące promieniowanie samolotu w zakresie podczerwieni. W związku z tym wszystkie statki powietrzne wykonane w technologii *stealth* mają odpowiednie charakterystyki uniemożliwiające ich wykrycie wymienionymi metodami.

Z analizy materiałów źródłowych wynika, że jeżeli statek powietrzny tego typu zostanie wykryty, nastąpi to jednak zbyt późno, by przeciwnik mógł podjąć skuteczną obronę<sup>5</sup>. Jednocześnie dąży się do tego, aby taka platforma powietrzna mogła bezpiecznie wykorzystywać własne urządzenia biernej obserwacji metodami elektrycznymi oraz dokładnej lokalizacji obiektów (latających i naziemnych), a następnie przeprowadzić atak, zanim zostanie wykryta przez środki obrony przeciwlotniczej.

Ważne są wszystkie czynniki zdradzające obecność samolotu wykonującego zadanie w powietrzu. Najwięcej uwagi poświęca się jednak zmniejszeniu skutecznej powierzchni odbicia. Dlatego też w dalszej części opracowania temu zagadnieniu zostanie poświęcone najwięcej miejsca. Od tego bowiem parametru w największym stopniu zależy skuteczność stacji radiolokacyjnych.

Nowoczesne stacje muszą sprostać wielu wyzwaniom. Najważniejszym z nich pozostaje skuteczność wykrywania statków powietrznych, które są coraz częściej budowane w taki sposób, by były jak najtrudniej wykrywalne dla stacji radiolokacyjnych. Poza tym nawet tradycyjne ŚNP są obecnie trudniejsze do wykrycia. Są bowiem mniejsze, wykonują zadania na małej wysokości, stosują pasywne oraz aktywne środki walki radioelektronicznej i są malowane specjalnymi farbami pochłaniającymi impulsy elektromagnetyczne wysyłane ze stacji radiolokacyjnych.

Jeśli za główne kryterium uznać efektywność wykrywania przez radar celów o obniżonej wykrywalności, można rozważyć kilka dostępnych i sprawdzonych sposobów jej zwiększenia. Po pierwsze można zastosować radiolokatory emitujące fale nietypowej długości<sup>6</sup>. Po drugie można użyć radarów bistatycznych, w których nadajnik i odbiornik są oddalone od siebie, a płatewiec odbijający impulsy w kierunku innym niż nadajnik (jak to jest w przypadku F-117) zwiększa ich skuteczność. Można wykorzystać także niezawodną technikę, w której nadajnik emituje fale w stronę oddalonego odbiornika. Jeśli znajdzie się między nimi jakikolwiek obiekt odbijający (rozpraszający, pochłaniający) promieniowanie mikrofalowe, to osłabiona wiązka będzie informacją o jego obecności. Można także zastosować alternatywne sposoby wykrywania, na przykład poszukiwać w trybie

4 Horten Ho 229 (znany także pod oznaczeniem Horten Ho IX i Gotha Go 229) – niemiecki samolot szturmowy (bombowy) typu latające skrzydło, wyprodukowany w styczniu 1945 roku przez Gothaer Waggonfabrik AG, zaprojektowany przez braci Horten na podstawie ich wcześniejszego prototypu z późnych lat trzydziestych XX wieku.

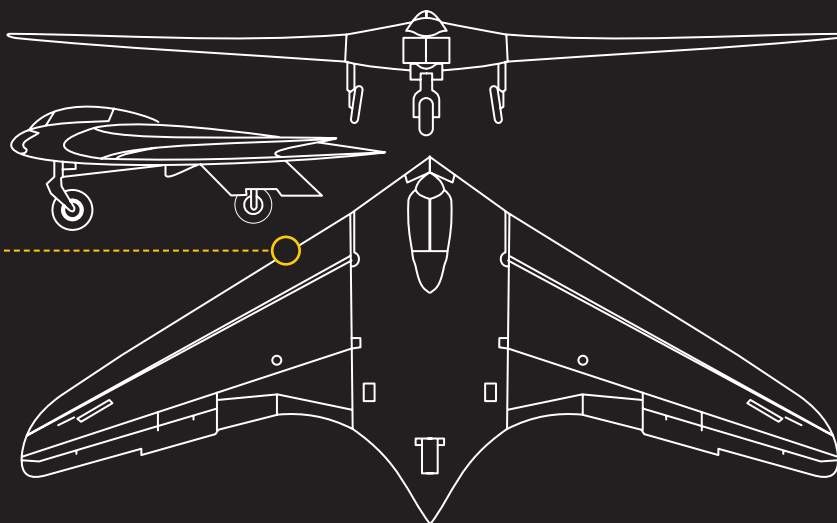
5 Zob. L. Guzewicz, M. Andruszkiewicz, *Zagrożenie uderzeniami środków o małej skutecznej powierzchni odbicia*, WSOWL, Wrocław 2010.

6 Wykonując wielokrotnie zadania bojowe, samolot F-117 był rzeczywiście trudno wykrywalny dla radarów zakresu 3-centymetrowego, na ekranach zaś radarów metrowych był widoczny nawet lepiej niż zwykłe samoloty. Zob. T. Szulc, *Rosyjski system radiolokacyjny Niebo-M*, „Nowa Technika Wojskowa” 2012 nr 10, s. 48–49.

## RYS. 1. HORTEN HoIX /GOTHA Go 229

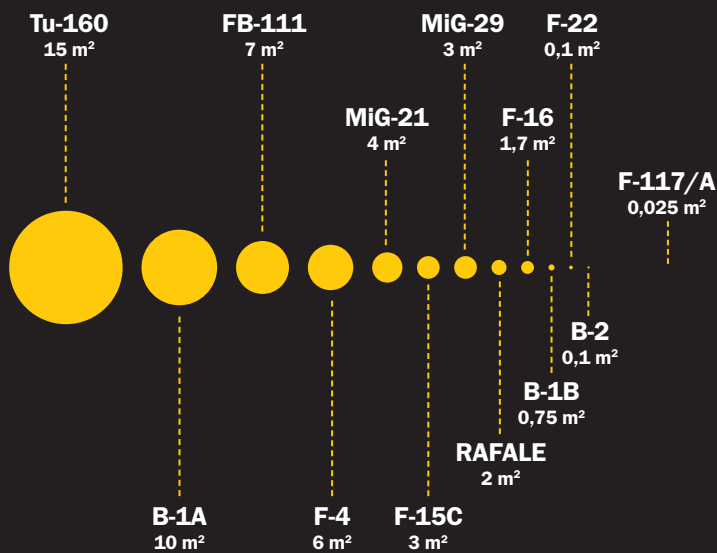
DOMENA PUBLICZNA

Dwusilnikowy, odrzutowy, bezogonowy myśliwiec o podstawowej strukturze drewnianej z kratownicą z rur stalowych. Jego wariant produkcyjny, oznaczony jako Gotha Go 229, projektowano od początku jako tzw. niewidzialny.



## RYS. 2. PORÓWNANIE SKUTECZNEJ POWIERZCHNI ODBICIA WYBRANYCH KONSTRUKCJI LOTNICZYCH

**B-52**  
**100 m<sup>2</sup>**



Źródło: <http://nauka.gadzetomania.pl/2012/12/17/technologie-stealth-jak-dziala-sekret-niewidzialnosci/>.

pasywnym najsłabszych nawet emisji mikrofalowych – zasada działania sławnej w swoim czasie czechosłowackiej Tamary czy nowszej czeskiej Very – lub innych: akustycznej, termicznej itd. Pasywne systemy wykrywania i śledzenia celów powietrznych 3. generacji wzbudzały podziw swoimi możliwościami jeszcze w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Choć podstawowa zasada określania położenia źródeł sygnału pozostała ta sama, na przestrzeni lat ich charakterystyki zmieniały się wielokrotnie. Początkowo Czechosłowacja, następnie Republika Czeska, wiodła prym i należała do europejskich liderów w dziedzinie rozwoju i wytwarzania tego typu systemów. Każda z tych metod ma jednak wiele wad i dlatego żadna z nich nie wyparła dotąd stacji radiolokacyjnych.

### RADAR CZY SAMOŁOT?

Obecnie wyróżnia się cztery sposoby uczynienia obiektu latającego trudno wykrywalnym dla radaru. W tym celu są stosowane przede wszystkim:

- odpowiednie kształty, które zapewniają odbicie padającej fali elektromagnetycznej wszędzie, tylko nie na źródło promieniowania – radar;
- odpowiednie materiały konstrukcyjne, które słabo odbijają lub pochłaniają fale elektromagnetyczne;
- odpowiednie pokrycia i farby, które mają za zadanie wytłumiać fale radiolokacyjne;
- nowe sposoby działania, przede wszystkim loty wykonywane w nocy i na wysokości uniemożliwiającej użycie przez przeciwnika środków przeciwlotniczych krótkiego zasięgu z wykorzystaniem środków walki elektronicznej (WE).

Tylko zastosowanie tych czterech sposobów daje gwarancję skutecznego ograniczenia zasięgu wykrycia danego obiektu przez stacje radiolokacyjne. Należy przy tym zaznaczyć, że celem jest zmniejszenie zasięgu wykrycia obiektu, a nie całkowite uniemożliwienie jego wykrycia.

Najbardziej znany samolot wykonany w technologii *stealth* Lockheed F-117 Nighthawk był wykrywany przez radary i to wielokrotnie. Pierwsza jego misja bojowa odbyła się w ramach operacji „Just Cause” w Panamie w 1989 roku. Dwa lata później w czasie operacji „Desert Storm” samoloty F-117 dokonywały nad Irakiem zrzutów bomb naprowadzanych na irackie cele. Samoloty F-117 brały także udział w operacji „Allied Force” w byłej Jugosławii w 1999 roku. Zostały również użyte podczas misji „Enduring Freedom” („Trwała wolność”) w Afganistanie w latach 2001–2002 oraz „Iraqi Freedom” („Iracka wolność”) w Iraku. W czasie wojny w rejonie Zatoki Perskiej samoloty te były obserwowane między innymi przez należące do Arabii Saudyjskiej

radary wchodzące w skład przeciwlotniczego zestawu raketowego (PZR) Shahine<sup>7</sup>. Większym sukcesem w wykrywaniu samolotu F-117 chwalili się Brytyjczycy. Radar niszczyciela HMS „Gloucester” prawdopodobnie wykrywał te samoloty w odległości 130–160 km<sup>8</sup>. Najbardziej jednak spektakularne wykrycie „nocnego jastrzębia” miało miejsce 27 marca 1999 roku w czasie operacji „Allied Force” na terytorium byłej Jugosławii.

Zestrzelenia dokonano z PZR S-125 Nawa. Samolot został wykryty w odległości około 15 km, czyli takiej, na jaką została przewidziana przez jego konstruktorów tzw. niewidzialność. Było to możliwe między innymi dzięki zwiększeniu współczynnika odbicia spowodowanego otwarciem komory bombowej. Do namierzenia samolotu przyczyniło się także ustalenie trasy lotów F-117, kilkakrotnie wykorzystywanej jako jedynej możliwej w górzystym terenie.

Podstawową cechą F-117 pozostaje nadal jego mała SPO: około 0,001 m<sup>2</sup>. Należy jednak zaznaczyć, że dokładnej jej wartości, podobnie jak w odniesieniu do B-2, nigdy oficjalnie nie podano. Jedynie szef Sztabu USAF w czasie swojego wystąpienia w 1990 roku uściślił, że B-2 ma SPO o wartości charakterystycznej dla owadów<sup>9</sup> (rys. 2). Dla porównania: przednia SPO samolotu bombowego z lat pięćdziesiątych wahała się od 11 do 16 m<sup>2</sup>, mewa ma SPO równą około 0,1 m<sup>2</sup>, natomiast mucha – 0,00001 m<sup>2</sup>. O tym, jakie możliwości ma F-117, może świadczyć również fakt, że samolot turystyczny Cessna, na którym Mathias Rust przeleciał nieopstrzeżenie przez znaczną część Związku Radzieckiego i wylądował na placu Czerwonym w Moskwie, ma SPO co najmniej dwukrotnie większą<sup>10</sup>.

### W POSZUKIWANIU ROZWIĄZAŃ

Konstruktorzy radarów próbują neutralizować postępy technologii *stealth*, zwiększając możliwości tych urządzeń. Obiekt o małej SPO odbija w kierunku źródła promieniowania tylko ułamek padającej na niego energii. Jest więc logiczne, że im większa energia opromieniuje obiekt, tym proporcjonalnie więcej dotrze jej z powrotem do radaru. Dlatego zwiększenie mocy sygnału jest jednym z najważniejszych sposobów wykrywania obiektów o małej SPO. Ten prosty sposób ma jednak trzy wady. Po pierwsze sygnały o dużej mocy są wykrywalne na dalekim dystansie. Po drugie do zniszczenia radaru o dużej mocy można wykorzystać pociski przeciwradiolokacyjne wystrzelone z większej odległości (naprowadzają się one na listki boczne anteny). Obecnie trudno sobie wyobrazić jakkolwiek operację lotnictwa wojenskowego bez działań mających na celu obezwładnie-

7 Jest to zmodernizowana wersja zestawu Crotale. Zob. M. Gyurosi, *Nowości obrony przeciwlotniczej zachód*, „Nowa Technika Wojskowa” 2013 nr 5.

8 M. Dura, *Wykrywanie obiektów latających w technologii stealth*, „Nowa Technika Wojskowa” 1997 nr 7, s. 38.

9 Ibidem.

10 Ibidem.

Podstawową cechą F-117 pozostaje nadal jego mała SPO: około 0,001 m<sup>2</sup>. Należy jednak zaznaczyć, że dokładnej jej wartości, podobnie jak w odniesieniu do B-2, nigdy oficjalnie nie podano.

nie lub zniszczenie naziemnych środków obrony przeciwlotniczej przeciwnika, w tym przede wszystkim radiolokacyjnych stacji kierowania ogniem przeciwlotniczych zestawów raketowych. W ostatnich latach jednym z najważniejszych, najefektywniejszych oraz najczęściej używanych systemów uzbrojenia samolotów w misjach ogniowego przełamania naziemnej obrony przeciwlotniczej SEAD/DEAD (Suppression of Enemy Air Defence/ Destruction of Enemy Air Defenses) jest samonaprowadzający się pocisk przeciwradiolokacyjny AGM-88 HARM.

Po trzecie wraz z dużą mocą pojawiają się bariery technologiczne, których przełamanie jest trudne szczególnie w przypadku, gdy są ograniczone wymiary urządzeń radiolokacyjnych (samolot, okręt, pojazd). Sytuację poprawiło zastosowanie kompresji impulsu, w efekcie czego bardzo długi sygnał (o małej rozróżnialności) jest traktowany przez układy odbiorcze jako bardzo krótki (o dużej rozróżnialności). Osiągnięto zatem możliwość, by cała energia sygnału mogła być wypromieniowywana przez dłuższy czas, nie przeciążając tym samym układów nadawczych i antenowych. Najnowsze radary z kompresją o mocy w impulsie równej 1 MW mogą w ten sposób, przy zachowaniu tej samej rozróżnialności, być porównywane z radarem bez kompresji o mocy w impulsie równej 10 000 MW(!)<sup>11</sup>. Ilość energii do-

chodzącej do obiektu można zwiększyć nie tylko przez wzmocnienie nadajnika, lecz również dzięki poprawieniu charakterystyki kierunkowej anteny. Jest to jednak związane z większym jej rozmiarem, co nie zawsze jest możliwe do przyjęcia (np. na samolotach wczesnego wykrywania). Ponadto, jak się oblicza, rozbudowanie anteny pozwala na wydłużenie zasięgu maksymalnie o 60–70%. Istnienie takiej możliwości zwiększa jednak znaczenie radarów naziemnych, niemających praktycznie ograniczeń co do rozmiarów geometrycznych.

Łatwo zauważyć, że o ile postęp w elektronice mikrofalowej jest widoczny, o tyle rozwój szeroko pojętej mechaniki radiolokacyjnej przebiega w dużo wolniejszym tempie. Przy średniej liczbie obrotów anteny wynoszącej 6–12 na minutę liczba impulsów, które dochodzą do jednego punktu w przestrzeni, jest niewielka. Postęp w tej dziedzinie zapewniły dopiero anteny ścianowe, w przypadku których jest możliwe elektroniczne sterowanie ruchem wiązki antenowej i to zarówno w płaszczyźnie elewacji (pionowej), jak i w płaszczyźnie azymutu (pionowej)<sup>12</sup>.

Tylko elektroniczne sterowanie wiązką antenową pozwala na adaptacyjne przeszukiwanie przestrzeni. Jeżeli więc istnieje podejrzenie, że w danym sektorze znajduje się jakiś obiekt, wysyła się tam większą niż to wynika z normalnego przeszukiwania prze-

11 Ibidem, s. 39. Zob. także: T. Szulc, System przeciwlotniczy S-350E Włitaz, „Nowa Technika Wojskowa” 2014 nr 1, s. 12.

12 M. Dura, Wykrywanie obiektów..., op.cit., s. 39.



strzeni liczbę impulsów. Większa ilość energii to jednocześnie większa szansa na wykrycie nawet małego celu.

#### ZWIĘKSZANIE ZASIĘGU WYKRYCIA

Pojawienie się statków powietrznych o małej skutecznej powierzchni odbicia spowodowało powrót do wielu mniej docenianych rozwiązań. Ponieważ wielkość SPO zależy od częstotliwości nośnej sygnału radiolokacyjnego, opracowano radar wieloczęstotliwościowy, którego użycie zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia obiektu *stealth*.

Wykorzystywane obecnie elementy technologii *stealth* są skuteczne praktycznie w niewielkim paśmie częstotliwości od 1 do 20 GHz i to tylko dzięki realizacji całego kompleksu przedsięwzięć. Taki zakres częstotliwości nie został wybrany przypadkowo. Przede wszystkim dlatego, że poza nim trudno jest zmniejszyć SPO statków powietrznych. Oprócz tego pracuje w nim większość produkowanych obecnie radarów.

Stąd konstruktorzy radarów, chcąc zwiększyć skuteczność wykrywania statków powietrznych o zmniejszonej SPO, dobierają długość fali spoza pasma 1–20 GHz, często odpowiednio do rozmiarów wykrywanego statku powietrznego. Są wtedy trzy możliwości. Można dobrać długość fali tak, by była ona:

- wielokrotnie mniejsza od rozmiarów obiektu;
- porównywalna z wielkością obiektu; wówczas może wystąpić zjawisko rezonansu;
- o wiele większa w stosunku do wielkości wykrywanego obiektu.

W każdym z tych trzech przypadków istnieje możliwość uczynienia widzialnym obiektu niewykrytego w normalnych warunkach.

Zastosowanie fal bardzo krótkich (milimetrowych) jest o tyle dobrym rozwiązaniem, że sygnał jest odbijany przez najmniejsze nawet elementy kadłuba opromieniowanego obiektu. Poza tym materiały tłumiące fale milimetrowe są dopiero w fazie badań. Prowadzi się więc intensywne prace nad radarami funkcjonującymi w paśmie 30–40, 80–90, a nawet bliskim 140 GHz. Problemem okazuje się tłumienie fal milimetrowych w przestrzeni, tak że trudno jest obecnie mówić o poprawieniu wykrywalności z dużej odległości. Istnieją jednak radary, które pracując na bardzo wysokich częstotliwościach, służą do śledzenia celów wykrytych wcześniej innymi środkami<sup>13</sup>.

Najlepiej byłoby jednak, gdyby udało się dobrać długość fali porównywalną z rozmiarami obiektu. Pojawiające się wtedy zjawisko rezonansu może na tyle wzmocnić odbity sygnał, że będzie on wykrywalny z większej odległości niż w sytuacji bez rezonansu. Prawdopodobnie długo jeszcze nie będzie radarów,

<sup>13</sup> Mowa tu na przykład o okrętowych zestawach artyleryjskich Phalanx CIWS, przeznaczonych do niszczenia pocisków przeciwokrętowych oraz samolotów przeciwnika w bardzo małej odległości. Więcej: I. Zajac, *AEGIS w japońskim mundurze*, „Morze, Statki i Okręty” 2012 nr 3.

które adaptacyjnie do rodzaju wykrywanego celu zmieniałyby częstotliwość pracy. Jedną z prób zastosowania radaru pracującego w dwóch pasmach ze zmianą częstotliwości nośnej w zależności od kształtu celu była koncepcja samolotu AEW<sup>14</sup> – ASTARA (Atmospheric Surveillance Technology Airborne Radar Aircraft), wyspecjalizowanego w wykrywaniu obiektów latających wykonanych w technologii *stealth*. Można zatem przypuszczać, że radar specjalizujący się w wykrywaniu obiektów latających tego typu będzie pracował, tak jak pierwsze w historii radary, na falach metrowych.

Użytecznymi środkami do wykrywania obiektów o małej skutecznej powierzchni odbicia okazały się radary pozahoryzontalne<sup>15</sup> (rys. 3). Urządzenia te pracują na bardzo długich falach i wykorzystują odbicie fali elektromagnetycznej od jonosfery. Są one pomocne w wykrywaniu obiektów wykonanych w technologii *stealth*, jednak mogą być mało precyzyjne podczas naprowadzania systemów przeciwlotniczych. Mają kilkusetmetrowe pole martwe i nawet jeżeli obiekt zostanie wcześniej wykryty, to niezbędna jest tu współpraca radarów pozahoryzontalnych z klasycznymi. Oprócz zalet system tego typu ma również wiele wad, do których należy zaliczyć przede wszystkim: małą rozróżnialność, wrażliwość na porę roku, a nawet dnia, małą mobilność, słabą odporność na zakłócenia oraz zajmujące ogromną powierzchnię pola antenowe<sup>16</sup>.

Pierwsze radary tego typu powstały w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku i od razu stały się ważnym elementem systemu ostrzegającego przed balistycznymi pociskami raketowymi, a w późniejszym – przed samolotami klasy *stealth*. Przykładowo: bazą rosyjskiego współczesnego systemu ostrzegania są trzy ośrodki antenowe. Pierwszy jest zlokalizowany w okolicach miejscowości Homel na Białorusi z zadaniem obserwacji terytorium Stanów Zjednoczonych. Drugi rozmieszczono w okolicy Komsomolska na Syberii. Trzecie urządzenie znajduje się w okolicy Nikołajewa nad Morzem Czarnym i obserwuje sytuację nad Chinami. Dodatkowy czwarty radar umieszczono nad Morzem Japońskim. Śledzi on sytuację nad Chinami oraz Pacyfikiem, aż do wyspy Guam. Urządzenia te pracują w zakresie 4–30 MHz, z mocą 20–40 MW. Mniejszą moc ma rosyjski radar pozahoryzontalny Irida, którego jednym z dodatkowych zadań jest wykrywanie obiektów nawodnych. Radar pracuje w paśmie 7–15 MHz. W przypadku sygnału o mocy 65 kW identyfikuje cele w odległości 280–300 km.

Innym urządzeniem, które może wykrywać statki powietrzne typu *stealth*, jest radar bistatyczny. Taki system radarowy wykorzystuje różne anteny do nadawania i odbioru. Nie ma tu podobieństwa do klasycznego radaru przeszukującego przestrzeń periodycznie i kierun-

kowo. Sposób, w jaki przestrzeń jest przeszukiwana, nie został ujawniony. Wiadomo, że przestrzeń wokół radaru została podzielona na wiele mniejszych sektorów, z których każdy jest opromieniowywany według kodu tylko jemu przypisanego. Sygnał odbity od samolotu ma swój kod nadany strefie, w której dany obiekt się znajduje. Odbiornik wyszukuje odpowiedni sygnał między silniejszymi niekiedy zakłóceniami. Nie ma więc potrzeby umiejscowienia obiektu z dużą precyzją za pomocą wąskiej wiązki antenowej, gdyż nawet słabe echo niesie ze sobą kod, który jest właściwy tylko dla jednego sektora przestrzeni. Otrzymując kody następujących po sobie sygnałów, można z łatwością odtworzyć współrzędne wykrytego samolotu. Podkreśla się, że dla pokrycia przestrzeni porównywalnej z radarem konwencjonalnym jest wymagane wypromieniowanie sygnału o 2–3-krotnie mniejszym poziomie emisji. Redukuje to moc odbieraną przez nadlatujący samolot 16–80 razy, co praktycznie uniemożliwia jego wykrycie przez dużą część urządzeń pokładowych.

Radar pracuje w zakresie fal metrowych, co zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia obiektów o małej skutecznej powierzchni odbicia. W porównaniu z radarami klasycznymi, które dla eliminowania odbić z ziemi muszą mieć uniesioną wiązkę antenową, radar bistatyczny widzi o wiele dalej na małej wysokości. Jego funkcjonowanie przypomina sposób działania radarów ze sterowaną wiązką. Zaletą jest odporność na zniszczenie. Trafienie pociskiem raketowym oraz zniszczenie kilku masztów nie oznacza jego wyeliminowania. Podobnie jak sieci radiolokacyjne, dipole mogą być dowolnie rozmieszczone na dużej powierzchni tak, by całość nie stanowiła łatwego do wyeliminowania celu. Przy czym systemy walki radioelektronicznej mogą ustalić tylko położenie dipoli nadawczych, natomiast dipole odbiorcze pozostaną nieustalone.

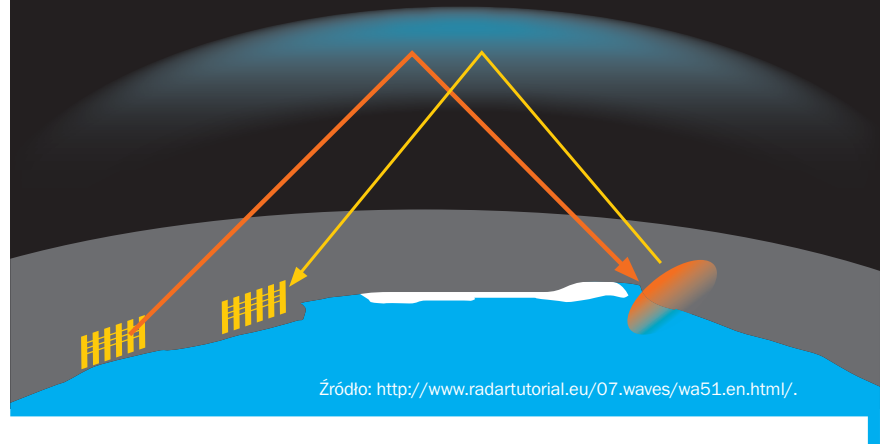
Inną możliwością wykrycia samolotów *stealth* jest ustalenie ich położenia w przestrzeni powietrznej od dołu. Powstała zatem koncepcja opracowania radarów o antenach skierowanych do góry. Analizy wniosków z użycia stacji radiolokacyjnych we współczesnych konfliktach potwierdziły fakt, że jeżeli sygnał odbity od obiektu *stealth* i odebrany w jakimś punkcie przestrzeni jest bardzo słaby, to w innym może być kilkakrotnie silniejszy. Dlatego też powstały radary multistatyczne, w których anteny nadawcze i odbiorcze są odseparowane. W ich przypadku jedna z podstawowych cech technologii *stealth*, a więc odbijanie energii w każdym kierunku, byle nie w kierunku źródła promieniowania, to wyzwanie dla konstruktorów trudno wykrywalnych samolotów. Kompleks złożony z kilku stacji radiolokacyjnych połączonych w jeden radar multista-

14 Airborne Early Warning – powietrzne wczesne wykrywanie.

15 Over-the-horizon radar (radar pozahoryzontalny) – urządzenie radiolokacyjne dalekiego zasięgu, wykorzystujące odbicie fal radiowych z zakresu krótkofalowego od jonosfery w celu wykrywania obiektów (samolotów i rakiet) w przestrzeni powietrznej poza zasięgiem horyzontu. Więcej: M.R. Sztarski, *Radary*, MON, Warszawa 1981, s. 20–40.

16 M. Dura, *Wykrywanie obiektów...*, op.cit., s. 40.

## RYS. 3. DZIAŁANIE POZAHORYZONTALNEJ STACJI RADIOLOKACYJNEJ



Źródło: [http://www.radartutorial.eu/07\\_waves/wa51.en.html/](http://www.radartutorial.eu/07_waves/wa51.en.html/).

tyczny nazywany jest często siecią radiolokacyjną. Sieć taka ma wiele zalet<sup>17</sup>:

- odbiorniki w sieci radiolokacyjnej są niewidoczne dla systemów WE nadlatujących statków powietrznych. Wykonujące lot obiekty, oznaczając położenie nadajników i starając się je ominąć, „wystawiają” się odbiornikom, które z natury są ciche i mogą się w ten sposób znaleźć o wiele bliżej celu i pod sprzyjającym kątem, uzyskując maksimum informacji;

- rozsunięte anteny odbiorcze będą widziały echa o różnej intensywności, normalnie traktowane jako zakłócenia; jednak po ich zsumowaniu można jednoznacznie określić, że jakiś obiekt jest w danym miejscu;

- rozsunięcie kilku odbiorników pozwala na dokładne ustalenie pozycji lecącego obiektu;

- radary multistatyczne są o wiele trudniejsze do zniszczenia, na przykład przez pociski przeciwradiolokacyjne. Odbiorniki będą pracowały na tyle dyskretnie, że ich liczba oraz pozycja będą praktycznie nieznane przeciwnikowi. Bardziej podatne na zniszczenia nadajniki będzie można zniwelować, skracając okresy emisji, co utrudni ich lokalizację i namierzenie.

Możliwości radarów multistatycznych można jeszcze zwiększyć przez zamontowanie odbiorników na samolotach, które lecąc po z góry określonej trasie, byłyby doskonałym uzupełnieniem sieci radiolokacyjnej.

Poza oczywistymi zaletami radary te mają niestety także wady. Sprawa wykrycia jednego samolotu jest stosunkowo prosta, jednak przy większej liczbie statków powietrznych znacznie się komplikuje. Ponadto nadajniki radarów muszą pracować na bardzo stabilnej częstotliwości oraz muszą być doskonale zsynchronizowane wszystkie elementy sieci radiolokacyjnej. Wymaga to zastosowania najnowszych systemów komputerowych oraz doskonałej organizacji sieci łączności, zdolnej do wymiany informacji w czasie rzeczywistym.

### UMIEĆ PRZEWIDYWAĆ

Aby współczesny system obrony powietrznej pozwalał na skutecznie wykrycie statków powietrznych wykonanych w technologii *stealth*, powinien wykorzystywać zarówno nowoczesne stacje radiolokacyjne, jak i systemy działające w podczerwieni.

Inną ważną jego cechą powinien być jednolity dla wszystkich jego podsystemów zautomatyzowany system dowodzenia, opierający się na tym samym podkładzie informatycznym i na kompatybilnych środkach łączności. Stanowisko dowodzenia powinno dowodzić wszystkimi dostępnymi źródłami informacji i koordynować ich działanie, bo tylko wtedy całość będzie można nazwać jednolitym systemem obrony powietrznej.

Większą uwagę podczas różnego rodzaju ćwiczeń i treningów powinno się zwracać na oznaki (wydaje się, że jeszcze nie tak dawno zupełnie bagatelizowane) zbliżającego się statku powietrznego *stealth*, takie jak:

- nagłe pojawienie się na ekranie radaru pojedynczego echa pochodzącego od samolotu, który kieruje się w stronę szczególnie ważnych obiektów<sup>18</sup>;

- charakter zakłóceń emitowany przez wykryty obiekt. Zakłócenia te zaliczają się do kategorii „niepozostawiających śladu” i na ekranie będą one odbierane jako niesprawność radaru lub efekt zakłóceń atmosferycznych. Przy stosowaniu zakłóceń aktywnych ich moc będzie tylko taka, aby zakryć używający je obiekt;

- wysokość lotu nagle pojawiającego się obiektu. Dla samolotów myśliwskich będzie to wysokość powyżej 6000 m<sup>19</sup>, dla samolotów bombowych nie będzie przekraczać 15 000 m<sup>20</sup>, a dla raket skrzydlatych będzie ekstremalnie niska. Działanie obiektów *stealth* na małej i bardzo małej wysokości jest raczej mało prawdopodobne ze względu na wykorzystywanie do określania ukształtowania terenu pokładowych stacji radiolokacyjnych, co demaskowałoby lot o wiele za wcześniej.

Obsady stanowisk dowodzenia powinny dodatkowo wyciągać wnioski z sytuacji operacyjno-taktycznej. Istnieje bowiem duże prawdopodobieństwo, że po szczególnie aktywnym działaniu samolotów myśliwskich, lotnictwa WRE oraz SEAD<sup>21</sup> w określonym pasie obrony może nastąpić próba przeniknięcia w głąb osłanianego obszaru pojedynczych statków powietrznych wykonanych w technologii *stealth*. ■

17 Ibidem, s.41.

18 Jak wynika z doświadczeń, statki powietrzne wykonane w technologii *stealth* działają zwykle w pojedynkę lub rzadziej w parach. Zob. S. Zajas, *Sily powietrzne. Dzień dzisiejszy i wyzwania przyszłości*, AON, Warszawa 2009.

19 Pozwala to ustrzec się przed rażeniem raketami systemów OPL bliskiego zasięgu.

20 Pułap działania tego typu statków powietrznych.

21 SEAD – Suppression of Enemy Air Defense – przełamanie obrony powietrznej przeciwnika.

# Samoloty o zmniejszonej skutecznej powierzchni odbicia

CHOCIAŻ STATKI POWIETRZNE WYKONANE W TECHNOLOGII *STEALTH* ZADEBIUTOWAŁY W KONFLIKTACH ZBROJNYCH JUŻ W LATACH DZIEWIĘDZIESIĄTYCH UBIEGŁEGO WIEKU, ZA BURZLIWY OKRES ICH ROZWOJU NALEŻY UZNAĆ PIERWSZĄ DEKADĘ XXI WIEKU.

ppłk dr inż. **Andrzej Truskowski**, ppor. pil. mgr inż. **Magdalena Franczak**



Andrzej Truskowski jest kierownikiem Katedry Taktyki i Uzbrojenia na Wydziale Lotnictwa Lotniczej Akademii Wojskowej.



Magdalena Franczak jest pilotem w Grupie Działań Lotniczych 41 Bazy Lotnictwa Szkolnego.

Programy budowy tego typu maszyn okazały się najdroższe w dotychczasowej historii lotnictwa. Budżety przeznaczone na ich wdrożenie należy szacować na dziesiątki bilionów dolarów. Okazało się także, że eksploatacja tego typu statków powietrznych również nie należy do najtańszych. Ktoś mógłby zadać pytanie, dlaczego tak jest. W jakim celu ponosi się tak olbrzymie koszty, aby wdrożyć do służby, a następnie efektywnie eksploatować tak drogi sprzęt? Odpowiedź wydaje się banalnie prosta: aby w przypadku konfliktu zbrojnego „ukryć” samolot bojowy przed „wzrokiem” stacji radiolokacyjnych, czujników podczerwieni i innych urządzeń obserwacyjnych przeciwnika. Aby system jego obrony powietrznej (przeciwlotniczej) okazał się nieefektywny w stosunku do zastosowanego nowoczesnego elementu uzbrojenia lotniczego. Mimo że statki powietrzne wykonane w technologii *stealth* z powodzeniem wykonują powierzone im zadania bojowe w konfliktach zbrojnych na całym świecie już od wielu lat, konstruktorzy nadal pracują nad poprawą tzw. obserwowalności radarowej, nazywanej inaczej skuteczną powierzchnią odbicia (SPO).

## LOCKHEED SR-71 BLACKBIRD

Był samolotem rozpoznania strategicznego (tab. 1), skonstruowanym z myślą o prowadzeniu dalekiego

rozpoznania głównie terytorium ZSRR i ChRL. Jedną z ówczesnych strategii prowadzenia wojny (strategia zmasowanego odwetu) zakładała wykonanie przez Stany Zjednoczone serii uderzeń jądrowych w odwecie za wtargnięcie wojsk radzieckich do Europy Zachodniej bądź chińskich na terytorium państw Dalekiego Wschodu. Jednak SR-71 wszedł do służby w okresie obowiązywania strategii elastycznego reagowania, w myśl której sposób konfrontacji z ZSRR i ChRL zmienił się radykalnie, a tym samym dużej zmianie uległy wymagania w dziedzinie prowadzenia rozpoznania powietrznego. Zakładano możliwość realizowania działań wojennych zarówno z wykorzystaniem broni jądrowej, jak i bez jej użycia. W przypadku ataku państw Układu Warszawskiego przewidywano podejmowanie działań o charakterze konwencjonalnym, a w sytuacji ich niepowodzenia – wykorzystanie taktycznej broni jądrowej na ograniczoną skalę. Strategiczna broń jądrowa miała być użyta dopiero po jej zastosowaniu przez ZSRR. Główną rolę w ewentualnym uderzeniu miał odegrać amerykański potencjał jądrowy, którego wykorzystanie określały plany operacyjne. Dane o obiektach w ZSRR i ChRL były od lat siedemdziesiątych coraz częściej dostarczane przez kosmiczne systemy rozpoznawcze. Ale jak zebrać informacje o innych krajach w różnym czasie?



SR-71 został  
skonstruowany  
z myślą o prowa-  
dzeniu dalekiego  
rozpoznania,  
głównie teryto-  
rium ZSRR  
i ChRL.



LOCKHEED MARTIN

Należało mieć platformę rozpoznawczą, którą szybko można było skierować w interesujący obszar działania w zależności od aktualnego zapotrzebowania na informację. Rozwiązaniem tego problemu stał się samolot dysponujący wydajnymi urządzeniami rozpoznawczymi, zdolny do swobodnego penetrowania przestrzeni powietrznej nad państwami, które nie mają odpowiednich systemów obronnych. Właśnie SR-71 wykonywał takie zadania w okresie zimnej wojny<sup>1</sup>.

Swój pierwszy lot „czarny ptak” wykonał 22 grudnia 1964 roku. Ogółem zbudowano 32 samoloty tego typu, w większości dwumiejscowe. Mimo wielu korzyści i efektywności bojowej 26 stycznia 1990 roku wycofano SR-71 ze służby, oficjalnie ze względu na koszty jego eksploatacji. Niespodziewanie jednak w 1995 roku kilka samolotów Blackbird powróciło do linii. Tym razem jednak ich kariera operacyjna była krótka. Maszyny te ponownie wycofano przed końcem wieku<sup>2</sup>.

SR-71 był najszybszą platformą, jaką kiedykolwiek wprowadzono do służby operacyjnej w siłach powietrznych. Dwusilnikowy odrzutowy średniopłat w układzie delta osiągający prędkość Mach równą się 3,5 oraz pułap 26 000 m był nieosiągalny dla ówczesnych systemów obrony powietrznej (OP). Jego możliwości przestrzenne pozwalały na głęboką penetrację terenu przeciwnika bez konieczności przekraczania granic i naruszania jego przestrzeni powietrznej.

Nazwa samolotu Blackbird w swobodnym tłumaczeniu oznacza czarnego ptaka, był bowiem cały pomalowany specjalnym lakierem w kolorze ciemnognatowym, wpadającym w czerń. Lakier ten miał właściwości tłumiące fale radarowe oraz ułatwiające emisję ciepła z płatowca. Dodatkowo samolot był chłodzony paliwem. Dużą rolę w zmniejszaniu SPO odgrywał również zaokrąglony kadłub. Jedynymi płaskimi powierzchniami samolotu były stateczniki pionowe, które zostały delikatnie zakrzywione do wewnątrz w celu odchylenia odbitej wiązki radarowej.

Kadłub SR-71 miał charakterystyczny spłaszczony kształt dzięki powierzchniom aerodynamicznym (pasmowa nasada skrzydła) zastosowanym na całej długości przedniej części kadłuba. Krawędzie natarcia skrzydeł ustawiono pod skosem dodatnim wynoszącym 60°, natomiast krawędzie spływu pod skosem ujemnym 10°.

Samolot miał podwojone, płytowe usterzenie pionowe nachylone pod kątem 15° względem płaszczyzny symetrii samolotu. Takie ustawienie znacząco poprawiało jego właściwości aerodynamiczne w ślizgu bocznym oraz przy lądowaniu przy bocznym wietrze.

Konstrukcja kadłuba była półskorupowa, skrzydeł – wielodźwigarowa. Podstawowym materiałem konstrukcyjnym samolotu były stopy tytanu stanowiące około 90% masy całego płatowca<sup>3</sup>.

### ROCKWELL B-1B LANCER

Został skonstruowany jako strategiczny samolot bombowy zdolny do przenoszenia broni jądrowej. Na początku XXI wieku zmieniono jednak jego przeznaczenie taktyczno-operacyjne – stał się samolotem bombowym uzbrojonym wyłącznie w broń konwencjonalną, ale o specyficznym zasięgu, to znaczy globalnym<sup>4</sup>. W wielu konfliktach zbrojnych pod koniec XX i w pierwszej dekadzie XXI wieku okazał się wszechstronną i efektywną platformą powietrzną do prowadzenia skutecznych działań z użyciem precyzyjnego uzbrojenia (tab. 2). Pierwszy egzemplarz B-1B wzbił się w powietrze w październiku 1984 roku. Zdolność bojową maszyny te osiągnęły pod koniec roku 1986. Ostatni B-1B wszedł do służby w maju dwa lata później. Łącznie zbudowano nieco ponad sto egzemplarzy, z których 93 pozostało w służbie do 2003 roku<sup>5</sup>. W tym samym roku postanowiono zredukować ich liczbę do 60, przeznaczając zaoszczędzone w ten sposób środki na utrzymanie pozostałych maszyn. Jednak korekta budżetu w roku 2004 pozwoliła na powtórne wprowadzenie do służby jeszcze siedmiu bombowców B-1B, co łącznie daje 67 zdolnych do lotu maszyn. Pozostałe wycofane platformy zostały przeznaczone na części zamienne dla będących w służbie egzemplarzy. Amerykańskie siły powietrzne planują, że B-1B Lancer będzie używany do roku 2030. Ostatnio jednak coraz częściej jest wymieniany rok 2040 jako ostateczny termin wycofania tych maszyn z eksploatacji<sup>6</sup>.

Samolot B-1B Lancer jest czteromiejscowym, nadźwiękowym samolotem bombowym dalekiego zasięgu, dolnopłatem w układzie klasycznym ze skrzydłami o zmiennej geometrii. W konfiguracji z rozłożonymi skrzydłami startuje, ląduje i wykonuje loty na dużej wysokości, co zapewnia jego maksymalny zasięg. Z kolei konfiguracja ze skrzydłami złożonymi umożliwia osiąganie dużej prędkości pod- i nadźwiękowej przez zmniejszenie oporów aerodynamicznych. Kąt skosu krawędzi może być zmieniany od minimalnego wychylenia wynoszącego 15° do maksymalnego, czyli 67°. Konstrukcja jest wykonana w 41% ze stopów aluminium, w 23% ze stopów tytanu, w 8% ze stali oraz w 28% z kompozytów i innych materiałów niemetalowych.

Charakterystyczną cechą B-1B jest zastosowanie centroplata o dużej powierzchni i grubości oraz wpro-

1 Zob. M. Fiszer, J. Gruszczyński, *Lockheed SR-71 Blackbird*, cz. II, „Lotnictwo” 2012 nr 4.

2 Więcej: L. Guzewicz, M. Andruszkiewicz, *Zagrożenie uderzeniami środków o małej skutecznej powierzchni odbicia*, Wrocław 2010.

3 Więcej: T. Newdick, *Najsłynniejsze samoloty bojowe świata*, Warszawa 2016.

4 M. Fiszer, J. Gruszczyński, *B-1B Lancer. Ostatni klasyczny bombowiec*, cz. I, „Nowa Technika Wojskowa” 2003 nr 1, s. 34.

5 Zob. M. Fiszer, J. Gruszczyński, *Modernizacja bombowca B-1B Lancer*, „Lotnictwo” 2015 nr 4.

6 Ibidem.

wadzenie krzywoliniowej krawędzi natarcia. Samolot został wyposażony w urządzenia służące do szybkiego wznoszenia: na skrzydłach wzdłuż całej krawędzi natarcia zastosowano skrzela ułożone w siedem segmentów po każdej stronie oraz jednoszczelinowe klapy na krawędziach spływu, ułożone w sześć segmentów także po każdej stronie. Samolot ten nie ma lotek, ponieważ do kontrolowania przechylenia służą czterosegmentowe powierzchnie hamulca (przerywacza) znajdujące się po zewnętrznej stronie każdego ze skrzydeł. Z wyjątkiem elektrycznie napędzanych zewnętrznych przerywaczy kontrolowanych przez elektroniczny układ sztucznej stateczności i sterowania, wszystkie powierzchnie kontrolne są napędzane przez system elektryczno-hydrauliczny. Niewielkie ruchome skrzydełka o ujemnym wzniosie przymocowane z przodu kadłuba poniżej kabiny pilota mają za zadanie stabilizować boczne i pionowe ruchy samolotu w czasie wpadania w turbulencje. Ponadto zapewniają tłumienie pionowych ruchów samolotu w czasie lotu na małej wysokości<sup>7</sup>.

Kadłub konstrukcji półskorupowej został zaprojektowany zgodnie z regułą pół. Poza kabiną załogi, komorami podwozia i wyposażenia są w nim zbiorniki paliwa oraz trzy komory bombowe, w których może przenosić wiele rodzajów konwencjonalnego i jądrowego uzbrojenia bombowego i raketowego. Pod kadłubem można podwiesić pociski raketowe lub dodatkowe zbiorniki paliwa.

Środki obronne bombowca B-1B to głównie urządzenia elektroniczne mające na celu ostrzeżenie o niebezpieczeństwie ataku oraz zakłócanie sygnałów wrogich systemów namierzających. Samolot jest wyposażony w osiem wyrzutników pułapek termicznych i elektromagnetycznych. Na ogonie zainstalowano dodatkowy radar ostrzegający przed samolotami i pociskami raketowymi przeciwnika, urządzenia walki elektronicznej oraz system wabików przeciwraketowych.

Samolot ten charakteryzuje się małą wartością SPO. Szczególną uwagę na etapie konstrukcyjnym skupiono na dopracowaniu geometrii wlotów powietrza – płaskie płaszczyzny sprężarek czterech silników zostały ukryte przed wykryciem dzięki mającym kształt litery S kanałom wlotów powietrza z łopatkami kierującymi, ustawionymi w kierunku przepływu, jak również wykorzystaniu materiałów RAM (Radiation-Absorbent Material – materiał pochłaniający promieniowanie)<sup>8</sup> do budowy kluczowych elementów samolotu. Materiałami pochłaniającymi fale elektromagnetyczne pokryto krawędzie natarcia płata oraz

nosową część kadłuba. Wszystkie okna wyposażono w osłony zawierające tytanian cyrkonu chroniący załogę przed promieniowaniem.

Kolejne przedsięwzięcia natury aerodynamiczno-konstrukcyjnej, które wpłynęły na przynależność samolotu do klasy *stealth*, sprowadzają się do zoptymalizowania krzywizny krawędzi obrysu nieruchomych części skrzydeł. Zastosowano również prostsze i bardziej opływowe, umiejscowione nad silnikiem, owiewki, w które chowają się konsole skrzydeł przy zwiększaniu ich kąta skosu. Usunięto długą płetwę grzbietową na górnej powierzchni kadłuba w płaszczyźnie symetrii samolotu oraz ścięto w dół ku tyłowi chwyt powietrza do silników z jednoczesnym zakrzywieniem kanałów wlotowych wzdłuż ich długości. Zastosowano nowoczesny system zakłócania sygnałów radiolokacyjnych oraz światłowodowy system wewnętrznego przekazywania danych, który jest niewrażliwy na zakłócenia zewnętrzne. Rozwiązaniem dla anteny układu radiolokacyjnego, początkowo usytuowanej w stateczniku pionowym, okazało się wbudowanie jej w kadłub<sup>9</sup>.

#### LOCKHEED F-117/A

To jeden z najbardziej utajnionych z dotychczas realizowanych programów budowy samolotów wojskowych. Może świadczyć o tym chociażby fakt, że istnienie tego samolotu potwierdzono dopiero w 1988 roku, czyli aż 10 lat po oblocie jego prototypu i 5 lat po wprowadzeniu do służby. Pierwszy lot samolotu F-117 odbył się w czerwcu 1981, a pierwszy egzemplarz produkcyjny oblatano 15 stycznia 1982 roku. W tym samym roku dostarczono go do sił powietrznych Stanów Zjednoczonych (USAF). Oficjalnie produkcję samolotu zakończono w 1990 roku. Łącznie wyprodukowano około 60 sztuk.

Jego debiutem bojowym była operacja „Just Cause” w Panamie w 1989 roku. Dwa lata później, podczas operacji „Desert Storm”, samoloty te realizowały wiele różnorodnych (głównie uderzeniowych) zadań bojowych, bombardując irackie cele. Zostały one użyte także w operacjach „Allied Force” w byłej Jugosławii, jak również „Enduring Freedom” w Afganistanie i „Iraqi Freedom” w Iraku<sup>10</sup>.

W 2008 roku USAF miały w wyposażeniu 15 sztuk F-117. W dniu 22 kwietnia 2008 roku zostały one oficjalnie wycofane ze służby. Mimo to maszyny te są w stałej konserwacji jako rezerwa sprzętowa i nadal są wykorzystywane do lotów technicznych. W razie potrzeby samoloty mogą trafić z powrotem do jednostek liniowych w ciągu od 30 do 120 dni.

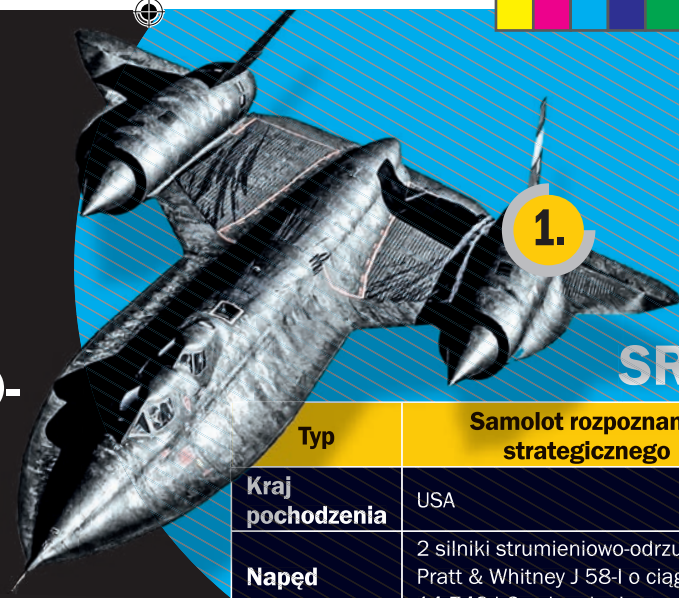
<sup>7</sup> Więcej: C. Chant, *Wielkie bombowce świata*, Warszawa 2004.

<sup>8</sup> Materiał pochłaniający promieniowanie, znany jako RAM (Radiation-Absorbent Material), został specjalnie zaprojektowany i ukształtowany, by absorbować promieniowanie padające na częstotliwości radiowej tak skutecznie jak to możliwe, i z jak największej liczby kierunków. Więcej: E. Knott, J. Shaefter, M. Tully, *Radar Cross Section*, New York, 2004, s. 528–532.

<sup>9</sup> T. Newdick, *Najsłynniejsze samoloty...*, op.cit.

<sup>10</sup> Więcej: E.F. Rybak, J. Gruszczyński, *Lockheed F-117A Nighthawk*, „Lotnictwo Wojskowe” 2002 nr 3, s. 13–19. Zob. także: E.F. Rybak, J. Gruszczyński, *Lotnictwo wojskowe Stanów Zjednoczonych*, Warszawa 2001.

# PODSTAWOWE DANE TAKTYCZNO- -TECHNICZNE WYBRANYCH MODELI



1.

## SR-71

Typ	Samolot rozpoznania strategicznego
<b>Kraj pochodzenia</b>	USA
<b>Napęd</b>	2 silniki strumieniowo-odrzutowe Pratt & Whitney J 58-I o ciągu 14 742 kG z dopalaniem
<b>Wymiary</b>	rozpiętość skrzydeł 16,94 m; długość 31,65 m; wysokość 5,64 m
<b>Masa</b>	własna 27 216 kg, maksymalna startowa 77 100 kg
<b>Osiągi</b>	prędkość maksymalna około 4300 km/h, Mach = 3,25 na dużej wysokości; pułap 26 000 m; zasięg 4800 km bez możliwości uzupełniania paliwa w locie
<b>Uzbrojenie</b>	brak

Opracowanie na podstawie: T. Newdick, *Najsłynniejsze samoloty bojowe świata*, Warszawa 2016.

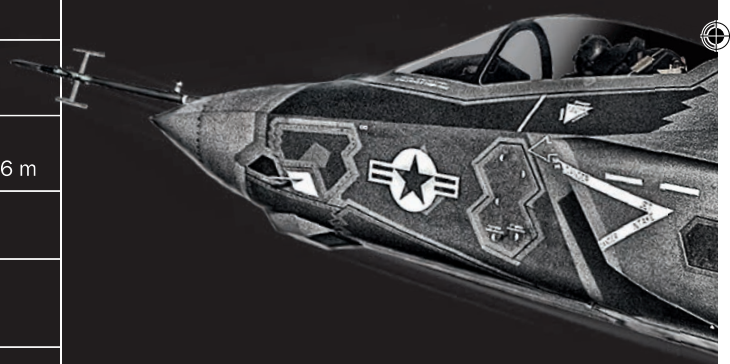


2.

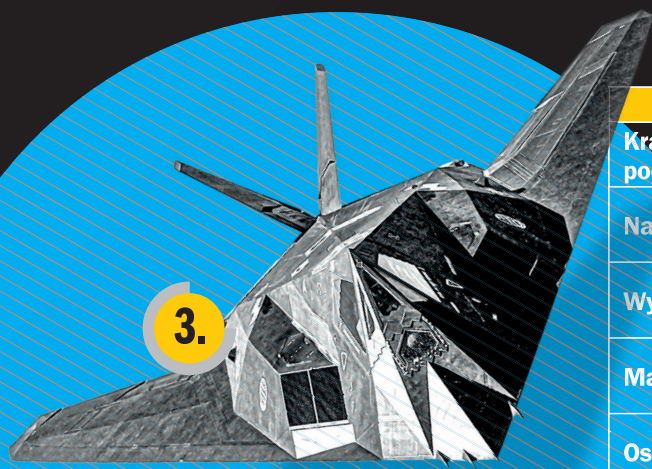
## B-1B

Typ	Samolot bombowy dalekiego zasięgu
<b>Kraj pochodzenia</b>	USA
<b>Napęd</b>	4 dwuprzepływowe turbinowe silniki odrzutowe General Electric F-101-GE-102 o ciągu 13 692 daN (13 957 kG)
<b>Wymiary</b>	rozpiętość skrzydeł: 41,67 m rozwartych na pełną szerokość i 23,84 m w układzie skośnym; długość 44,81 m; wysokość 10,36 m
<b>Masa</b>	własna 87 091 kg; maksymalna startowa 216 365 kg
<b>Osiągi</b>	prędkość maksymalna około 1324 km/h, Mach = 1,25 na dużej wysokości; pułap 15 240 m; zasięg 12 000 km ze standardowo załadowanym paliwem
<b>Uzbrojenie</b>	ładunek maksymalny do 34 020 kg

Opracowanie na podstawie: T. Newdick, *Najsłynniejsze samoloty bojowe świata*, Warszawa 2016.



## F-117/A



3.

Typ	Samolot wielozadaniowy
<b>Kraj pochodzenia</b>	USA
<b>Napęd</b>	2 silniki turbowentylatorowe General Electric F-404-GE-F-1D2 o ciągu 2 x 48 000 daN
<b>Wymiary</b>	rozpiętość skrzydeł 13,21 m; długość 20,09 m; wysokość 3,79 m
<b>Masa</b>	własna 15 900 kg, maksymalna startowa 23 800 kg
<b>Osiągi</b>	prędkość maksymalna około 1000 km/h; pułap 13 000 m; zasięg 3700 km bez uzbrojenia
<b>Uzbrojenie</b>	ładunek maksymalny 2200 kg bomb, zwykle 1000 kg bomb

Opracowanie na podstawie: T. Newdick, *Najsłynniejsze samoloty bojowe świata*, Warszawa 2016.



# B-2A



Opracowanie na podstawie:  
T. Newdick, *Najsłynniejsze samoloty  
bojowe świata*, Warszawa 2016.

Typ	Strategiczny samolot bombowy
<b>Kraj pochodzenia</b>	USA
<b>Napęd</b>	4 silniki dwuprzepływowe General Electric F118-GE-110 o ciągu 4 x 8450 daN bez dopalaczy
<b>Wymiary</b>	rozpiętość skrzydeł 52,43 m; długość 21,03 m; wysokość 5,18 m
<b>Masa</b>	własna 71 700 kg, maksymalna startowa 152 200 kg
<b>Osiągi</b>	prędkość maksymalna około 1010 km/h, Mach = 0,95; pułap 15 150 m, zasięg 9650 km
<b>Uzbrojenie</b>	ładunek maksymalny 23 000 kg

Typ	Samolot myśliwski przewagi powietrznej
<b>Kraj pochodzenia</b>	USA
<b>Napęd</b>	2 silniki turbowentylatorowe Pratt & Whitney F119-PW-100 o ciągu 2 x 156 kN
<b>Wymiary</b>	rozpiętość skrzydeł 13,56 m; długość 18,90 m; wysokość 5,08 m
<b>Masa</b>	własna 19 700 kg, maksymalna startowa 36 288 kg
<b>Osiągi</b>	prędkość maksymalna około 1010 km/h, Mach = 2,25; pułap 20 000 m; zasięg 2900 km
<b>Uzbrojenie</b>	działko M61 Vulcan w kadłubie; pociski rakietowe powietrze–powietrze: 6 x AIM-120 AMRAAM, 2 x AIM-9 Sidewinder; pociski rakietowe powietrze–ziemia: 2 x 155 kg JDAM, 2 x WCMD, 8 x GBU-39

Opracowanie na podstawie: T. Newdick, *Najsłynniejsze samoloty bojowe świata*, Warszawa 2016.

# F-22



# F-35

Typ	Samolot wielozadaniowy
<b>Kraj pochodzenia</b>	USA
<b>Napęd</b>	silnik turbowentylatorowy Pratt & Whitney F135 o ciągu 128 kN (z dopalaczem 191 kN)
<b>Wymiary</b>	rozpiętość skrzydeł 10,65 m; długość 15,37 m; wysokość 5,28 m
<b>Masa</b>	własna 12 000 kg, maksymalna startowa 31 000 kg
<b>Osiągi</b>	prędkość maksymalna około 2250 km/h, Mach = 1,8; pułap 15 000 m; zasięg 2200 km
<b>Uzbrojenie</b>	działko GAU-12 w kadłubie; pociski rakietowe powietrze–powietrze, powietrze–ziemia; bomby kierowane i niekierowane; bomby kasetowe

Opracowanie na podstawie: R. Jackson, *101 słynnych samolotów myśliwskich*, Warszawa 2017.

USA F-16

JESZCZE  
W LATACH  
DZIEWIĘĆ-  
DZIESIĄTYCH  
UBIEGŁEGO  
WIEKU  
POSIADANIE  
SAMOLOTÓW  
WYKONANYCH  
W TECHNOLOGII  
STEALTH  
STANOWIŁO  
JEDNĄ  
Z NAJBARDZIEJ  
SKRYWANYCH  
TAJEMNIC  
LOTNICTWA  
WOJSKOWEGO  
NIEKTÓRYCH  
PAŃSTW.

Mimo oficjalnego wycofania tej platformy ze służby w marcu 2019 roku, niektóre specjalistyczne czasopisma poinformowały, powołując się na wiarygodne źródła, że w latach 2016–2017 roku USAF rozmieściły co najmniej cztery F-117 na Bliskim Wschodzie<sup>11</sup>. Według tych doniesień wycofane ze służby samoloty miały wykonywać loty bojowe nad Syrią i Irakiem w ramach operacji „Inherent Resolve” przeciwko tzw. Państwu Islamskiemu. Oficjalnie jednak Stany Zjednoczone nigdy nie potwierdziły wznowienia wykonywania lotów operacyjnych na F-117.

F-117/A to jednomiejscowy, poddźwiękowy samolot wielozadaniowy (tab. 3). Zbudowany został w konwencjonalnym układzie aerodynamicznym jako dolnopłat. Konstrukcja płatowca jest wykonana w 95% ze stopów aluminium, w 5% ze stopów tytanu oraz elementów ceramicznych i kompozytowych. Płatowiec jest pokryty wielowarstwowymi materiałami RAM. Stosowano także powłoki RAM. Cała powierzchnia maszyny jest pomalowana lakierem tłumiącym fale elektromagnetyczne. Skrzydła o konstrukcji dźwigarowej są jednocześnie integralnymi zbiornikami paliwa. Krawędź spływu w kształcie litery W została zoptymalizowana pod względem SPO.

Uzbrojenie samolotu znajduje się w zamkniętych komorach w kadłubie. Ładunek bojowy stanowią zazwyczaj dwa kierowane pociski przeciwradiolokacyjne lub dwie bomby o masie 900 kg każda, kierowane za pomocą promieni laserowych, oraz kierowane pociski raketowe klasy powietrze–powietrze.

Zmniejszenie SPO samolotu F-117 osiągnięto przez zastosowanie wielokątnej formy kadłuba, który odbijał fale radarowe w innych kierunkach niż znajdował się odbiornik radaru. Zapłacono za to bardzo wysoką cenę, ponieważ samolot miał stosunkowo niewielki udźwig oraz niezadowolające osiągi. Był także niewygodny w pilotażu<sup>12</sup>.

Kształt tej platformy zaprojektowano z uwzględnieniem naczelnej zasady odbić promieniowania elektromagnetycznego padającego na płatowiec pod kątem 30°. Profile powierzchni nośnych, czyli skrzydeł i ustereżeń, mają pryzmatyczne kształty przypominające profile rombów. Wszelkie nieciągłości pokrycia płatowca typu osłona kabiny, pokrywy wnęk podwozia czy komory uzbrojenia mają krawędzie, które odbijają fale. Dlatego w wielu miejscach na bryle samolotu można dostrzec ząbkowane czworokątne płytki, które mają za zadanie zmniejszenie emisji powrotnej fal.

Silniki zostały zabudowane nad płatem i osłonięte wymodelowanym kształtem tej części płatowca. Wloty dostarczające powietrze do silników przesłonięto specjalnie zaprojektowaną siatką, najprawdopodob-

niej z materiałów RAM. Wyloty silników stanowią szerokie szczeliny z tyłu kadłuba. Osłaniają one silniki przed radarem i nadają spalinom kształt szerokiej smugi, która szybko się oziębia. W ten sposób zmniejsza się ślad samolotu w podczerwieni<sup>13</sup>. W celu zminimalizowania możliwości wykrycia przez systemy OP przeciwnika F-117 nie ma stacji radiolokacyjnej. Podczas wykonywania misji pilot wykorzystuje kamery na podczerwień oraz systemy laserowe. Systemy łączności radiowej używane są tylko w sytuacjach wyjątkowych, a do utrzymywania łączności między samolotami służą systemy łączności laserowej<sup>14</sup>.

### NORTHROP GRUMMAN B-2A SPIRIT

Program budowy i rozwoju samolotu B-2 rozpoczął się w 1981 roku. Był on swego rodzaju odpowiedzią na ciągły rozwój radzieckiej techniki radiolokacyjnej<sup>15</sup>. W tym właśnie czasie Amerykanie rozpoczęli prace nad zupełnie nowym samolotem bombowym mającym powstać z wykorzystaniem nieznanych dotychczas technologii, nazwanym ATB (Advanced Technology Bomber). Sześć lat później USAF złożyły zamówienie na 132 egzemplarze tego bombowca. Rozpad ZSRR i zakończenie wyścigu zbrojeń spowodowały ograniczenie programu B-2. Siły powietrzne zdecydowały się na zamówienie zaledwie 21 egzemplarzy, z których 20 służy w USAF do dzisiaj. Pierwsza publiczna prezentacja B-2 odbyła się 22 listopada 1988 roku, natomiast pierwszy lot – 17 lipca 1989 roku. Pierwszy egzemplarz dostarczono do USAF 17 grudnia 1993 roku<sup>16</sup>.

Koszt budowy i rozwoju samolotu B-2 wyniósł, według różnych ocen, od 1,5 do 2,2 mld dolarów, czyniąc z niego najdroższy statek powietrzny, jaki kiedykolwiek wyprodukowano (tab. 4).

Samolot B-2 Spirit jest dwu- lub trzymiejscowym strategicznym bombowcem zbudowanym w układzie latającego skrzydła. Nie posiada usterzeń rozumianych w sensie klasycznym. Płatowiec składa się z czterech głównych części: centroplata, dwu doczepnych skrzydeł o konstrukcji kesonowej oraz segmentu centroplata będącego jego tylną częścią. Centropląt w swym wnętrzu mieści komory uzbrojenia, cztery gondole silnikowe, komory podwozia, wyposażenie oraz kabinę przewidzianą dla trzech osób załogi.

Zasadniczymi materiałami wykorzystanymi do jego budowy są kompozyty, przede wszystkim epoksydowo-węglowe oraz epoksydowo-aramidowe (tzw. kevlar). Powierzchnia samolotu jest pokryta specjalnym lakierem pochłaniającym fale radarowe.

Wloty powietrza są umieszczone w górnej części konstrukcji i przesunięte od tyłu względem krawędzi natarcia. Wyloty są przesunięte do przodu względem

11 M. Gajzler, *F-117 ciągle w powietrzu*, „Nowa Technika Wojskowa” 2019 nr 5, s. 51–53.

12 R. Jackson, *101 słynnych bombowców*, Warszawa 2017, s. 78–79.

13 B. Gunston, *Ilustrowany przewodnik po nowoczesnych bombowcach*, Warszawa 2000, s. 36–39.

14 E.F. Rybak, J. Gruszczyński, *Lotnictwo wojskowe...*, op.cit.

15 Zob. J. Nowicki, *Nortrop Grumman B-2 Spirit*, cz. I, „Nowa Technika Wojskowa” 1996 nr 9, s. 43–44.

16 Zob. J. Nowicki, *Nortrop Grumman B-2 Spirit*, cz. II, „Nowa Technika Wojskowa” 1996 nr 10, s. 33.

łamanej krawędzi spływu. Wieloczęściowe powierzchnie ruchome, w które jest wyposażony płat nośny, pełnią funkcję sterów wysokości i kierunku oraz lotek i klap. Uzbrojenie B-2, wyłącznie ofensywne, jest zainstalowane na dwóch wyrzutniach umieszczonych obok siebie w dolnej części centropłata (fot. 4). Samolot ma możliwość przenoszenia do 16 pocisków raketowych klasy powietrze–ziemia oraz alternatywnie bomb, min morskich i bomb napalmowych o łącznej masie 23 000 kg<sup>17</sup>.

Główny nacisk przy projektowaniu i produkcji B-2 położono na zastosowanie całkowicie gładkich powierzchni oraz płynne przejście kabiny załogi w wyrzuczenie gondoli. Obrys samolotu w widoku z góry to 12 prostych odcinków ułożonych w ściśle określonych kierunkach. W konstrukcji zastosowano wiele kompozytów, dzięki którym można było zbudować absorbującą promieniowanie radarowe strukturę plastra miodu. Zastosowanie znalazły również materiały RAM, które – według niektórych źródeł – użyto na krawędzie natarcia płata oraz końcówki skrzydeł oraz we wspornikach wewnątrz wlotów powietrza do silnika<sup>18</sup>. Ponadto powierzchnia samolotu została pokryta materiałami o strukturze pochłaniającej fale radarowe oraz lakierem zawierającym ciężkie absorbenty.

Samolot wyposażono w specjalny radar o małym prawdopodobieństwie wykrycia (Low Probability of Intercept – LPI). W celu utrudnienia obserwowania z ziemi obiektu, który demaskują gazy wypuszczane przez dysze wylotowe, stosuje się kwas chloro-fluoro-siarkowy.

Ze względu na zastosowanie niezwykle czułych elementów technologicznych B-2 wymaga specjalnych warunków hangarowania. W pomieszczeniu musi być utrzymywana stała temperatura i wilgotność, aby nie pogorszyć właściwości poszycia pochłaniającego fale elektromagnetyczne. Mimo to największym osiągnięciem konstruktorów wytwórni Northrop okazało się uzyskanie właściwości *stealth* bez pogarszania osiąągów B-2, czego nie udało się w samolocie F-117A<sup>19</sup>.

### LOCKHEED F-22 RAPTOR

Program zaawansowanego wielozadaniowego myśliwca taktycznego (Advanced Tactical Fighter – ATF) zainicjowano w 1980 roku, chociaż pierwsze wstępne studia dotyczące nowego samolotu bojowego dla USAF rozpoczęto na początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Na bazie opracowanej wówczas koncepcji rozwoju przyszłego lotnictwa w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych przeprowadzono analizy dotyczące następcy maszyn uderzeniowych: F-4 Phantom II, F-105 Thunderchief i F-111 Aardvark. W styczniu 1973 roku sformułowano pierwsze formalne wymagania dotyczące samolotu ATF. Pierwsza jego

wersja produkcyjna miała być myśliwcem przewagi powietrznej współpracującym z maszynami wczesnego wykrywania, ostrzegania i dowodzenia (Airborne Warning and Control System – AWACS), a komunikacja z tym samolotem i innymi platformami oraz z ziemią miała się odbywać automatycznie za pomocą zaawansowanych układów transmisji danych. ATF miał być wyposażony w nowoczesne sensory, w tym w stację radiolokacyjną o dużym zasięgu i małej wykrywalności jej pracy. Posiadanie przez pilota pełnego obrazu sytuacji taktycznej generowanej przez system awioniczny z danych otrzymywanych z różnych źródeł, w tym z zewnętrznych, miało pozwolić na uzyskanie przewagi w powietrzu i zajęcie dogodnego położenia względem przeciwnika bez wchodzenia w zasięg jego sensorów i zestawów raketowych. Z tego względu płatowiec miał być optymalizowany do prowadzenia walk powietrznych w średniej odległości, a zachowanie bezpiecznej odległości miała umożliwić duża (naddźwiękowa) prędkość przelotowa i manewrowość przy tej prędkości oraz znacznie lepsza od współczesnych myśliwców dynamika samolotu. Wersja rozwojowa ATF miała mieć zdolność atakowania celów powierzchniowych, głównie naziemnych, przy zachowaniu identycznych możliwości myśliwskich.

Z powodu braku środków finansowych i równoczesnej realizacji kilku innych projektów samolotów bojowych do końca lat siedemdziesiątych przeprowadzono jedynie serię studiów dotyczących różnych aspektów bojowego zastosowania nowego myśliwca uderzeniowego USAF. Doprowadziły one do konkluzji, że ze względu na koszt samolotów bojowych kolejnego pokolenia oraz wydłużający się czas ich opracowania maszyny bojowe nowej generacji powinny być w jak największym stopniu uniwersalne.

Zmiany polityczne przełomu lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku spowodowały, że zakończono produkcję tego samolotu w 2011 roku. Ostatni egzemplarz dostarczono USAF w roku 2012. Łącznie wyprodukowano około 190 egzemplarzy seryjnych i osiem prototypów. F-22 z jednostkową ceną prawie 200 mln dolarów uchodzi za jeden z najdroższych samolotów myśliwskich świata (tab. 5).

Samolot myśliwski przewagi powietrznej F-22 Raptor jest zaliczany do statków powietrznych 5. generacji. Jest to samolot wysokomanewrowy zarówno przy prędkości naddźwiękowej, jak i poddźwiękowej. Ma możliwość użycia uzbrojenia pozwalającego na atakowanie celów powietrznych i naziemnych oraz prowadzenia walki radioelektronicznej.

Wykonany został w około 40% z najwyższej klasy tytanu, nieużywanego dotychczas w żadnej konstrukcji USAF. Kompozyty RTM (Resin Transfer Molded), specyficzne żywice epoksydowe i wysokotemperatu-

17 J. Nowicki, *Nortrop Grumman B-2 Spirit, cz. III*, „Nowa Technika Wojskowa” 1996 nr 11, s. 31. Zob. także: P. Abraszek, *Małogabarytowe lotnicze uzbrojenie podwieszane*, „Nowa Technika Wojskowa” 2009 nr 12.

18 Ibidem, s. 26.

19 C. Chant, *Wielkie bombowce świata*, Warszawa 2004.

rowe kompozyty BMI (bismaledimide) stanowią 24% jego masy. Nowe technologie montażu HIP (Hot Isostatic Pressed) oraz próżniowe spawanie elektronowe zostały wprowadzone dla osiągnięcia wysokiej wytrzymałości krawędzi z tytanu, minimalizując liczbę łączeń. Tylko 16% masy F-22 stanowią stopy aluminium. Podobnie jak w przypadku B-2 Spirit, geometria płatowca musiała zostać dostosowana do wymagań stawianych przez technologię *stealth*<sup>20</sup>.

Ze względu na zastosowanie tej technologii pociski raketowe typu powietrze–powietrze są przenoszone we wnękach osadzonych wewnątrz płatowca. W czasie procesu odpalania pocisk zostaje wysunięty na zewnątrz przez hydrauliczne wysięgniki na mniej niż sekundę. Samolot ma możliwość przenoszenia bomb, a także użycia broni podwieszanej pod skrzydłami, jak-

wych dla amerykańskich sił zbrojnych. Tym samym programy JAST (Joint Advanced Strike Technology) oraz CALF (Common Affordable Lightweight Fighter) zostały połączone w jeden – JSF (Joint Strike Fighter). Według założeń miał on doprowadzić do powstania wielozadaniowej platformy, która byłaby produkowana w trzech podstawowych odmianach: klasycznego samolotu dla sił powietrznych (za F-16 Fighting Falcon oraz A-10 Thunderbolt II), pokładowej (za F/A-18 Hornet) oraz skróconego startu i pionowego lądowania (za AV-8 Harrier).

Do współpracy przy pracach nad nowym samolotem zaproszono Wielką Brytanię, która także poszukiwała wówczas rozwiązań dla następcy eksploatowanych samolotów Harrier. Łączne zapotrzebowanie obu państw określono na około 3000 sztuk. Do walki o lu-

## ZAKUPIENIE TAK NOWOCZESNEGO SAMOLOTU JAK F-35 OPRACOWANĄ KONCEPCJĘ JEGO UŻYCIA I WPROWADZIĆ

kolwiek wiąże się to ze znaczącym pogorszeniem parametrów lotu, zwiększeniem SPO oraz zmniejszeniem manewrowości, szybkości i zasięgu. Broń pokładową stanowi działko umieszczone we wnęce na prawym skrzydle. F-22 po wystrzeleniu wszystkich pocisków raketowych jest w stanie używać broni pokładowej podczas walki powietrznej bez ryzyka wykrycia. Na wysoki stopień utrudnionej wykrywalności samolotu składa się wiele czynników, między innymi ogólny kształt płatowca. Ponadto zastosowanie pochłaniających promieniowanie elektromagnetyczne materiałów RAM. Przy tym zwrócono uwagę nawet na takie detale, jak zawiasy czy kask pilota, które mogłyby spowodować odbicie wiązki radarowej<sup>21</sup>.

Lockheed F-22 Raptor maskuje swoją emisję fal podczerwonych, tym samym zmniejsza ryzyko trafienia przez pociski raketowe naprowadzane na podczerwień zarówno ziemia–powietrze, jak i powietrze–powietrze. Utrudniona jego wykrywalność radarowa w mniejszym stopniu opiera się na wymagającej intensywnej konserwacji technologii RAM niż w przypadku poprzednich konstrukcji. Zastosowanie tych materiałów wiązało się z problemami w projektowaniu z powodu ich podatności na wpływ niesprzyjających warunków pogodowych. Przeciwnie niż B-2, który musi być przechowywany w klimatyzowanych hangarach, Raptor może być poddawany naprawom w normalnym hangarze.

### LOCKHEED MARTIN F-35 LIGHTNING II

W 1994 roku Kongres USA podjął decyzję o połączeniu dwóch realizowanych równocześnie programów dotyczących budowy nowej generacji samolotów bojo-

kratyczny kontrakt stanęli główni amerykańscy producenci sprzętu lotniczego. Spośród nich do drugiej fazy, czyli budowy maszyn doświadczalnych, Departament Obrony USA wybrał w 1996 roku dwa podmioty: konsorcjum koncernu Lockheed Martin, w którym uczestniczyły także British Aerospace i Northrop Grumman, oraz Boeing z działem wojskowym przejętej firmy McDonnell Douglas. Obie firmy otrzymały kontrakty o łącznej wartości 1,5 mld dolarów na budowę wszystkich wersji maszyn doświadczalnych. Samoloty zbudowane przez Boeinga otrzymały oznaczenie X-32, a Lockheed Martina – X-35. Spośród nich 26 października 2001 roku wybrano zwycięzcę – został nim X-35, który oznaczono jako F-35 Lightning II<sup>22</sup>.

Jednymi z kluczowych elementów, które zadecydowały o wyborze tej konstrukcji, były klasyczny układ kadłuba (przypominający pomniejszony samolot myśliwski dominacji w powietrzu Lockheed Martin F-22A Raptor) oraz układ napędowy i jego wersja skróconego startu i pionowego lądowania wykorzystująca wentylator napędzany mechanicznie przez właściwy silnik. Rozwiązanie to ze względu na niższą temperaturę gazów wylotowych pozwalało na zwiększenie możliwości wykonywania operacji lotniczych skróconego startu i pionowego lądowania na drogowych odcinkach lotniskowych. Poza konsorcjum Lockheed Martin rząd USA w porozumieniu z producentem zaoferował udziały w programie innym państwom, które były zainteresowane zakupem tej maszyny i wyrażały chęć dołączenia do jej rozwoju na poziomie przemysłowej produkcji. Ogółem do programu przystąpiły następujące państwa: Wielka Brytania

20 Więcej: L. Guzewicz, M. Andruszkiewicz, *Zagrożenie uderzeniami środkow...*, op.cit.

21 Więcej: Ł. Pacholski, *Amerykańskie programy myśliwskie XX i XXI wieku*, „Lotnictwo” 2009 nr 11.

22 Ł. Pacholski, *Lockheed Martin F-35 Lightning II*, „Lotnictwo” 2010 nr 5.

(poziom I), Włochy i Holandia (poziom II), Kanada, Turcja, Australia, Norwegia oraz Dania (poziom III). Dodatkowo jako obserwatorzy, którzy otrzymali pakiet informacyjny, niewielkie udziały zakupiły Izrael i Singapur. W zależności od poziomu poszczególne państwa zadeklarowały określone środki finansowe (łącznie około 4,5 mld dolarów), dzięki czemu ich przemysł otrzymał zamówienia na produkcję komponentów lub ulokowano w nim linię montażową oraz udział w programie prób w locie. Co ważne, udział w programie rozwoju nie był powiązany z konkretną deklaracją dotyczącą przyszłego zamówienia F-35 Lightning II dla sił zbrojnych (tab. 6).

Samolot wielozadaniowy F-35 to konstrukcja 5. generacji, powstała w ramach projektu JSF (Joint Strike Fighter), który realizowano w celu zbudowania

kanałów wlotów powietrza, osłaniających wirujące tarcze wentylatorów silników przed falami radarowymi. Z kolei dla zmniejszenia śladu w podczerwieni zastosowano mieszanie strumienia gorących gazów spalinowych z przepływającym zimnym powietrzem. Ponadto samolot wyposażono dodatkowo w specjalne wyposażenie uniemożliwiające tworzenie smugi kondensacyjnej na dużej wysokości, prawdopodobnie na zasadzie regulacji temperatury gazów wylotowych<sup>24</sup>.

#### WARTO ROZWAŻYĆ

Jeszcze w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku posiadanie samolotów wykonanych w technologii *stealth* stanowiło jedną z najbardziej skrywaną tajemnic lotnictwa wojskowego niektórych państw.

## TO NIE WSZYSTKO. NALEŻY MIEĆ DOSKONAŁE EFEKTYWNY SYSTEM SZKOLENIA I EKSPLOATACJI

maszyny spełniającej wymagania wszystkich rodzajów sił zbrojnych. F-35 Lightning II jest zdolny do wykonywania zadań myśliwskich, bezpośredniego wsparcia lotniczego, izolacji lotniczej oraz uderzeń strategicznych.

Program JSF został zainicjowany dla zbudowania maszyny zdolnej zastąpić wiele typów samolotów, co miało przyczynić się do redukcji kosztów ich produkcji i utrzymania. Obecnie już wiadomo, że nie wszystkie założenia pierwotnego planu udało się uwzględnić. Przy tym koszt rozwijania konstrukcji znacznie przekroczył wstępne założenia, nie mówiąc już o planowanych kosztach eksploatacji. Zgodnie z założeniami powstają trzy wersje F-35, w których 80% elementów będzie identycznych, a pozostałe 20% to systemy przystosowujące maszynę do wykonywania określonych zadań lub działań w specyficznych warunkach<sup>23</sup>. I tak:

- F-35A o konwencjonalnym sposobie startu i lądowania (Conventional Take Off and Landing – CTOL) z przeznaczeniem dla amerykańskich sił powietrznych i wielu odbiorców zagranicznych;
- F-35B o możliwości krótkiego startu i pionowego lądowania (Short Take Off Vertical Landing – STOVL) dla Korpusu Piechoty Morskiej Stanów Zjednoczonych (USMC), lotnictwa i marynarki Wielkiej Brytanii oraz marynarki Włoch;
- F-35C zdolny do operowania z pokładu lotniskowca z wykorzystaniem katapult, przeznaczony dla marynarki i Korpusu Piechoty Morskiej USA.

W celu utrudnienia wykrycia samolotu przez stacje radiolokacyjne potencjalnego przeciwnika przewidziano między innymi odpowiednie ukształtowanie

Również i dziś, gdy zimna wojna należy już do historii, wiele informacji związanych z programami budowy, a także z eksploatacją tych niezwyklej statków powietrznych wciąż ma charakter niejawną. Mimo że obecnie powszechnie wiadomo, jakie typy statków powietrznych i w skład wyposażenia sił zbrojnych których państw wchodzi, wydaje się, że na deskach konstruktorów wciąż powstają coraz nowsze projekty statków powietrznych wykonywanych w technologii *stealth*. Dzieje się tak w celu oszukania nowoczesnych systemów rozpoznania radiolokacyjnego, a w rezultacie uzyskania panowania w powietrzu, bez czego, jak wiadomo, nie jest możliwe prowadzenie jakiegokolwiek operacji militarnej.

Również i w naszym kraju toczy się od pewnego czasu ożywiona dyskusja na temat zastąpienia wysłużonych samolotów MiG-29 i Su-22 nowoczesną techniką lotniczą. W tym kontekście mówi się także o F-35A lub innym statku powietrznym wykonanym w technologii *stealth*. Trzeba jednak pamiętać, że posiadanie tak nowoczesnego samolotu to nie wszystko. Należy mieć doskonale opracowaną koncepcję jego użycia oraz wprowadzić efektywny system szkolenia i eksploatacji. Przejęcie tego ostatniego wprost z sił powietrznych USA nie wydaje się być w przypadku naszego kraju rozwiązaniem optymalnym, sprawia bowiem, że nowoczesna maszyna bojowa jest dobra, gdy jest w powietrzu. W tym miejscu warto przypomnieć, że nasza doktryna militarna przewiduje prowadzenie działań obronnych, a nie ofensywnych. Ponadto jesteśmy krajem granicznym NATO i nie mamy jeszcze gotowego systemu do prowadzenia samodzielnych operacji powietrznych. ■

23 T. Kwasek, *F-35 Lightning II. Realizacja programu Joint Strike Fighter w 2017 i pierwszych miesiącach 2018 roku*, „Lotnictwo” 2018 nr 5.

24 Zob. Ł. Golowanow, *Gotowość bojowa F-35*, *Konflikty.pl*.

# Statki powietrzne Szkół Orląt

LOTNICZA AKADEMIA WOJSKOWA JEST JEDYNĄ UCZELNIĄ, KTÓRA KSZTAŁCI PILOTÓW NA POTRZEBY LOTNICTWA NASZYCH SIŁ ZBROJNYCH.

ppłk dr **Dariusz Bogusz**



Autor jest wykładowcą w Katedrze Taktyki i Uzbrojenia na Wydziale Lotnictwa Lotniczej Akademii Wojskowej.

Wraz z rozwojem techniki lotniczej zmieniały się programy i metody kształcenia oraz szkolenia lotniczego. Zmierały one do dostosowania struktur organizacyjnych do bieżących potrzeb uczelni, która również kilkakrotnie zmieniała swoją nazwę. Rola, jaką odgrywa Szkoła Orląt w kształceniu i szkoleniu pilotów<sup>1</sup>, zdecydowała o jej przekształceniu w Akademię. Podchorążowie specjalności pilotażowych kształcą się na Wydziale Lotnictwa – na kierunku lotnictwo i kosmonautyka.

Głównym celem studiów jest przekazanie podstaw teoretycznej wiedzy, niezbędnej do przygotowania do zawodu pilota wojskowego. Szkolenie praktyczne podchorążych odbywa się w Akademickim Centrum Szkolenia Lotniczego (ACSL) Lotniczej Akademii Wojskowej. Po ukończeniu studiów I stopnia są oni kierowani do jednostek 4 Skrzydła Lotnictwa Szkolnego (4 SLSz), gdzie kontynuują szkolenie na wojskowych statkach powietrznych. Szkolenie lotnicze w 4 SLSz na potrzeby eksploatowanych samolotów bojowych obejmuje szkolenie podstawowe na samolocie PZL-130 Orlik i zaawansowane na samolotach M-346 Bielik oraz TS-11 Iskra. Na potrzeby lotnictwa transportowego podchorążowie szkolą się na etapie podstawowym na samolocie M-28 Bryza,

a piloci śmigłowców zazwyczaj na śmigłowcach SW-4 oraz Mi-2.

## MISJA

Akademickie Centrum Szkolenia Lotniczego to jednostka organizacyjna Lotniczej Akademii Wojskowej. Centrum uzyskało certyfikat ośrodka szkolenia lotniczego (FTO)<sup>2</sup>. Szkoli się w nim teoretycznie i praktycznie kandydatów na żołnierzy zawodowych w następujących specjalnościach:

- pilot samolotu odrzutowego – do uzyskania licencji pilota turystycznego PPL(A) wraz z uprawnieniem do lotów według wskazań przyrządów IR(A);
- pilot śmigłowca – do uzyskania licencji pilota śmigłowcowego PPL(H);
- pilot samolotu transportowego – do uzyskania licencji pilota zawodowego CPL(A) wraz z uprawnieniem do lotów według wskazań przyrządów na samolotach wielosilnikowych IR/ME.

Na podstawie rozporządzenia MON z 28 grudnia 2016 roku<sup>3</sup> podczas rekrutacji kandydatów na studia wojskowe od 2017 roku prowadzi się też szkolenie sprawdzające predyspozycje do pełnienia służby na stanowiskach pilotów<sup>4</sup>. W Akademickim Centrum Szkolenia Lotniczego szkoli się również studentów

1 W Lotniczej Akademii Wojskowej kształcą się i szkoli także pilotów z zagranicy, np. oficerów ze Zjednoczonych Emiratów Arabskich oraz podchorążych Królestwa Arabii Saudyjskiej.

2 FTO – Flight Training Organization (ośrodek szkolenia lotniczego) oznacza certyfikowany ośrodek szkolenia lotniczego, oferujący szkolenia lotnicze prowadzące do uzyskania odpowiednich licencji lub dodatkowych uprawnień. Program szkolenia kandydatów ubiegających się o uzyskanie licencji pilota samolotowego turystycznego PPL(A), Akademicki Ośrodek Szkolenia Lotniczego FTO, WSOSP Dęblin 2010.

3 Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 28 grudnia 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie służby wojskowej kandydatów na żołnierzy zawodowych, DzU 2017 poz. 71.

4 D. Bogusz, I. Sidor, Rekrutacja pilotów, „Przegląd Sił Zbrojnych” 2019 nr 5, s. 144.

# TABELA 1. STATKI POWIETRZNE AKADEMICKIEGO CENTRUM SZKOLENIA LOTNICZEGO

Typ statku powietrznego	Liczba statków [szt.]
Diamond DA-42	3
Diamond DA-40	4
Diamond DA-20-C1	8
Zlin Aircraft 143 LSi	1
Zlin Aircraft 242 L	1
Zlin Aircraft 526 F	1
Antonov An-2	1
Guimbal Cabri G2	8
Robinson R44 II	2

Opracowanie własne.

cywilnych Lotniczej Akademii Wojskowej. Mogą oni uzyskać tutaj licencję zawodową na śmigłowce CPL (H) oraz samoloty CPL (A) wraz z uprawnieniami IR/ME.

Szkolenie sprawdzające na etapie rekrutacji oraz szkolenie podchorążych, a także cywilnych studentów-pilotów w czasie studiów w Lotniczej Akademii Wojskowej wymaga wykorzystania odpowiedniej floty statków powietrznych. Odpowiedzialne za te zadania Akademickie Centrum Szkolenia Lotniczego stale zwiększa liczbę samolotów i śmigłowców. Dziś dysponuje ono najnowocześniejszą flotą statków powietrznych w kraju (tab. 1).

Rozbudowa floty powietrznej ma istotnie zwiększyć efektywność szkolenia prowadzonego w Lotniczej Akademii Wojskowej. Celem jest wyposażenie uczelni we wszystkie niezbędne maszyny, które usprawnią nauczanie pilotów na dwóch lotniskach: w Dęblinie i w Nowym Mieście nad Pilicą<sup>5</sup>.

## SAMOLOTY

Przykładem samolotu wykorzystywanego do szkolenia lotniczego w ACSL jest *Diamond DA-42-VI Twin Star* (fot. 1). Jest to zaawansowana technicznie platforma, mająca wszelkie cechy maszyny komunikacyjnej. Zainstalowany w niej system zabezpieczenia



Diamond DA-42-VI Twin Star

# TABELA 2. DIAMOND DA-42-VI



Kabina glass cockpit Diamond DA-42-VI

Rozpiętość [m]	13,42
Długość [m]	8,56
Wysokość [m]	2,49
Powierzchnia nośna [m <sup>2</sup> ]	16,29
Masa własna [kg]	1415
Maksymalna masa startowa [kg]	1900
Prędkość minimalna VS1 [km/h]	113 (CAS)
Prędkość przelotowa (60% mocy) [km/h]	282 (TAS)
Prędkość przelotowa maksymalna [km/h]	341 (TAS)
Pułap [m]	5486
Wznoszenie maksymalne [m/s]	5,84
Zasięg maksymalny [km]	2245

Źródło: <https://jbi.com.pl/produkt/da-42-vi-5.html/>, .12.09.2019.

przeciwoblodzeniowego TKS i wykrywacz wyładowań atmosferycznych pozwalają na wykonywanie lotów w każdych warunkach pogodowych. Z kolei system ostrzegania o przeszkodach terenowych i ruchu pomaga pilotowi unikać zagrożeń kolizyjnych. Cały lot, łącznie z automatycznym podejściem nad pas startowy, może być prowadzony z wykorzystaniem trzyosiowego autopilota współpracującego z najnowszą awioniką Garmin G1000 (tab. 2).

DA-42 znalazł szerokie zastosowanie w szkoleniu lotniczym jako wyjątkowo ekonomiczna platforma do

<sup>5</sup> Z wypowiedzi gen. bryg. pil. dr. Piotra Krawczyka, rektora-komendanta LAW podczas prezentacji nowych maszyn szkolnych pozyskanych w 2018 roku dla Akademickiego Centrum Szkolenia Lotniczego. <https://www.defence24.pl/nowe-samoloty-i-smiglowce-w-szkole-ortal/>, .12.09.2019.

Diamond DA-40



MARIAN JEDRYCH

szkolenia pilotów na maszyny wielosilnikowe. Jego atrybutami są właściwości lotne bliższe motoszybowcowi niż samolotowi dyspozycyjnemu. Pełna automatyzacja silnika i współpracującego z nim trójłopatowego przestawialnego śmigła sprawiły, że steruje się nim z użyciem jednej dźwigni. Podobnie jak w samolotach z napędem turbinowym i odrzutowym. Jeśli do tego dodać wyposażenie kabiny Garmin G1000 w standardzie glass cockpit (fot. 2), to otrzymamy obraz bardzo nowoczesnego, ekonomicznego, dwusilnikowego samolotu szkolnego<sup>6</sup>.

Diamond DA-42 Twin Star spośród innych platform wyróżnia się tym, że jest zbudowany z kompozytów i napędzany silnikami wysokoprężnymi, a przy tym wprowadzono w nim wiele nowoczesnych rozwiązań. Przekłada się to na korzystne parametry i łatwość pilotowania.

Kolejny nabytek o wyjątkowych parametrach to *Diamond DA-40*. Jest to popularna maszyna turystyczna, biznesowa i szkolna w układzie jednosilnikowego dolnopłatu z usterzeniem w kształcie litery T, z czteroosobową kabiną i nowoczesną, cyfrową awioniką Garmin G1000 (fot. 3). Wersja pozyskana przez Lotniczą Akademię Wojskową jest napędzana tłokowym, czterocylindrowym silnikiem Austro AE300 z turbodoładowaniem i zasilana paliwem lotniczym JET A-1. Samolot przeznaczono do lotów według przepisów VFR i IFR. Oznacza to, że można je wykonywać zarówno w dzień, jak i w nocy, z widocznością ziemi oraz według wskazań przyrządów.

Zainstalowane nowoczesne wyposażenie pokładowe zwiększa świadomość sytuacyjną pilota, co z kolei pozytywnie wpływa na zachowanie właściwego poziomu bezpieczeństwa lotu. Samolot ma m.in. system antykolizyjny (Traffic Advisory System),

który informuje o ruchu innych statków powietrznych. Takie rozwiązanie, ze względu na zwiększające się natężenie ruchu lotniczego, jest wręcz niezbędne, zwłaszcza w przestrzeni, w której nie ma zapewnionej służby kontroli ruchu lotniczego i załoga jest zdana tylko na siebie. Maszyna dysponuje również innymi systemami, które wpływają na poziom bezpieczeństwa lotu, m.in. informującymi o wyładowaniach atmosferycznych (Stormscope) czy też o ukształtowaniu terenu (System Synthetic Vision Technology) oraz o wszelkich przeszkodach znajdujących się w rejonie wykonywanych lotów.

Na poziom bezpieczeństwa wpływa także charakterystyka tej platformy, która jest latającym szybowcem, ale z silnikiem. W razie awarii silnika załoga ma czas i możliwości, aby wybrać miejsce bezpiecznego przyziemienia. Długość trwania lotu wynosi ponad 9 godzin, co jest niezwykle istotne szczególnie w złych warunkach atmosferycznych, kiedy nie ma możliwości lądowania na lotnisku docelowym. Załoga może wówczas bezpiecznie wyczekać w powietrzu lub wykonać odlot na inne lotnisko<sup>7</sup>.

Do szkolenia sprawdzającego i podstawowego wykorzystuje się samoloty *Diamond Aircraft DA-20* (fot. 4). Wielu ich nabywców, w tym również w naszym kraju, używa ich jako szybkiego i taniego środka transportu. Dzięki nowoczesnej awionice dają one poczucie bezpieczeństwa w razie pogorszenia się warunków atmosferycznych. Z kolei ich niezawodność i niskie koszty obsługi sprawiły, że stały się popularnym samolotem użytkowanym do szkolenia podstawowego (tab. 3).

Samolot wykorzystuje silnik z wtryskiem paliwa, a to zapewnia większe bezpieczeństwo. Platforma bardzo dobrze sprawdza się w warunkach jesienno-zimowych.

Do podstawowej i zaawansowanej nauki pilotażu, holowania szybowców lub lotów nocnych i patrolowych (także nad morzem) oraz IFR, do przewozów pasażerskich, lotów biznesowych, sportowych czy rekreacyjnych służy *Zlin 143* (fot. 5). W trakcie szkolenia w LAW studenci na tych maszynach wykonują ćwiczenia akrobacyjne. Dla młodych pilotów kreślenie skomplikowanych figur jest sprawdzianem odporności.

*Zlin 143* to czteromiejscowy jednosilnikowy dolnopłat metalowej konstrukcji. Ma stałe podwozie ze sterowanym kółkiem przednim, a koła podwozia głównego na sprężystych goleniach wyposażono w różnicowe hamulce (tab. 4). Dysponuje sześciocylindrowym silnikiem Lycoming IO-540-C4D5 z wtryskiem paliwa oraz trójłopatowym śmigłem stałych obrotów Mühlbauer MTV<sup>8</sup>. Platforma jest przyjemna w pilotażu, zwrotna i stateczna. Steruje się nią lekko i precyzyjnie. Imponuje wyposaże-

6 K. Melski, *Szkolenie 3D – Diamond diesel dla Dębłina*, „Armia” 2014 nr 4.

7 <http://wsosp.edu.pl/index.php/pl/aktualnosci-uczelnia/2902-law-zwieksza-swoja-flote-powietrzna/>.12.09.2019.

8 M. Setlak, *Zlin 143LSi morawska alternatywa*, „Przegląd Lotniczy Aviaton Revue” 2009 nr 6, s. 12–13.





## TABELA 3. SAMOLOT DA-20-C1

Wymiary	
rozpiętość	35 ft 8 in (10,87 m)
długość	23 ft 6 in (7,17 m)
wysokość	7 ft 2 in (2,19 m)
Skrzydło	
profil	Wortmann FX 63-137/20 HOAC
powierzchnia	125 sq ft (11,6 m <sup>2</sup> )
średnia cięciwa aerodynamiczna (MAC)	3 ft 6,9 in (1,09 m)
wydłużenie	10,0
wznios	+4° nominalny
skos krawędzi natarcia	+1° nominalny
Statecznik poziomy	
kąt zaklinowania	-4 ±0,25°
rozpiętość	8 ft 9 in (2,66 m)
Podwozie	
rozstaw	6 ft 3 in (1,90 m)
baza	5 ft 6 in (1,68 m)
ciśnienie przedniego koła	26 psi (1,8 bara)
główne	33 psi (2,3 bara)
Silnik	
Continental IO 240 z naturalnym wlotem powietrza, 4-cylindrowy, 4-suwowy, z wtryskiem paliwa, silnik płaski z cylindrami w układzie przeciwnym, chłodzonymi powietrzem. Napęd śmigła bezpośredni z wału silnika	
pojemność skokowa	239,8 cu. in. (3,9 l)
moc na wale	125 hp (93,2 kW) przy 2800 obr./min
Śmigło	
2-łopatowe o stałym skoku, model W69EK7-63, W69EK7-63G lub produkcji firmy Sensenich W69EK-63	
średnica	5 ft 9 in (1,752 m)
Paliwo	
zatwierdzone rodzaje paliwa	AVGAS 100 lub 100LL
całkowita ilość paliwa	24,5 gal am. (93 l)
zużywalna ilość paliwa	24,0 gal am. (91 l)
niezużywalna ilość paliwa	0,5 gal am. (2 l)
Masa (ciężar)	
maksymalna masa płytowa (ciężar)	1660 funtów (753 kg)
maksymalna masa startowa (ciężar)	1653 funty (750 kg)
maksymalna masa do lądowania (ciężar)	1653 funty (750 kg)
ładunek (ciężar) maksymalny w bagażniku	44 funty (20 kg) – tylko jeżeli są urządzenia mocujące bagaż

Opracowanie własne na podstawie: DA20-C1 Airplane Flight Manual, Diamond Aircraft Industries Inc., 1560 Crumlin Sideroad, London, Ontario, Canada N5V 1S2, s. 5–10.



Zlin 143

## TABELA 4. SAMOLOT ZLIN 143

Silnik, producent	Textron Lycoming typu O-540-J3A5
Maksymalna moc	235 KM (2400 obr./min)
Płatowiec	dolnopłat
<b>Wymiary</b>	
rozpiętość skrzydeł [m]	10,14
długość [m]	7,58
wysokość [m]	2,91
<b>Masy</b>	
masa własna [kg]	850
maksymalna masa startowa [kg]	1350
<b>Osiągi samolotu</b>	
prędkość maksymalna w locie poziomym [km/h]	262
prędkość podróżna [km/h]	175
prędkość minimalna [km/h]	140
wznoszenie maksymalne [m/s]	4,9
rozbieg [m]	295
dobieg [m]	380
Zasięg	1070 km (65% mocy silnika) – wysokość 3030 m, 10 000 ft

Źródło: B. Hypki, <https://www.samoloty.pl/samoloty-turystyczne/moravan-aviation/zlin143/>.



Guimbal Cabri G2

niem, w tym przydatnym na trasie autopilotem. Nisko położona tablica przyrządów zapewnia świetną widoczność do przodu, a bogate oszklenie – naokoło i ku górze. To zaleta dolnopłata, podobnie jak łatwe tankowanie. Plusem jest też obszerna kabina<sup>9</sup>.

### ŚMIGŁOWCE

Maszyny *Guimbal Cabri G2* i *Robinson R44* ze względu na nieduże koszty eksploatacji i dobre właściwości lotne doskonale nadają się do szkolenia pilotów. Te pierwsze to śmigłowce dwumiejscowe. Na nich piloci stawiają pierwsze kroki (fot. 6). Znakomite właściwości autorotacyjne sytuują je wśród najbezpieczniejszych na świecie. Ich kompozytowa konstrukcja oraz siedzenia absorbujące energię zapewniają przetrwanie w razie twardych lądowań z prędkością nawet 2000 ft/min. Automatyczny podgrzew gaźnika eliminuje ryzyko jednej z częstszych przyczyn awarii. Maszyny są napędzane silnikiem tłokowym firmy Lycoming z elektronicznym zapłonem i cyfrowym regulatorem obrotów o mocy nominalnej 180 KM ograniczonej do 145 KM (tab. 5). Wysokie umiejscowienie jednostki napędowej zapewnia łatwy dostęp do niej w czasie rutynowych obsług i kontroli. Śmigłowiec wyposażono w nowoczesny system z elektronicznym monitorem wyświetlającym najważniejsze parametry pracy. Może on operować w warunkach wiatrów i turbulencji zarezerwowanych dotąd dla znacznie większych śmigłowców turbinowych. Łopaty Cabri G2 mają bardzo wysoką inercję, a dzięki wykorzystaniu najnowocześniejszych technologii turbinowych i kompozytowych nie ogranicza ich limit zużycia. Zamiast konwencjonalnego wirnika ogonowego konstruktorzy zastosowali wirnik wentylatorowy typu Fenestron, który obniża poziom hałasu, zwiększając jednocześnie wydajność i bezpieczeństwo oraz poprawiając sterowność. Możliwość wyposażenia maszyny w nowoczesną awionikę Aspen lub Garmin pozwala na przygotowanie jej do lotów IFR.

*Robinson R44 Raven II* z kolei to czteromiejscowy lekki śmigłowiec napędzany jednym silnikiem z półsztywnymi dwoma łopatomy wirnika głównego i dwułopatkowym wirnikiem ogonowym. Wyposażono w nowoczesną awionikę cyfrową (glass cockpit) i zdwojony układ sterowania. Jego napęd stanowi sześciocyldrowy silnik tłokowy Lycoming IO-540-AE1A5 o mocy startowej 245 KM, co pozwala mu osiągnąć prędkość 234 km/h i zasięg około 560 km. Czteromiejscowa kabina śmigłowca umożliwia jednoczesne szkolenie dwóch pilotów z instruktorem, który zajmuje miejsce z tyłu<sup>10</sup>.

Te lekkie śmigłowce szkolno-treningowe istotnie wpływają na wzrost ekonomiczności, efektywności i jakości szkolenia lotniczego. Niezwykle znaczące jest to, że podczas jednego lotu można szkolić dwóch

<sup>9</sup> Ibidem, s. 13.

<sup>10</sup> <https://www.defence24.pl/nowe-samoloty-i-smiglowce-w-szkole-orlat/.12.09.2019>.

## TABELA 5. ŚMIGŁOWIEC GUIMBAL CABRI G2

Masa pustego śmigłowca [kg]	700
Prędkość podróżna [km/h]	166
Prędkość maksymalna [km/h]	185
Prędkość nieprzekraczalna [km/h]	240
Wysokość zawisu IGE przy MTOW [m]	1524
Zasięg (moc 85%, rezerwa 15 min) [km]	700
<b>Wirnik nośny</b>	
rodzaj	bezprzegubowy, z łożyskami elastomerowymi
liczba łopat	3
średnica	7,20 m (23,6 stopy)
nominalna prędkość obrotowa [obr./min]	530
ciężciwa łopaty	180 mm (7,1 in)
<b>Śmigło sterujące</b>	
rodzaj	osłonięte
liczba łopat	7
średnica	600 mm (23,6 cala)
nominalna prędkość obrotowa [obr./min]	5148
ciężciwa łopaty	42 mm (1,6 cala)
<b>Układ przeniesienia napędu</b>	
podstawowy układ przeniesienia napędu	pasowy, reduktor 0,855/1
przekładnia wirnika nośnego	koła zębate stożkowe o zębach krzywoliniowych, reduktor 11/47
przekładnia śmigła sterującego	koła zębate stożkowe o zębach krzywoliniowych, multiplikator 25/11
<b>Zespół napędowy</b>	
model	Textron Lycoming O360-J2A with STC EASA.E.S.01001 / STC FAA SE03495NY
typ	4-cylindrowy bokser, z napędem bezpośrednim, chłodzony powietrzem, bez doładowania, gaźnikowy, instalacja elektryczna z pojedynczym iskrownikiem i elektronicznym układem zapłonu
pojemność	5,9 L (361 cali sześciennych)
moc znamionowa (ciągła)	108 kw @ 2585 do 2700 obr./min (145 KM)
obroty znamionowe [obr./min]	2650
układ chłodzenia	bezpośredni nadmuch przez powietrze poruszane w rezultacie prędkości lotu
układ zapłonowy	Bendix
elektroniczny układ zapłonu	LSE Plasma II HG
<b>Paliwo</b>	
maksymalna pojemność zbiorników [l]	170
niezużywalna ilość paliwa [l]	1,5
zatwierdzone gatunki paliwa	
AVGAS 100 LL	bez ograniczeń
AVGAS UL 91	bez ograniczeń

Opracowanie własne na podstawie: CABRI G2 Maintenance Manual and Instructions for Continued Airworthiness, Issue 05, Aix-En-Provence, Francja.

pilotów. Studenci, obserwując lot z tylnego fotela, już w trakcie jednego przelotu mogą wyciągać wnioski z błędów, które popełniają koleżanki lub koledzy.

\* \* \*

Szkolenie lotnicze na cywilnych statkach powietrznych, wyposażonych w awionikę Garmin serii G500 oraz serii G1000 (glass cockpit porównywalny

do nowoczesnych samolotów wielozadaniowych i komunikacyjnych), umożliwi studentom zdobycie licencji PPL(A) lub PPL(H) oraz zapewni odpowiedni i spójny programowo poziom umiejętności i wiedzy szkolenych pilotów. Taki, jaki jest niezbędny do uzyskania wysokiego poziomu przygotowania do zaawansowanego szkolenia na wojskowych statkach powietrznych. ■

# Rozwój satelitarnej radionawigacji lotniczej

PRZESTRZEŃ KOSMICZNA WCIĄŻ BUDZI ZAINTERESOWANIE BADACZY. JEST RÓWNIEŻ CORAZ DOGŁĘBNIJ EKSPLOWANA.

mgr **Aleksandra Radomska**



Autorka jest absolwentką Wydziału Bezpieczeństwa Narodowego Akademii Sztuki Wojennej.

Jako moment powstania nawigacji satelitarnej przyjmuje się umownie rok 1957, w którym to naukowcy z John Hopkins University w Baltimore w Stanach Zjednoczonych odkryli, że istnieje możliwość wykorzystania sygnałów nadawanych przez sztuczne satelity znajdujące się poza atmosferą Ziemi. Dowiedziono tego dzięki próbie nawiązania łączności z pierwszym w historii wyniesionym w przestrzeń kosmiczną radzieckim sztucznym satelitą – Sputnikem 1. Prowadzone w tej dziedzinie prace zakończyły się sukcesem – utworzeniem w pełni operacyjnego systemu nawigacji satelitar-

nej. Nosił on nazwę Transit. Zamiennie stosowano również określenia NAVSAT lub NNSS (Navy Navigation Satellite System). Jego pierwotnym przeznaczeniem było precyzowanie pozycji okrętów podwodnych oraz wykrywanie na ich pokładach pocisków balistycznych.

W 1964 roku rozpoczął on działalność operacyjną, w 1967 zaś podjęto decyzję o udostępnieniu go na użytek cywilny. Początkowo w skład systemu Transit wchodziło sześć sztucznych satelitów umieszczonych 1100 km ponad powierzchnią Ziemi. Radzieckim jego odpowiednikiem był system

Żaden z istniejących i w pełni operacyjnych systemów nawigacji satelitarnej, takich jak GPS-NAVSTAR lub GLONASS, a nawet system GNSS, nie gwarantuje możliwości określania pozycji w czasie rzeczywistym dla innej planety niż Ziemia, ponieważ mają one zasięg globalny. „Globalny” należy rozumieć jako odnoszący się do całego świata, czyli w tym pojmowaniu znanego nam świata, który można zdefiniować jako całość globu ziemskiego.

nawigacji satelitarnej Cykada<sup>1</sup>. Współcześnie do najbardziej rozbudowanych systemów pod względem infrastruktury technicznej, w pełni operacyjnych i o zasięgu globalnym, zalicza się GPS-NAVSTAR oraz GLONASS. Każdy z nich charakteryzuje się pewnymi dysfunkcjami stwarzającymi potencjalnie zagrożenie zakłóceniem przesyłanego sygnału, co może w efekcie doprowadzić do niewłaściwego lokalizowania wybranych obiektów w przestrzeni powietrznej oraz kosmicznej. Do innych błędów należy zaliczyć między innymi nadmierne zaokrąglenie wartości obliczeń pozycji, co może wywoływać podobne skutki. W celu zminimalizowania wymienionych błędów technicznych oraz zwiększenia wiarygodności tego typu systemów powstał Globalny System Nawigacji Satelitarnej (Global Navigation Satellite System – GNSS). W układzie technicznym konsoliduje on konstelacje satelitów systemów nawigacji satelitarnej GPS-NAVSTAR (Global Positioning System-Navigation Signal Timing and Ranging), GLONASS, GALILEO, QZSS (Quasi Zenit Satellite System) i BeiDou (chiński satelitarny system nawigacyjny) oraz wspomagające: bazujący na dodatkowej funkcjonalności wyposażenia pokładowego (Aircraft Based Augmentation System – ABAS), wykorzystujący wyposażenie satelitarne (Space Based Augmentation System – SBAS) oraz opierający się na urządzeniach naziemnych (Ground Based Augmentation System – GBAS)<sup>2</sup>. Oprócz amerykańskiego GPS-NAVSTAR i rosyjskiego GLONASS żaden z systemów satelitarnych nie osiągnął jeszcze pełnej gotowości operacyjnej, lecz prognozuje się, że nastąpi to w najbliższych latach.

### W LOTNICTWIE

Obserwując tendencje rozwojowe urządzeń technicznych przeznaczonych do radionawigacji lotniczej, należy zauważyć, że dąży się do zagwarantowania jak najdokładniejszych parametrów nawigacyjnych. W tym celu modernizuje się obecnie eksploatowane pomoce radionawigacyjne, a także usprawnia pracę systemów satelitarnych. Zasadne jest stwierdzenie, że w przyszłości pomoce radionawigacyjne, takie jak radiolatarnia bezkierunkowa (Non-Directional Beacon – NDB), radiodalmierz (Distance Measuring Equipment – DME), radiolatarnia ogólnokierunkowa (VHF Omni-directional Range – VOR) oraz system podejścia do lądowania w warunkach ograniczonej widoczności (Instrument Landing System – ILS), zostaną całkowicie zastąpione właśnie przez te systemy. Prognozuje się, że po uzyskaniu statusu operacyjności wszystkich systemów nawigacji satelitarnej wchodzących w skład GNSS będą one zdolne do dostarczania wszelkich

danych na rzecz nawigacji lotniczej. W związku z tym można wysunąć wniosek, że na razie będą one wspomagać pracę pomocy radionawigacyjnych, a z czasem przejmą wszystkie wykonywane przez nie funkcje. Tak przyjęta teza powoduje konieczność dostrzeżenia niektórych kwestii problemowych. Należą do nich m.in.: wyposażenie statków powietrznych w odpowiednie wskaźniki, zaprojektowanie nowych metod podejścia do lądowania oraz aspekty prawne związane z objęciem standardami międzynarodowymi i implementacją poszczególnych etapów wdrażania systemu GNSS. Nie są to jedyne kwestie wymagające rozwiązania, gdyż na znaczeniu zyskuje także czynnik ekonomiczny. Rozwój lotnictwa i związana z tym pilna potrzeba zredukowania zużycia paliwa oraz emisji zanieczyszczeń do atmosfery wymagają zwiększenia możliwości wykorzystania przestrzeni powietrznej i przepustowości portów lotniczych oraz skupienia się na zapewnieniu preferowanej trajektorii lotu (trasy i wysokości) każdemu statkowi powietrznemu w procesie zarządzania przestrzenią powietrzną. Operatorzy statków powietrznych wymagają również wzrostu efektywności działań dzięki odpowiedniemu podejściu (stosowanie najniższych możliwych minimów oraz zapewnianie korzyści dla bezpieczeństwa wynikających z pionowego prowadzenia platform powietrznych). W rzeczywistości kontrolowany lot ku ziemi (Controlled Flight Into Terrain – CFIT) w przypadku braku wytycznych pionowych jest nadal często kategorią wypadkową. Kolejnym istotnym celem jest zmniejszenie emisji hałasu na lotniskach znajdujących się na zamieszkałych obszarach. Usługi opierające się na systemie GNSS mogą spełniać te wymagania w odniesieniu do bezpieczeństwa i wydajności.

W 1993 roku operacje lotnicze z wykorzystaniem systemu nawigacji satelitarnej GPS-NAVSTAR zostały po raz pierwszy zatwierdzone przez niektóre państwa. Kilka z nich opracowało ramy prawne dla tego rodzaju usług, ale możliwości zapewniane przez system GNSS nie zostały jeszcze zaakceptowane w skali światowej. Zaleca się, by poszczególne kraje postępowały według precedensów ustalonych przez władze lotnicze, co pozwoli na sięganie po usługi GNSS. Ostatecznym celem jest korzystanie z usług zapewnianych przez ten system w zakresie, w jakim można wykazać, że jest to najbardziej opłacalne rozwiązanie wspierane analizami bezpieczeństwa w lotnictwie. Ze względu na wrażliwość sygnałów GNSS w niedalekiej przyszłości będzie wymagane wsparcie pracy tego systemu przez niektóre pomoce radionawigacyjne (np. radiodalmierz DME i system ILS).

1. *Historia systemu GPS*, Instytut Informatyki Politechniki Rzeszowskiej, 2019; edukacyjna witryna internetowa prezentująca systemy wykorzystujące GPS, [http://www.cs.put.poznan.pl/rklaus/gps/histora\\_systemu.htm/](http://www.cs.put.poznan.pl/rklaus/gps/histora_systemu.htm/). 26.02.2019.

2. A. Radomska, *Bezpieczeństwo systemów nawigacyjnych w środowisku cybernetycznym* [w:] *Bezpieczeństwo w środowisku lotniczym i kosmicznym*, red. R. Bielawski, B. Grenda, Warszawa 2018, s. 178.

Przepisy prawne dotyczące wdrażania operacji wykonywanych za pomocą systemu GNSS zostały ujęte w dokumencie opublikowanym przez ICAO (International Civil Aviation Organization – Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego), zatytułowanym *Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual Doc 9849 AN/457*. Zawarto w nim informacje dotyczące planowania procesu międzynarodowego wdrażania zasad wykonywania operacji lotniczych z wykorzystaniem systemu GNSS. Uznano, że podstawą opracowania spójnego, globalnego systemu zarządzania przestrzenią powietrzną jest uzgodniona struktura jej jednorodnych obszarów oraz ustalone główne strumienie ruchu lotniczego. Wymaga to od państw członkowskich współpracy przy ocenie aktualnej i przewidywanej liczby oraz zdolności statków powietrznych, ich ruchu i infrastruktury oraz dostępności personelu, a także spełnienia standardów. Każde z państw będzie wtedy w stanie zidentyfikować luki w wydajności oraz zaplanować ulepszone usługi, które będą spełniać cele wydajności globalnego planu żeglugi powietrznej (Global Air Navigation Plan – GANP). Podejmując odpowiednie decyzje dotyczące implementacji GNSS, zachęca się państwa do korzystania z dostępnej wiedzy i informacji na ten temat. ICAO ma mandat, aby przyczynić się do realizacji tego procesu dzięki:

- zapewnieniu koordynacji regionalnej i międzyregionalnej za pośrednictwem regionalnych grup planowania;
- umożliwieniu wymiany wiedzy i informacji między państwami i organizacjami międzynarodowymi;
- określeniu potrzeb w zakresie pomocy technicznej w regionie oraz zorganizowaniu działań w celu świadczenia takiej pomocy.

Ponadto poszczególne państwa powinny dążyć do dwustronnej i wielostronnej koordynacji w odniesieniu do szczegółowych aspektów, które nie są objęte ramami ICAO. Po podjęciu decyzji o wdrożeniu usługi opartej na systemie GNSS kolejnym krokiem powinno być opracowanie koncepcji operacji (concept of operations – CONOPS), zawierającej opis cech usługi z punktu widzenia użytkowników (pilotów i kontrolerów ruchu lotniczego). Powinna ona przede wszystkim określać cele, strategie i zasady, jak również ograniczenia wpływające na korzystanie z tego systemu w radionawigacji lotniczej, a także precyzować zorganizowanie, działania i interakcje między uczestnikami oraz zainteresowanymi stronami, w tym z wyraźnie wyznaczonym zakresem odpowiedzialności. Musi także wspierać działania podejmowane na rzecz bezpieczeństwa lotniczego, mieć uzasadnienie biznesowe oraz zawierać adekwatne przepisy. Po uzyskaniu zgody na to, że kwestie bezpieczeństwa i uzasadnienie biznesowe są ważne, dostawca służb żeglu-

gi powietrznej (Air Navigation Services – ANS) może opracować kompleksowy plan wdrożenia omawianej usługi. Sprawy biznesowe stanowią kluczowy czynnik, by uzyskać pozytywną decyzję o wdrożeniu systemu. Dlatego analiza musi koncentrować się na określeniu i kwantyfikacji kosztów operacyjnych oraz korzyści, jak również na uzyskaniu zgody wszystkich zainteresowanych stron, w szczególności operatorów statków powietrznych. Aspekty wyposażenia statków powietrznych we wskaźniki kompatybilne z sygnałami systemu GNSS muszą generować korzyści ekonomiczne.

W związku z tym należy uwzględnić statki powietrzne wyposażone i niedoposażone w odpowiednie urządzenia na potrzeby analizy, a także ocenić, czy będzie to opłacalne. Ocena bezpieczeństwa uwzględniająca te czynniki rozpoczyna się na pierwszym etapie rozwoju CONOPS. Podczas jej opracowywania państwa lub jednostki regionalne muszą wziąć pod uwagę następujące elementy<sup>3</sup>:

- aktualny i prognozowany przepływ ruchu lotniczego w wymiarach regionalnym i państwowym, a także wielkości, które opisano w planach regionalnych;
- wymagania operatorów statków powietrznych, obecny i planowany skład ich floty oraz wyposażenie awioniki;
- plany państw danego regionu;
- analizę kwestii biznesowych;
- ocenę bezpieczeństwa systemu;
- certyfikację i zatwierdzenia operacyjne;
- szkolenie personelu świadczącego usługi służb żeglugi powietrznej oraz załogi samolotu;
- planowanie przestrzeni powietrznej i opracowywanie stosowanych w niej procedur;
- zarządzanie ruchem lotniczym, w tym standardy i procedury kontroli ruchu lotniczego oraz systemy automatyzacji;
- usługi informacji lotniczej, w tym powiadamiania o awariach systemu;
- podatność na sygnały GNSS oraz raportowanie anomalii bądź interferencji fal elektromagnetycznych tego systemu;
- wpływ na środowisko (w tym emisje i hałas);
- planowanie przejścia na system GNSS.

Zasadniczym celem jest osiągnięcie wysokich standardów bezpieczeństwa przy jednoczesnym zapewnieniu operatorom statków powietrznych korzyści z zastosowania technologii, którą zapewnia system.

Kolejnym dokumentem odnoszącym się do obecnego oraz przyszłościowego wykorzystania GNSS na potrzeby radionawigacji lotniczej jest podręcznik *Procedures for Air Navigation Services. Aircraft Operations Doc 8168 OPS/611*, wydany przez ICAO<sup>4</sup>. Zawiera on bardzo szczegółowe wytyczne dotyczące projektowania procedur lotu w każdej jego fazie, takiej jak: start, przelot po trasie i lądowanie.

3 *Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual Doc 9849 AN/457*, ICAO, 2012, akap. 5.4.2–5.6.2.

4 *Procedures for Air Navigation Services. Aircraft Operations Doc 8168 OPS/611*, ICAO, 2006, akap. 2.2.2.

# TABELA 1. LIMIT ALARMOWY RAIM ORAZ WRAŻLIWOŚCI CDI WOBEC TRYBÓW PRACY GNSS ADEKWATNYCH DO ETAPÓW LOTU

Tryb	Limit	Limit alarmowy RAIM	Wrażliwość CDI
Odlotowy		3,7 km (2 Mm)	9,3 km (5 Mm)
Przelotowy		1,9 km (1 Mm)	1,9 km (1 Mm)
Podejście do lądowania		0,6 km (0,3 Mm)	0,6 km (0,3 Mm)

Źródło: *Procedures for Air Navigation Services. Aircraft Operations Doc 8168 OPS/611*, ICAO, 2006, akap. 2.5.

wanie z użyciem nawigacji satelitarnej. Na podstawie wspomnianego dokumentu zostały opracowane podstawy stosowania nawigacji obszarowej według GNSS (GNSS Area Navigation – GNSS RNAV). Aby statek powietrzny mógł korzystać z nawigacji zapewnianej przez omawiany system, niezbędne jest doposażenie awioniki pokładowej w odpowiednie odbiorniki. Odnoszące się do nich wymagania przedstawiono jako możliwości stanowiące normy, które musi on spełniać, by otrzymać akceptację do wykonywania nieprecyzyjnego podejścia do lądowania. Zaliczają się do nich:

- autonomiczne procedury dotyczące monitorowania integralności (np. RAIM),
- zdolność do podejścia zgodnie z określoną procedurą, uzyskaną z elektronicznej bazy danej nawigacji satelitarnej (w trybie tylko do odczytu).

Mimo aktualizowania informacji na temat dokładności położenia satelitów segmentu kosmicznego GNSS wpływ na użyteczność poprawki lub niwelowanie prawdopodobieństwa wystąpienia błędów ma również ich liczba oraz orientacja względem odbiornika pokładowego systemu, który jako element awioniki statku powietrznego przemieszcza się z dużą prędkością. Zdolność odbiornika do wykrywania i ostrzegania załogi przed niekorzystnymi czynnikami jest miarą zdolności operacyjnej systemu nawigacyjnego<sup>5</sup>. W związku z tym każdy z wymienionych trybów ma limit alarmowy kontrolowania spójności podsystemu autonomicznego monitorowania integralności odbiornika (Receiver Autonomous Integri-

ty Monitoring – RAIM) oraz wrażliwości pokładowego precyzyjnego wskaźnika krzyżowego (Cross Deviation Indicator – CDI), zgodnie z informacjami zawartymi w tabeli 1. Ujednolicono w niej dane na temat limitów alarmowych RAIM oraz wrażliwości CDI w określonych trybach (odlotowym, przelotowym, podejścia do lądowania) jako element stanowiący dopuszczalny błąd wskazań wywołany omówionymi czynnikami.

W podstawowym sposobie wykorzystania systemu GNSS zaproponowano trzy tryby jego pracy w poszczególnych etapach lotu, czyli: odlotowy (terminal mode), przelotowy (en-route mode) oraz podejście do lądowania (approach mode). Zakłada się, że tryb odlotowy, nazywany również terminalowym, jest wybierany w sposób automatyczny lub manualny przed startem w momencie, gdy satelity systemu GNSS są zsynchronizowane z czasem miejscowym, a odległość wynosząca 56 km (równoważna z 30 Mm) od punktu odniesienia lotniska (aerodrome reference point – ARP) została osiągnięta. Powyżej tej odległości przyjmuje się, że system znajduje się w trybie przelotowym. W chwili gdy system jest prawidłowo dostrojony, automatycznie zmienia on tryb pracy z odlotowego na przelotowy. Po osiągnięciu odległości 3,7 km (2 Mm) od końcowego segmentu podejścia (Final Approach Fix – FAF) system przełącza się na tryb podejścia do lądowania<sup>6</sup>. Rozważając obecne, a także przyszłościowe wykorzystanie systemu GNSS, należy uwzględnić, że może on być eksploatowany w nawigacji obszarowej na dwa sposoby: we współpracy z pomocami radionawigacyjnymi w tak zwanym trybie DME/DME oraz VOR/DME, a także z elementami jego infrastruktury technicznej, czyli z SBAS oraz GBAS (będących w fazie rozwojowej).

W odniesieniu do kompatybilności zapewnianej w ramach pracy w trybie DME/DME z GNSS konieczne jest wskazanie, że odbywałaby się ona na przelotowym etapie lotu, zgodnie z zakładanymi trybami systemu. O ile całościowy proces nawigacji odbywałby się z jego wykorzystaniem, o tyle radiodalmierz DME służyłby załozdze statku powietrznego do aktualizacji pozycji. Ponieważ nie jest możliwe wcześniejsze określenie, których radiodalmierzy DME użyją urządzenia pokładowe, sprzężone z systemem GNSS, do aktualizacji obecnego położenia w przestrzeni powietrznej, niezbędne jest uprzednie sprawdzenie, czy na trasie są dostępne pomoce radionawigacyjne w postaci co najmniej dwóch rozstawionych obiektów o wspólnym pokryciu. Wobec tego jest wymagane, by w ramach kontroli technicznej radiodalmierzy DME ogłaszano ich maksymalny zasięg pokrycia, który powinien wynosić 370 km (200 Mm), a także minimalny i maksymalny kąt przecięcia, wynoszący odpowiednio 30° oraz 150°,

<sup>5</sup> Ibidem, akap. 2.3.1.1–2.3.1.2.

<sup>6</sup> Ibidem, akap. 2.2.3.1–2.2.3.3.



zawarty między dwoma najbliższymi pomocami radionawigacyjnymi<sup>7</sup>. Aby nawigacja obszarowa w trybie DME/DME we współpracy z systemem GNSS mogła być realizowana, niezbędne jest odpowiednie wyposażenie pokładowe oraz naziemne. Jeżeli chodzi o wyposażenie pokładowe, ustanowiono następujące standardy:

- zainstalowanie na pokładzie statku powietrznego przynajmniej jednego systemu zarządzania lotem (Flight Management System/Flight Management Computer – FMS/FMC), zdolnego do zagwarantowania nawigacji obszarowej w trybie DME/DME oraz do automatycznego aktualizowania informacji na temat nawigacji inercyjnej (Inertial Reference System – IRS). System zarządzania lotem musi być zatwierdzony do prowadzenia operacji w rejonach kontrolowanych lotniska (Terminal Manoeuvring Area – TMA) lub alternatywnie zainstalowany przynajmniej jeden system zarządzania lotem, zdolny wyłącznie do nawigacji obszarowej DME/DME i zatwierdzony do operacji wykonywanych w rejonach kontrolowanych lotniska;

- utworzenie pokładowej bazy danych na potrzeby nawigacji z zapisanymi współrzędnymi punktów trasy opartych na systemie odniesienia WGS-84 (World Geodetic System 84), w tym prędkości i ograniczeń pionowych, zawierającej procedury, które muszą być wykonane podczas pilotażu i mogą zostać wprowadzone do systemu zarządzania lotem.

W odniesieniu do wyposażenia naziemnego konieczne jest odpowiednie rozstawienie takich urządzeń technicznych, jak radiodalmierze DME. Muszą one spełniać określone wymagania odnoszące się do ich rozmieszczenia, tzn. muszą być użyte:

- dwie pomoce radionawigacyjne DME o maksymalnym pokryciu wynoszącym 370 km dla każdej z nich oraz obsługujące statki powietrzne niewykorzystujące nawigacji inercyjnej IRS;

- więcej niż dwie pomoce radionawigacyjne DME o maksymalnym pokryciu wynoszącym 370 km dla każdej z nich oraz obsługujące statki powietrzne wykorzystujące nawigację inercyjną IRS<sup>8</sup>.

W celu zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa lotniczego niezwykle ważną kwestią jest sprawność techniczna radiodalmierzy DME. Z tego względu prowadzi się techniczną oraz operacyjną weryfikację zaprojektowanych i najczęściej uczęszczanych dróg powietrznych (Airways – AWY), a także rozmieszczonych na tych trasach pomocy radionawigacyjnych DME, w tym ich zdolności do współpracy z pokładowym systemem zarządzania lotem. Wstępną ocenę tej weryfikacji przeprowadza się z wykorzystaniem adekwatnych symulatorów

lotu, jak również oprogramowania komputerowego symulującego zasadę działania FMC. Służy ona do przewidywania powtarzalności oraz ciągłości wybierania konkretnych dróg powietrznych. Do parametrów, które są stosowane podczas weryfikacji i oceny, zalicza się: typ statku powietrznego, minimalne i maksymalne wartości prędkości przyrządowej (Indicated Air Speed – IAS) wraz z naniesioną nań poprawką, sprawność techniczną systemu zarządzania lotem FMC oraz kierunek wiatru, który w przypadku silnych porywów może wpływać na trajektorię lotu<sup>9</sup>.

Drugim z zakładanych sposobów współpracy systemu GNSS z pomocami radionawigacyjnymi na użytek nawigacji obszarowej jest wariant, w którym funkcje jednego z radiodalmierzy DME przejmuje radiolatarnia ogólnokierunkowa VOR. Wówczas tryb ten jest nazywany VOR/DME. Nie może on zostać wybrany manualnie, jak w przypadku konfiguracji DME/DME. Istnieje opcja, że będzie automatycznie przełączany z trybu DME/DME na VOR/DME jako swoista sytuacja awaryjna, gdy na najczęściej użytkowanych drogach powietrznych nie będzie znajdować się wymagana liczba rozmieszczonych radiodalmierzy DME. Zakłada się, że automatyczna zmiana procedur wykonywanych za pomocą DME/DME na VOR/DME zostanie pozo- stawiona do dyspozycji systemowi zarządzania lotem. Oznacza to, że na trasie przelotu statku powietrznego FMC wybierze najbliższą znajdującą się radiolatarnię ogólnokierunkową VOR zamiast drugiego radiodalmierza DME i sprzęży z nią swój tryb pracy. Niezaprzeczalną zaletą możliwości zmiany trybu DME/DME na VOR/DME jest fakt, że wymagane wyposażenie pokładowe statków powietrznych nie wiąże się z koniecznością dodatkowej modernizacji awioniki. Należy jednak wziąć pod uwagę rozbieżność w zasadach działania radiodalmierza DME oraz radiolatarni ogólnokierunkowej VOR. W związku z tym w ramach wymagań operacyjnych niezbędne jest określenie tzw. punktów styczności. Dotyczą one rozstawienia dwóch pomocy radionawigacyjnych – DME i VOR, które znajdują się relatywnie najbliżej siebie, oraz trasy przelotu statku powietrznego<sup>10</sup>.

Inną metodą wykorzystania systemu GNSS w nawigacji obszarowej jest zespolenie jego pracy z odbiornikami wchodzącymi w skład awioniki pokładowej statków powietrznych, a także z systemami wspomagającymi infrastrukturę techniczną Globalnego Systemu Nawigacji Satelitarnej – SBAS oraz GBAS. Z racji tego, że idea rozszerzenia możliwości systemu GNSS na rzecz radionawigacji lotniczej znajduje się w fazie rozwojowej, nie powstały jeszcze koncepcje oraz propozycje wyznaczające kon-

7 Ibidem, akap. 3.1.2.1.

8 Ibidem, akap. 3.2.2.

9 Ibidem, akap. 3.7.1–3.7.2.

10 Ibidem, akap. 3.8.1.

kretny kierunek wykorzystania tych systemów wspomagających. Zakłada się, że po uzyskaniu statusu operacyjności współpraca systemu GNSS z SBAS lub GBAS będzie miała kluczowe znaczenie w trybie odlotowym, jak również zostanie on wykorzystany w trybie przelotowym. Nie ulega wątpliwości, że na potrzeby radionawigacji zapewnianej przez system GNSS, przy sprzężeniu z SBAS albo GBAS, niezbędna będzie modernizacja awioniki statków powietrznych oraz doposażenie jej w odmienny rodzaj odborników i systemów pokładowych niż w przypadku współpracy systemu GNSS z pomocami radionawigacyjnymi w trybach DME/DME oraz VOR/DME.

Zasadne jest wskazanie, że obecne, a także przyszłościowe możliwości stosowania GNSS w radionawigacji lotniczej będą stanowić bardzo duży potencjał i nie są współcześnie ograniczane żadnymi konkretnymi ramami. Niewątpliwie wraz z postępem technologicznym będą wdrażane nowe rozwiązania pozwalające na wykorzystanie potencjału nawigacji satelitarnej. Oprócz opisanych ogólnych wymagań regulowanych przez międzynarodowe prawo lotnicze, państwa indywidualnie, w ramach wyznaczonych standardów, mogą dążyć do rozszerzenia użytkowania systemu GNSS na swoim terytorium. Zgodnie ze stanem w 2019 roku w naszym kraju za implementację instrumentalnych procedur podejścia do lądowania z zastosowaniem systemu GNSS na lotniskach kontrolowanych odpowiada Polska Agencja Żeglugi Powietrznej (PAŻP), po wcześniej uzyskanej zgodzie Urzędu Lotnictwa Cywilnego (ULC). Pierwsze tego rodzaju procedury zostały wdrożone w 2013 roku. Obejmują one zasady precyzyjnego podejścia do lądowania<sup>11</sup>. Jednakże coraz częstsze użytkowanie systemów nawigacji satelitarnej w lotnictwie wymaga opracowania nowych metod i procedur nawigacji na każdym etapie lotu. W celu ujednoczenia wiedzy w tej sferze w tabeli 2 przedstawiono propozycję wykorzystania nowych procedur nawigacyjnych podczas eksploatacji systemu GNSS na każdym etapie lotu oraz ich wpływ na dobór jak najkorzystniejszych tras.

Należy podkreślić, że eksploatacja systemów nawigacji satelitarnej wiąże się z implementacją nowych procedur nawigacyjnych na każdym etapie lotu. Wpływ wykorzystania systemu GNSS, oprócz kwestii bezpieczeństwa, oscyluje głównie wokół aspektów wyboru optymalnych dróg powietrznych, zwiększenia przepustowości przestrzeni powietrznej, a także czynników ekologicznych, takich jak redukcja hałasu silników lotniczych (przez dobór innej trasy) nad terenami zamieszkanymi.

#### KIERUNKI ROZWOJU

Wszystkie sztuczne satelity okrążające Ziemię, które wchodzi w skład systemu satelitarnego GNSS, są ruchomymi lub statycznymi obiektami. Tworzą

one wokół naszego globu swoistą gęstą siatkę połączeń zdolnych do przekazywania danych geoprze-strzennych w czasie rzeczywistym. Rozmieszczenie w przestrzeni kosmicznej satelitów wymaga nie tylko posiadania odpowiedniego zasobu wiedzy, technologii i środków finansowych, lecz także narzuca konieczność nieustannej obserwacji tego obszaru oraz rozpoznawania zachodzących w nim zjawisk. Prowadzone badania pozwalają na zdobywanie nowej wiedzy o przestrzeni kosmicznej, będącej przedmiotem zainteresowania człowieka. W ostatnich latach to Mars znalazł się w ich centrum. Ta skalista planeta pod wieloma względami jest podobna do Ziemi. Można to uznać za rzadko spotykane zjawisko, gdyż każde ciało niebieskie Drogi Mlecznej, jak i poza nią, wyróżnia się nie tylko innymi parametrami, lecz także specyfiką, do której można zaliczyć np.: ukształtowanie powierzchni, chemiczny skład atmosfery, budowę wewnętrzną lub występowanie pola magnetycznego. Mars cechuje się takimi właściwościami, które sprawiają, że uznaje się go za niemal bliźniaczko podobną do Ziemi planetę. Są to: zbliżona masa oraz wymiary, podobne ukształtowanie powierzchni przypominające obszary wyżynne, górzyste, a także wulkaniczne (z nieaktywnymi wulkanami), istnienie niewielkiego pola magnetycznego, śladowych ilości azotu i tlenu w atmosferze oraz warunków sprzyjających występowaniu wody na jego powierzchni. Ze względu na duże koszty badania Marsa ograniczono się do prac teoretycznych lub planów koncepcyjnych, niekiedy futurystycznych. Przy tym eksplorowano te planetę w ramach lotów bezzałogowych – informacje o tej planecie gromadziły łaziki marsjańskie. W ostatnim czasie krążą spekulacje na temat lotów załogowych na Marsa, a także można zauważyć faktyczne do nich przygotowania. Na jego powierzchni mają powstać bazy, w których będzie stacjonować wybrana, odpowiednio przeszkolona grupa osób. Z tego względu pojawiła się idea, która obecnie jest przekształcana w projekt zbudowania marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej. Co więcej, planuje się jego konstrukcję techniczną, ogólne zasady działania oraz rozmieszczenie satelitów nad warstwą atmosfery Marsa w systemie będącym jego ziemskim odpowiednikiem, którym jest GNSS. Nie wyklucza się opcji, że marsjański system nawigacji satelitarnej będzie w przyszłości współpracował z GNSS. Otóż nowo powstałe na powierzchni Marsa bazy, w których będą przebywać wyselekcjonowane osoby, będą musiały podlegać nie tylko kontrolowaniu z Ziemi, lecz także niezbędne będzie sprecyzowanie współrzędnych ich położenia w celu bezkolizyjnego ich namierzania.

Żaden z istniejących i w pełni operacyjnych systemów nawigacji satelitarnej, takich jak GPS-NAVSTAR lub GLONASS, a nawet system GNSS, nie gwaran-

11. Wdrożenie instrumentalnych procedur podejścia do lądowania opartych o nawigację satelitarną w Polsce, GNSS, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, 2019, [https://www.pansa.pl/\\_site/index.php?lang=\\_pl&menu\\_lewe=GNSS&opis=wdrozenie&cz=&kontr=/](https://www.pansa.pl/_site/index.php?lang=_pl&menu_lewe=GNSS&opis=wdrozenie&cz=&kontr=/). 12.02.2019.

## TABELA 2. UŻYTKOWANIE SYSTEMÓW NAWIGACJI SATELITARNEJ W POSZCZEGÓLNYCH FAZACH LOTU I JEJ WPŁYW NA BEZPIECZEŃSTWO LOTNICZE

Etap lotu	Wykorzystanie systemu GNSS oraz wdrożone na jego rzecz nowe procedury nawigacyjne	Wpływ na poziom bezpieczeństwa operacji lotniczych
<b>Start i odlot</b>	w tej fazie system nawigacji satelitarnej pozwoli na większy wybór dróg powietrznych AWY, w szczególności przy odlotach w trudnych warunkach wynikających z naturalnego ukształtowania terenu wokół lotniska	wpłynie to na podniesienie poziomu bezpieczeństwa podczas kołowania i wznoszenia; w drugiej kolejności rozważana jest redukcja hałasu i omijanie obszarów zamieszkałych
<b>Przelot po trasie</b>	na tym etapie radionawigacja za pomocą GNSS może okazać się najlepszym rozwiązaniem podczas lotów nad obszarami, na których nie jest możliwe lub jest bardzo utrudnione korzystanie z konwencjonalnych pomocy radionawigacyjnych segmentu naziemnego, takich jak radiodalmierz DME, radiolatarnia ogólnokierunkowa VOR (np. na trasach transoceanicznych); natomiast nad terenami obsługiwanymi przez te systemy GNSS może wspomagać ich pracę przez podstawową nawigację obszarową B-RNAV (Basic Area Navigation)	może przełożyć się na optymalny dobór tras (korzystniejszy niż w przypadku zgodności z mapami lotniczymi) i w efekcie zwiększyć przepustowość przestrzeni powietrznej w procesie zarządzania ruchem lotniczym
<b>Dolot</b>	w tej fazie system GNSS będzie umożliwiał dolot oraz podejście do lądowania w warunkach mniejszych minimów widoczności od przeznaczonej infrastruktury technicznej	mimo warunków technicznych lotniska, charakteryzujących się większymi minimami widoczności w przypadku systemu ILS (np. CAT I), pozwoli ona na precyzyjne podejście do lądowania za pomocą GNSS zgodnie z kategorią o mniejszych minimach widoczności systemu ILS (np. CAT II) bez konieczności instalowania na lotnisku dodatkowych urządzeń
<b>Podejście do lądowania i lądowanie</b>	na potrzeby użytkowania GNSS zdefiniowano dodatkowe procedury zaliczane jako pośrednie między NPA i PA; należą do nich podejście z prowadzeniem pionowym APV (Approach with Vertical Guidance), w którym wyróżniono dwa typy: APV BARO/VNAV [zapewnia ono podejście pionowe przy współpracy ze sprzężonym systemem zarządzania lotem FMC, wysokościomierzem barometrycznym (minima takiej procedury są oznaczane jako LNAV – Lateral Navigation lub VNAV – Vertical Navigation)] oraz wspomagany przez system SBAS (w odniesieniu do Europy będzie to obszar EGNOS) – APV SBAS; prowadzenie statku powietrznego w płaszczyźnie pionowej jest zapewniane przez układ satelitarne GNSS – minima takiej procedury są oznaczone jako LPV (Localizer Performance with Vertical Guidance)	na tym najniebezpieczniejszym etapie lotu aż do momentu przyziemięcia system GNSS będzie pozwalał na podejście PA zgodnie z minimami adekwatnymi dla systemu ILS, które współcześnie uchodzą za optymalne w odniesieniu do bezpiecznego podejścia do lądowania aż do momentu przyziemięcia; jednocześnie funkcjonalność GNSS nie ograniczy się wyłącznie do lądowania precyzyjnego

Źródło: A. Radomska, *Bezpieczeństwo systemów nawigacyjnych w środowisku cybernetycznym* [w:] *Bezpieczeństwo w środowisku lotniczym i kosmicznym*, red. R. Bielawski, B. Grenda, Warszawa 2018, s. 177–178.

tują możliwości określania pozycji w czasie rzeczywistym dla innej planety niż Ziemia, ponieważ mają one zasięg globalny. „Globalny” należy rozumieć jako odnoszący się do całego świata, czyli w tym pojmowaniu znanego nam świata, który można zdefiniować jako całość globu ziemskiego. W tym miejscu należy zauważyć, że jest to zasadne, ponieważ wszystkie satelity segmentów kosmicznych poszcze-

gólnych systemów nawigacji satelitarnej wchodzących w skład systemu GNSS są usytuowane w taki sposób, by transmisja ich sygnałów radiowych była kierowana ku powierzchni Ziemi, nie zaś w odległe obszary przestrzeni kosmicznej. W tej kwestii można dostrzec potencjał współpracy systemu GNSS z marsjańskim systemem nawigacji satelitarnej w przyszłości. Otóż wiązki sygnałów wysyłane

przez segment kosmiczny systemu GNSS można podzielić na wiązkę główną oraz wiązki boczne. Satelity zostały umieszczone na sztucznych orbitach okołoziemskich w taki sposób, by główny sygnał transmisji, zgodnie z założeniami o globalnych systemach nawigacji satelitarnej, był skierowany w stronę Ziemi. Jednak zasięg obu rodzajów wiązek ma szerokość kątową większą niż zakres szerokości kątowej w kontekście widzialności globu na wysokości, na której są rozmieszczone satelity systemu GNSS. Podsumowując, należy stwierdzić, że znaczna część transmitowanego sygnału radiowego mija Ziemię i jest wypromieniowywana w przestrzeń kosmiczną. W szczególności dotyczy to wiązek bocznych oraz częściowo wiązki głównej. Istnieje możliwość, że sygnały fal elektromagnetycznych, która nie dotrze do globu, będzie odebrana przez urządzenia techniczne znajdujące się poza ziemskim zasięgiem systemu, poniżej wysokości orbit satelitów. Stanowi to dość idealistyczną koncepcję, gdyż zdolność do pozycjonowania systemu GNSS, czyli tak zwana miara zdolności serwisu (Space Service Volume – SSV), opiera się na parametrach, które wraz ze wzrostem odległości ulegają zmianie, najczęściej na niekorzyść użytkownika. Do tych parametrów należą: minimalna moc odbierana, lokalizacja wzrokowa satelitów segmentu kosmicznego, precyzja wyznaczania pseudoodległości (odległości jednostronnej od satelity do danego odbiornika) oraz współczynnik geometrycznej dokładności w czterech wymiarach (Geometric Dilution of Precision – GDOP), czyli trzech przestrzennych i jednym czasowym. Może zatem budzić wątpliwość, czy idea utworzenia marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej nie jest koncepcją zbyt futurystyczną, wyprzedzającą zasoby posiadanej wiedzy w tym zakresie. Optymistyczny wariant stanowi misja pod kryptonimem „Magnetospheric Multi-Scale”, koordynowana przez Narodową Agencję Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (National Aeronautics and Space Administration – NASA). Jej wynik dowiódł, że przemieszczające się w formacji satelity (w liczbie czterech) z odbiornikami są w stanie śledzić jednocześnie od ośmiu do 12 satelitów segmentu kosmicznego systemu GPS-NAVSTAR o apogeum orbity tej formacji satelitów wynoszącym 70 tys. km.

Rozwój badań może doprowadzić do tego, że satelity marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej będą śledzić satelity systemu GNSS na podobnej zasadzie. Następnie sygnał przechwycony przez te pierwsze mógłby zostać skierowany w stronę Czerwonej Planety i w ten sposób uzyskano by łączność między nią a Ziemią. Aby to osiągnąć, należy rozwiązać problem dzielącego oba ciała niebieskie dystansu szacowanego na 56 mln km.

Dotychczas bezzałogowe eksploracje, choćby najbardziej znanego łazika Curiosity Rover, dowodzą, że Mars nie tylko znajduje się wciąż w kręgu zainteresowania badaczy, lecz także współczesna technologia pozwala na tego rodzaju misje. Wiążą się one z koniecznością utrzymania łączności oraz nawigowania obiektami wysłanymi przez człowieka w przestrzeń kosmiczną. W tym celu wykorzystuje się sieć dalekiej łączności kosmicznej, która jest zarządzana przez centrum badawcze należące do NASA, funkcjonujące pod nazwą Laboratorium Napędu Odrzutowego NASA (NASA Jet Propulsion Laboratory – NASA JPL). Ma ona swoje odpowiedniki na terytorium takich krajów, jak: Rosja, Chiny, Indie i Japonia oraz w Europie, działające pod akronimem ESTRACK (European Space Tracking). Jest przy tym prawdopodobne, że w najbliższym czasie Europa stanie się niezależna w aspekcie tworzenia sieci dalekiej łączności kosmicznej. Trwają prace modernizacyjne stacji komercyjnej Goonhilly Earth Station, znajdującej się w Kornwalii w Wielkiej Brytanii. Docelowo ma ona służyć do zapewnienia łączności z obiektami położonymi daleko od Ziemi, na przykład z sondami kosmicznymi badającymi powierzchnię Księżyca lub Marsa, i do ich nawigacji<sup>12</sup>. We wspomnianej sieci stosuje się wiele technik zapewniających jak najdokładniejszy pomiar. Należy wśród nich wyróżnić:

- *przesunięcie Dopplera* – służy do pomiarów prędkości, z jaką przemieszcza się obiekt w przestrzeni kosmicznej, oraz określania położenia kąтового w przyjętym układzie odniesienia;

- *Delta DOR* (Delta Differential One-way Range) – polega na transmisji sygnałów radiowych ze statku kosmicznego lub sondy, odbieranych przez dwie rozstawione w dużej odległości od siebie stacje naziemne; różnica czasu nadejścia sygnału jest mierzona dokładnie (służy do obliczenia namiaru) z uwzględnieniem korekcji opóźnienia nadejścia tych sygnałów z powodu przejścia przez warstwy atmosfery ziemskiej z jednoczesnym śledzeniem aktywnych, naturalnych źródeł emisji fal elektromagnetycznych, takich jak kwazary występujące w przestrzeni kosmicznej;

- *pomiary kodowe odległości* – nazywane także pomiarem pseudoodległości, wykonywane na podobnej zasadzie jak stosowane w globalnych systemach nawigacji satelitarnej, bazujące na przesunięciu kodowym i następnie autokorelacji transmitowanego sygnału między obiektem w przestrzeni kosmicznej i odbiornikiem naziemnym.

Pierwotny pomysł zbudowania marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej nie jest niczym nowym. Pojawił się już w 1999 roku, a jego inicjatorem była NASA. Przedstawiono wówczas koncepcję pod na-

<sup>12</sup> Goonhilly – pierwsza komercyjna stacja łączności kosmicznej dalekiego zasięgu. *Urania – postępy astronomii*. Europejska Agencja Kosmiczna, 2018. <https://www.urania.edu.pl/wiadomosci/goonhilly-pierwsza-komercyjna-stacja-lacznosci-kosmicznej-dalekiego-zasiegu-4185.html/>. 30.12.2018.

zwą Mars Surveyor Program, która finalnie miała doprowadzić do utworzenia systemu nawigacji satelitarnej funkcjonującego jako Mars Network. Aby projekt nie zakończył się wyłącznie na teoretycznych rozważaniach, naukowcy z Laboratorium Napędu Odrzutowego NASA przeprowadzili serię badań, w tym wykonali między innymi obliczenia matematyczne decydujące o zdolności systemu do pozycjonowania obiektów oraz opracowali studium jego praktycznej wykonalności metodą realistycznych symulacji. W toku badań opracowano wstępną architekturę techniczną marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej, która zapewniałaby najwyższy stopień efektywności pomiarów. Skupiono się przede wszystkim na rozwinięciu infrastruktury tego systemu w kontekście satelitów segmentu kosmicznego (rys.). Ze względu na to, że konieczne byłoby nawiązywanie łączności z satelitami segmentu kosmicznego systemu GNSS, ustalono, że optymalną wysokością umieszczenia urządzeń technicznych na sztucznych orbitach kołowych wokół Marsa będzie 800 km nad jego powierzchnią. Jest to wysokość znacznie przekraczająca zakres rozmieszczenia satelitów nad Ziemią. Najbardziej prawdopodobnym powodem, dla którego satelity tego systemu zostałyby wyniesione właśnie na tę wysokość, jest dążenie do uniknięcia zakłóceń transmisji między konstelacjami satelitów (ziemskich i marsjańskich), powodowanych przez zjawiska naturalne występujące w atmosferze planety, na przykład burze piaskowe o zasięgu globalnym. Prognozowano umieszczenie czterech satelitów w okolicach kół podbiegunowych Marsa oraz dwóch w obszarze równika. Podane układy odniesienia opierają się na szerokościach geograficznych przyjętych na Ziemi, które postanowiono zastosować również wobec Czerwonej Planety. Wszystkie sześć satelitów ma stanowić mikrosatelity, co oznacza, że ich masa nie przekraczałaby 100 kg. Zredukowanie masy segmentu kosmicznego marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej najpewniej jest podyktowane słabszymi właściwościami pola grawitacyjnego (względem Ziemi) oraz praktycznie nieistniejącym polem magnetycznym na Marsie. Przekłada się to na fakt, że ciężkie satelity nie byłyby utrzymywane przez oba rodzaje pól na sztucznych orbitach. Istniałoby zatem ryzyko, że zostałyby wyparte w przestrzeń kosmiczną. Ich liczba miałaby być zwiększana w ramach kolejnych faz rozwoju konstelacji. Natomiast wszystkie orbity miałyby być orbitami wstecznymi, czyli takimi, po których ruch mikrosatelitów byłby przeciwny do ruchu obrotowego Marsa. Oprócz opracowania szyku konstelacji mikrosatelitów zaproponowano, w jakie urządzenia nadawczo-odbiorcze mogłyby zostać one wyposażone w celu sprawnego przetwarzania informacji. Zasadne jest przy tym dokonanie podziału między odbie-

raniem sygnału z segmentu kosmicznego systemu GNSS a nadawaniem go ku powierzchni Marsa. W związku z tym uzgodniono, że za moduł łączności z „ziemskim” systemem nawigacji satelitarnej posłuży pasmo X gwarantujące daleki zasięg propagacji fal elektromagnetycznych. W przypadku utrzymywania łączności między mikrosatelitami a obiektami znajdującymi się na powierzchni Marsa planuje się wykorzystanie urządzeń technicznych pracujących w paśmie częstotliwości fal UHF. W efekcie nawiązywanie łączności z domniemanym segmentem użytkownika odbywałoby się za pośrednictwem dwóch kanałów w pasmach częstotliwości wynoszących 435–442 MHz i 400–405 MHz, przy współpracy z wielodostępem i z podziałem częstotliwości (Frequency-Division Multiple Access – FDMA). O ile segment użytkownika marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej może być interpretowany dość intuicyjnie i kojarzyć się z odbiorem danych zarówno przez ludzi, jak i sondy kosmiczne, o tyle interesującą kwestię stanowi segment naziemny. Bazując na przykładzie systemu GNSS, można przyjąć w uproszczeniu, że stanowią go stacje monitorujące i korygujące pomiary. W systemie marsjańskim rozważano utworzenie stacji monitorujących w postaci lądowników rozstawionych na powierzchni planety<sup>13</sup>.

Chociaż pierwszym inicjatorem zbudowania marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej było NASA, projektem zainteresowano się także w Europie. Europejska Agencja Kosmiczna (European Space Agency – ESA) zleciła podczas jednej z misji eksploracji powierzchni Marsa (pod kryptonimem „Aurora” w 2001 roku) wykonanie badań i pomiarów pod kątem utworzenia systemu satelitarnego na tej planecie. Prace koncepcyjne zostały podjęte w 2002 roku pod nazwą MARCO POLO (Martian Constellation for Precise Object Location). Wizja europejska odbiega nieco od założeń amerykańskich, w szczególności dotyczących masy satelitów, którą zamierzano zwiększyć do 250 kg, a także wysokości sztucznych orbit. Europejska Agencja Kosmiczna zaproponowała fazy rozwojowe tego systemu przedstawione w tabeli 3.

Zakładając, że marsjański system nawigacji satelitarnej rzeczywiście powstanie, można prognozować, że będzie wykorzystywany do:

- dokładnego wyznaczenia pozycji i precyzyjnej nawigacji na powierzchni Marsa sprzężonych z niezawodną synchronizacją wszystkich systemów;
- kontrolowania wyznaczonych danych stacjonujących na orbitach satelitów, które nie wchodziły w skład konstelacji marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej;
- nadzorowania startów z planety i lądowań na jej powierzchni statków kosmicznych oraz pojazdów

13 M. Gruszczyński, *Marsjański System Nawigacji Satelitarnej – nauka czy naukowa fikcja?* KOSMONAUTA.net, <https://kosmonauta.net/2018/08/marsjanski-system-nawigacji-satelitarnej-nauka-czy-naukowa-fikcja/>. 31.12.2018.

# RYS. KONCEPCJA MARSJAŃSKIEGO SYSTEMU NAWIGACJI SATELITARNEJ WEDŁUG WIZJI MARS NETWORK



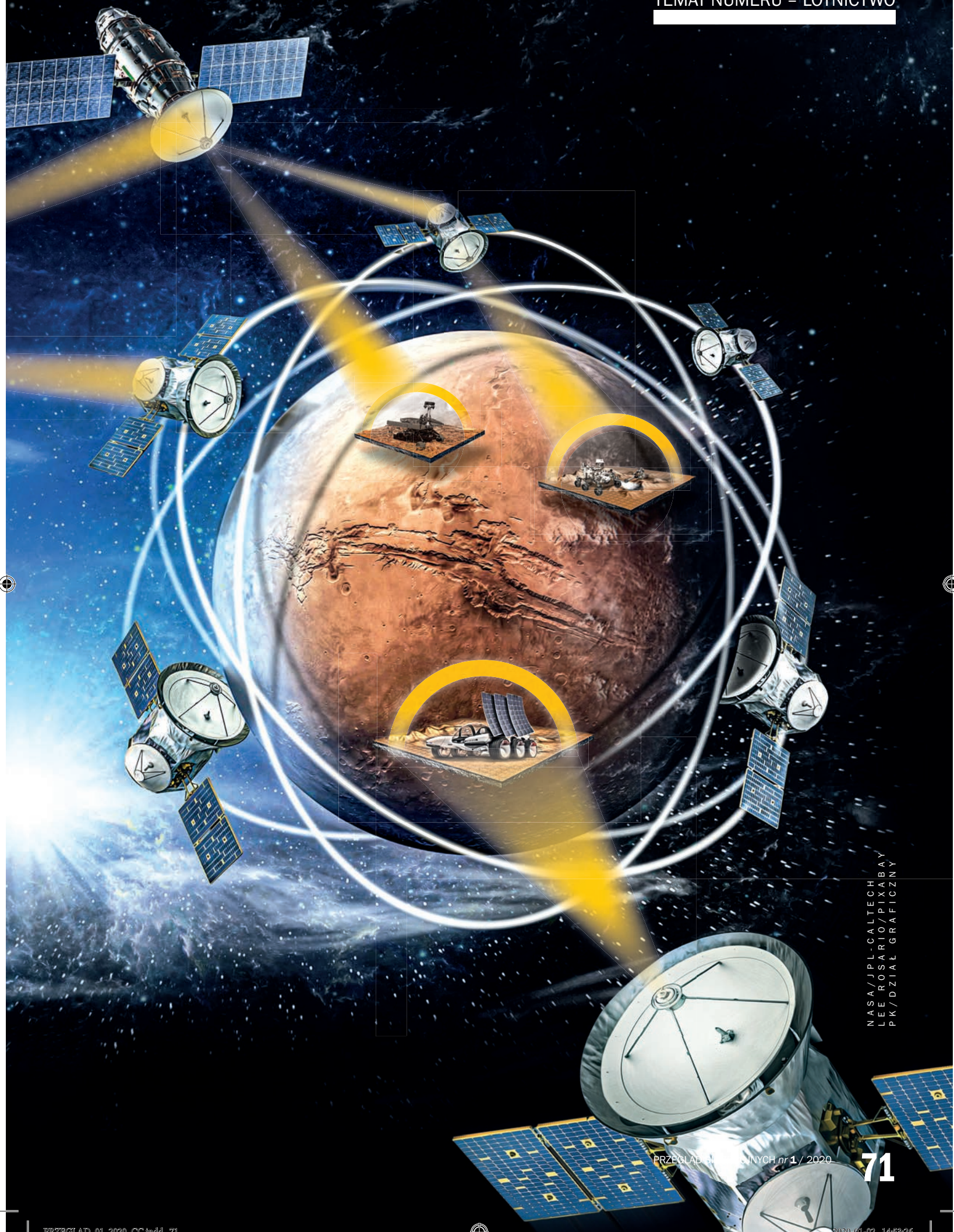
**JEDEN Z PROJEKTÓW ZAKŁADA, ŻE SEGMENT NAZIEMNY NA CZERWONEJ PLANECIE BĘDĄ STANOWIĆ STACJE MONITORUJĄCE I KORYGUJĄCE POMIARY. MOGĄ TO BYĆ STACJE MONITORUJĄCE W POSTACI LĄDOWNIKÓW ROZSTAWIONYCH NA POWIERZCHNI PLANETY.**

**M**arsjański system nawigacji satelitarnej będzie wykorzystywany m.in. do:

- dokładnego wyznaczenia pozycji i precyzyjnej nawigacji na powierzchni Marsa, sprzężonych z niezawodną synchronizacją wszystkich systemów;
- kontrolowania wyznaczonych danych stacjonujących na orbitach satelitów, które nie wchodzi w skład konstelacji marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej;

- nadzorowania startów z planety i lądowań na jej powierzchni statków kosmicznych oraz pojazdów zautomatyzowanych, takich jak lądowniki oraz łaziki, a także do dalszej obserwacji tych obiektów podczas ich misji;
- utrzymania łączności i komunikacji z członkami lotów załogowych;
- koordynowania przebiegu działań prowadzonych na Marsie zarówno o charakterze statycznym, jak i mobilnym.

Źródło: M. Boucher, *Generation InterPlanetary Internet*, 2000, SPACEREF, <http://www.spaceref.com/news.html?id=87/>. 31.12.2018.



NASA/JPL-CALTECH  
LEE ROSARIO/PIXABAY  
PK/DZIAŁ GRAFICZNY

## TABELA 3. PROPOZYCJA ESA ROZWOJU EUROPEJSKIEJ KONCEPCJI MARCO POLO

Faza	Liczba rozmieszczanych satelitów i inklinacja	Dokładność pomiarów [m]	Pomiar
1	4 satelity na orbicie 3100 km, inklinacja 111°	20	do 20 godzin
2	3 satelity na orbicie aerostacjonarnej (odpowiednik geostacjonarnej dla Marsa); 12 satelitów na orbitach o wysokości 8100 km w konstelacji Walkera na 3 płaszczyznach o inklinacji 55°	5	odbywający się w czasie rzeczywistym w określonym regionie
3	21 satelitów na orbitach o wysokości 8100 km w konstelacji Walkera na 3 płaszczyznach o inklinacji 55°	większa niż 5	odbywający się w czasie rzeczywistym o zasięgu globalnym

Źródło: M. Gruszczyński, *Marsjański System Nawigacji Satelitarnej – nauka czy naukowa fikcja?* KOSMONAUTA.net, <https://kosmonauta.net/2018/08/marsjanski-system-nawigacji-satelitarnej-nauka-czy-naukowa-fikcja/>. 31.12.2018.

zautomatyzowanych, takich jak lądowniki oraz łaziki, a także do dalszej obserwacji tych obiektów podczas ich misji;

- utrzymania łączności i komunikacji z członkami lotów załogowych;

- koordynowania przebiegu działań prowadzonych na Marsie zarówno o charakterze statycznym, jak i mobilnym.

Przystępując do realizacji projektu budowy marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej, należy wziąć pod uwagę dobór optymalnych parametrów jego funkcjonowania. Można zaliczyć do nich jego zasięg i niezawodność pracy podczas pomiarów pozycjonowania z jednoczesnym zapewnieniem dokładności i bardzo dobrej przepustowości łączny. Inną, pożądaną własnością każdego systemu nawigacji satelitarnej jest dostępność dla dużej liczby użytkowników. Można ją zapewnić dzięki rozbudowie infrastruktury technicznej systemu w segmencie kosmicznym, czyli sukcesywnemu zwiększaniu liczby satelitów w konstelacjach. Tym, co odróżnia marsjański system nawigacji satelitarnej od systemu GNSS, jest to, że planuje się zapewnić mu autonomiczny tryb pracy. Z uwagi na to, że system GNSS ma odległościowo-kątowy tryb pracy, dzięki bardzo dobrze rozwiniętej konstelacji sztucznych satelitów jest w stanie precyzyjnie określać pozycję z dopuszczalnym błędem rzędu kilku metrów na Ziemi. Zakłada się zatem, że pomiary pozycyjne nie będą przetwarzane przez marsjański system nawigacji satelitarnej, lecz odbierane i retransmitowane do satelitów systemu GNSS. Oznacza to, że system nawigacji satelitarnej na Marsie będzie stanowił, przynajmniej w pierwszych fazach rozwojowych, jedynie pośrednik między pozyskaniem danych na temat powierzchni planety a przekazaniem ich do segmentu kosmicznego systemu GNSS. Natomiast z tego systemu informacje pomiarowe będą mogły być ponownie transmitowane dzięki sieci dalekiej łączności ko-

smicznej. Nie wyklucza się, że sposób dokonywania pomiarów przez przyszłościowy marsjański system nawigacji satelitarnej ulegnie zmianie<sup>14</sup>.

### PERSPEKTYWY

W kontekście wykorzystania systemu GNSS w radionawigacji lotniczej w pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na wiele wymagań wynikających z międzynarodowego prawa lotniczego, które należy spełnić, by system mógł zostać implementowany w danym państwie członkowskim ICAO. Jest on praktycznie użytkowany na dwa sposoby. Pierwszy to połączenie pracy systemu GNSS z pomocami radionawigacyjnymi w konfiguracji DME/DME lub VOR/DME. W tym trybie pomoce radionawigacyjne pełniłyby funkcję swoistych stacji monitorujących i wspierających, które aktualizowałyby dane nawigacyjne na trasach przelotowych. Drugim sposobem jest sprzężenie systemu GNSS z jego zasadniczymi elementami infrastruktury technicznej, takimi jak SBAS oraz GBAS, aby niezbędne informacje o pozycji statku powietrznego były przekazywane bezpośrednio do użytkownika, czyli w tym przypadku do załóg lotniczych. Chociaż pojawiają się pierwsze zapisy regulujące sposób wykorzystania SBAS oraz GBAS, nie stanowią one jeszcze w pełni operacyjnego mechanizmu i należy je traktować jako przyszłościowe.

Analizując kierunki rozwoju systemu GNSS, konieczne jest wskazanie koncepcji zbudowania marsjańskiego systemu nawigacji satelitarnej. Celem jego powstania jest zapewnienie nawigacji satelitarnej na Marsie ze względu na przewidywane powstanie na jego powierzchni załogowych baz oraz prowadzenie wszelkich innych prac związanych z eksploracją planety. Zakłada się, że marsjański system nawigacji satelitarnej początkowo będzie współpracować z systemem GNSS, lecz nie wyklucza się, że w przyszłości stanie się on w pełni samodzielnym i operacyjnym systemem. ■

<sup>14</sup> A. Jaroszewicz, *Projekt koncepcyjny globalnego systemu nawigacyjnego dla Marsa*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej” 2013 nr 3.



# Zarządzanie ryzykiem zagrożeń – czas na zmiany

METODYCZNE POSZUKIWANIE ŹRÓDEŁ ZAGROŻEŃ ORAZ SZACOWANIE I WYCENA ICH RYZYKA BEZPOŚREDNIO WPŁYWAJĄ NA POZIOM BEZPIECZEŃSTWA WYKONYWANIA MISJI LOTNICZYCH.

por. dr inż. pil. **Emil Augustyn**

Albert Einstein twierdził, że: *Życie jest jak jazda na rowerze. Żeby utrzymać równowagę, musisz poruszać się naprzód*<sup>1</sup>. Te słowa można odnieść zarówno do współczesnych systemów lotnictwa wojskowego, jak i cywilnego, w których, aby zachować równowagę ich funkcjonowania, niezbędny jest rozwój m.in. inżynierii bezpieczeństwa, systemów bezpieczeństwa, systemów zarządzania bezpieczeństwem oraz procesów zarządzania ryzykiem. Zarządzanie ryzykiem zagrożeń<sup>2</sup> to systematyczna realizacja polityki zarządzania z wdrażaniem procedur i praktycznym działaniem. Ma ona na celu sprowadzenie ryzyka do racjonalnego poziomu i obejmuje jego analizę, wycenę oraz reagowanie.

By lotnictwo wojskowe mogło zachować pewnego rodzaju równowagę funkcjonowania w realizacji misji lotniczych<sup>3</sup>, potrzebny jest nieustanny rozwój umiejętności personelu związanych m.in. z zarządzaniem ryzykiem zagrożeń. Niezbędny jest rozwój technik zarządzania ryzykiem zagrożeń dzięki m.in. implemen-

tacji osiągnięć naukowych z dziedziny inżynierii bezpieczeństwa. Wspomniana potrzeba rozwoju dotyczy nie tylko osób, które piastują stanowiska kierownicze (dowódcze) w systemach lotnictwa wojskowego, lecz także operatorów pierwszej linii (pilotów) oraz personelu technicznego (personel służby inżynierijno-lotniczej – SIL), który w systemach eksploatacji (użytkowania i utrzymywania) różnych statków powietrznych, z racji sprawowanych funkcji, na co dzień mają do czynienia z wieloma różnymi postaciami źródeł zagrożeń.

Piloci często muszą, mając deficyt czasu, identyfikować pojawiające się zagrożenia i podejmować właściwe decyzje tak, by nie dochodziło do zdarzeń niepożądanych. Z kolei personel służby inżynierijno-lotniczej odpowiada za wykrywanie wielu źródeł zagrożeń na etapie przygotowywania statków powietrznych do lotu i ich eliminowanie. Dlatego niezbędne jest podnoszenie poziomu świadomości perso-



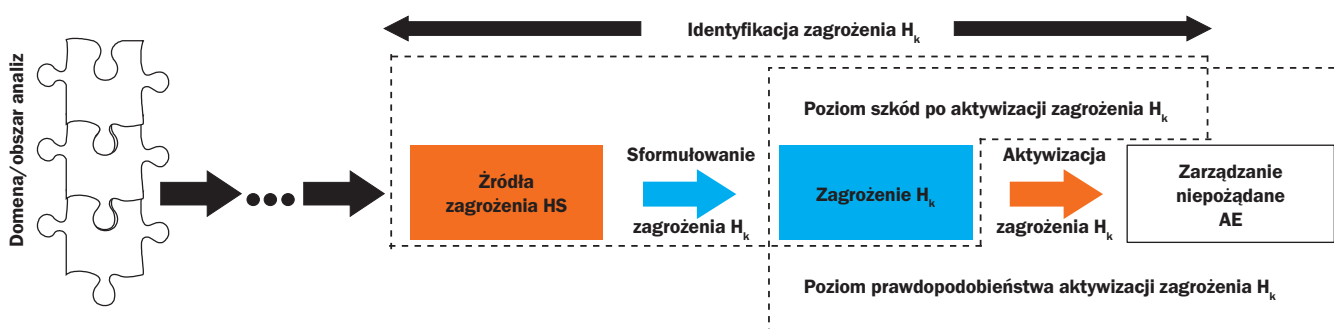
Autor jest pilotem Su-22 w 21 Bazie Lotnictwa Taktycznego.

1 [www.zamyslenie.pl/](http://www.zamyslenie.pl/).

2 A. Kadziński, A. Gill A., *Integracja pojęć [w:] Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu, t. II – Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu*, red. R. Krystek, Warszawa 2009, p. 285–288.

3 E. Augustyn, A. Kadziński, *Models of airmen's aviation activities cycles in the Tactical Aircraft's Operating System*, „Journal of KONBiN” 2018 nr 45, s. 45–66, DOI: 10.2478/jok-2018-0003.

# RYS. 1. SCHEMAT IDEOWY ŁAŃCUCHA ŹRÓDŁA ZAGROŻENIA – ZAGROŻENIE – ZDARZENIE NIEPOŻĄDANE JAKO TŁO DO WSKAZANIA SKŁADOWYCH RYZYKA WYBRANEGO ZAGROŻENIA



Opracowanie własne na podstawie: A. Kadziński, A. Gill, *Integracja pojęć [w:] Praca zbiorowa. Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu, Tom II – Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu*, red. R. Krystek, Warszawa 2009, s. 285–288.

nelu lotnictwa wojskowego działającego w specyficznej organizacji wysokiej niezawodności (High Reliability Organization – HRO) w kwestiach odnoszących się do zarządzania ryzykiem zagrożeń.

## PODSTAWOWE ELEMENTY

Każde działanie człowieka jest związane z potencjalnymi okolicznościami powodującymi wystąpienie strat (szkód), odniesienie obrażeń, a w skrajnym przypadku nawet utratę życia. Opracowywane są szczegółowe procedury, modele i miary ryzyka odpowiadające konkretnym rodzajom transportu, w tym m.in. lotnictwu. Istotnym źródłem danych dla procesów zarządzania ryzykiem zagrożeń w transporcie lotniczym są wyniki badań przyczyn zaistniałych lotniczych zdarzeń niepożądanych (incydentów, wypadków)<sup>4</sup>.

Działalność lotnictwa, zarówno wojskowego, jak i cywilnego, charakteryzuje się znaczącym ryzykiem generowanych zagrożeń. Oba te rodzaje w tym aspekcie łączy wiele podobieństw, ale występują także różnice. Wynikają one na przykład ze specyfiki wykorzystywanych obiektów technicznych (statków powietrznych) lub też wykonywanych misji lotniczych.

Podstawowe elementy, biorące udział w procesach zarządzania ryzykiem zagrożeń, to: źródła zagrożeń (Hazard Sources – HS<sup>5</sup>), zagrożenia (Hazards – H<sub>k</sub><sup>6</sup>) oraz zdarzenia niepożądane (Adverse Events – AE<sup>7</sup>) – rys. 1. W zarządzaniu ryzykiem zagrożeń w systemach transportowych stosuje się zaawansowane narzędzia oparte m.in. na założeniach zintegrowanej metody zarządzania ryzykiem<sup>8</sup>.

W ramach wybranego obszaru (domeny) analiz dochodzi do charakterystycznej sieci powiązań występujących między źródłami zagrożeń, zagrożeniami i zdarzeniami niepożądanymi (rys. 2).

Bardzo często generowane powiązania wynikają z prawdziwych związków, np. funkcjonalnych, jakie występują między domenami analiz oraz procesami lub ich składowymi, ale mogą być także tworzone abstrakcyjnie. Warto zwrócić szczególną uwagę na to, iż pożądana sieć powiązań może być uzyskana przez „przekazywanie” oznaczeń niektórych zdarzeń niepożądanych (Adverse Event – AE), do jakich dochodzi w wyniku aktywizacji sformułowanych zagrożeń. Tego typu zdarzenia niepożądane są potencjalnie niebezpieczne, a w innym procesie tej samej lub innej

4 E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów*, Radom 2011.

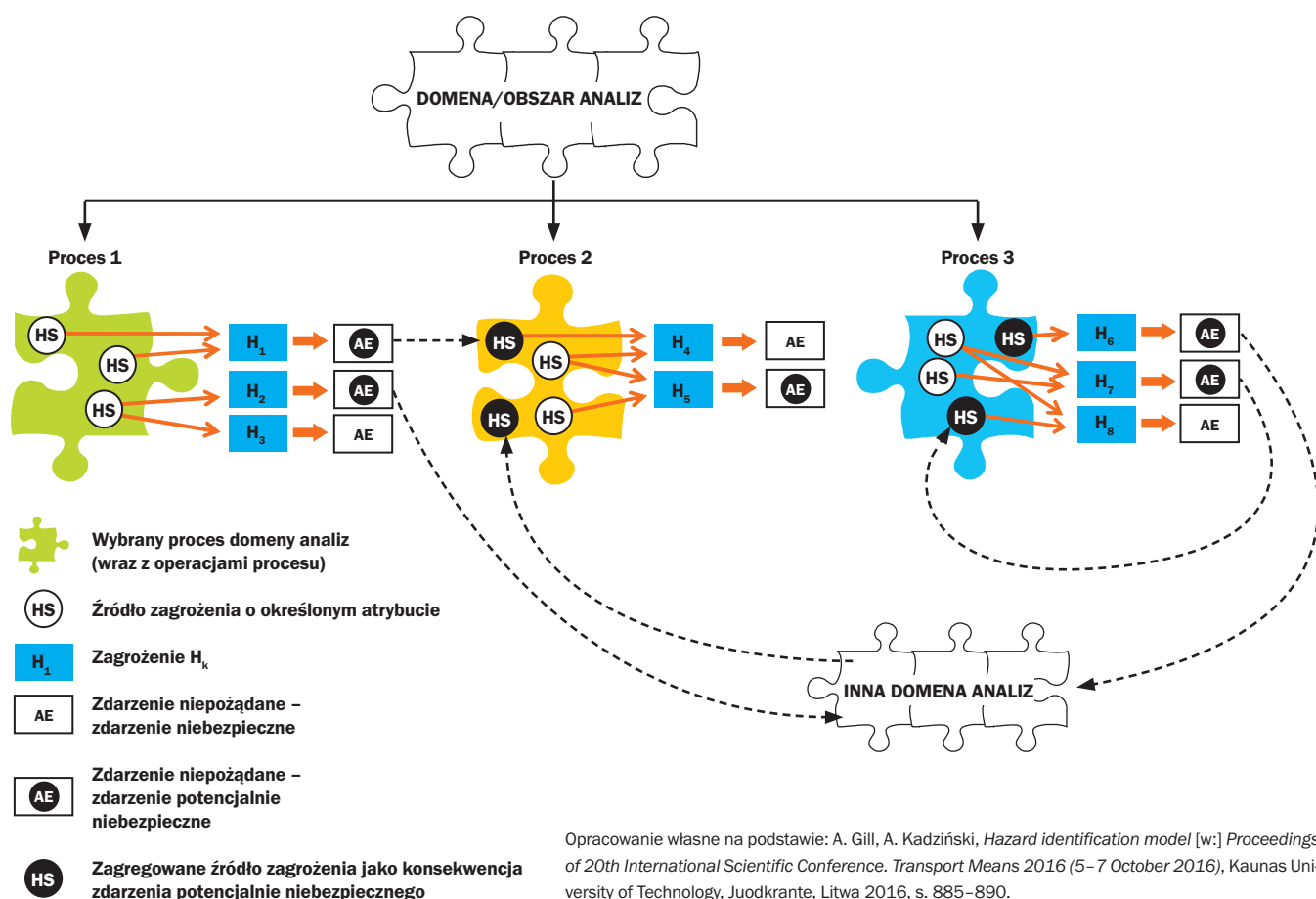
5 A. Gill, *Warstwowe modele systemów bezpieczeństwa do zastosowań w transporcie szynowym*, Poznań 2018.

6 Ibidem.

7 Ibidem.

8 K. Jamroz, A. Kadziński, K. Chruzi, A. Szymanek et al., *Trans-Risk - An Integrated Method for Risk Management in Transport*, „Journal of Konbin” 2010 nr 13(1).

## RYS. 2. SCHEMAT IDEOWY CHARAKTERYSTYCZNEJ SIECI POWIĄZAŃ WYSTĘPUJĄCEJ MIĘDZY ŹRÓDŁAMI ZAGROŻEŃ, ZAGROŻENIAMI ORAZ ZDARZENIAMI NIEPOŻĄDANYMI



Opracowanie własne na podstawie: A. Gill, A. Kadziński, Hazard identification model [w:] *Proceedings of 20th International Scientific Conference. Transport Means 2016 (5–7 October 2016)*, Kaunas University of Technology, Juodkrante, Litwa 2016, s. 885–890.

domeny traktuje się je jako zagregowane źródła zagrożeń (Aggregated Hazard Source – AHS). O tym, gdzie określone zdarzenie potencjalnie niebezpieczne zostanie potraktowane jako zagregowane źródło zagrożenia, decyduje prowadzący analizę. Dlatego tak ważne jest, by dysponował on odpowiednią wiedzą i miał duże doświadczenie odnoszące się do analizowanego obszaru oraz zarządzania ryzykiem zagrożeń.

Koincydencja wybranego zagregowanego źródła zagrożenia z innymi (z jednym lub z kilkoma) źródłami zagrożenia, rozpoznany w ramach tej samej lub innej domeny, procesu lub jego składowych, skłania do sformułowania zagrożenia, którego aktywizacja może

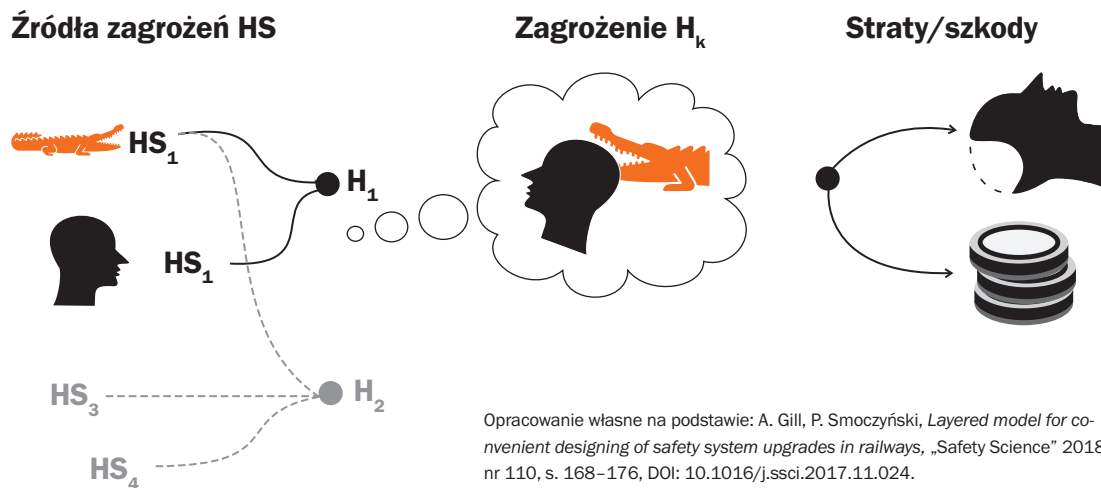
doprowadzić do zdarzenia niepożądanego o charakterze zdarzenia niebezpiecznego.

### APARAT POJĘCIOWY

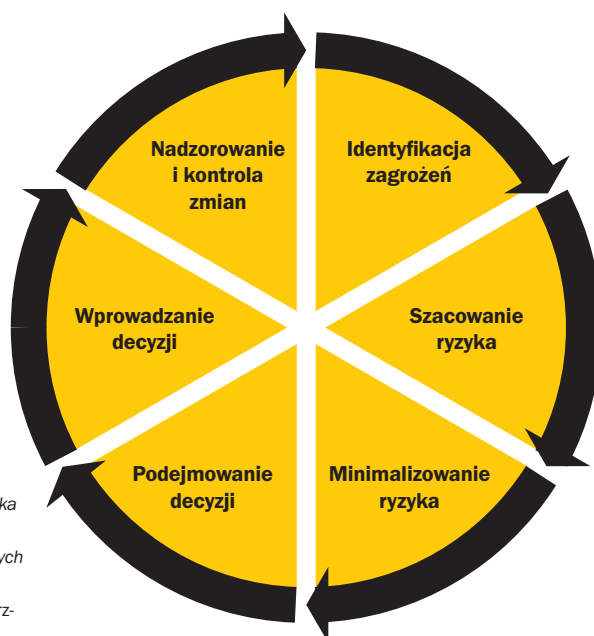
Problematyka zarządzania ryzykiem zagrożeń jest szeroko opisywana w literaturze przedmiotu. Mimo uniwersalności koncepcji ryzyka, wśród różnych autorów zauważalne są różnice w rozumieniu podstawowych pojęć. Dotyczą one między innymi terminu *zagrożenie*.

W *Podręczniku zarządzania bezpieczeństwem* (Safety Management Manual – SMM), wydanym przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego

## RYS. 3. REPREZENTACJA ZALEŻNOŚCI MIĘDZY ŹRÓDŁAMI ZAGROZEŃ, ZAGROŻENIAMI A STRATAMI W WYNIKU ICH AKTYWIZACJI



## RYS. 4. ETAPY PROCESU ZARZĄDZANIA RYZYKIEM W LOTNICTWIE



Opracowanie własne na podstawie: *Metodyka zarządzania ryzykiem w lotnictwie Sił Zbrojnych RP* (MZR-2010), Dowództwo Sił Powietrznych, Warszawa 2010.

(International Civil Aviation Organization – ICAO), pojęcie to definiuje się jako stan lub przedmiot posiadający możliwość spowodowania śmierci lub obrażeń wśród ludzi, uszkodzeń sprzętu lub konstrukcji, straty materialnej lub zmniejszenia zdolności do realizacji wyznaczonych zadań. Ponadto w publikacji tej wskazano te okoliczności, które mogą powodować niebezpieczną eksploatację samolotów, sprzętu lotniczego, produktu i usług lub do nich się przyczynić.

Z kolei Edmund Klich w pracy pt. *Bezpieczeństwo lotów* przytacza kilka definicji terminu zagrożenie<sup>9</sup>. Definiuje je jednak dość szeroko, jako każde realne lub potencjalne warunki, które mogą spowodować obniżenie poziomu wykonywanego zadania, obrażenia, chorobę lub śmierć ludzi, uszkodzenie lub utratę sprzętu czy innego mienia. Natomiast autorzy *Metodyki zarządzania ryzykiem w lotnictwie Sił Zbrojnych RP* (MZR-2010)<sup>10</sup> przedstawiają zagrożenie jako stan mogący wywołać negatywny skutek lub potencjalnie jego źródło (np. obrażenia personelu, straty w mieniu). W tym wypadku wydaje się jednak, że w jednej definicji niezbyt fortunnie połączono pojęcie zagrożenie z pojęciem źródła zagrożenia. Potwierdza to dalsza treść dokumentu.

Nieformalnie zagrożenie można rozumieć jako sposób wyrażenia strachu powodowanego świadomością

9 E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów...*, op.cit.

10 *Metodyka zarządzania ryzykiem w lotnictwie Sił Zbrojnych RP* (MZR -2010).

powstawania strat/szkód<sup>11</sup>. Rozumienie zagrożenia jako hipotetycznego stanu obszaru analiz prowadzącego do zdarzeń niepożądanych podkreśla uwarunkowanie aktywizacji danego zagrożenia ( $H_k$ ) w koincydencji wszystkich źródeł tego zagrożenia (rys. 3). W ten sam sposób pojęcie to jest również rozumiane w dalszej części artykułu.

Definicje pojęcia zagrożenie zazwyczaj wskazują na konieczność rozpoznania źródeł zagrożenia oraz strat (szkód) związanych z jego aktywizacją. Źródła zagrożeń nazywane są w literaturze m.in. *czynnikami zagrożeń*. Mogą one być tworamami fizycznymi, chemicznymi, biologicznymi, psychofizycznymi, organizacyjnymi, osobowymi, a ich obecność, stan lub atrybuty są powodem sformułowania zagrożenia. Jak już wspomniano, jako źródła zagrożeń należy traktować także niektóre zdarzenia niepożądane (ich konsekwencje). Podobnie jak inne rodzaje źródeł zagrożeń, zdarzenia takie mogą być powodem sformułowania kolejnych zagrożeń, gdyż ich koincydencja i (lub) innych źródeł zagrożeń generuje straty (szkody).

#### PODSTAWY ZARZĄDZANIA RYZYKIEM

Zarządzanie ryzykiem zagrożeń jest kluczowym elementem lotniczych systemów zarządzania bezpieczeństwem, które obligatoryjnie muszą być powoływane w każdej organizacji lotniczej. Dokumenty w innych armiach poruszające tę tematykę to szczególności m.in. pozycje amerykańskie, takie jak: *Risk Management Guide for DoD Acquisition, Standard Practice for System Safety MIL-STD-882D, Air Force Special Instruction 90-802 – Risk Management* czy też brytyjskie *Manual of Air Safety*.

Ryzykiem zagrożeń w lotnictwie Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (SZRP) zarządza się na podstawie wytycznych i wskazówek zawartych w *Metodyce zarządzania ryzykiem w lotnictwie SZ RP* (MZR-2010) oraz w *Poradniku – podstawy zarządzania ryzykiem w lotnictwie SZ RP* (PZR-2010). Oba dokumenty należy traktować jako rozwinięcie i uszczegółowienie ogólnych kwestii dotyczących zarządzania ryzykiem zagrożeń zawartych w *Instrukcji bezpieczeństwa lotów lotnictwa SZ RP* (IBL-2015), która w hierarchii dokumentów normatywnych w zakresie funkcjonowania systemu bezpieczeństwa lotów w lotnictwie SZRP jest dokumentem wyższego poziomu.

Autorzy MZR-2010, PZR-2010 oraz IBL-2015 definiują zarządzanie ryzykiem zagrożeń jako proces wspierający podejmowanie decyzji przez systemową ocenę możliwych sposobów działania, identyfikację zagrożeń i strat (szkód) oraz wskazywanie najlepszego sposobu wykonywania misji lotniczych. Według autorów pierwszego dokumentu w skład ogólnie rozumianego zarządzania ryzykiem zagrożeń w lotnictwie SZRP wchodzi również zarządzanie zasobami załogi (Crew Resource Management – CRM) oraz zasobami

## TABELA 1. ZESTAWIENIE POZIOMÓW ODPOWIEDZIALNOŚCI ZA PODEJMOWANIE DECYZJI DOTYCZĄCYCH AKCEPTACJI POZIOMU RYZYKA ZAGROŻEŃ

Poziom odpowiedzialności	Szczebel dowodzenia	Poziom ryzyka
1	bezpośredni przełożony zarządzającego loty: dowódca generalny, dowódca operacyjny, inspektor sił powietrznych	ekstremalnie wysoki
2	zarządzający loty: dowódcy związków taktycznych, tj. skrzydła, brygady, flotyli	wysoki
3	organizatorzy lotów: dowódcy jednostek lotniczych, tj. bazy, komponentu lotniczego	średni
4	pilot operacyjny lotów, instruktor, bezpośredni przełożony	niski

Źródło: *Metodyka zarządzania ryzykiem w lotnictwie Sił Zbrojnych RP* (MZR-2010), Dowództwo Sił Powietrznych, Warszawa 2010.

personelu technicznego (Maintenance Resource Management – MRM).

*Metodyka zarządzania ryzykiem w lotnictwie SZ RP* określa obowiązki i zakres odpowiedzialności osób funkcyjnych na poszczególnych szczeblach dowodzenia w zakresie zarządzania ryzykiem zagrożeń (tab. 1) oraz zawiera charakterystykę (z użyciem konkretnego przykładu) podstawowych etapów procesu zarządzania ryzykiem zagrożeń (rys. 4) w lotnictwie SZRP. Poszczególne etapy tego procesu tworzą razem pewnego rodzaju model zarządzania ryzykiem zagrożeń w lotnictwie SZRP opisany w *Poradniku – podstawy zarządzania ryzykiem w lotnictwie SZ RP*. Przedstawiono w nim także podstawowe kwestie teoretyczne dotyczące ogólnej tematyki zarządzania ryzykiem zagrożeń.

Obecnie proces szacowania ryzyka zagrożeń w lotnictwie SZRP jest dokumentowany w formie arkusza zarządzania ryzykiem na poziomie ogólnym (AZR) oraz kart szacowania ryzyka na poziomie szczegóło-

11 A. Kadziński, *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń na stanowiskach pracy* [w:] *Istotne aspekty BHP*, red. L. Lewicki, J. Sadłowska-Wrzesińska, Poznań 2014, s. 149–159.

wym (KSR). Oszacowany z wykorzystaniem KSR poziom ryzyka jest podstawą do określenia poziomu odpowiedzialności i odpowiadającego mu szczebla dowodzenia, na jakim musi zostać podjęta decyzja dotycząca realizacji misji lotniczej (tab. 1).

### POTRZEBA ZMIAN

Doświadczenia związane z zarządzaniem ryzykiem zagrożeń w lotnictwie SZRP mają dość krótką historię. Powstanie zarówno MZR-2010, jak i PZR-2010 było konsekwencją pewnego rodzaju refleksji nad przyczynami katastrofy samolotu Tu-154M pod Smoleńskiem. Do 2010 roku nie było dokumentów normatywnych, które oficjalnie regulowałyby kwestie związane z zarządzaniem ryzykiem zagrożeń w lotnictwie SZRP. Niebawem minie jednak dekada od ich wprowadzenia, ale dotychczas, niestety, nie ma w nich żadnych istotniejszych aktualizacji, ku którym istnieją pewne przesłanki.

W ciągu wspomnianej dekady zarówno w dziedzinie zarządzania ryzykiem zagrożeń, jak i w rozwoju lotnictwa dokonął się ogromny postęp. Natomiast w systemach eksploatacji wojskowych statków powietrznych nadal pojawiają się nowe źródła zagrożeń. Są one związane przede wszystkim z wyczerpaniem założonych rezerw statków powietrznych i ich elementów. Należy również wybiec nieco w przyszłość. A to w związku z nowymi źródłami zagrożeń, jakie mogą się pojawić wraz z samolotem piątej generacji, który zgodnie z planem modernizacji technicznej naszej armii ma zostać niebawem pozyskany. To wszystko determinuje nieustanne doskonalenie zarówno formalne, jak i personalne w dziedzinie zarządzania ryzykiem zagrożeń, tak by nie dopuścić do aktywizacji zagrożeń i wystąpienia zdarzeń niepożądanych. Potwierdzeniem tego, iż lotnictwo wymaga aktualizacji dokumentów dotyczących zarządzania ryzykiem zagrożeń, a także przykładem dobrych praktyk jest *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem* (SMM). Obowiązuje on w lotnictwie cywilnym, a jego już czwarte wydanie zostało opublikowane w 2018 roku, po niespełna pięciu latach od publikacji wydania trzeciego.

W kontekście *Metodyki zarządzania ryzykiem w lotnictwie SZRP* oraz *Poradnika – podstawy zarządzania ryzykiem w lotnictwie SZRP* należałoby przede wszystkim zacząć od kompleksowej rewizji stosowanych w nich pojęć i ich definicji. W obecnym stanie oba dokumenty przyswaja się dość trudno, m.in. ze względu na brak właściwie zdefiniowanych pojęć, takich jak np. *zagrożenie* oraz *źródło zagrożenia*, które wydają się być utożsamiane ze sobą oraz zupełnie nie wpisują się w aparat pojęciowy wskazany na początku artykułu. Na przykład w PZR-2010 boczny wiatr jest ukazany jako zagrożenie, natomiast w myśl prowadzonych tutaj rozważań jest to źródło zagrożenia.

Przedstawiony problem potęguje fakt, iż w wymienionych dokumentach nie zachowano konsekwencji w stosowaniu niektórych pojęć. Dotyczy to na przy-

kład nazwy *Etapu 2* modelu procesu zarządzania ryzykiem zagrożeń. W MZR-2010 określono go jako *szacowanie ryzyka*, natomiast w PZR-2010 użyto terminu *ocena ryzyka*. Jest to tym bardziej niezrozumiałe, że na początku obu dokumentów różnie zdefiniowano oba pojęcia, co sugeruje, że nie można ich ze sobą utożsamiać. W stosunku do tej kwestii w dalszej części artykułu autor używa odpowiednio określeń *szacowanie ryzyka zagrożeń* oraz *wycena ryzyka zagrożeń*.

Rozbieżności merytoryczne między MZR-2010 a PZR-2010 dotyczą między innymi podstawowych zasad procesu zarządzania ryzykiem zagrożeń. W *Metodyce zarządzania ryzykiem...* wyróżnia się cztery zasady, natomiast w *Poradniku – podstawy zarządzania...* mówi się już tylko o trzech. Niejasna jest także kwestia ekspozycji jako składowej ryzyka. Pierwsza z wymienionych publikacji, aby ułatwić szacowanie ryzyka zagrożeń, ekspozycję uwzględnia w kalkulacji prawdopodobieństwa. W związku z tym ekspozycja oraz prawdopodobieństwo są rozpatrywane jako jedna składowa przy wyznaczaniu indeksu ryzyka, co jest dopuszczalną praktyką. Natomiast w drugiej publikacji niekonsekwencja ujawnia się przy okazji wyznaczania indeksu ryzyka. Jest on przedstawiony w tabeli szacowania ryzyka jako iloczyn prawdopodobieństwa i dotkliwości zagrożeń, natomiast we wzorze na obliczanie potencjalnego ryzyka oraz w tekście wyróżniono indywidualnie wszystkie trzy składowe ryzyka – prawdopodobieństwo ( $P$ ), dotkliwość ( $D$ ) oraz ekspozycję ( $E$ ). Pewne nieścisłości *Poradnika – podstawy zarządzania...* widać również na schematach algorytmów zarządzania ryzykiem zagrożeń. Zarówno w schemacie ogólnym, jak i w szczegółowym zupełnie pominięto analizę ekspozycji jako składowej ryzyka.

Ostatecznie zarówno w MZR-2010, jak i w PZR-2010 indeks ryzyka jest wyznaczany jako iloczyn prawdopodobieństwa i dotkliwości. W obu dokumentach inaczej jednak zdefiniowano poziomy (kategorie) prawdopodobieństwa i dotkliwości. W pierwszym wyróżniono pięć poziomów (kategorii) prawdopodobieństwa: bardzo częste, częste, okazjonalne, rzadkie, bardzo rzadkie. W drugim również wyróżniono pięć poziomów (kategorii) prawdopodobieństwa, ale nazwano je zupełnie inaczej, tj.: częste, sporadyczne, niewielkie, mało prawdopodobne, ekstremalnie nieprawdopodobne. Skala poziomów (kategorii) dotkliwości w MZR-2010 jest czterostopniowa i opisana jako katastroficzna, znaczna, umiarkowana, niewielka. Z kolei w PZR-2010 jest pięciostopniowa i opisana jako katastroficzna, krytyczna, poważna, niewielka, nieistotna. Konsekwencją różnych skal prawdopodobieństwa i dotkliwości są różne tabele ryzyka. W *Metodyce zarządzania ryzykiem...* jest to tabela indeksów ryzyka, a w *Poradniku – podstawy zarządzania...* – tabela szacowania ryzyka.

W obu wypadkach efektem oceny ryzyka jest opracowanie matrycy ryzyka. Jednak w odniesieniu do

MZR-2010 wielkość indeksu ryzyka jest efektem iloczynu wartości liczbowych czynników ryzyka. W wypadku PZR-2010 indeks ryzyka jest połączeniem alfanumerycznym określającym pole tabeli, które nie wynika wprost z jego położenia. W MZR-2010 brakuje również przypisania indeksów ryzyka do kategorii ryzyka (wycena ryzyka zagrożeń), tak jak to zaproponowano w PZR-2010, gdzie określone indeksy ryzyka zakwalifikowano do następujących kategorii ryzyka: akceptowalne, tolerowane, niedopuszczalne. Kategorie ryzyka zaprezentowano w postaci odwróconego trójkąta obszarów tolerancji ryzyka. Przy okazji kategorii ryzyka wspomina się również o czymś takim, jak *proponowane kryteria tolerancji ryzyka*, tj.: niedopuszczalne w istniejących okolicznościach, zadowalające i akceptowalne. Natomiast w MZR-2010 poziomy (kategorie) ryzyka podzielono jedynie na: ekstremalnie wysokie, wysokie, średnie, niskie i przypisano im odpowiednie przedziały wartości liczbowych indeksów ryzyka, nie przeprowadzając odpowiedniej wyceny ryzyka zagrożeń. Ale przedziały liczbowe indeksów ryzyka zaproponowane w *Metodyce zarządzania ryzykiem...* są zupełnie inne niż te, które przedstawiono w dalszej części *Poradnika – podstawy zarządzania...* Różnica dotyczy skali oraz przypisanych poszczególnym wartościom poziomów (kategorii) ryzyka.

Piloci, którzy biorą udział w procesie zarządzania ryzykiem zagrożeń, obowiązkowo sporządzają przed każdą misją lotniczą karty szacowania ryzyka (KSR). W kontekście ich poprawności oraz wartości merytorycznej można również pokusić się o wskazanie pewnych nieścisłości. Dotyczy to między innymi przypisywania wartości liczbowych (punktowych) ryzyka do – w gruncie rzeczy – źródeł zagrożeń. Niekonsekwencją jest przede wszystkim to, że w analizie poszczególnych źródeł zagrożeń wyróżniono trzy poziomy (kategorie) ryzyka, tj.: wysokie, średnie, niskie. Natomiast w ogólnym szacowaniu ryzyka zagrożeń dla całej misji lotniczej, w przykładzie karty szacowania ryzyka, umieszczonej w *Metodyce zarządzania ryzykiem...*, pojawia się również poziom (kategoria) *ekstremalnie wysokie*. Z kolei karta w *Poradniku – podstawy zarządzania...* już nie wskazuje na ten poziom (kategorię) ryzyka.

Różnic między obydwojma dokumentami jest więcej, jednak podane tu przykłady wystarczająco uzasadniają potrzebę analizy ich wartości merytorycznej oraz sygnalizują, że wymagane jest wprowadzenie działań naprawczych. W KSR wykorzystuje się metodę „5M”, która służy do rozpoznawania i klasyfikowania (pięć kategorii: Man, Machine, Mission, Media, Management) źródeł zagrożeń określanych w MZR-2010 mianem przyczyn zagrożeń i/lub utożsamianych z zagrożeniami. W polskim środowisku lotniczym metoda ta potocznie często jest określana

jako model zarządzania ryzykiem, co jest zupełnie niezrozumiałe w kontekście języka pojęć procesu (metody) zarządzania ryzykiem zagrożeń.

To, co kryje się pod „5M”, bywa różnie określane w literaturze przedmiotu. E. Klich w stosunku do niej używa określeń *teoria*, *model*, a nawet *system*, lecz prezentuje „5M” w kontekście identyfikowania przyczyn wypadków oraz określania obszarów, w których pojawiają się błędy niosące ze sobą zagrożenia<sup>12</sup>. Z kolei A. Gill, omawiając diagram Ishikawy, określa „5M” mianem układu<sup>13</sup>. W gruncie rzeczy „5M” stanowi część diagramu Ishikawy i w artykule jest określany mianem metody. Głównym zadaniem z wykorzystaniem tego diagramu jest wskazanie źródeł zagrożeń wywołujących określony skutek oraz ich uporządkowanie w taki sposób, by wykazała ich logiczne powiązanie ze skutkami. Źródła zagrożeń klasyfikuje, wprowadzając pięć ich klas.

Zaprezentowane spojrzenie na zawartość merytoryczną poszczególnych dokumentów normujących zarządzanie ryzykiem zagrożeń w lotnictwie SZRP nie deprecjonuje ich podstawowej zalety, jaką jest to, że sygnalizują one istotę i wagę zarządzania ryzykiem zagrożeń w lotnictwie wojskowym, a także wskazują podstawowe narzędzia przeznaczone do szacowania ryzyka. Przede wszystkim należy podkreślić fakt, iż po wielu latach takie dokumenty w końcu się pojawiły. Tłumacząc ich obecny stan krótką historią doświadczeń oraz wykorzystując bogatsze doświadczenia lotnictwa sił zbrojnych innych krajów, należy udoskonalać i rozwijać zarówno *Metodykę zarządzania ryzykiem...*, jak i *Poradnik – podstawy zarządzania...* Warto również pokusić się o stworzenie jednego kompleksowego i koherentnego dokumentu normującego kwestie związane z zarządzaniem ryzykiem zagrożeń w lotnictwie SZRP. W kontekście zarządzania ryzykiem zagrożeń omówienia wymaga również rozdzielenie działalności lotnictwa SZRP w czasie misji szkolnych od tych prowadzonych podczas działań bojowych (np. PKW). Wydaje się, że jest to konieczne ze względu na różnice w specyfice działań, różne okoliczności i fundamentalne cechy tych misji.

## PROPOZYCJA

Metody zarządzania ryzykiem to logiczne i systematycznie uporządkowane zestawy procesów, procedur i modeli. W reakcji na przedstawione wyniki analizy metody zarządzania ryzykiem stosowanej w lotnictwie SZRP autor proponuje zupełnie nowe podejście. Punktem wyjścia jest kompleksowy schemat procesów zarządzania ryzykiem zagrożeń oparty na sześciu krokach (rys. 5). Ma on stanowić fundament i zarazem ogólny zarys metody zarządzania ryzykiem zagrożeń w domenie analiz związanej z lotnictwem wojskowym.

<sup>12</sup> E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów...*, op.cit.

<sup>13</sup> A. Gill, *Warstwowe modele systemów...*, op.cit.

# RYS. 5. SCHEMAT PROCESÓW ZARZĄDZANIA RYZYKIEM ZAGROŻEŃ



Opracowanie własne.

Kolejne kroki obejmują:

- wybór systemu lub jego składowych (systemów składowych, procesów, operacji procesów) jako domeny analiz – prezentacja modelu domeny analiz;
- identyfikację systemu bezpieczeństwa – jego elementów funkcjonujących w domenie analiz oraz przyjęcie ich do modelu;
- realizację procesu identyfikacji zagrożeń w domenie analiz;
- wybór lub opracowanie modelu ryzyka i miar ryzyka oraz jego szacowanie;
- wyznaczenie obszarów dopuszczalności ryzyka oraz jego wycenę;
- reagowanie na ryzyko.

W proponowanym schemacie wskazano miejsce na prezentowanie i aplikowanie nowych koncepcji: modelowania domen (obszarów) analiz (rodzajów lotnictwa wojskowego) wraz z funkcjonującymi w nich elementami systemów bezpieczeństwa, identyfikacji zagrożeń, oceny ryzyka zagrożeń oraz procedur reagowania na ryzyko.

W kontekście pierwszego kroku (rys. 5) należy podkreślić, iż dobrze rozpoznany i opisany system to fundament prowadzenia analiz, zwłaszcza w odniesieniu do analizy ryzyka zagrożeń generowanych w tym systemie. W środowisku lotniczym rzadko używa się określenia *system lotnictwa wojskowego*.

Zwykle operuje się po prostu terminem *lotnictwo wojskowe*. A przecież jest to bardzo skomplikowany i rozbudowany byt militarny. Dlatego należy podjąć próbę jego przedstawienia w postaci modelu systemu lotnictwa wojskowego. Właściwie można tutaj pokuścić się o zbudowanie metamodelu systemu lotnictwa wojskowego, w którego skład będą wchodzić modele systemów poszczególnych rodzajów lotnictwa wojskowego, np. model systemu lotnictwa taktycznego, transportowego czy szkolnego.

W drugim kroku należy zidentyfikować system bezpieczeństwa, a w szczególności elementy funkcjonujące w wybranej domenie analiz. Kluczowe jest przedstawienie modelowego ich opisu<sup>14</sup>. W kontekście lotnictwa wojskowego na początku należy przede wszystkim wstępnie skategoryzować elementy systemów bezpieczeństwa (rys. 6).

Krok trzeci to identyfikacja zagrożeń (rys. 5). Uważa się ją za najważniejszy proces analizy ryzyka (rozpatrywanej jako składowa fazy oceny ryzyka metody zarządzania ryzykiem zagrożeń). Identyfikacja zagrożeń jest procesem systematycznego postępowania. Odbyna się ona na zasadach rozumowania amplitywnego, głównie indukcyjnego, a nawet abdukcyjnego, ponieważ pojawia się tutaj element twórczości, *kreatywnego skoku umysłu, zdolności do trafnego zgadywania*.

W najnowszym wydaniu *Podręcznika zarządzania bezpieczeństwem (SMM)* wskazuje się na dwie główne metodologie identyfikacji zagrożeń, tj. reaktywną i proaktywną. Najbardziej jednak jest pożądane połączenie ich obu, co pozwoli uzyskać jak najdokładniejsze rezultaty procesu identyfikacji zagrożeń. W literaturze przedmiotu istnieją dobrze ugruntowane i znormalizowane metody, które można wykorzystać do identyfikacji zagrożeń, takie jak analiza: drzewa błędów (Fault Tree Analysis – FTA), rodzajów i skutków uszkodzeń (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA) lub zagrożeń i zdolności działania (Hazard and Operability Studies – HAZOP). By pokazać cały obraz ryzyka w sposób, który poprawia wgląd w system, można użyć diagramów *Bow-Tie*. Proponowane są również metody identyfikacji zagrożeń oparte na listach kontrolnych lub analizie interfejsów między obiektami w domenie analiz. Istnieje również zestaw metod, które umożliwiają identyfikację zagrożeń w sposób pośredni, dzięki uzyskaniu lepszemu zrozumieniu *pracy wykonywanej (work-as-done)*. Jedną z nich jest metoda analizy zdarzeń systemowej pracy zespołowej – *Event Analysis of Systemic Teamwork*, którą początkowo stosowano w wojsku.

Znaczenie procesu identyfikacji zagrożeń wzrasta wraz z potencjalnymi skutkami ich aktywizacji w danej domenie analiz. W lotnictwie SZRP do metodologicznego przeszukiwania domen analiz celem rozpoznania źródeł zagrożeń wykorzystuje się metodę „5M”. Można ją jednak dalej rozwijać o kolejne „M-y”, tak by

14 E. Augustyn, A. Kadziński, A. Gill, *Safety systems components in air task domain of Tactical Aircraft Operating System*, „Transportation Research Procedia” 2019 nr 40, p. 1238–1243, DOI: 10.1016/j.trpro.2019.07.172.



identyfikacja zagrożeń mogła być prowadzona bardziej kompleksowo i rzetelnie.

W procesie identyfikacji zagrożeń w wybranej domenie analiz mogą powstawać karty charakterystyki zagrożeń. Służą one do przechowywania najważniejszych informacji uzyskanych podczas przeprowadzonego procesu identyfikacji zagrożeń. Opracowane w ramach danej domeny karty charakterystyki zagrożeń tworzą razem rejestr zagrożeń<sup>15</sup>. Liczba kart tego rejestru odpowiada liczbie zidentyfikowanych zagrożeń. Każda karta charakterystyki zagrożenia powinna mieć przydzielony identyfikator.

Czwarty krok schematu procesów zarządzania ryzykiem to wskazanie na wybór modelu ryzyka i miar ryzyka lub ich opracowanie oraz szacowanie. Model ryzyka stanowi sposób odwzorowania istotny ze względu na bezpieczeństwo właściwości obszaru analiz istniejącego w warunkach zagrożeń<sup>16</sup>. To odwzorowanie przyjmuje postać skończonego zbioru symboli oraz relacji matematycznych lub logicznych, zawierających funkcję przejścia od zbioru zagrożeń do zbioru zdarzeń niepożądanych z uwzględnieniem ich konsekwencji (strat/szkód) i niepewności. Z kolei miara ryzyka stanowi wynik przyjętego modelu ryzyka wskazujący na właściwości lub cechy systemu bezpieczeństwa, które można zmierzyć lub odwzorować w poziomach ryzyka. Szacowanie ryzyka zagrożenia ma na celu wymierne przedstawienie ryzyka. Polega to na nadaniu przyjętym miarom ryzyka odpowiednich wartości. Dobór modeli i miar ryzyka zależy głównie od złożoności, szczegółowości oraz liczby potrzebnych i wykorzystywanych informacji, a także od charakteru systemu. Na podstawie uogólnionego modelu ryzyka autor proponuje do zastosowania w lotnictwie wojskowym iloczynowy model ryzyka uwzględniający cztery kryteria:

$K_1$  – możliwości aktywizacji zagrożeń (możliwości wystąpienia strat/szkód),

$K_2$  – wartości/wielkości strat/szkód,

$K_3$  – deficytu skuteczności oddziaływania (DSO) elementów systemu bezpieczeństwa na źródła zagrożeń,

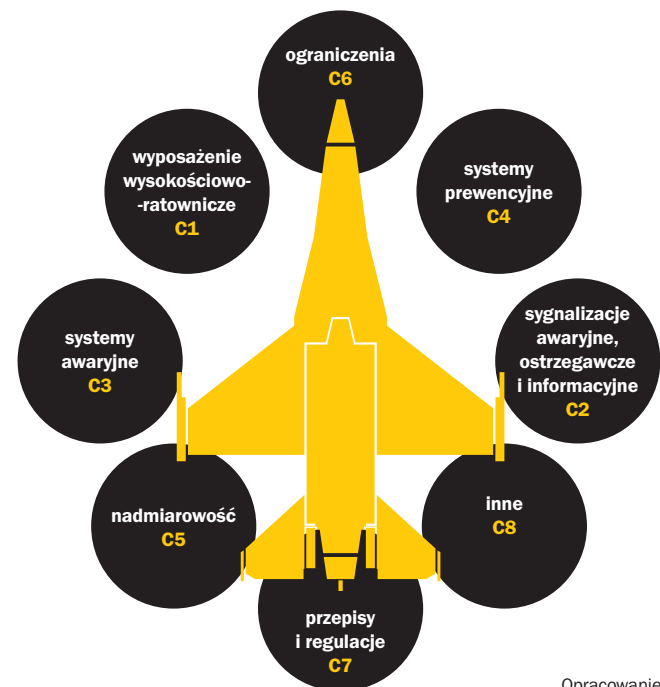
$K_4$  – możliwości popełnienia błędu przez człowieka.

Przyjęte kryteria mają podobne znaczenia jak kryteria w modelu ryzyka metody oceny ryzyka, określanej jako analiza rodzajów i skutków uszkodzeń (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA). Jednak do metody tej przyjęto cztery kryteria analizy. W ramach każdego  $i$ -tego kryterium analizy ryzyka zagrożeń proponowane jest wykorzystanie identycznych dziesięcioelementowych zbiorów miar poziomów ryzyka  $\omega_{i,j}$  ( $j = 1, 2, \dots, s_i$ ), gdzie  $s_i$  to pozycja najwyższego poziomu ryzyka w ramach  $i$ -tego kryterium analizy ryzyka. Zbiory te są odwzorowane z wykorzystaniem dziesięciostopniowej kolorowej skali (tab. 2). Natomiast każdemu z kryteriów przypisuje się odpowiednią miarę ważności  $a_i$  ze zbioru  $A = \{0,5; 2; 1; 1\}$ .

15 A. Gill, A. Kadziński, *Rejestr zagrożeń. Autobusy: Technika, Eksploatacja*, „Systemy Transportowe” 2016 nr 17(12).

16 A. Kadziński, A. Gill, *Integracja pojęć*, podrozdział 7.3.2..., op.cit., s. 285–288.

## RYS. 6. PROPOZYCJA SKLASYFIKOWANIA ELEMENTÓW SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA SAMOLOTÓW WOJSKOWYCH



Opracowanie własne.

Proponowany model ryzyka zagrożeń opisuje formuła (1), uwzględniająca wyniki analizy ryzyka zagrożeń według czterech kryteriów analizy ryzyka. Przyjmuje ona postać:

$$R(H_k) = \prod_{i=1}^4 a_i \cdot r_i(H_k), \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

gdzie:

$H_k$  –  $k$ -te zagrożenie ze zbioru zidentyfikowanych zagrożeń,

$a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) – ważność  $i$ -tego kryterium analizy ryzyka,

$m$  – liczba kryteriów analizy ryzyka,

$r_i(H_k)$  – składowa ryzyka zagrożenia  $H_k$  według  $i$ -tego kryterium analizy ryzyka,

$n$  – liczba zidentyfikowanych zagrożeń.

## TABELA 2. PROPONOWANY ZBIÓR MIAR POZIOMÓW RYZYKA W RAMACH KAŻDEGO I-TEGO KRYTERIUM ANALIZY RYZYKA ZAGROŻEŃ

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Poziom $\omega_{i,j}$	light green (l-g)	dark green (d-g)	light blue (l-b)	dark blue (d-b)	light yellow (l-y)	dark yellow (d-y)	light orange (l-o)	dark orange (d-o)	light red (l-r)	dark red (d-r)

## TABELA 3. PODZIAŁ PRZESTRZENI RYZYKA NA OBSZARY KATEGORII RYZYKA DLA MODELU RYZYKA WYRAŻONEGO FORMUŁĄ (1)

Kolor tła obszaru kategorii ryzyka	Zakres wartości miar ryzyka	Nazwa obszaru kategorii ryzyka	Symbol obszaru kategorii ryzyka
Zielony	<1, 625>	obszar kategorii ryzyka akceptowanego	A
Żółty	(625, 2401>	obszar kategorii ryzyka tolerowanego	T
Czerwony	(2401, 10000>	obszar kategorii ryzyka nieakceptowanego	NA

Opracowanie własne (2).

## RYS. 7. PRZYKŁADOWY SZABLON KARTY INFORMACJI O RYZYKU ZAGROŻEŃ

<b>Opis domeny analiz</b>	
<b>H_ID – Sformułowanie zagrożenia</b>	
Dane z karty charakterystyki zagrożenia	
<b>Ryzyko zagrożenia</b>	poziom ryzyka – kategoria ryzyka –
<b>Zalecane działania do wprowadzenia</b> (celem ograniczenia poziomu ryzyka zagrożenia)	
<b>Ryzyko zagrożenia po wprowadzeniu zaleconych działań</b>	poziom ryzyka – kategoria ryzyka –
...	

Opracowanie własne na podstawie:  
A. Kadziński, *Studium wybranych aspektów niezawodności systemów oraz obiektów pojazdów szynowych*, Poznań 2013.

Wycena ryzyka odbywa się na tle przestrzeni ryzyka, podzielonej na trzy obszary kategorii ryzyka. Na nim kwalifikuje się wartości miary ryzyka (ustalone według zasad przyjętego modelu ryzyka), określonego zagrożenia do obszarów kategorii ryzyka akceptowanego, tolerowanego i nieakceptowanego. Wartości zmiennych decyzyjnych wskazujących obszary dopuszczalności ryzyka przedstawiono w tabeli 3.

Zaprezentowany model ryzyka z powrotem został wykorzystany do teoretycznych rozważań autora w kontekście zarządzania ryzykiem zagrożeń w systemie użytkowania samolotów lotnictwa taktycznego sił powietrznych<sup>17</sup>. Model ten, wymagający jeszcze dopracowania, może jednak stanowić wskazówkę do dalszych prac związanych z zarządzaniem ryzykiem zagrożeń w systemie lotnictwa wojskowego.

Krok szósty obejmuje proces reagowania na ryzyko zagrożeń generowanych w dowolnym obszarze analiz (rys. 5). Odnosi się on do trzech podstawowych procedur: postępowania wobec ryzyka, komunikowania o nim oraz jego monitorowania. Postępowanie wobec ryzyka w systemach poddawanych analizie jest prowadzone w celu usuwania lub zmniejszania oddziaływania źródeł zagrożeń. W literaturze podział metod postępowania w stosunku do ryzyka określa się m.in. mianem 4T: *terminate* (zakończyć), *treat* (leczyć), *tolerate* (tolerować), *transfer* (przenosić<sup>18</sup>). Z kolei w innych źródłach można znaleźć trzy lub cztery sposoby postępowania wobec ryzyka, takie jak: redukcja, retencja, transfer i unikanie.

Postępowanie wobec ryzyka przyjmuje różne formy aktywnej postawy w stosunku do zidentyfikowanych zagrożeń i polega na oddziaływaniu na przynajmniej jedną z jego składowych. Komunikowanie o ryzyku to z kolei przekazywanie lub wymiana informacji o zagrożeniach i jego poziomach. W wymianie tej uczestniczą: podmioty zarządzające ryzykiem, użytkownicy obszarów analiz oraz środki masowego przekazu. Procedurę komunikowania o ryzyku można realizować na przykład z wykorzystaniem karty informacji o ryzyku zagrożeń (rys. 7).

Zakłada się, że karty informacji o ryzyku mogłyby być umieszczane w formie notatek w zbiorze informacji bieżących (ZIB), który funkcjonuje w każdej jednostce lotniczej. Pilot ma obowiązek zapoznawać się z notatkami umieszczonymi w nim i fakt ten odnotowywać we właściwym systemie informatycznym (np. PEX). Dodatkowo w czasie cyklicznych szkoleń służb organizacji lotów tego typu karty mogą służyć jako element jednego z modułów takiego szkolenia, który jest prowadzony przez inspektora bezpieczeństwa lotów danej jednostki lotniczej. Karty te powinny być także dystrybuowane między komórkami do spraw bezpieczeństwa lotów wszystkich jednostek lotniczych.

Monitorowanie ryzyka opiera się na działaniach służących bieżącej kontroli wskazanego obszaru objętego zarządzaniem ryzykiem. W jego ramach realizuje się działania pozwalające na:

- wykrywanie możliwości pojawienia się strat (szkód);
- wskazywanie okresowego inicjowania analizy ryzyka, wyceny ryzyka oraz działań objętych postępowaniem wobec ryzyka;
- sprawdzanie możliwości (konieczności) zmian dotyczących poziomów akceptacji i/lub braku akceptacji ryzyka;
- badanie adekwatności rezultatów zarządzania ryzykiem i zaplanowanych wyników działań w ramach postępowania wobec ryzyka.

### BYĆ ŚWIADOMYM

Lotnictwo wojskowe stanowi szczególnego rodzaju obszar analiz ze względu na specyfikę jego przeznaczenia. Generowane są tutaj zagrożenia ponoszenia strat (szkód) przez wielu odbiorców (odbiorców) narażeń. Ocena ryzyka zagrożeń generowanych w nim powinna stanowić podstawę decyzji podejmowanych przez dowódców, a ciągłe doskonalenie umiejętności personelu (latającego i naziemnego) lotnictwa wojskowego w zakresie zarządzania ryzykiem zagrożeń powinno być jednym z celów nadrzędnych. Zarządzanie ryzykiem zagrożeń ma ogromny wpływ na zwiększanie zdolności bojowych lotnictwa i stanowi kluczowy element zarządzania systemem bezpieczeństwa lotów. Celem zarządzania ryzykiem w tym obszarze analiz jest wspieranie procesu decyzyjnego, by zwiększyć efektywność misji lotniczych. Personel latający czeka dzisiaj na pojawienie się bardziej przystępnych niż do tej pory stosowanych narzędzi do realizacji procesów zarządzania ryzykiem zagrożeń. Zadanie takie mogłyby spełniać wspomagające te procesy aplikacje mobilne.

Rozważania te są przejawem realizacji idei kultury bezpieczeństwa lotów oraz służą promowaniu bezpieczeństwa lotów. Podjęta problematyka wpisuje się w politykę bezpieczeństwa lotów lotnictwa SZRP w kontekście podnoszenia kwalifikacji oraz angażowania personelu lotniczego w działaniach na rzecz bezpieczeństwa lotów. Autor nie neguje obecnie stosowanej metody zarządzania ryzykiem zagrożeń w SZRP i jest świadom, iż właściwe prace w tej dziedzinie powinny być prowadzone w jak najszerszym gronie doświadczonych specjalistów zarówno z obszaru lotnictwa wojskowego, jak i zarządzania bezpieczeństwem. Przedstawione rozważania oraz wynikające z nich wnioski mogą stać się zacznym działaniem prowadzącym do doskonalenia metody zarządzania ryzykiem zagrożeń stosowanej dzisiaj w lotnictwie SZRP, m.in. w kontekście planowanego wprowadzania do eksploatacji samolotów piątej generacji. ■

17 E. Augustyn, *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń w systemie użytkowania samolotów lotnictwa taktycznego sił powietrznych* – rozprawa doktorska, promotor główny dr hab. inż. A. Kadziński, promotor pomocniczy dr inż. P. Smoczyński, niepublikowane, Politechnika Poznańska, 2019.

18 M.S. Dorfman, D.A.Cather, *Introduction to Risk Management and Insurance* (10th edition), Pearson 2012.

USAF

Kolejne generacje bezzałogowych statków powietrznych będą się charakteryzować większą niezawodnością i wyższym poziomem bezpieczeństwa lotu.

# Regulacje prawne dotyczące BSP

ROZWÓJ BRANŻY BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH ORAZ WZROST ICH POPULARNOŚCI WYMAGA REGULACJI ZARÓWNO W PRAWIE MIĘDZYNARODOWYM, JAK I KRAJOWYM. WDROŻENIE NOWYCH PRZEPISÓW ORAZ WERYFIKACJA ICH PRZESTRZEGANIA POWINNY BYĆ PRZEDMIOTEM ZAINTERESOWANIA ORGANÓW NADZORU ORAZ INSTYTUCJI ZAJMUJĄCYCH SIĘ BEZPIECZEŃSTWEM ŻEGLUGI POWIETRZNEJ.

mgr **Hanna Dzido**

**W** niedalekiej przyszłości bezzałogowe statki powietrzne (BSP) staną się istotnym i pełnoprawnym użytkownikiem europejskiej przestrzeni powietrznej, tworząc jakościowo nową sytuację w zarządzaniu ruchem lotniczym. Dlatego konieczne było przyspieszenie prac nad ustaleniem norm prawnych dotyczących bezpiecznego ich użytkowania w przestrzeni powietrznej, określeniem zasad ich separowania od pozostałych statków powietrznych, a także ustaleniem reguł korzystania z lotnisk i wykonywania operacji na lotniskach oraz kryteriów zdolności do lotu (*airworthiness*).

## ISTOTA PROBLEMU

Rynek bezzałogowych statków powietrznych to najszybciej rozwijający się sektor rynku lotniczego.



Autorka jest pracownikiem Inspektoratu Lotnisk Certyfikowanych według Standardów Międzynarodowych w Departamencie Lotnisk Urzędu Lotnictwa Cywilnego.

W przypadku lotnictwa cywilnego Komisja Europejska szacuje, że przychody z sektora bezzałogowych statków powietrznych w ciągu najbliższych 15 lat osiągną kwotę ponad 10 mld euro, a zatrudnienie w nim przekroczy 100 tys. osób<sup>1</sup>. Tym samym poziom wykorzystania platform bezzałogowych oraz szacunki dotyczące rozwoju tego rodzaju lotnictwa stały się impulsem (zarazem koniecznością) do nowelizacji prawa Unii Europejskiej w tej sferze.

Pierwszym krokiem prowadzącym do wyznaczenia ram odnoszących się do użytkowania platform bezzałogowych było przyjęcie tzw. nowego rozporządzenia bazowego (New Basic Regulation – NBR) – rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2018/1139 z 4 lipca 2018 roku (weszło

wadzone) do porządku prawnego polega na zastąpieniu nazwy „bezpilotowy statek powietrzny”, używaną w rozporządzeniu nr 216/2008, nową: „bezzałogowy statek powietrzny”. W dalszej części artykułu pojęcia „bezzałogowe statki powietrzne” oraz „bezzałogowce” czy „platformy bezzałogowe” będą traktowane jako synonimy.

Rozporządzenie nr 2018/1139 zostało podzielone na sześć następujących rozdziałów dotyczących:

- I – ogólnych zasad lotnictwa cywilnego;
- II – zarządzania bezpieczeństwem lotniczym;
- III – istotnych wymagań w zakresie projektów wyrobów, operacji lotniczych, zdatności do lotu, ochrony środowiska itp.;
- IV – wspólnego systemu certyfikacji, nadzoru i egzekwowania przepisów;

## RYNEK BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW Z NAJSZYBCIEJ ROZWIJAJĄCYCH SIĘ

w życie 11 września 2018 roku) w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego oraz utworzenia Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego, zmieniające i uchylające poprzednie rozporządzenia i dyrektywy<sup>2</sup>. Jako główny cel rozporządzenie wskazuje konieczność utrzymania wysokiego poziomu bezpieczeństwa w lotnictwie cywilnym w całej UE oraz w krajach trzecich w ramach współpracy lotniczej. Ponadto opracowanie nowych norm regulacyjnych z jednoczesnym zachowaniem swobody przepływu osób, towarów i usług oraz dogodnych warunków dla dynamicznie rozwijającego się rynku lotniczego. Przywołane rozporządzenie w znacznym stopniu zmieniło zakres regulacji odnoszących się do bezzałogowych statków powietrznych. Poprzedni dokument nr 216/2008 nie uwzględniał realiów dotyczących rozwoju platform bezzałogowych, ponieważ wówczas platformy te były wykorzystywane głównie przez siły zbrojne i dopiero zyskiwały na popularności wśród prywatnych użytkowników.

Zapisy obecnego rozporządzenia w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych wprowadzają zmianę w podejściu do procesu certyfikacji i sprawowania nadzoru nad szkoleniem operatorów, nad operacjami prowadzonymi z wykorzystaniem BSP oraz ich użytkownikami. Jedną z pierwszych zmian wpro-

- V – Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego;
- VI – zmian w obowiązujących przepisach.

Bezzałogowym statkom powietrznym poświęcona została oddzielna VII sekcja w rozdziale III (rys. 1).

Artykuł 55 odsyła do załącznika IX, który szczegółowo określa zasadnicze wymagania w odniesieniu do (rys. 2):

- projektowania, produkcji, obsługi technicznej oraz eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych oraz dodatkowe wymagania dotyczące tych dziedzin;
- ochrony środowiska w związku z wykorzystywaniem bezzałogowych statków powietrznych;
- rejestracji bezzałogowych statków powietrznych i ich operatorów oraz oznaczania BSP w państwach członkowskich Unii Europejskiej, wskazane jako niezbędne do zachowania jednolitych standardów bezpieczeństwa.

Zapisy załącznika IX przywołują również załącznik III do rozporządzenia bazowego w odniesieniu do zasadniczych wymagań dotyczących zgodności wyrobów z wymaganiami ochrony środowiska. Układy i wyposażenie bezzałogowych statków powietrznych muszą być zaprojektowane, wyprodukowane i utrzymywane tak, by funkcjonowały zgodnie z ich przeznaczeniem we wszystkich przewidywalnych warunkach.

1 Komisja Europejska, DG GROW, Unmanned aircrafts, [http://ec.europa.eu/growth/sectors/aeronautics/rpas\\_en/](http://ec.europa.eu/growth/sectors/aeronautics/rpas_en/).

2 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139 z dnia 4 lipca 2018 r. w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego i utworzenia Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego oraz zmieniające i uchylające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 2111/2005, (WE) nr 1008/2008, (UE) nr 996/2010, (UE) nr 376/2014 oraz dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/UE i 2014/53/UE, a także uchylające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 552/2004 i (WE) nr 216/2008 oraz rozporządzenie Rady (EWG) nr 3922/91.

kach eksploatacji. Organizacje uczestniczące w projektowaniu, produkcji i obsłudze technicznej wyrobów lotniczych w postaci bezzałogowych statków powietrznych muszą dysponować wszystkimi środkami niezbędnymi do zapewnienia zgodności z zasadniczymi wymaganiami ochrony środowiska. Użytkownikom należy udostępnić wszelkie wskazówki, procedury, środki i instrukcje oraz podać ograniczenia odnoszące się do tych wyrobów (rys. 3).

W europejskich przepisach dotyczących sektora platform bezzałogowych przyjęto jeszcze dwa rozporządzenia (rys. 4), czyli:

– *Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych;*

– obowiązki podmiotów gospodarczych: producentów, upoważnionych przedstawicieli, importerów i dystrybutorów oraz przypadki, w których obowiązki producentów dotyczą importerów i dystrybutorów. Istotna z perspektywy bezpieczeństwa jest możliwość identyfikacji podmiotów gospodarczych zaangażowanych w produkcję i sprzedaż BSP. Rozporządzenie wyposażało organy nadzoru w prawo do wezwania importerów i dystrybutorów do przedstawienia informacji o kontrahentach przez 10 lat od momentu dostarczenia produktu (art. 11 rozporządzenia nr 2019/947);

– procedury oceny zgodności i deklarację zgodności UE (art. 6 ust. 8 rozporządzenia nr 2019/947);

– ogólne zasady dotyczące oznakowania CE (zasady i warunki umieszczania oznakowania CE, nume-

## POWIETRZNYCH TO JEDEN SEKTORÓW RYNKU LOTNICZEGO

– *Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich.*

Jedną z najistotniejszych zmian jest rezygnacja z podziału na loty o charakterze sportowym lub rekreacyjnym oraz na loty inne niż sportowe i rekreacyjne. Dotychczasowe komercyjne wykorzystanie BSP możliwe było jedynie dla posiadaczy świadectwa kwalifikacji operatora bezzałogowego statku powietrzego (Unmanned Aerial Vehicle Operator – UAVO). Obecnie w większości przypadków stanie się ogólnodostępne. Z drugiej strony, na użytkowników, którzy używają BSP jedynie dla zabawy, spadną dodatkowe obowiązki, które do tej pory ich nie dotyczyły.

Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 2019/947 z 24 maja 2019 roku w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych ustanawia szczegółowe przepisy odnoszące się do ich eksploatacji, personelu (w tym operatorów) oraz organizacji zaangażowanych w operacje wykonywane z użyciem bezzałogowego statku powietrzego, a także do wyposażenia do zdalnego sterowania tą platformą. Oprócz podstawowych definicji przedmiotowe rozporządzenie wykonawcze systematyzuje przepisy w kwestii bezzałogowych systemów powietrznych przeznaczonych do eksploatacji w ramach kategorii otwartej, certyfikowanej i szczególnie.

Precyzuje ono:

– wymagania dotyczące produktów oraz udostępniania ich na rynku, a także swobodnego przepływu;

ru identyfikacyjnego jednostki notyfikowanej, etykiety identyfikacyjnej klasy bezzałogowego systemu powietrznego oraz oznaczenia poziomu mocy akustycznej);

– dokumentację techniczną (notyfikowanie jednostek oceniających zgodność);

– wymagania, jakie muszą spełnić operatorzy bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich.

### KLASYFIKACJA PLATFORM

Zasada proporcjonalności określająca wymagania techniczne, rodzaj operacji wykonywanej przez bezzałogowy statek powietrzny oraz poziom ryzyka z tym związanego klasyfikuje BSP na trzy kategorie: otwartą, szczególną i certyfikowaną (rys. 5).

Operacje *kategorii otwartej* dotyczą użycia bezzałogowych statków powietrznych o maksymalnej masie startowej do 25 kg (rys. 6). Pilot platformy bezzałogowej utrzymuje statek powietrzny przez cały czas w zasięgu widoczności wzrokowej (Visual Line of Sight – VLOS) z wyjątkiem przypadków, gdy lot jest wykonywany w trybie podążania za stacją bazową lub wykorzystywany jest obserwator statku w odległości nie większej niż 120 m od najbliższego punktu powierzchni ziemi (nie dotyczy to sytuacji, gdy przelatuje nad przeszkodą). Podczas lotu tej kategorii bezzałogowy statek powietrzny nie przewozi materiałów niebezpiecznych ani nie zrzuca żadnych materiałów. Kategoria otwarta operacji z użyciem bezzałogowych systemów powietrznych dzieli się na trzy klasy: A1, A2 i A3 (rys. 7). Podział ten został dokonany na podstawie ograniczeń operacyjnych oraz wymogów, jakim podlegają piloci

Ustalenia dotyczące bezzałogowych statków powietrznych zawarte w rozporządzeniu bazowym nr 2018/1139



**Parlament Europejski**

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139



**SEKCJA VII**

Bezzałogowe statki powietrzne

**Artykuł 55**  
Zasadnicze wymogi dotyczące bezzałogowych statków powietrznych

**Artykuł 56**  
Spełnianie wymogów przez bezzałogowe statki powietrzne

**Artykuł 57**  
Akty wykonawcze dotyczące bezzałogowych statków powietrznych

**Artykuł 58**  
Przekazanie uprawnień

1.

Zasadnicze wymagania zawarte w rozporządzeniu nr 2018/1139 dotyczące bezzałogowych statków powietrznych



**Parlament Europejski**

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139 z dnia 4 lipca 2018 r. w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego i utworzenia Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego

2.

**Artykuł 55**

**ZAŁĄCZNIK IX**  
Zasadnicze wymogi dotyczące bezzałogowych statków powietrznych

- ↘ Zasadnicze wymogi dotyczące projektowania, produkcji, obsługi technicznej oraz eksploatacji BSP
- ↘ Dodatkowe zasadnicze wymogi dotyczące projektowania, produkcji, obsługi technicznej oraz eksploatacji BSP
- ↘ Zasadnicze wymogi w zakresie ochrony środowiska dotyczące BSP
- ↘ Zasadnicze wymogi dotyczące rejestracji BSP i ich operatorów oraz oznaczania bezzałogowych statków powietrznych

Zasadnicze wymagania dotyczące ochrony środowiska, wskazane w załączniku III

3.



**Parlament Europejski**

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139 z dnia 4 lipca 2018 r. w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego i utworzenia Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego

**ZAŁĄCZNIK IX**



**ZAŁĄCZNIK III**

Zasadnicze wymogi dotyczące zgodności wyrobów z wymogami ochrony środowiska

- ↘ Zaprojektowane wyroby powinny:
  - minimalizować hałas
  - zminimalizować emisje
  - zminimalizować emisje pochodzące z odparowania bądź wydzielania płynów
- ↘ Zapewnić kompromis między środkami do zminimalizowania hałasu i rodzajami emisji oraz wydzielania płynów
- ↘ Uwzględnić pełen zakres normalnych warunków eksploatacji oraz obszary geograficzne przy minimalizowaniu hałasu i emisji
- ↘ Układy i wyposażenie statków powietrznych oraz ich niezawodność muszą być odpowiednie do ich zakładanego wpływu na zgodność wyrobu z wymogami ochrony środowiska





Akty prawne UE dotyczące bezałogowych statków powietrznych



Parlament Europejski

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139 z dnia 4 lipca 2018 r. w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego i utworzenia Agencji UE ds. Bezpieczeństwa Lotniczego

4.

Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezałogowych statków powietrznych

Wejście w życie 1 lipca 2019 r.  
Stosowanie od 1 lipca 2020 r.

Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezałogowych systemów powietrznych z państw trzecich

5.

Klasyfikacja bezałogowych statków powietrznych zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 2019/947

**Kategoria certyfikowana**  
(certified category)  
Operacje o stopniu ryzyka porównywalnym do lotnictwa załogowego

**Kategoria szczególna**  
(specific category)  
Operacje o podwyższonym stopniu ryzyka

**Kategoria otwarta**  
(open category)  
Operacje o najniższym stopniu ryzyka

Kategorie operacji wykonywanych z użyciem bezałogowego systemu powietrznego

6.

Operacje z wykorzystaniem BSP

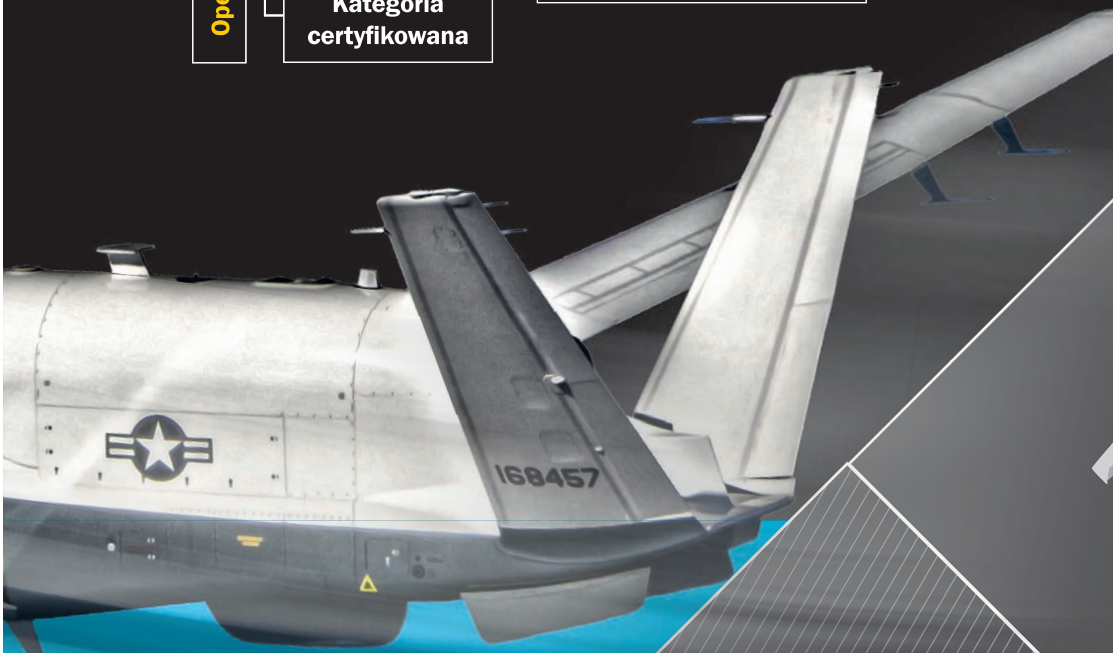
**Kategoria otwarta**

- Operacje kategorii A1-A3
- Częściowa rejestracja operatorów
- Brak wymaganej autoryzacji

**Kategoria szczególna**

- Tylko zarejestrowani operatorzy
- Autoryzacja operacji
- Certyfikat operatora lekkiego bezałogowego systemu powietrznego

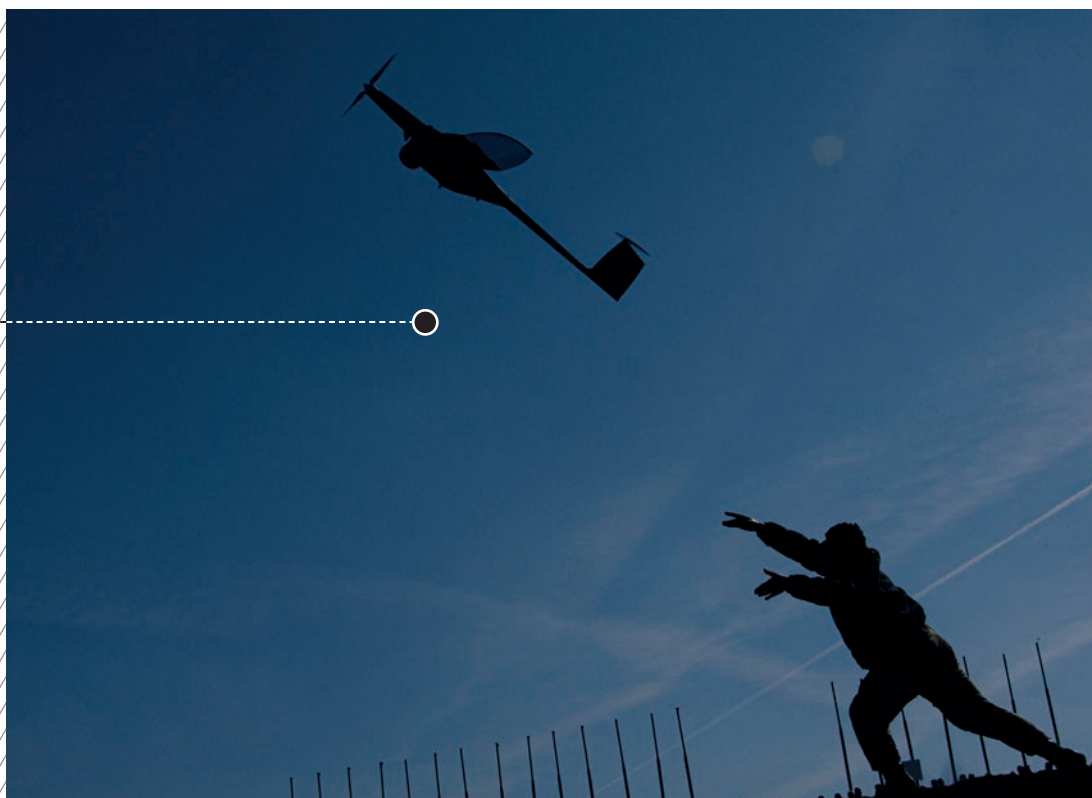
**Kategoria certyfikowana**



Od 1 lipca 2020 roku przestaną obowiązywać krajowe przepisy i procedury dotyczące cywilnych użytkowników bezałogowych statków powietrznych.

Opracowanie własne (6)

Operacje kategorii otwartej dotyczą użycia bezzałogowych statków powietrznych o maksymalnej masie startowej do 25 kg.



RAFAL MNIEDŁO

bezzałogowych statków powietrznych, a także uwarunkowań technicznych. BSP eksploatowane w kategorii otwartej muszą posiadać: dokumentację techniczną, deklarację zgodności producenta (na podstawie oceny zgodności) oraz oznakowanie produktu (CE).

*Kategoria szczególna* dotyczy operacji z wykorzystaniem BSP, które podlegają certyfikacji zgodnie z zasadami określonymi w art. 40 ust. 3 rozporządzenia delegowanego. Operacje tej kategorii będą wymagały uzyskania zezwolenia wydanego przez właściwy organ (w naszym kraju jest to prezes Urzędu Lotnictwa Cywilnego – ULC). Najprawdopodobniej objęte nią będą wszystkie firmy usługowe, które wykonują obecnie odpłatnie operacje na podstawie świadectwa kwalifikacji wydawanego przez ULC.

Rozporządzenie wykonawcze (UE) nr 2019/947 wprowadza certyfikat operatora lekkich bezzałogowych systemów powietrznych (Light UAS Operator Certificate – LUC, część C załącznika do rozporządzenia nr 2019/947). Certyfikat ten jest przeznaczony dla osób prawnych. Jego posiadacz zgodnie z przepisami ma obowiązek:

- stosowania się do zakresu i uprawnień określonych w warunkach zatwierdzenia;
- ustanowienia i utrzymania systemu umożliwiającego sprawowanie nadzoru operacyjnego nad wszystkimi operacjami wykonywanymi zgodnie z warunkami certyfikatu;

- przeprowadzania oceny ryzyka operacyjnego związanego z planowaną operacją (zgodnie z art. 11 rozporządzenia nr 2019/947), a w określonych przypadkach złożenia oświadczenia dotyczącego operacji;

- prowadzenia rejestru przez okres co najmniej trzech lat wraz z dokumentacją zawierającą informacje o wyniku oceny ryzyka dla danej operacji (gdzie jest wymagana) oraz o zastosowanych środkach ograniczających ryzyko;

- prowadzenia rejestru o kwalifikacjach i doświadczeniu personelu zaangażowanego w operacje z użyciem bezzałogowych systemów powietrznych, o monitorowaniu zgodności z przepisami oraz zarządzaniu bezpieczeństwem. Okres przechowywania akt personelu to cały okres zatrudnienia w danej organizacji oraz dodatkowe trzy lata po zakończeniu współpracy z danym pracownikiem.

Istotne jest to, aby nie mylić certyfikatu LUC z jego dzisiejszym odpowiednikiem, czyli świadectwem kwalifikacji. LUC będzie czymś w rodzaju certyfikatu upoważniającego do wykonywania danego typu operacji, np. lotów poza zasięgiem wzroku (Beyond Visual Line of Sight – BVLOS).

- W certyfikacie LUC będą zamieszczone (rys. 8):
- dane identyfikacyjne operatora bezzałogowego systemu powietrznego,
  - uprawnienia operatora bezzałogowego systemu powietrznego,
  - rodzaje operacji objęte zezwoleniem,

– w określonych przypadkach objęte zezwoleniem obszary (strefy) lub klasa przestrzeni powietrznej wyznaczonej na potrzeby operacji,

– wszelkie szczególne ograniczenia lub warunki.

Proces wydania certyfikatu obejmuje etap złożenia wniosku wraz z niezbędną dokumentacją, ocenę wniosku i dokumentacji pod kątem formalnym i merytorycznym oraz akceptację przez właściwy organ. Proces zmiany certyfikatu LUC będzie wymagać wskazania – we wniosku o zmianę certyfikatu – zakresu tej zmiany oraz przedłożenia w postaci załączników stosownej dokumentacji do oceny merytorycznej. Po weryfikacji i akceptacji organ, wydając certyfikat LUC, określi warunki przyznane operatorowi BSP w tym certyfikacie oraz – w ramach tych warunków – przyzna jego posiadaczowi uprawnienie do zatwierdzania swoich własnych operacji bez konieczności składania oświadczenia o operacji i ubiegania się o zezwolenie na jej przeprowadzenie. Dla posiadacza certyfikatu LUC oznacza to możliwość samodzielnego zatwierdzania operacji (w Polsce bez udziału ULC/PAŻP – Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej).

Ważność certyfikatu LUC jest bezterminowa. Warunkiem utrzymania jego ważności jest przestrzeganie przepisów, zgodnie z którymi posiadacz certyfikatu LUC ma obowiązek:

– stosowania się do zakresu i uprawnień określonych w warunkach zatwierdzenia;

– ustanowienia i utrzymania system umożliwiającego sprawowanie nadzoru operacyjnego nad wszystkimi operacjami wykonywanymi zgodnie z warunkami swojego certyfikatu;

– dokonania oceny ryzyka operacyjnego związanego z planowaną operacją (zgodnie z art. 11 rozporządzenia nr 2019/947), a w określonych przypadkach złożenia oświadczenia o operacji;

– prowadzenia rejestru przez okres co najmniej trzech lat wraz z dokumentacją zawierającą informacje o wyniku oceny ryzyka dla danej operacji (gdy jest wymagana) oraz o zastosowanych środkach ograniczających ryzyko;

– prowadzenia rejestru o kwalifikacjach i doświadczeniu personelu zaangażowanego w operację z użyciem bezzałogowych systemów powietrznych, o monitorowaniu zgodności z przepisami oraz o zarządzaniu bezpieczeństwem. Okres przechowywania akt personelu to cały okres zatrudnienia w danej organizacji oraz dodatkowe trzy lata po zakończeniu współpracy z danym pracownikiem.

W przypadku rezygnacji z certyfikatu lub jego cofnięcia przez organ wydający posiadacz certyfikatu LUC ma obowiązek niezwłocznie przekazać go organowi wydającemu. Posiadacz certyfikatu nie ma przy tym możliwości przekazania go lub przeniesienia przywilejów z niego wynikających na inną spółkę.

W sytuacji braku posiadania certyfikatu przeprowadzenie operacji z użyciem BSP kategorii szczególnej wymaga poinformowania odpowiednich in-

stytucji o zamiarze wykonania lotu co najmniej siedem dni wcześniej.

Po uzyskaniu zgody loty należy wykonywać z uwzględnieniem uwag przekazanych przez służbę ruchu lotniczego z zachowaniem obowiązujących przepisów bezpieczeństwa.

*Kategoria certyfikowana* odnosi się do bezzałogowych statków powietrznych wykonujących operacje o najwyższym stopniu ryzyka. Ze względu na fakt, że BSP – tak jak dotychczas – będą musiały spełniać wymagania techniczne wynikające z przepisów dotyczących lotnictwa załogowego (rozporządzeń Komisji (UE) nr: 748/2012, 640/2015 oraz 1321/2014), certyfikacji podlegają procesy: projektowania, produkcji oraz konserwacji bezzałogowych systemów powietrznych, czyli bezzałogowego statku powietrznego oraz wyposażenia do zdalnego nim sterowania. Podmiotem odpowiedzialnym za certyfikowanie będzie Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA).

Nowe prawodawstwo określa również zasady lotów w odniesieniu do poszczególnych kategorii operacji z wykorzystaniem bezzałogowych platform w określonych segmentach i sektorach przestrzeni powietrznej (rys. 9). Loty kategorii otwartej są dozwolone w przestrzeni klasy G (przebieg powietrzna niekontrolowana). Natomiast kategorii szczególnej są dopuszczalne pod pewnymi warunkami w przestrzeniach: CTR (Control Zone), czyli w strefie kontrolowanej lotniska; MATZ (Military Air Traffic Zone), ATZ (Air Traffic Zone) i TRA (Transport Research Arena), czyli w strefie czasowo rezerwowanej. Ponadto w strefach:

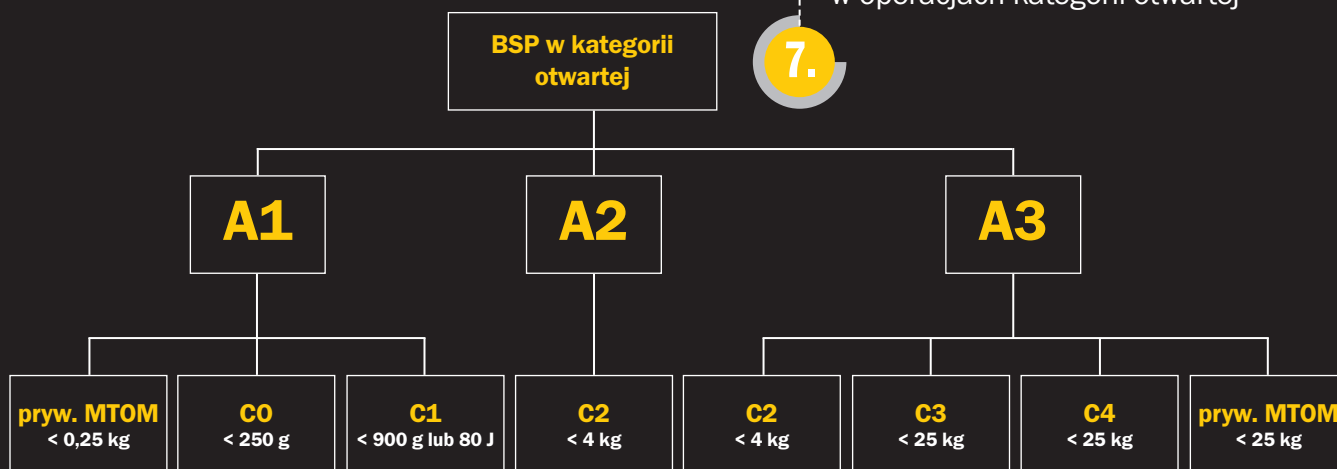
– P (Prohibited Area), czyli w strefie zakazanej, w której lot statku powietrznego jest zakazany od poziomu terenu do określonej wysokości. Dotyczy to w szczególności przestrzeni powietrznej nad obiektami, w których są gromadzone substancje i mieszaniny o właściwościach wybuchowych;

– D (Danger Area), czyli w strefie niebezpiecznej, w której mogą być prowadzone działania niebezpieczne dla lotu statku powietrznego. Chodzi tu przede wszystkim o przestrzeń powietrzną nad poligonami artyleryjskimi, morskimi i lotniczymi;

– R (Restricted Area), czyli w strefie o ograniczonym ruchu lotniczym, w której lot statku powietrznego jest ograniczony, przez wymagania dotyczące generowania przez niego fal akustycznych, od poziomu terenu do określonej wysokości. Jest to w szczególności przestrzeń powietrzna nad aglomeracjami miejskimi, parkami narodowymi oraz obiektami, w których są gromadzone substancje i mieszaniny o właściwościach wybuchowych, oraz przestrzeń klasy G dla lotów BSP powyżej wysokości 120 m AGL i o masie powyżej 25 kg.

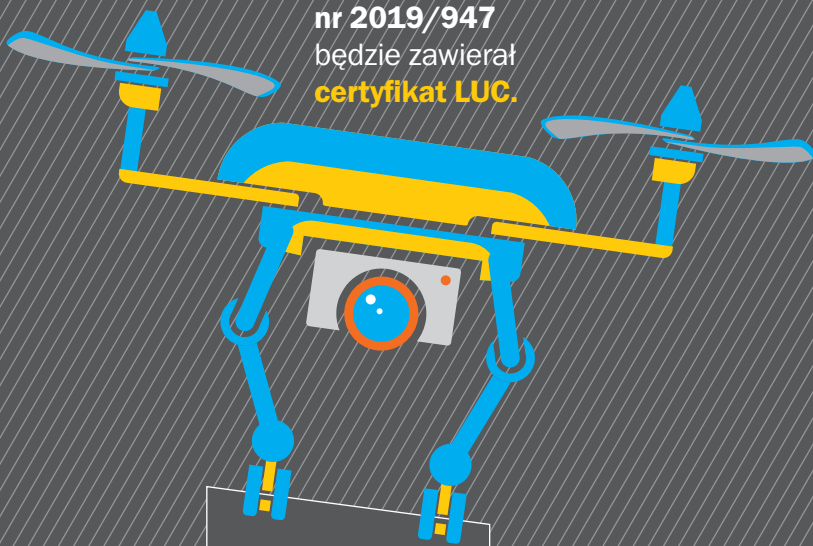
Jednocześnie zostały zabronione loty w przestrzeniach: CTA (Control Area), czyli w obszarze kontrolowanym; TMA (Terminal Control Area), czyli w rejonie kontrolowanym lotnisk(a); TSA (Temporary Segregated Area), czyli w strefie czasowo

Klasy systemów bezzałogowych  
statków powietrznych  
w operacjach kategorii otwartej



**8.**

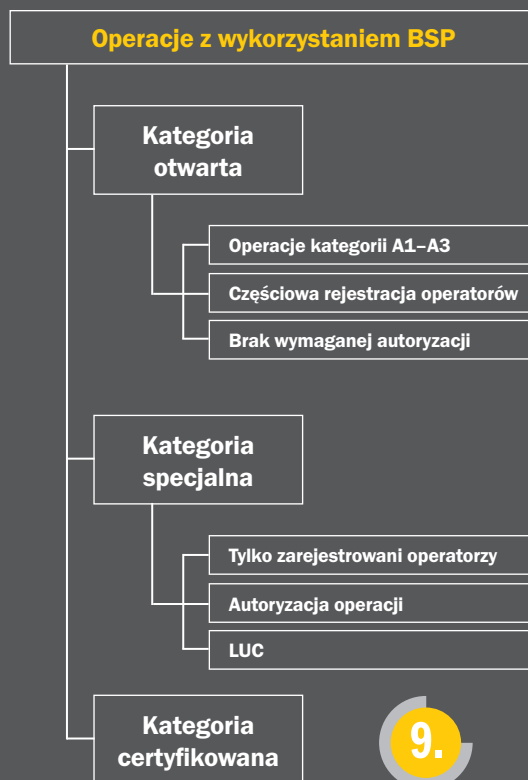
Informacje i dane, które zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia (UE) nr 2019/947 będzie zawierał **certyfikat LUC**.



**Certyfikat LUC**

- Dane identyfikacyjne operatora BSP
- Uprawnienia operatora BSP
- Rodzaj operacji
- Obszar/strefa/klasa powietrznej przestrzeni
- Szczególne ograniczenia

Rodzaje operacji z wykorzystaniem BSP



**9.**

Opracowanie własne (3)

wydzielonej, oraz MRT (Military Route), czyli na trasach lotnictwa wojskowego.

Nowy porządek prawny dla BSP określa obowiązki wnikliwej oceny ryzyka w przypadku lotów kategorii szczególnej (art. 11 rozporządzenia nr 2019/947). Podział na kategorie otwartą, szczególnie i certyfikowaną wynika przede wszystkim z analizy ryzyka lotów. Ryzyko to jest uzależnione od: wagi platformy, jej prędkości, generowanego hałasu oraz zabieranego na pokład wyposażenia. Dokonywanie oceny ryzyka operacyjnego musi dotyczyć analizy bezpieczeństwa operacji z użyciem BSP na ziemi i w powietrzu. Podczas oceny ryzyka w powietrzu należy uwzględniać:

- dokładną pojemność przestrzeni powietrznej, w której będzie prowadzona operacja, powiększoną o pojemność przestrzeni powietrznej wymaganą w sytuacji konieczności zastosowania procedur awaryjnych;
- klasę przestrzeni powietrznej;
- wpływ na inny ruch lotniczy i zarządzanie ruchem lotniczym oraz w szczególności:
  - wysokość, na jakiej ma być wykonywana operacja,
  - rodzaj przestrzeni powietrznej: kontrolowana lub niekontrolowana,
  - teren, nad którym odbędzie się operacja: lotnisko lub teren poza nim,
  - przestrzeń powietrzną: nad obszarami miejskimi lub nad obszarami wiejskimi,
  - separację od pozostałego ruchu.

Zapewnienie bezpieczeństwa operacji z wykorzystaniem BSP wiąże się również z kwestią rejestracji operatorów tych platform powietrznych. Zgodnie z przepisami każde państwo członkowskie UE musi utworzyć elektroniczny system rejestracji ich operatorów. Dostęp do informacji zawartych w systemie rejestracji musi być zagwarantowany dla organów nadzoru państwowych innych państw członkowskich oraz takich służb, jak policja, straż graniczna itp.

Rejestracji podlegają operatorzy BSP o masie powyżej 250 g, chyba że statek o mniejszej masie jest wyposażony w urządzenia, które mogą naruszać prywatność lub zasadę ochrony danych osobowych. Informacje zapisywane w rejestrze to:

- dane personalne operatora (nazwa i numer identyfikacyjny dla osób prawnych),
- adres zamieszkania (siedziby),
- adres e-mail i numer telefonu,
- numer polisy ubezpieczeniowej (w przypadku wymogu jej posiadania),
- poziom uprawnień i dopuszczeń operatora.

### BYĆ PRZEWIDUJĄCYM

Można się spodziewać, że bezzałogowe systemy powietrzne w jeszcze większym stopniu wpłyną na

wzrost zdolności logistycznych, transportowych i poszukiwawczych (SAR) odpowiednich służb. Obserwacja i rozpoznanie powietrzne na korzyść ochrony granic i środowiska oraz imprez masowych będą prowadzone z dużej, a zatem bezpiecznej odległości. Zakres prowadzonej działalności rozpoznawczej i poszukiwawczej dzięki zastosowaniu multisensorycznych układów zdecydowanie się zwiększy. Poza tym coraz powszechniejsze stają się bezzałogowe platformy latające w układzie kwadro- i multikoptera, będące także na uwieży. Takie rozwiązanie umożliwia praktycznie nieprzerwane przebywanie platformy w powietrzu, gdyż przewodem uwieziowym jest dostarczana energia elektryczna. BSP tego typu mogą znaleźć zastosowanie w systemie ochrony portów lotniczych i lotnisk oraz innych obiektów infrastruktury krytycznej.

Kolejne generacje bezzałogowych statków powietrznych będą się charakteryzować większą niezawodnością i wyższym poziomem bezpieczeństwa lotów (przewiduje się, że czas bezawaryjnej pracy systemu wzrośnie z 300 do 1000 godzin). Co więcej, dzięki mniejszej masie startowej bezzałogowe statki powietrzne będą bardziej mobilne. Poza tym nie będą wymagać stałych baz i dróg startowych oraz rozbudowanej infrastruktury lotniskowej. Liczebność personelu może zostać zredukowana do kilku osób obsługi naziemnej i operatorów, przy utrzymaniu zdolności do prowadzenia operacji lotniczej przez całą dobę.

Konkludując – Europejska Agencja Bezpieczeństwa Lotniczego, nadając jednolity kształt przepisom i procedurom odnoszącym się do bezzałogowych statków powietrznych we wszystkich państwach członkowskich Unii Europejskiej, opierała się na doświadczeniach zdobytych podczas ich praktycznego stosowania na całym świecie. Od 1 lipca 2020 roku przestaną obowiązywać krajowe przepisy i procedury dotyczące cywilnych użytkowników bezzałogowych statków powietrznych. Ujednolicenie przepisów i zasad przez Europejską Agencję Bezpieczeństwa Lotniczego zmieniło poprzednie podejście, zgodnie z którym w gestii państw członkowskich UE leżało ustalenie zasad certyfikacji i nadzoru w odniesieniu do dronów poniżej 150 kg. Poprzednie przepisy wspólnotowe (uchylone rozporządzeniem nr 216/2008<sup>3</sup>) odnosiły się jedynie do bezzałogowych statków powietrznych o masie przekraczającej 150 kg. Wypracowane rozwiązania mają na celu poprawę bezpieczeństwa. Ponadto zakładają otwarcie granic dla powszechnego użycia bezzałogowców w UE, wskazując jednocześnie na potrzebę nowelizacji ustawy o prawie lotniczym oraz rozporządzeń z nią związanych. ■

<sup>3</sup> Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 216/2008 z dnia 20 lutego 2008 r. w sprawie wspólnych zasad w zakresie lotnictwa cywilnego i utworzenia Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Lotniczego oraz uchylające dyrektywę Rady 91/670/EWG, rozporządzenie (WE) nr 1592/2002 i dyrektywę 2004/36/WE.

# Przestrzeń powietrzna w czasie pokoju i wojny

SPRAWOWANIE ZWIERZCHNICTWA NAD PRZESTRZENIĄ ROZCIĄGAJĄCĄ SIĘ NAD TERYTORIUM NASZEGO KRAJU WYMAGA ZAPEWNIENIA BEZPIECZEŃSTWA WSZYSTKIM JEJ UŻYTKOWNIKOM.

mjr dypl. **SZRP Rafał Sawicki**



Autor jest specjalistą w Oddziale Ćwiczeń i Szkolenia Dowództw w Dowództwie Wojsk Obrony Terytorialnej.

Jako dobro naturalne jest ona bardzo ważna dla sprawnego funkcjonowania oraz rozwoju gospodarczego kraju. Kształt oraz sposób zarządzania nią zależą od stanu, w jakim znajduje się nasz kraj. Różnice te wynikają bezpośrednio z zadań, jakie w danym stanie będą realizowane, a także od sposobu sprawowania w niej zwierzchnictwa w imieniu państwa. Ustawa *Prawo lotnicze* z 3 lipca 2002 roku jednoznacznie wskazuje zwierzchnika polskiej przestrzeni powietrznej w czasie pokoju oraz stanu wojennego i wojny. Zgodnie z jej art. 4 ust. 1 w czasie pokoju zadania związane ze zwierzchnictwem wykonuje minister odpowiedzialny do spraw transportu. W momencie ogłoszenia stanu wojennego lub wojny uprawnienia te są przekazywane ministrowi obrony narodowej.

## W CZASIE POKOJU

Czyli w stanie, w którym zagrożenia mają ograniczony wpływ na bezpieczeństwo państwa<sup>1</sup>. Zgodnie z umowami międzynarodowymi polska przestrzeń powietrzna jest częścią jednolitej europejskiej przestrzeni powietrznej, a nasz kraj jest członkiem wielu międzynarodowych organizacji lotniczych, np. Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (International Civil Aviation Organization – ICAO) czy Europejskiej Organizacji do spraw Bezpieczeństwa Żeglugi Powietrznej (Eurocontrol European Organisation for the Safety of Air Navigation – EUROCONTROL). Dlate-

go też kształt polskiej przestrzeni powietrznej w czasie pokoju nie może odbiegać od europejskiego. Pociąga to za sobą konieczność respektowania oraz wdrażania do własnego porządku prawnego postanowień i decyzji wspomnianych organizacji.

Zarządzanie przestrzenią powietrzną w czasie pokoju sprowadza się do realizacji postanowień zawartych w koncepcji elastycznego wykorzystania przestrzeni powietrznej (Flexible Use of Airspace – FUA). Zgodnie z wymogami prawa europejskiego przestrzeń ta jest traktowana jako niepodzielna całość każdego kraju, która nie może być wyłączną własnością jednego rodzaju użytkowników<sup>2</sup>. Analizując rozwijający się cywilny ruch lotniczy, a jednocześnie mając na uwadze konieczność zaspokojenia potrzeb użytkowników wojskowych, wypracowano koncepcję elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej w czasie pokoju. Rekomendacja FUA zakłada opracowanie rozwiązań, które pozwolą użytkować ją zarówno użytkownikom cywilnym, jak i wojskowym. Wiązało się to z koniecznością jej podziału za pomocą elastycznych, czyli niestałych, elementów przestrzeni powietrznej, które tylko w czasie, gdy obowiązują, ograniczają ją dla innych. Sprawne, w większości przypadków w czasie rzeczywistym, zarządzanie przestrzenią powietrzną pociągało za sobą konieczność stworzenia wspólnych cywilno-wojskowych struktur nią zarządzających<sup>3</sup>. Zorganizowano je na trzech poziomach. Każdy z nich jest bezpo-

1 M. Marciniak, *Kontrola przestrzeni powietrznej w działaniach Sił Powietrznych NATO*, AON, Warszawa 2001, s. 41.

2 Ibidem, s. 29.

3 T.M. Markiewicz, *Podstawowe zagadnienia zarządzania ruchem lotniczym*, Warszawa 2010, s. 52–53.



NAJLEPSZY ARTYKUŁ



**ANALIZUJĄC  
ROZWIJAJĄCY SIĘ  
CYWILNY RUCH  
LOTNICZY, A JEDNOCZEŚNIE  
MAJĄC NA UWADZE  
KONIECZNOŚĆ ZASPOKOJENIA  
POTRZEB UŻYTKOWNIKÓW  
WOJSKOWYCH, WYPRACOWANO  
KONCEPCJĘ ELASTYCZNEGO  
UŻYTKOWANIA PRZESTRZENI  
POWIETRZNEJ W CZASIE POKOJU.**

PRZEGLĄD SIŁ ZBROJNYCH nr 1 / 2020

95

P I N E A G 4 / P I X A B A Y



średnio połączony z pozostałymi i na nie wpływa. Zadaniem organów poziomu strategicznego – zarządzanie przestrzenią powietrzną (Airspace Management 1 – ASM 1) – jest tworzenie strategii narodowej w zakresie rozwoju i funkcjonowania przestrzeni powietrznej. Jednocześnie do jego obowiązków należy kształtowanie zasad wykorzystania przestrzeni powietrznej z zachowaniem postanowień prawa międzynarodowego. ASM 1 reprezentuje interesy wszystkich użytkowników.

Do codziennego zarządzania przestrzenią powietrzną zorganizowano przedtaktyczny poziom zarządzania nią (ASM 2). Jest on przeznaczony do zbierania

Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Odpowiada on za kształtowanie zasad zarządzania polską przestrzenią powietrzną i jej wykorzystania. Funkcję ASM 2 oraz ASM 3 pełni Ośrodek Zarządzania Przestrzenią Powietrzną. Na mocy ustawy<sup>7</sup> z 1 kwietnia 2007 roku swoją działalność rozpoczęła Państwowa Agencja Żeglugi Powietrznej. Jej zadaniem jest zapewnienie służb żeglugi powietrznej oraz nadzór nad nimi w polskim rejonie informacji powietrznej (Flight Information Region – FIR).

Analizując struktury militarne, które biorą udział w zarządzaniu przestrzenią powietrzną w czasie poko-

## W CZASIE TRWAJĄCEGO KRYZYSU ORAZ PRZESTRZENIĄ POWIETRZNĄ **SPRAWUJE**

i analizowania informacji oraz do decydowania na tej podstawie o codziennej alokacji elementów przestrzeni powietrznej przydzielonej użytkownikom. Jej kształt jest rozsyłany do wszystkich użytkowników<sup>4</sup>.

Zarządzanie przestrzenią powietrzną w czasie rzeczywistym spoczywa na barkach komórek poziomu taktycznego (ASM 3)<sup>5</sup>. Jego zadania sprowadzają się do bieżącego aktywowania i dezaktywowania elementów przestrzeni powietrznej oraz do zmiany alokacji jej elementów ustalonej na poziomie ASM 2. Zastosowanie wspólnych cywilno-wojskowych organów zarządzających zwiększa wiedzę o poszczególnych lotach, a to pozwala na dokładniejsze zaplanowanie jej wykorzystania.

Jak już wspomniano, w czasie pokoju zwierzchnictwo nad przestrzenią powietrzną sprawuje minister odpowiedzialny do spraw transportu. W związku z tym należało utworzyć instytucje, które w jego imieniu będą wykonywały zadania z tym związane. Na mocy ustawy *Prawo lotnicze* z 2002 roku powołano Urząd Lotnictwa Cywilnego (ULC), który jest centralnym organem państwowym sprawującym nadzór lotniczy. Zgodnie z rozporządzeniem<sup>6</sup> ministra infrastruktury w 2003 roku powołano do życia cywilno-wojskowy organ odpowiadający strategicznemu poziomowi ASM 1, czyli Komitet Zarządzania Przestrzenią Powietrzną (KZPP), podległy prezesowi

ju, należy wymienić takie, jak: Dowództwo Operacyjne Rodzajów Sił Zbrojnych (DORSZ), Dowództwo Generalne Rodzajów Sił Zbrojnych (DGRSZ), Centrum Operacji Powietrznych – Dowództwo Komponentu Powietrznego (COP-DKP) oraz skrzydła i bazy lotnicze. Dodatkowo, aby zapewnić merytoryczny nadzór nad całością przedsięwzięć związanych z lotnictwem wojskowym, powołano instytucję Szefostwa Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP (SSRL SZRP). Jego zadania obejmują m.in. nadzór nad przestrzenią powietrzną, a także planowanie ćwiczeń lotnictwa wojskowego. Dodatkowo SSRL SZRP uczestniczy w elastycznym zarządzaniu przestrzenią powietrzną dzięki współpracy z Państwową Agencją Żeglugi Powietrznej PAŻP. Sprawuje również nadzór nad wojskowymi służbami ruchu lotniczego<sup>8</sup>.

Wspólne wykorzystywanie przestrzeni powietrznej wymaga od użytkowników, niezależnie od tego, czy jest to użytkownik cywilny, czy wojskowy, stosowania zasad związanych z zapotrzebowaniem jej elementów do wykonania planowanych operacji lotniczych. Procedury te jednoznacznie określono w ASM 1. Na ich podstawie Ośrodek Zarządzania Przestrzenią Powietrzną przyjmuje zamówienia na elementy przestrzeni powietrznej do godziny 10.00 UTC w dniu poprzedzającym planowany lot. Jeśli przypada on na sobotę, niedzielę lub poniedziałek, zapotrzebowania

4 T. Compa, *Zarządzanie przestrzenią powietrzną*, AON, Warszawa 2003, s. 58.

5 Ibidem.

3 T.M. Markiewicz, *Podstawowe zagadnienia...*, op.cit., s. 52–53.

4 T. Compa, *Zarządzanie przestrzenią...*, op.cit., s. 58.

5 Ibidem.

6 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 9 lipca 2003 roku w sprawie powołania Komitetu Zarządzania Przestrzenią Powietrzną oraz ustalenia zakresu jego działania*, DzU 2003 nr 139, poz. 1323–1337.

7 *Ustawa z dnia 8 grudnia 2006 r. o Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej*, DzU 2006 nr 249, poz. 1829.

8 T. Markiewicz, *Lotnictwo cywilne i wojskowe w jednolitej europejskiej przestrzeni powietrznej – problemy i wyzwania*, AON, Warszawa 2014, s. 68.





składa się w piątek do godziny 10.00 UTC. W dniu poprzedzającym okres obowiązywania Ośrodek Zarządzania Przestrzenią Powietrzną publikuje plan użytkowania przestrzeni powietrznej (Airspace Use Plan – AUP) z wszystkimi przydzielonymi elementami przestrzeni powietrznej. Często konieczne staje się wprowadzenie zmian w obowiązującym AUP. Wówczas publikuje się je najpóźniej na godzinę przed ich obowiązywaniem w zaktualizowanym AUP (Updated Airspace Use Plan – UUP).

Reasumując, minister właściwy do spraw transportu, za pośrednictwem KZPP, OZPP oraz PAŻP, podle-

Od momentu wstąpienia do NATO polska przestrzeń powietrzna stała się częścią sojuszniczej przestrzeni powietrznej, a narodowa obrona powietrzna weszła w skład Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej i Przeciwrakietowej NATO (NATO Integrated Air and Missile Defence System – NATINAMDS). Co za tym idzie, sposób sprawowania nad nią kontroli w czasie pokoju, kryzysu lub wojny będzie zależny od sposobu realizowania tych przedsięwzięć w całym NATO. Zadaniem Sił Powietrznych RP jest zapewnienie integralności powietrznej granicy państwa we wszystkich stanach jego

## WOJNY ZWIERZCHNICTWO NAD MINISTER OBRONY NARODOWEJ

głych Urzędowi Lotnictwa Cywilnego, przy współpracy z wojskowymi elementami zarządza przestrzenią powietrzną w czasie pokoju.

### W INNYCH STANACH

W czasie kryzysu i wojny zwierzchnictwo nad przestrzenią powietrzną sprawuje minister obrony narodowej. Przekazanie obowiązków wynikających ze zwierzchnictwa odbywa się na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów<sup>9</sup>. W chwili przejścia zwierzchnictwa nad przestrzenią powietrzną przez Ministerstwo Obrony Narodowej zarządzanie nią rozpoczyna się w ramach kontroli przestrzeni powietrznej (KPP). Instytucje oraz elementy cywilne przechodzą pod zwierzchnictwo wojska i stanowią element doradczo-wspomagający. W większości przypadków w czasie kryzysu lub wojny cywilny ruch lotniczy zostanie całkowicie wstrzymany. Może jednak się zdarzyć, iż niektóre części przestrzeni powietrznej zostaną dla niego udostępnione i w związku z tym cywilne służby będą realizowały swoje zadania w odniesieniu do nich, ale pod zwierzchnictwem elementów wojskowych.

Aby właściwie opisać funkcjonowanie przestrzeni powietrznej w sytuacji kryzysowej lub w czasie wojny, należy przypomnieć, jak wygląda współpraca cywilnych służb ruchu lotniczego z siłami powietrznymi w czasie pokoju w ramach przeciwdziałania zagrożeniom z powietrza oraz zabezpieczenia nienaruszalności granicy powietrznej naszego kraju.

funkcjonowania. Aby w czasie pokoju siły powietrzne mogły wykonywać zadania związane z bezpieczeństwem w przestrzeni powietrznej, potrzebują uzyskać od cywilnych służb ruchu lotniczego informacje o lotach, których charakterystyka odbiega od przyjętego w AUP. Obiekt, który nie stosuje się do poleceń cywilnych kontrolerów, jest oznaczany jako cel. Skutkuje to podjęciem w odniesieniu do niego działań sił dyżurnych. Mogą one być realizowane w stosunku do obiektów, które mogą być użyte do ataku terrorystycznego (typu RENEGADE) oraz do takich, które bez zezwolenia przekraczają naszą przestrzeń powietrzną. W obu przypadkach działania są realizowane w ramach misji Air Policing. Aby zachować bezpieczeństwo w ich trakcie, konieczna jest natychmiastowa separacja lotnictwa wojskowego od cywilnego. Jest to możliwe dzięki współpracy cywilnych służb kontroli ruchu lotniczego oraz ośrodków dowodzenia i naprowadzania<sup>10</sup>.

Płynne przejście z zarządzania przestrzenią powietrzną czasu pokoju do jej kontroli w wyższych stanach funkcjonowania państwa<sup>11</sup> wymaga właściwego przygotowania się obu stron. W związku z tym cywilne służby ruchu lotniczego (PAŻP) oraz organy wojskowe (COP-DKP, ODN, RODN, MJDOP) prowadzą wspólne szkolenia w tej dziedzinie oraz wypracowują stosowne procedury<sup>12</sup>. W momencie przejścia państwa do funkcjonowania w wyższych stanach gotowości obronnej PAŻP częściowo lub całkowicie zostaje włączona

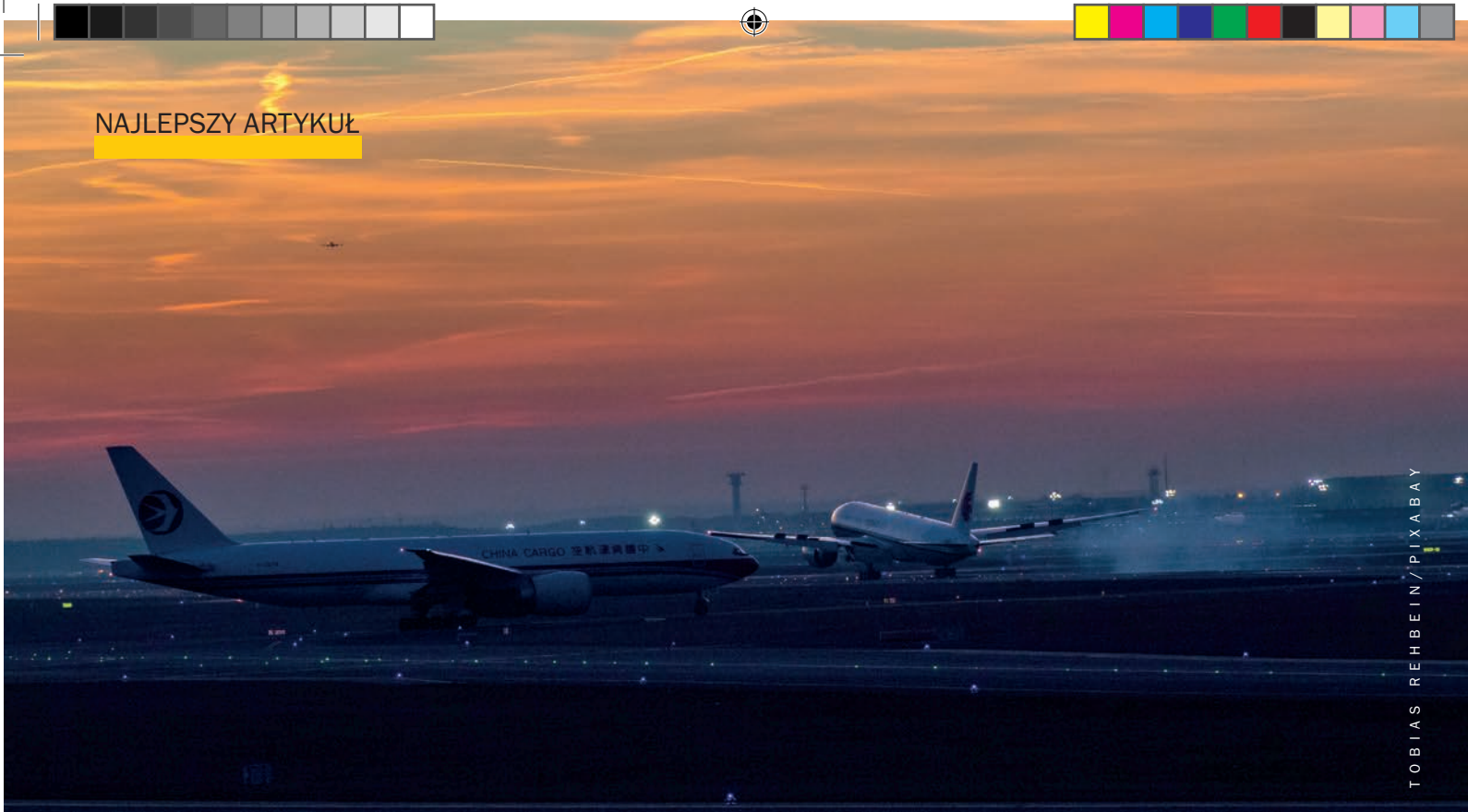
9 Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 31 października 2007 w sprawie przekazywania Ministrowi Obrony Narodowej funkcji wynikających ze zwierzchnictwa w polskiej przestrzeni powietrznej na czas wojny, stanu wojennego lub stanu wyjątkowego, DzU 2007 nr 210, poz. 1524.

10 Ośrodek Dowodzenia i Naprowadzania (ODN, Mobilna Jednostka Dowodzenia Operacjami Powietrznymi – MJDOP, 1 Regionalny Ośrodek Dowodzenia i Naprowadzania 1 RODN) – odpowiada za kierowanie lotnictwem wojskowym.

11 Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 21 września 2004 r. w sprawie gotowości obronnej państwa, określa się, że obowiązują trzy stany gotowości obronnej państwa w stosunku do zagrożeń zewnętrznych: stan stałej gotowości obronnej państwa, stan gotowości obronnej państwa czasu kryzysu i stan gotowości obronnej państwa czasu wojny, DzU nr 219, poz. 2218.

12 T.M. Markiewicz, *Podstawowe zagadnienia...*, op.cit., s. 9.





## ZAPEWNIENIE MAKSYMALNEGO BEZPIECZEŃSTWA Z JEDNOCZESNYM SPEŁNIENIEM WYMAGAŃ WSZYSTKICH UŻYTKOWNIKÓW ZALEŻY OD SPRAWNIE FUNKCJONUJĄCYCH STRUKTUR NADZORUJĄCYCH PRZESTRZENI POWIETRZNĄ.

w wojskowy system kontroli ruchu lotniczego, ponieważ w czasie kryzysu i wojny priorytet w zakresie wykorzystania przestrzeni powietrznej uzyskuje lotnictwo wojskowe. W momencie ustalenia wojskowej kontroli nad przestrzenią powietrzną następuje ponowne określenie jej kształtu oraz organizacji w tzw. planie kontroli przestrzeni powietrznej (Airspace Control Plan – ACP). Zgodnie z dokumentami doktrynalnymi NATO w chwili wybuchu konfliktu zbrojnego na danym obszarze dowódca sił połączonych (Joint Force Commander – JFC) wyznacza zwierzchnika kontroli przestrzeni powietrznej (Airspace Control Authority – ACA), który odpowiada za całokształt przedsięwzięć związanych z jej kontrolą<sup>13</sup>. Zazwyczaj będzie nim dowódca komponentu powietrznego sił połączonych (Joint Forces Air Component Commander – JFACC). Ponośi on również odpowiedzialność za zarządzanie ruchem cywilnych statków powietrznych w swoim sektorze odpowiedzialności. W celu zapewnienia maksymalnego bezpieczeństwa lotnictwu wojskowemu ma on również uprawnienia do wprowadzania ograniczeń odnoszących się do wykorzystania przestrzeni powietrznej przez cywilne statki powietrzne.

Organy planistyczno-wykonawcze zwierzchnika kontroli przestrzeni powietrznej to: Centrum Operacji Powietrznych – Dowództwo Komponentu Powietrznego (Air Operations Center – AOC) oraz Połączone Centrum Koordynacji Przestrzeni Powietrznej – PZKPP (Joint Airspace Coordination Center – JACC).

<sup>13</sup> Ibidem, s. 174.

<sup>14</sup> Kontrola przestrzeni powietrznej, DD-3.3.5(B), Bydgoszcz 2014, s. 17.

Zadaniem JACC jest opracowanie planu kontroli przestrzeni powietrznej (Airspace Control Plan – ACP) oraz jego opublikowanie<sup>14</sup>. Najczęściej plan obowiązuje przez cały okres trwania operacji. Zawarte w nim informacje dotyczą sposobu przejścia systemu zarządzania ruchem lotniczym na system kontroli ruchu lotniczego. Precyzuje się w nim zakres stosowanych środków kontroli przestrzeni powietrznej, cykl opracowania i dystrybucji rozkazu do kontroli przestrzeni powietrznej (Airspace Control Order – ACO) oraz zasady składania zapotrzebowań na środki kontroli przestrzeni powietrznej. Na podstawie składanych przez wojskowych oraz cywilnych użytkowników przestrzeni powietrznej zapotrzebowań na środki przestrzeni powietrznej JACC opracowuje rozkaz ACO, zawierający wszystkie przydzielone użytkownikom elementy przestrzeni powietrznej. Trzeba zaznaczyć, że jej wykorzystanie jest możliwe wyłącznie w razie przydzielenia jej w opublikowanym rozkazie ACO.

\*\*\*

Zapewnienie maksymalnego bezpieczeństwa z jednoczesnym spełnieniem wymagań wszystkich użytkowników zależy od sprawnie funkcjonujących struktur nadzorujących polską przestrzeń powietrzną. Jest to szczególnie istotne przy realizacji zadań przez różnorodnych cywilno-wojskowych jej użytkowników. Struktury te muszą ciągle wypracowywać jej procedury oraz przeprowadzać wspólne szkolenia. ■



# Rozwój powietrznych platform bezzałogowych

DZIĘKI POSTĘPOWI NAUKOWO-TECHNICZNEMU ŻOŁNIERZA ZASTĘPUJĄ W SYTUACJACH ZAGRAŻAJĄCYCH JEGO ŻYCIU CORAZ BARDZIEJ WYRAFINOWANE ŚRODKI WALKI.

mjr dr **Rafał Ordyniec**

Równoległe z pracami naukowymi ukierunkowanymi na rozwój bezzałogowych statków powietrznych (BSP)<sup>1</sup> są prowadzone badania mające na celu opracowanie metod oraz sposobów najefektywniejszego ich wykorzystania. Z jednej strony ich przedmiotem są zastosowania tych platform w sferze militarnej, czyli wykorzystania jako potencjalnego środka walki. Z drugiej natomiast odnoszą się do realizacji zadań na rzecz elementów rozpoznawczych, sprowadzających się w wymiarze praktycznym do prowadzenia obserwacji pola walki w przydzielonych rejonach odpowiedzialności. Zastosowanie BSP otworzyło nowe możliwości nie tylko dla wspomnianego rozpoznania, lecz także niszczenia ważnych celów, obsługiwania strzelających pododdziałów artylerii czy oceny skutków rażenia w czasie zbliżonym do rzeczywistego. W 2001 roku pojawiły się platformy zaprojektowane przede wszystkim do wykonywania zadań bojowych. Współcześnie od BSP wymaga się zdolności pokonywania odległości od kilkuset metrów do tysięcy kilometrów, natomiast czas samej misji może wynosić od kilkunastu do kilkudziesięciu godzin.

## PRZESZŁOŚĆ, TERAŹNIEJSZOŚĆ I PRZYSZŁOŚĆ

Rozwój bezzałogowych statków powietrznych przebiega bardzo dynamicznie. Stanowią one bowiem element nowoczesnego lotnictwa. Na podstawie analizy

literatury przedmiotu można przedstawić w dużym skrócie ich historię, obejmującą cztery okresy (rys.1). Początki tych platform sięgają przełomu XIX i XX wieku, kiedy to powstawały pierwsze projekty i przeprowadzono pierwsze eksperymenty z ich zastosowaniem. Czasy I i II wojny światowej to z kolei okres dynamicznego rozwoju załogowych statków powietrznych. Po wojnie BSP wykorzystywano głównie do zadań z dziedziny rozpoznania. Natomiast od 1960 roku trwa nieprzerwanie proces ciągłego ich udoskonalania.

W literaturze przedmiotu najczęściej źródłem definicji BSP jest *Słownik terminów i definicji NATO AAP-6* z pewną jednak modyfikacją, polegającą m.in. na wyeliminowaniu powszechnie używanego dotychczas terminu „drone”, wyjaśnianego jako samodzielny pojazd bezzałogowy, oraz wprowadzeniu pojęcia „remotely piloted aircraft”, oznaczającego sterowany zdalnie statek powietrzny. BSP można określić współcześnie jako: *bezzałogowy statek powietrzny kontrolowany i kierowany ze stanowiska zdalnego sterowania przez operatora odpowiednio przeszkolonego i certyfikowanego według standardów ustalonych dla pilotów załogowych statków powietrznych*<sup>2</sup>. Na uwagę zasługuje fakt, że w znowelizowanej wersji wspomnianego słownika z 2015 roku żadne korekty nie były już wprowadzane.

Obecnie bezzałogowe statki powietrzne są wykorzystywane nie tylko przez siły zbrojne, lecz także przez inne służby, strażę czy instytucje do realizacji zadań



Autor jest asystentem Zakładu Działań Wojsk Lądowych i Obrony Terytorialnej Instytutu Sztuki Operacyjnej i Taktyki na Wydziale Wojskowym Akademii Sztuki Wojennej.

1 Bezzałogowy statek powietrzny (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) – to statek powietrzny, który nie wymaga załogi obecnej na pokładzie, by wykonać lot; ponadto nie ma możliwości zabierania pasażerów; pilotowany jest zdalnie lub wykonuje lot autonomicznie.

2 AAP-6 NATO Glossary of Terms and Definitions, 2015, s. 24.

## RYS. 1. GENEZA BSP



Opracowanie własne na podstawie: J. Chojnacki, D. Pasek, *Historia wykorzystania bezałogowych statków powietrznych*, „Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego” 2017 nr 174–189.

## TABELA. PODZIAŁ BSP ZE WZGLĘDU NA MASĘ

Oznaczenie	Masa	Przykład BSP
Bardzo ciężki (super heavy)	> 2000 kg	RQ-4 Global Hawk
Ciężki (heavy)	200 – 2000 kg	A-160
Średni (medium)	50 – 200 kg	Raven
Lekki (light)	5 – 50 kg	RPO Midget
Bardzo lekki (micro)	< 5 kg	Dragon Eye

Opracowanie własne na podstawie: ATP-3.3.7. *Guidance for the training of unmanned aircraft systems (UAS) operators*, Edition B, Version 1, NATO Standardization Agency, 2014, s. 1–4.

## RYS. 2. WŁAŚCIWOŚCI MISJI WYKONYWANYCH PRZEZ BBSP



o charakterze niemilitarnym, np. do: robienia zdjęć lotniczych, przeprowadzania badań geodezyjnych, patrolowania rejonów, monitorowania obiektów, a nawet dystrybucji zamówionych produktów do miejsca docelowego. Nadal jednak to sfera militarna wyznacza kierunek ich ewolucji. Bezałogowe statki powietrzne są projektowane ze szczególnym uwzględnieniem czasu przebywania w powietrzu oraz przeznaczenia do wykonywania zadań w najbardziej ekstremalnych warunkach pogodowych i sytuacjach. Nieustannie są poddawane testom w ośrodkach badawczych pod kątem, co założono już w początkowej fazie ich opracowywania, m.in. niszczenia rakiet balistycznych lub innych BSP czy możliwości współpracy z platformami załogowymi.

Prace te są prowadzone równolegle na całym świecie, w tym przez firmy prywatne. Najlepsze, wyselekcjonowane jednostki zgodnie ze specyfikacją trafiają do sił zbrojnych. Projektowane platformy cechuje coraz wyższy poziom autonomiczności i wielce prawdopodobny wydaje się fakt, że w przyszłości będą w stanie samodzielnie podejmować decyzje o wyborze celu oraz destrukcyjnym oddziaływaniu.

Osiągnięte wyniki prowadzonych badań napawają optymizmem w kwestii użycia BSP w diametralnie różnych dziedzinach od początkowo zakładanej, czyli do prowadzenia rozpoznania.

Do zalet, którymi charakteryzują się platformy bezałogowe, możemy zaliczyć m.in.<sup>3</sup>:

- większą ogólną wydajność w porównaniu z samolotami załogowymi, co znacząco zmniejsza koszty prowadzonych operacji powietrznych;
- możliwość tworzenia tanich specjalistycznych platform zdolnych do wykonywania określonych zadań;
- brak ograniczeń w eksploatacji w trudnych warunkach pola walki związanych z ryzykiem ich zniszczenia;
- wysoką gotowość bojową i dużą mobilność.

Nie sposób nie wspomnieć o wadach systemów bezałogowych, zwłaszcza w odniesieniu do ich największych konkurentów. Zdaniem autora, są one jednak możliwe do wyeliminowania, przynajmniej częściowo, co zależy w dużej mierze od umiejętności samego operatora. Należą do nich<sup>4</sup>:

- kwestie związane z komunikacją, ratownictwem i lądowaniem, które nie zostały jeszcze do końca rozwiązane;
- poziom ich niezawodności, który jest nadal niższy w porównaniu do lotnictwa załogowego;
- brak międzynarodowych uregulowań prawnych w użytkowaniu przez nie przestrzeni powietrznej.

W literaturze przedmiotu dokonano wielu klasyfikacji i podziałów BSP, uwzględniając takie ich właściwości, jak: wielkość, zasięg czy długotrwałość lotu. Do najczęściej spotykanych należy podział z uwzględnieniem ich masy, zasięgu oraz przeznaczenia. Jednak to

3 Na podstawie: J. Karpowicz, K. Kozłowski, *Bezałogowe statki powietrzne i miniaturowe aparaty latające*, AON, Warszawa 2003.  
4 Ibidem.



ten pierwszy z wymienionych stał się wyznacznikiem pozostałych (tab.).

Bezzałogowe statki powietrzne wymienione w tabeli mogą przebywać w powietrzu od 1 do 36 godzin. Wartość tego parametru jest zazwyczaj wprost proporcjonalna do ich masy.

Głównym użytkownikiem platform bezzałogowych na świecie są bez wątpienia Stany Zjednoczone. Do najbardziej renomowanych BSP realizujących zadania rozpoznania na poziomie strategicznym należy niewątpliwie RQ-4 Global Hawk. Pod względem większości parametrów znacząco przewyższa konkurentów. Masa startowa platformy wynosi 14,5 t z możliwością wypełnienia jej ładunkiem około 1,5 t. Zadania może wykonywać przez około 36 godzin. Zainstalowane na jego pokładzie wyposażenie pozwala na prowadzenie rozpoznania punktowych obiektów (wysoka rozdzielczość obrazu) oraz przekazywania zgromadzonych danych w czasie zbliżonym do rzeczywistego<sup>5</sup>. Kolejną platformą, która zyskała uznanie użytkowników na całym świecie, jest Predator MQ-1 przeznaczony do prowadzenia rozpoznania oraz wykonywania uderzeń z wymaganą dokładnością. Natomiast zadania poziomu taktycznego w armii USA wykonuje platforma RQ-7 firmy AAI Corporation, która została wyposażona w kamerę podczerwieni, radar, urządzenie do oświetlenia celu oraz dalmierz laserowy.

Przedstawione platformy oraz ich wyposażenie uświadamiają, że bezapelacyjnym liderem w dziedzinie ich projektowania są Stany Zjednoczone, z uwzględnieniem zaszeregowania jednostek do poszczególnych kategorii. Warto jednak wskazać również Izrael z jego platformą, która osiągnęła najwyższy poziom specjalizacji w swojej dziedzinie, czyli BSP Heron. Przeznaczona jest do prowadzenia rozpoznania i obserwacji przez niezwykle długi czas. Może bowiem przebywać w powietrzu nawet do 45 godzin.

## PLATFORMY BOJOWE

Asymetryczność współczesnych konfliktów wymusza stosowanie narzędzi odpowiednich do skali i rodzaju zagrożeń, które występują w obszarze prowadzonych operacji. Dlatego też ostatnio ponownie coraz większym zainteresowaniem cieszą się bojowe bezzałogowe statki powietrzne (BBSP). Wyposażone w sztuczną inteligencję, przejęły część zadań wykonywanych przez samoloty załogowe. W literaturze przedmiotu znajdziemy opisy wielu prób z BBSP. Jednak, w ocenie autora, temat nie został jeszcze zamknięty w odniesieniu do realizowanych przez nie zadań czy uzbrojenia zainstalowanego na ich pokładzie. Sprawą bezdyskusyjną jest fakt, że przyszłe bojowe platformy powietrzne będą w jeszcze większym stopniu autonomiczne niż współczesne, przy podejmowaniu jednocześnie prób minimalizowania ich rozmiarów oraz dążeniu do całkowitego wyeliminowania operatora. Obecnie bojowe bezza-

łogowe statki powietrzne są wykorzystywane w misjach określanych często jako 4D<sup>6</sup> (rys. 2).

Pierwsze z wymienionych na rysunku 2 („dull”) to określenie odnoszące się do czasu realizacji zadań, zwykle monotonicznych i szczególnie wyczerpujących dla załóg statków powietrznych. Częściowe wyeliminowanie człowieka wpłynęło na wydłużenie czasu ich działania w terenie, w którym została użyta broń masowego rażenia. Ingerencja bowiem człowieka musiałaby zostać ograniczona do minimum. Z kolei określenie „dangerous” jest ściśle związane ze stopniem ryzyka występującego podczas wykonywania określonych zadań, gdy zagrożenie utratą życia przez personel lotniczy wydaje się być bardzo prawdopodobne. Ostatnie z wymienionych, czyli „deep”, oznacza zdolność działania w znacznej odległości od macierzystych lotnisk.

BBSP mogą również realizować zadania o charakterze nieśmiercionośnym, sprowadzające się przede wszystkim do wykorzystania systemów zakłócających, a ciągły postęp technologiczny zapewnia taką możliwość. Liczba bezzałogowych statków powietrznych będących w wyposażeniu poszczególnych armii świata sukcesywnie się zwiększa i jest to stała tendencja. Można więc przypuszczać, że w przyszłości będą stanowiły klucz do uzyskania panowania w powietrzu, nie eliminując jednak całkowicie samolotów załogowych.

\* \* \*

Bezzałogowe statki powietrzne stały się nieodzownym środkiem walki. W wielu armiach świata są nieodłącznym składnikiem systemów rozpoznawczych. W konfliktach asymetrycznych zaczęły odgrywać kluczową rolę w procesie planowania i monitorowania działań. Nie należy jednak zapominać o pozostałych możliwościach składających się na całe spektrum działań BSP w czasie konfliktów. Przykładem jest współdziałanie z systemami rażenia. Trzeba przy tym pamiętać, że BSP – bez względu na ich potencjalny rozwój – zawsze będą stanowić swoiste uzupełnienie i element wsparcia żołnierza (bez możliwości jego zastąpienia) oraz platform załogowych. Analizując ich obecne zdolności oraz tendencje rozwojowe poszczególnych klas, można zauważyć, że znalezienie rozwiązania pozwalającego na kooperację z innymi platformami jest tylko kwestią czasu. Prace konstrukcyjne nad innowacyjnymi zdolnościami BSP są prowadzone permanentnie w coraz większej liczbie ośrodków badawczo-rozwojowych na świecie. Testy realizowane przez poszczególne zespoły badawcze są źródłem nowych doświadczeń oraz podstawą wprowadzania kolejnych rozwiązań. Zasadne wydaje się zatem pytanie, czy sukces w postaci uzyskania przewagi w powietrzu może być odniesiony tylko z wykorzystaniem platform bezzałogowych. Uzyskanie na nie odpowiedzi wymaga, zdaniem autora, nie tyle uzbrajania ich w środki rażenia (w odniesieniu do BBSP), ile w ludzką cierpliwość. ■

5 D. Kompala, *RQ-4 Global Hawk w rozpoznaniu powietrznym*, „Zeszyty Naukowe AON” 2014 nr 3.

6 *Unnamed Aircraft System Roadmap 2005–2030*, Office of the Secretary of Defence, Waszyngton 2005, s. 2.



# Moda czy konieczność?

POŻĄDANE JEST, BY KAŻDY DOWÓDCA ZASŁUGIWAŁ NA MIANO PRZYWÓDCY POTRAFIĄCEGO KONTROLOWAĆ, PROWADZIĆ I NARZUCAĆ SWOJĄ WOLĘ INNYM.

ppłk mgr **Piotr Puchała**



Autor jest dowódcą batalionu zmotoryzowanego w 12 Brygadzie Zmechanizowanej.

W ostatnim czasie coraz więcej mówi się o tzw. *Mission Command*, zwanym dowodzeniem przez cele lub też zgodnie z ostatnim unormowaniem doktrynalnym *dowodzeniem przez misję*. Czy to jest swego rodzaju nowość w teorii i praktyce dowodzenia? Czy było i jest ono właściwie rozumiane i realizowane? Czy stosowanie tej metody dowodzenia ma zastosowanie tylko w działaniach bojowych, gdyż takie historyczne przykłady znamy choćby z działania szpicy kpt. MacMastera podczas wojny w Zatoce? Czy ta metoda także sprawdza się w działalności bieżącej lub w sferze administracyjnej? Jak ten termin jest umocowany doktrynalnie i jak wygląda szerszy kontekst tego pojęcia, wreszcie – jak w Siłach Zbrojnych RP powinno się rozwijać umiejętność użycia tej metody? Na te pytania postaram się odpowiedzieć w prezentowanej publikacji.

## ISTOTA POJĘCIA

Nie odnosząc się zbyt szczegółowo do historii, trzeba przypomnieć, że termin *Mission Command* był wdrażany i rozwijany w siłach zbrojnych USA po II wojnie światowej. Jego prawdziwych korzeni należy jednak doszukiwać się w rozwoju pruskiej myśli wojskowej, będącej wynikiem klęsk w wojnach napoleońskich. Za jego twórcę uważa się pruskiego generała i późniejszego feldmarszałka Helmuta von Moltke. To za jego sprawą około roku 1888 w ówczesnym regulaminie zawarto termin *Auftragstaktik*, podkreślający wyzwalanie inicjatywy u podwładnych przez da-

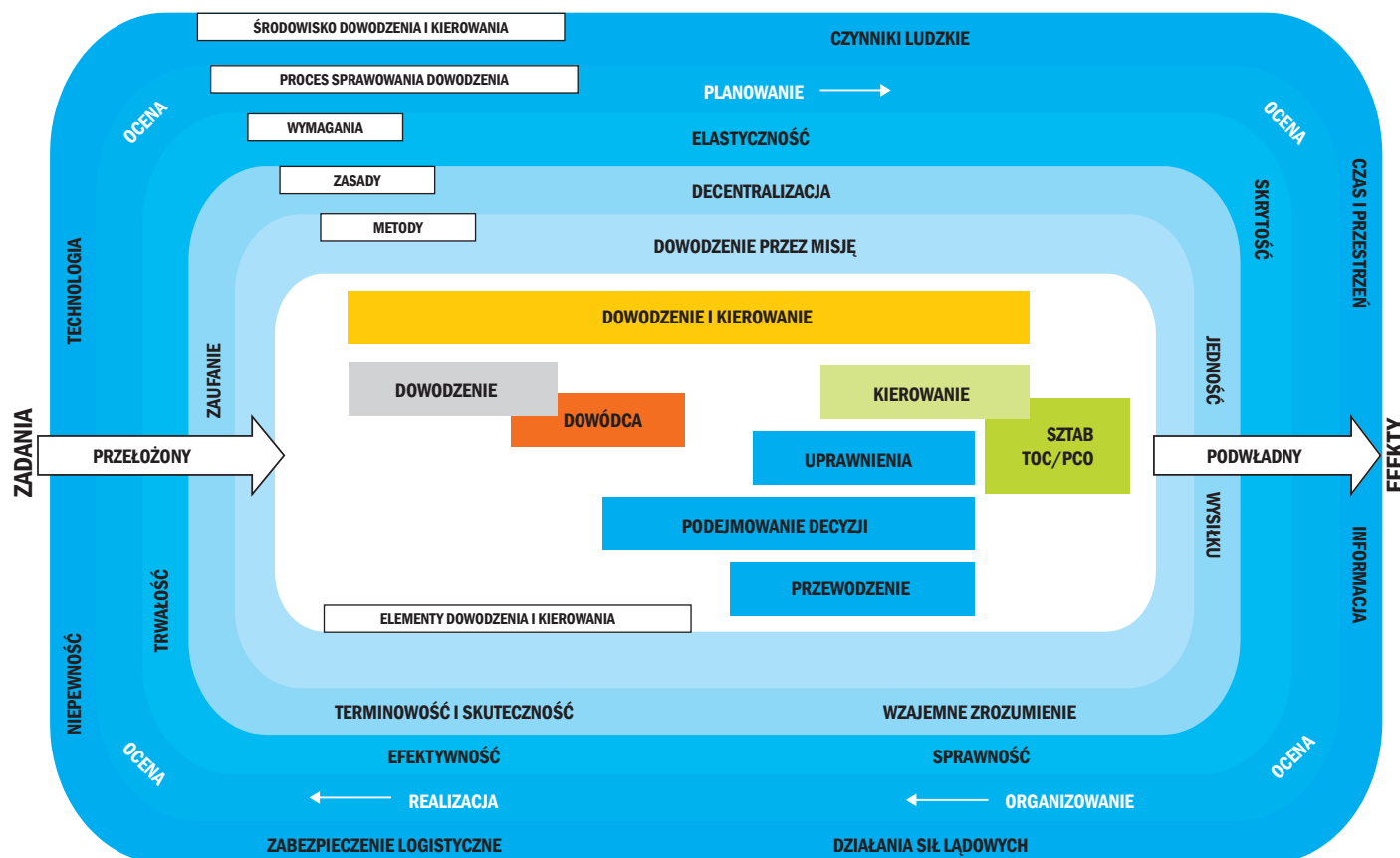
wanie im swobody działania. Okazało się, że podczas działań bojowych w obu wojnach światowych dzięki świadomemu stosowaniu tej metody osiągnano wyjątkowe sukcesy.

W NATO niektóre państwa członkowskie stosują własne rozwiązania doktrynalne podkreślające znaczenie tej metody dowodzenia. Co więcej, była ona i jest nadal obecna w dokumentach sojuszniczych ratyfikowanych przez nasz kraj. Dziś, w najnowszej sojuszniczej doktrynie *ATP-3.2.2(B) Command and Control of Allied Land Forces* oraz we wdrożonym jej narodowym odpowiedniku, *DT-3.2.2(B) Dowodzenie i kierowanie w działaniach lądowych*, znajdujemy wiele niezbędnych zapisów pozwalających na lepsze zrozumienie tego pojęcia.

Przytaczając definicję wynikającą z zapisów doktrynalnych, zarówno dowódcy i sztaby, jak i przełożeni w stosunku do podwładnych, czy to w działalności administracyjnej, czy w działaniach bojowych powinni stosować dwie metody dowodzenia. Dowodzenie przez misję (*Mission Command*), skoncentrowane na celu działań, a nie na sposobie jego osiągnięcia. *Kładzie się w nim nacisk na terminowe podejmowanie decyzji, zrozumienie zamiaru dowódcy oraz sprecyzowanie zadań podwładnym, polega też na zdecentralizowanym realizowaniu zadania i na podejmowaniu przez podwładnych własnej inicjatywy*<sup>1</sup>. W szczególności metoda ta sprawdza się podczas rozwiązywania problemów, planowania i realizacji zadań, zwłaszcza w sytuacji niepewności oraz zmienności otoczenia.

1. *Dowodzenie i kierowanie w działaniach lądowych DT-3.2.2B*, DGRSZ Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych, Bydgoszcz 2018, s. 2–15.

## RYS. 1. ISTOTA DOWODZENIA I KIEROWANIA



Opracowanie własne na podstawie DT-3.2.2B.

Kolejną metodą jest dowodzenie przez instruowanie (*Detailed Command*). Jej istotą jest narzucenie przez dowódcę dyscypliny wykonawczej i szczegółowe organizowanie współdziałania podległych mu elementów, co ogranicza inicjatywę podległych dowódców. Dowodzenie przez instruowanie jest stosowane przez dowódcę głównie w sytuacjach znacznych ograniczeń czasowych<sup>2</sup>. Należy nim operować przede wszystkim wtedy, kiedy wydawane rozkazy opierają się na wiarygodnych informacjach dotyczących prowadzonych działań.

Z analizy przytoczonych definicji metod dowodzenia możemy stwierdzić, że różnice w ich stosowaniu są zauważalne przy stawianiu zadań czy formułowaniu rozkazów, zwłaszcza tych pisemnych. Trudno bowiem stwierdzić, czy jako przełożony dałem wystarczająco dużo swobody podwładnemu, czy też narzucone ograniczenia spowodują niemożność wykorzystania kreatywności podwładnych. Najprościej posłużyć się zasadą „5xW”, czyli stawiając precyzyjnie zadanie, obowiązku powinniśmy zawrzeć: w jakim celu (Why?), kto (Who?), co (What?), kiedy (When?), gdzie

(Where?) – wtedy mamy najpełniejsze wyrażenie metody dowodzenia przez misję, nie narzucamy bowiem „jak” (How?) podwładny ma wykonać otrzymane zadanie. Należy tu również podkreślić jasno sprecyzowany cel działania, który jest zarazem pożądanym stanem końcowym (efektem). Dlatego gdybyśmy dodatkowo określili, jak podwładny ma wykonać dane zadanie, przybliżymy się do metody dowodzenia przez instruowanie.

Z całą pewnością wspomniane metody dowodzenia trzeba umiejscowić w szerszym kontekście problematyki dowodzenia i kierowania. Podejmując zatem tę kwestię w sposób holistyczny, należy dostrzec, że metody dowodzenia zawierają się niejako w całym zbiorze składowych filozofii dowodzenia i kierowania (rys. 1), dlatego też są nierozłączne od pozostałych, co więcej – powinny być stosowane nie w zależności od preferencji czy zdolności danego lidera, lecz w świadomy i celowy sposób w zależności od wymogów sytuacji. Choć tematem tego artykułu nie jest problematyka związana z dowodzeniem i kierowaniem<sup>3</sup>, to w skrócie należy

<sup>2</sup> Ibidem, s. 2-14.

<sup>3</sup> Command and Control (dowodzenie i kierowanie, często mylnie tłumaczone jako dowodzenie i kontrola).

przedstawić, z jakimi istotnymi częściami przedmiotowe zagadnienie wchodzi najbardziej w bezpośrednią zależność.

Dobór właściwej metody oraz jej poziom jakościowy zależą od dowódców, szefów, przełożonych, tj. liderów, to oni bowiem przez swoje wytyczne i indywidualne właściwości płynące wprost z przywództwa wojskowego kształtują cały system dowodzenia i kontroli oraz nadają mu określony ton i charakter. Ale nie jest to zależność ograniczona jedynie do samych osób funkcyjnych dysponujących prawem do wydawania rozkazów czy poleceń. Należy podkreślić rolę sztabów, komórek funkcjonalnych i zespołów jako części składowych systemu C2, w zakresie których dysponują one uprawnieniami odnoszającymi się do *kierowania*. W skrócie *dowodzenie* jest kompetencją dowódcy, a *kierowanie* – sztabu lub danej komórki funkcjonalnej o specyficznych uprawnieniach, np. Połączonego Centrum Operacyjnego<sup>4</sup>. Zatem „właściciele” systemu C2, czyli dowódcy i ich sztaby, powinni dysponować świadomością, jaką metodę i w jakich proporcjach użyć w danej sytuacji i w jakim „miejscu” procesu sprawowania dowodzenia. Jednak należy pamiętać, że odpowiedzialność za wykonanie zadania, będącą efektem także *kierowania*, spoczywa zawsze na dowódcy, a nie przykładowo na szefie sztabu czy PCO.

Kolejną częścią, niezwykle istotnie wpływającą na jakość stosowanych metod, jest *przewodzenie*. Nie należy rozumieć go, jak już wspomniano, jako domenę wyłącznie osób na stanowiskach dowódcy. Leży ono w kompetencji każdego szefa, przełożonego, kierownika, dyrektora instytucji, a więc również pracowników resortu obrony narodowej. Dlatego podział kompetencji między te uprawnienia, zarezerwowane tylko dla dowódcy, a rutynowe, cykliczne przedsięwzięcia wynikające z przyjętych procedur muszą być jasne i zrozumiałe dla wszystkich zainteresowanych. Najwłaściwszym narzędziem do tego celu są *wymagania dowódcy w zakresie zasadniczych informacji* (Commanders Critical Information Requirements – CCIR), gdzie uporządkowuje się właśnie kompetencje wynikające z charakteru zadania bądź specyfiki danego dowództwa. Oczywiście aspekt prawny ma tu znaczenie nadrzędne, podobnie odpowiedzialność jednoosobowa, której nie trzeba każdorazowo określać. Dlatego też im więcej uprawnień do rutynowych, powtarzających się czynności związanych z formułowaniem rozkazów będzie posiadał sztab, tym bardziej dowódca musi się skupić na najważniejszych decyzjach, tzw. punktach decyzyjnych, które są istotnymi miejscami podczas realizacji otrzymanego zadania. Zauważamy tu więc współzależność i wpływ dwóch czynników, tj. uprawnień i podejmowania decyzji, które dotyczą jakości poszczególnych metod dowodzenia.

4 TOC/JOC – Tactical Operational Center/Joint Operational Center.  
5 STANAG 2014.

Choć przywództwo (Leadership) to temat na osobny artykuł, to jego jakość bezpośrednio wpływa na metody dowodzenia, a w szczególności na metodę dowodzenia przez misję, która bezwzględnie wymaga energicznych, świadomych i inspirujących przełożonych. Potrzeba zatem liderów o takich elementarnych jakościowo i właściwych cechach, jak m.in.: demonstrowana sprawność fizyczna, pozytywne nastawienie, wiedza merytoryczna, działanie przez przykład osobisty, konsekwencja, komunikatywność, dążenie do sukcesu, wizja i charyzma.

## DOŚWIADCZENIA

Jak wynika z codziennej działalności służbowej, proporcje w stosowaniu poszczególnych metod dowodzenia mogą zależeć nie tylko od „rozkazodawców”, lecz też od „rozkazobiorców”, a więc od poziomu dowodzenia. Ma to znaczenie nie tylko w zależności od poziomu merytorycznego przygotowania udziałowców tego procesu, lecz również od skomplikowania struktur i zadań stojących przed danym dowództwem (sztabem). Można zrobić proste założenie, że im bardziej skomplikowana i złożona struktura, tym większy odsetek stosowania metody dowodzenia przez misję, co zilustrowano na rys. 2 i 3, prezentując jej zastosowanie w trakcie działań bojowych i bieżącej tzw. działalności garnizonowej.

Interesująca może się wydawać różnica w pojmowaniu metod dowodzenia w analogii do *Instrukcji kierowania ogniem pododdziałów zmechanizowanych i czotgów w walce*, gdzie dowódca, który stawia zadanie ogniowe, nie określa „jak” podwładny ma zniszczyć cel, natomiast przy komendzie ogniowej podaje wszystkie niezbędne nastawy do rażenia celu. Mamy tu więc w bardzo dużym uproszczeniu przykłady metod dowodzenia przez cele i instruowanie już na szczeblu drużyny w walce. Z kolei wyraźnie powinno się przedstawiać dawanie braku swobody doboru środków czy inicjatywy w zakresie przestrzegania dyscypliny przez żołnierza, gdzie wiadomo, jak ma się postępować i jest to bezdyskusyjne.

W odniesieniu do działań bojowych zasadniczym sposobem budowania rozkazu, zwłaszcza bojowego<sup>5</sup>, jest *Mission type order*, czyli w samej istocie zawierający obligatoryjnie element metody dowodzenia przez misję – przez konstrukt *myśli przewodniej i pożądanego stanu końcowego*. I choć to nie jest żadne *novum*, to trzeba pamiętać, że jest to doktrynalny mechanizm zabezpieczający przed nagłą zmianą sytuacji na polu walki, by stosować metodę przez misję dla dobra wykonania zadania. Natomiast należy dostrzec fakt, że to w zadaniach dla podwładnych (pkt 3 rozkazu bojowego) czy wytycznych koordynujących lub elementach dowodzenia i koordynacji działań (Control Measures – EDKD) znajduje się obszar mnewrowania stopniem stosowanej metody dowodze-



## RYS. 2. OBRAZOWE PROPORCJE STOSOWANIA METOD DOWODZENIA W DZIAŁANIACH BOJOWYCH

Rodzaj działań	Działania obronne		Działania zaczepne		Działania pośrednie		Działania stabilizacyjne	
<b>Szczebel</b>								
Dywizja	10%	90%	10%	90%	20%	80%	10%	90%
Brygada	20%	80%	20%	80%	30%	70%	10%	90%
Batalion	30%	70%	30%	70%	40%	60%	10%	90%
Kompania	50%	50%	50%	50%	50%	50%	20%	80%
Pluton	70%	30%	70%	30%	60%	40%	60%	40%
Drużyna	90%	10%	90%	10%	70%	30%	70%	30%

■ Dowodzenie przez instruowanie
 ■ Dowodzenie przez misję

## RYS. 3. OBRAZOWE PROPORCJE STOSOWANIA METOD DOWODZENIA W DZIAŁALNOŚCI BIEŻĄCEJ

Rodzaj działań	Dyscyplina i motywowanie		Eksploatacja i utrzymanie sprawności SpW		Szkolenie		Administracja i zarządzanie	
<b>Szczebel</b>								
Dywizja	10%	90%	20%	80%	20%	80%	20%	80%
Brygada	20%	80%	20%	80%	20%	80%	30%	70%
Batalion	30%	70%	20%	80%	20%	80%	40%	60%
Kompania	50%	50%	30%	70%	50%	50%	70%	30%
Pluton	80%	20%	40%	60%	80%	20%	80%	20%
Drużyna	100%		50%	50%	100%		100%	

■ Dowodzenie przez instruowanie
 ■ Dowodzenie przez misję

Opracowanie własne (2).

nia. Z zasady – im bardziej szczegółowe dyrektywy, tym mniej swobody dla podwładnych. Dlatego też niezwykle trudno określić, jaka metoda przeważa w samym rozkazie, a mniej świadomi tego podwładni mogą zbyt literalnie trzymać się szczegółowych wytycznych, czym mogą zagrozić wykonaniu zadania i osiągnięciu pożądanego stanu końcowego, jeśli warunki otoczenia diametralnie się zmieniają. Czy zatem kontrolowana niesubordynacja sprzyja lepszymu wykonaniu zadania? A może, gdy uda się je wykonać, operując się na inicjatywie i pomysłowości, nie osądza się, tylko chwali dowódców, którzy nie wykonali dokładnie rozkazu. Z kolei w wypadku porażki

doszukuje się niedbałości czy braku kompetencji. Niewątpliwie tak jest.

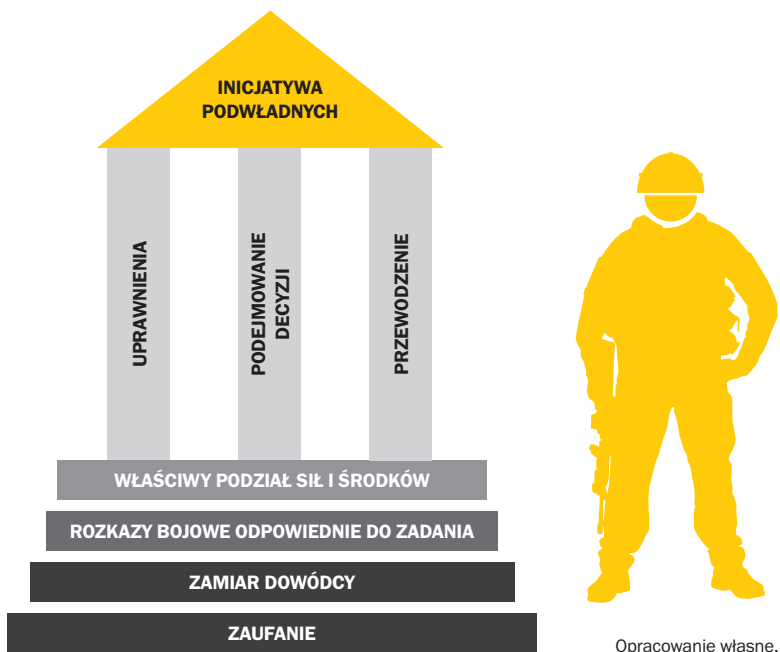
### CO TRZEBA POPRAWIĆ?

Jak wykazują najnowsze doświadczenia, możemy obserwować liczne ograniczenia czy nawet niechęć odnoszące się do stosowania metody dowodzenia przez misję. Gdy najbardziej optymalna do zastosowania w danej sytuacji wydaje się być właśnie ona, dzieje się całkiem odwrotnie. Generalnie są trzy możliwe przyczyny takiego stanu rzeczy<sup>6</sup>, czyli:

– dyskomfort przełożonych związany z utratą kontroli nad sytuacją;

6 L.B. Brender, *The Problem of Mission Command, The Strategy Bridge*, 1 September 2016, NTC.

## RYS. 4. ARCHITEKTURA DOWODZENIA PRZEZ MISJĘ



- obawa podwładnych przed popełnieniem błędu;
- niepokój liderów związany z ryzykowaniem swojej kariery.

Co jest nad wyraz interesujące, okazuje się, że w większości przypadków podwładnym jest wygodniej otrzymać szczegółowe wytyczne, gdyż wtedy zmniejsza się stopień ich odpowiedzialności za możliwe popełnione błędy, niekoniecznie z ich winy, ale przecież przełożony ocenia efekt końcowy. Jak destrukcyjne może być to zachowawcze działanie podwładnych, przekonało się wielu dowódców, czy to w działaniach bojowych, czy w działalności szkoleniowej i bieżącej, jeśli zadanie nie zostało wykonane właściwie. Z kolei, aby podwładni nabrali odwagi do wzięcia odpowiedzialności za delegowane uprawnienia, potrzeba jest niejednokrotnie jasnych komunikatów i odpowiedniej motywacji płynącej od przełożonych (rys. 4).

Czym zatem liderzy powinni się kierować, aby upowszechnić świadomość podwładnych? Z całą pewnością, stosując właściwe, niebudzące wątpliwości co do intencji komunikacyjnych przekazy, muszą inspirować podwładnych do pomysłowości, wybaczać drobne potknięcia niewynikające z intencjonalnego działania, stwarzać przyjazną atmosferę służby i budować trwałe zespoły ludzkie, kształtując wysokie morale.

7 ADP 6.0 *Mission Command*, s. 3.

8 DT-3.2.2(B), s. 2–15.

9 Ibidem, s. 3-39.

Niewątpliwie istnieje potrzeba ciągłego uświadamiania wszystkim żołnierzom konieczności stosowania metody dowodzenia przez misję. Tymczasem, korzystając z rozwiązań doktrynalnych amerykańskich sił zbrojnych, należy zwrócić uwagę na sześć najważniejszych zasad, które powinny przyświecać właściwemu rozumieniu i stosowaniu tej metody<sup>7</sup>. Są to:

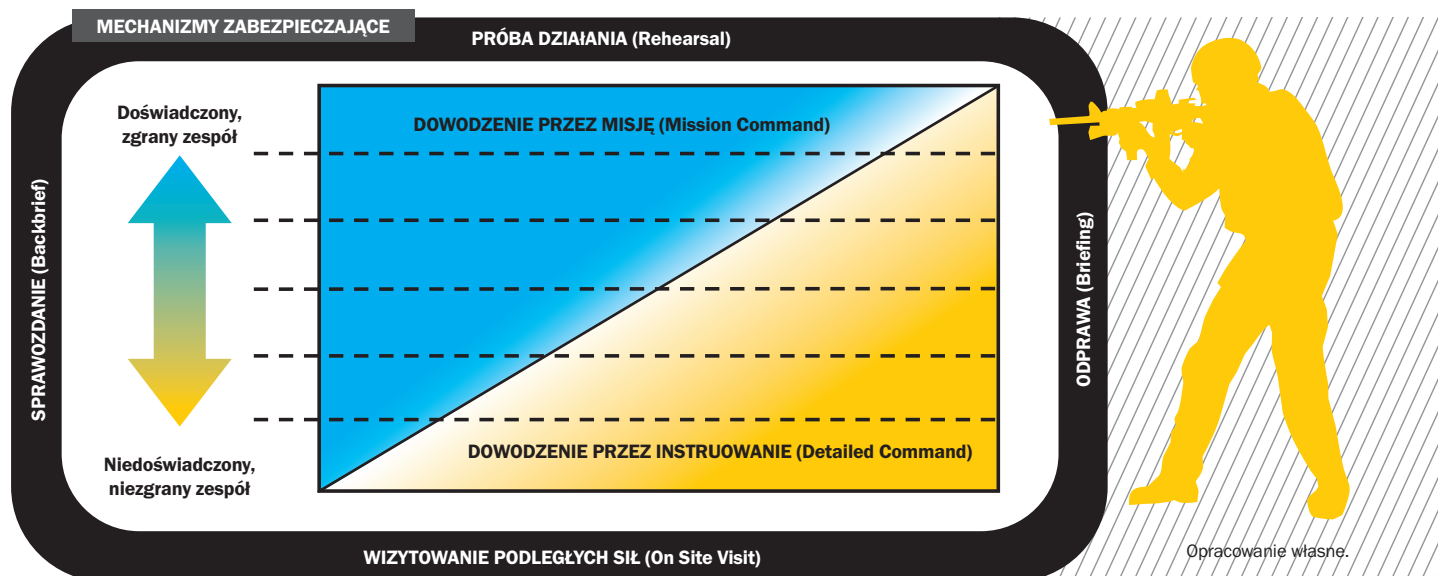
- buduj spójny zespół oparty na zaufaniu,
- twórz wzajemne zrozumienie,
- przedstawiaj jasny zamiar działania,
- określaj ramy przejawiania inicjatywy,
- używaj metody dowodzenia przez cele, a nie przez instruowanie,
- akceptuj racjonalny poziom ryzyka.

Jak dowiadujemy się z dokumentu *DT-3.2.2(B)*, dowodzenie przez misję jest oparte na czterech składowych: *zamiarze dowódcy* – gdzie m.in. jest wyartykułowana myśl przewodnia, będąca najważniejszym i niepomijalnym elementem; *inicjatywie podwładnych*, która niejako jest pasem transmisyjnym łączącym pomysłowość z efektem; *rozkazach bojowych odpowiednich do danego zadania oraz podziale sił i środków* dostosowanym do otrzymanego zadania, a nie odwrotnie<sup>8</sup>. Jednak z całą pewnością główny hamulec świadomego stosowania metody dowodzenia przez misję to brak zaufania przełożonych w stosunku do podwładnych i obawa, że nie poradzą sobie dostatecznie dobrze, ale i odwrotnie, brak zaufania podwładnych do przełożonych i obawa, że w razie niepowodzenia zostaną zbyt surowo osądzeni. Dlatego też zaufanie jest najważniejszym fundamentem tego podejścia.

Istnieje niewątpliwa potrzeba doskonalenia dowództw i sztabów pod względem podnoszenia świadomości nadrzędności metody dowodzenia przez misję nad metodą dowodzenia przez instruowanie, zwłaszcza w niepewnym środowisku i dynamicznie zmieniającej się sytuacji. Z kolei nie należy też deprecjonować drugiej metody, kiedy w określonych sytuacjach mogą wystąpić takie okoliczności, gdzie stosowanie metody przez cele będzie niemożliwe fizycznie, choć do nich adekwatne. Może to mieć miejsce w wypadku niezgranych, niewyszkolonych dowództw i sztabów, np. podczas mobilizacyjnego rozwinięcia czy formowania nowych jednostek lub współdziałania sojuszniczego (rys. 5). Dlatego mając taką świadomość, należy zminimalizować takie ryzyko, a priorytetem objąć kształcenie i przygotowanie intelektualne rezerw osobowych dowódców i personelu sztabów jednostek nowo formowanych.

Aby ustrzec się przed niezrozumieniem lub błędami przy stosowaniu obu metod dowodzenia, trzeba stosować mechanizmy zabezpieczające, wykorzystując świadomie dostępne narzędzia dowodzenia, takie jak<sup>9</sup>: odprawy (briefings), sprawozdania (backbriefs),

## RYS. 5. KRYTERIA STOSOWANIA METOD DOWODZENIA



próby realizacji zadania<sup>10</sup> (rehearsal), rekonesans grup kierowniczych (leader's reconnaissance), wizytowanie podległych sił (on-site visit), właściwie zbudowany zamiar dowódcy (commander's intent), omówienie po wykonaniu zadania (after action review) oraz merytoryczne wytyczne dowódcy (commander's guidance).

### PRZESŁANIE

Jak wynika z przykładów bojowych, doświadczeń z ćwiczeń i treningów oraz działalności bieżącej, stosowanie konkretnej metody dowodzenia musi być uzależnione zarówno od stopnia przygotowania personelu, jak i zasadności jej użycia w stosunku do adekwatnej sytuacji, spowodowanej zastanym środowiskiem i stopniem skomplikowania zadania. We współczesnym środowisku bezpieczeństwa, niezależnie od poziomu dowodzenia i charakteru działań, metoda dowodzenia przez misję jako nadrzędna sprawdza się i należy ją stosować. Jednak trzeba pamiętać, że nie będzie ona adekwatna zawsze i na każdym szczeblu dowodzenia. Co więcej, jedna metoda nie wyklucza drugiej, a ich wzajemne proporcje powinny się różnić w zależności od rzetelności oceny sytuacji. Z rozmów oficerów i podoficerów na ten temat zarówno z jednostek liniowych, ośrodków szkolenia, jak i instytucji wynika, że w dalszym ciągu nie ma pewności co do jasnego zrozumienia praktycznego stosowania omawianych metod. Pociąga to potrzebę upowszechniania wiedzy o tym zagadnieniu.

Metody dowodzenia należy umiejętnie i świadomie dobierać, rozwijać gotowość do podejmowania inicjatywy w działaniu i akceptacji ryzyka możliwości popełnienia błędów czy potencjalnych trudności niemożliwych do przewidzenia ze względu na zbyt mało lub zbyt dużo informacji. Tylko świadomy i wyedukowany personel jest w stanie sprostać wymogom współczesnego, dynamicznie zmieniającego się środowiska walki. A podnosząc morale i budując spójność zespołu, należy wzmacniać wzajemne zaufanie, dając niezbędną platformę do *Mission Command*. W związku z tym w każdym ćwiczeniu lub treningu dowódcy – kierownicy ćwiczeń powinni zwracać szczególną uwagę na przeanalizowanie tej problematyki. Należałoby również programować zagadnienia szkoleniowe związane z trenowaniem przejmowania kontrolowanej inicjatywy, przez co zachęcać podwładnych do rozwijania kreatywności i pomysłowości. Wreszcie należy dążyć do tego, by wszystkie wytyczne, rozkazy administracyjne, szkoleniowe do wykonania określonych przedsięwzięć miały charakter tzw. *Mission-type-order*, czyli zawierały myśl przewodnią uprawnionego dowódcy czy szefa. W ten sposób osiągnięte dwa pozytywnie wpływające na system dowodzenia efekty – wzmocni się praktyczne stosowanie metody dowodzenia przez misję na co dzień, a także zwiększy się odpowiedzialność i merytoryczne wymagania co do samych dowódców, których obowiązkiem jest osobiście autoryzować zapisy myśli przewodniej. ■

<sup>10</sup> Dawniej stosowany termin według DD-3.2.5 to *synchronizacja* (jako odprawa koordynująca wysiłki wojsk w czasie i przestrzeni), czego nie należy mylić z synchronizacją działań jako procesem ciągłym.

# Taktyczna łączność radiowa

ŚRODKI RADIOWE NAJWAŻNIEJSZĄ ROLĘ ODGRYWAJĄ W SYSTEMIE ŁĄCZNOŚCI NA POZIOMIE TAKTYCZNYM.

kmr por. mgr inż. **Wiesław Jabłoński**



Autor jest szefem Wydziału Monitoringu w Centrum Wsparcia Systemów Dowodzenia Dowództwa Generalnego Rodzajów Sił Zbrojnych.

**D**ynamiczny rozwój środków walki powoduje, że warunki prowadzenia działań taktycznych są coraz bardziej złożone i aby im sprostać, nieodzowna staje się automatyzacja procesów, w tym przede wszystkim procesu dowodzenia. Takie podejście sprawia, że łączność radiowa zyskuje na znaczeniu, gdyż czynnikiem decydującym o przetrwaniu na polu walki i uzyskaniu powodzenia jest manewr. Uwzględniając kryterium znaczenia i charakteru, działania taktyczne można podzielić na: zasadnicze, asymetryczne i przygotowawcze (rys.).

## GENERALIA

Na wstępie celowe jest przypomnienie poziomów działań zbrojnych:

– pierwszy – *strategiczny*, polega na określaniu i osiąganiu ogólnych i długofalowych celów państw, sojuszu lub koalicji. Są one odzwierciedlone w koncepcji strategicznej, precyzującej zadania oraz sposoby wykorzystania środków politycznych, ekonomicznych, wojskowych, psychologicznych i innych. Na szczeblu państwa ustala się: wojskowe cele strategiczne i cele kampanii, których osiągnięcie zapewni uzyskanie pożądanego stanu końcowego; polityczne, finansowe lub prawne ograniczenia użycia wojsk oraz zasady ich wykorzystania; przydział (rozmieszczenie) niezbędnych sił i środków oraz ogólną organizację dowodzenia;

– drugi – *operacyjny*, na którym dochodzi do przetransformowania celów strategicznych w zadania militarne (koncepcję operacji) oraz do zapewnienia ich osiągnięcia dzięki taktycznemu użyciu wojsk,

czyli zorganizowaniu operacji i ich przeprowadzeniu. Działania operacyjne nie są związane z określonym poziomem dowodzenia, choć w znacznej mierze zależą od wielkości i charakteru użytych sił i środków niezbędnych do osiągnięcia założonych celów. Prowadzi się je z reguły na dużych obszarach geograficznych i najczęściej z wykorzystaniem różnych rodzajów sił zbrojnych w układzie narodowym, sojuszniczym lub koalicyjnym;

– trzeci – *taktyczny*, czyli poziom, na którym prowadzi się działania taktyczne, w tym bojowe, kryzysowe i stabilizacyjne, zmierzające do osiągnięcia celu taktycznego lub operacyjnego. Działania taktyczne to wszelkie działania wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej na polu walki<sup>1</sup>.

## ZAWIŁOŚCI ŁĄCZNOŚCI RADIOWEJ

Od czasu I wojny światowej środki radiowe były wykorzystywane dość powszechnie, a uzyskane doświadczenia w trakcie ich eksploatacji potwierdziły wiele zasadniczych ich zalet. Można do nich między innymi zaliczyć możliwość organizacji i eksploatacji łączności w terenie: niedostępnym lub trudno dostępnym (np. pasma górskie, duże obszary leśne, podmokłe i bagienne); zajęтым i kontrolowanym przez przeciwnika oraz na obszarze intensywnych walk, gdzie oddziaływanie ogniowe przeciwnika oraz zmiana położenia wojsk własnych i przeciwnika uniemożliwiają budowę i eksploatację łączności przewodowej, a także na obszarze wystąpienia klęsk żywiołowych, katastrof naturalnych lub ekstremalnych zjawisk pogodowych, niepozwalają-

<sup>1</sup> Regulamin działań Wojsk Lądowych, DWLąd Wewn. 115/2008, Warszawa 2008, s. 12.

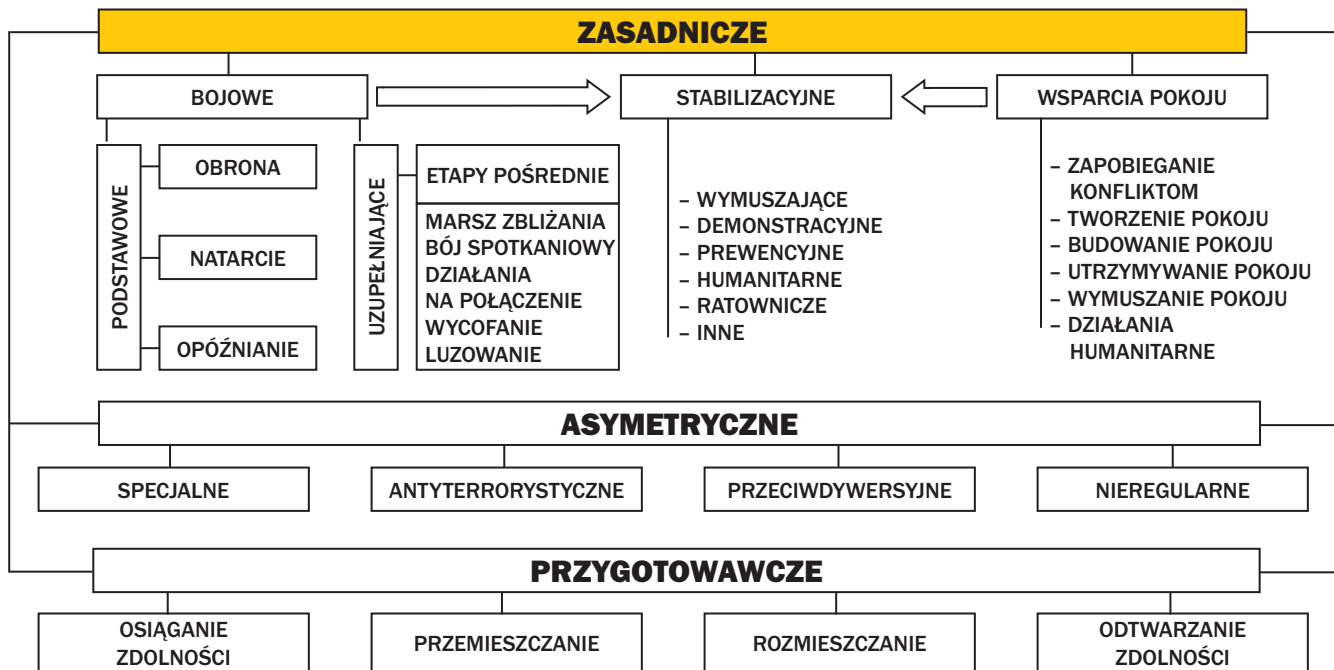


## SZKOLENIE

Środki radiowe w systemie łączności na poziomie taktycznym służą do: zapewnienia dowodzenia wojskami, kierowania środkami rażenia, a także do współdziałania oraz powiadamiania.

MICHAŁ KWIRANT/LITPOLUKRBRIG

# RYS. PODZIAŁ DZIAŁAŃ TAKTYCZNYCH



Źródło: Regulamin działań Wojsk Lądowych, Warszawa 2008, s. 14.

cych na budowę i eksploatację systemów łączności przewodowej.

Pozytywne cechy środków radiowych wiążą się także z możliwością organizacji i eksploatacji łączności w odniesieniu do wojsk walczących w okrężeniu lub prowadzących działania rajdowe oraz pododdziałów wykonujących zadania rozpoznawcze i patrolowe. Pozwalają również na utrzymywanie łączności z: agentami wywiadu lub agencjami rządowymi wykonującymi zadania na obszarze opanowanym oraz kontrolowanym przez przeciwnika; korespondentami, których miejsce nie jest znane lub trudne do dokładnego określenia, oraz na jednoczesne przekazywanie informacji dla wielu odbiorców (korespondentów). Zaletą ich jest także to, że nie wymagają budowy złożonej infrastruktury przewodowej, na której przygotowanie potrzeba zarówno znacznej ilości czasu, jak i znacznych zasobów sprzętu i żołnierzy.

Bardzo krótki w stosunku do innych systemów jest także czas niezbędny do zorganizowania i zestawienia łączności, nieosiągalny dla innych rodzajów środków łączności. Łatwo można też wprowadzać zmiany w konfiguracji działającego systemu łączności oraz adaptować go do dynamicznie zmieniających się warunków, co jest nieosiągalne dla innych środków łączności, np. przewodowych czy pocztowych. Środki te pozwalają również na utrzymanie

łączności w ruchu i na postoju z obiektami naziemnymi, powietrznymi, nawodnymi i podwodnymi.

Biorąc pod uwagę przedstawione zalety, nasuwa się wniosek, że właściwie i zgodnie z wymogami zorganizowana łączność radiowa stanowi optymalne rozwiązanie dla sił zbrojnych. Niestety, ten rodzaj komunikacji ma również pewne wady. Zaliczamy do nich możliwość:

- przechwycenia informacji oraz prowadzenia dezinformacji i zakłóceń radioelektronicznych przez przeciwnika;
- namierzenia pracującej radiostacji, a tym samym określenia miejsca, z którego jest prowadzona korespondencja, np. stanowisk dowodzenia;
- zakłóceń ze strony własnych środków radiowych oraz walki radioelektronicznej.

Wpływ negatywnych czynników na eksploatację systemów łączności radiowej można ograniczyć lub je efektywnie zredukować. Podstawą jest przestrzeganie przepisów korespondencji radiowej, ale o tym żołnierzom nie trzeba przypominać. Warto mieć na uwadze, że ujemne skutki przechwycenia informacji i prowadzenia dezinformacji przez przeciwnika można zredukować. Stosuje się do tego między innymi:

- ręczne środki utajniające, do których zalicza się: tabele kodowe, tabele rozmównicze i sygnałowe, kody map oraz terenu, a także jego szkice;



- umówione sygnały dowodzenia;
- ręczne metody szyfrowania wiadomości;
- urządzenia szyfrujące wiadomości i dane oraz utajniające korespondencję.

Wymienione rozwiązania ewoluowały i rozwijały się wraz z rozwojem systemów łączności radiowej. Ręczne środki utajniające były wprowadzone jako pierwsze wraz z pojawieniem się środków radiowych. Stosowane są one do dzisiaj na najniższych szczeblach dowodzenia do ochrony informacji o niskiej klauzuli ważności.

Urządzenia szyfrujące konstruowano już w latach dwudziestych XX wieku i intensywnie wówczas je eksploatowano. Najbardziej znaną konstrukcją z okresu przed II wojną światową i użytkowaną w czasie jej trwania była niemiecka Enigma.

Najnowsze rozwiązania urządzeń szyfrujących zapewniają wymagany poziom bezpieczeństwa i są powszechnie eksploatowane na wszystkich poziomach dowodzenia. Obecnie najczęściej praktycznych implementacji mają systemy radiowe z pseudolosowymi przeskokami częstotliwości, określane potocznie jako tryb pracy ze zmieniającą się częstotliwością roboczą (Frequency Hopping – FH).

Aby uniknąć zakłóceń radioelektronicznych, które może zastosować przeciwnik, realizuje się wiele przedsięwzięć, takich jak np.:

- manewr częstotliwością i mocą emitowanych sygnałów radiowych;
- wykorzystanie odpowiedniego systemu antenowego i ukształtowania terenu do rozwinięcia środków radiowych, z uwzględnieniem właściwości terenu utrudniających efektywne zakłócanie;
- odpowiednia lokalizacja i sposoby niszczenia urządzeń zakłócających.

Przeciwnikowi można utrudnić namierzenie pracującej radiostacji: manewrując częstotliwością emitowanych sygnałów radiowych; prowadząc emisję radiową na minimalnej mocy zapewniającej wymagany poziom jakości utrzymywanej relacji radiowej; ograniczając czas trwania emitowanych sygnałów radiowych; rozśrodkowując nadajniki w terenie z uwzględnieniem jego właściwości utrudniających wykrycie emisji oraz zakładając pracę nadajników w czasie krótkich postojów lub w ruchu.

Elektromagnetyczna kompatybilność współmiejscowa zajmuje się problematyką możliwych zakłóceń ze strony własnych środków radiowych i walki radioelektronicznej. Aby ograniczyć te niekorzystne zjawiska, wykorzystuje się odpowiednio dobrane nominały sygnałów częstotliwości radiowych, rozśrodkowuje nadajniki radiowe w terenie zgodnie z zasadami zachowania kompatybilności elektromagnetycznej, rozdziela nadajniki od odbiorników na odległość zapewniającą zachowanie kompatybilności współmiejscowej, zwłaszcza dla zakresu częstotliwości HF, a także prowadzi emisję radiową na minimalnej mocy utrzymującej wymagany poziom jakości wymiany informacji (danych).

Trzeba zauważyć, że większość niedogodności odnoszących się do łączności radiowej można efektywnie ograniczać lub wykluczać, co stanowi kolejny argument podkreślający jej znaczenie na szczeblu taktycznym. Warto jednak zauważyć, że aby skutecznie wykorzystywać zalety tej łączności, z jednoczesnym neutralizowaniem jej wad, należy dysponować środkami radiowymi o odpowiednio wysokich i wymaganych parametrach taktyczno-technicznych oraz wysoko wykwalifikowanymi kadrami, zajmującymi się planowaniem i zarządzaniem systemami łączności wraz z obsługami środków radiowych, wózków dowodzenia i aparatu łączności radiowej, gwarantującymi osiągnięcie wymaganych najwyższych parametrów: jakości, dostępności i niezawodności.

#### PODSTAWOWE NARZĘDZIE

Wśród przedstawionych czynników środki radiowe na poziomie taktycznym są najbardziej pożądaną i rozpowszechnioną grupą technicznych środków łączności. Często są one jedynymi, które zapewniają dowodzenie i kierowanie systemami rażenia w walce. Środki radiowe w systemie łączności na poziomie taktycznym służą do: zapewnienia dowodzenia wojskami, kierowania środkami rażenia, a także do współdziałania oraz powiadamiania (ostrzegania, alarmowania).

Podstawowe zalety użytkowanych środków radiowych, które wpływają na powszechność ich wykorzystania, odnoszą się do możliwości:

- nawiązania i utrzymania łączności na postoju i w ruchu na znaczne odległości w stosunkowo krótkim czasie;
- przesyłania informacji (danych) do wielu korespondentów jednocześnie;
- budowy i eksploatacji bezprzewodowych sieci WAN z wykorzystaniem wymiany danych w łączach zakresu HF;
- budowy i eksploatacji bezprzewodowych sieci LAN z wykorzystaniem wymiany danych w łączach zakresu VHF/UHF;
- szybkiego odtworzenia systemu łączności w odpowiedzi na oddziaływanie środków ogniowych i walki radioelektronicznej przeciwnika;
- szybkiego odtworzenia łączności na dystansie powyżej 20 km po wykonanych uderzeniach jądrowych lub impulsem EPM.

Dynamiczny rozwój techniczny i technologiczny, jaki dokonał się w ostatnich latach, pozwolił na cyfrową rewolucję w dziedzinie łączności radiowej. Doprowadziła ona do istotnego ograniczenia wad tej formy łączności oraz zapewniła nowe możliwości funkcjonalne i transmisyjne środków radiowych prowadzących do wyposażenia SZRP.

Łączność radiowa to nazwa już historyczna. Dziś mamy bowiem do czynienia z cyfrowymi, bezprzewodowymi systemami wymiany danych i obecnie nie wykorzystuje się już analogowych rozwiązań



**BARDZO ISTOTNY PROBLEM WIAŻE SIĘ Z ZAPEWNIENIEM NIEZAWODNEJ ŁĄCZNOŚCI ZE WSZYSTKIMI ELEMENTAMI UGRUPOWANIA BOJOWEGO NA POSTOJU, PODCZAS WYKONYWANIA MARSZÓW ORAZ W RUCHU NA POSZCZEGÓLNYCH ETAPACH WALKI.**

nawet do prowadzenia radiowej korespondencji fonicznej. Wymiana danych na potrzeby konwersji, tzw. digital voice, jest najbardziej zaawansowanym technicznie rodzajem telekomunikacji, który wykorzystuje bardzo wymagające medium transmisyjne, jakim są fale elektromagnetyczne. Możliwości środków radiowych w ostatnich latach są odpowiedzią na wzrastające wymagania w stosunku do współczesnych i przyszłych systemów radiowych (bezwolnowych systemów wymiany danych). Szczególne znaczenie ma łączność radiowa zakresu HF i VHF/UHF. Natomiast w państwach, które nie mają naziemnej i kosmicznej infrastruktury systemów łączności satelitarnej, łączność radiowa zakresu HF jest niezastąpiona i najbardziej ekonomiczna. Aby jednak właściwie ocenić i umieć efektywnie wykorzystać potencjał współczesnych rozwiązań systemów łączności radiowej do stworzenia i utrzymania przewagi w cyfrowych, bezprzewodowych systemach wymiany danych na polu walki, należy dysponować elementarną wiedzą na temat:

- wykorzystywanych rodzajów modulacji emitowanych sygnałów radiowych i ich wpływu na efektywność transmisji;

- właściwości propagacji fal radiowych;
- interpretacji podstawowych parametrów środków radiowych;
- rozwiązań technicznych i technologicznych zapewniających wymagane parametry transmisji danych.

Bardzo istotny i kluczowy problem wiąże się z zapewnieniem pewnej i niezawodnej łączności (wymiany danych) ze wszystkimi elementami ugrupowania bojowego dywizji lub brygady na postoju, podczas wykonywania marszów oraz w ruchu na poszczególnych etapach walki. W czasie działań zastosowanie szerokopasmowych systemów radioliniowych, pracujących w zasięgu horyzontalnej widoczności anten (tzn. do odległości między anteną nadawczą a odbiorczą do około 35 km) oraz z użyciem stacji retransmitujących (pozwalających budować osie radioliniowe), będzie nieefektywne lub wręcz niemożliwe. Dlatego też środki te można stosować, gdy:

- ukształtowanie terenu warunkuje zestawienie kierunku radioliniowego;
- zapewniona jest dostępność rejonów dogodnych do rozwinięcia aparatury radioliniowych i systemu antenowego;





– sieć dróg w pasie odpowiedzialności obronnej umożliwia w krótkim czasie budowę kierunków i osi radioliniowych w rejonach dogodnych do rozwinięcia aparatu.

Do zasadniczych wad środków radioliniowych zalicza się:

- zależność nawiązania i utrzymania łączności od rzeźby i pokrycia terenu;
- możliwość przechwytywania i zakłócania transmisji przez przeciwnika;
- utrudnione maskowanie urządzeń antenowych oraz ich wrażliwość na ogniowe oddziaływanie przeciwnika oraz czynniki atmosferyczne (np. podmuch silnego wiatru czy gwałtowne burze);
- konieczność utrzymywania „optycznej” widzialności anten.

W stosunku do systemów radioliniowych wykorzystanie środków radiowych działających w zakresie HF ma wiele zalet. Możemy do nich między innymi zaliczyć:

- łatwość rozmieszczenia radiostacji HF w terenie oraz uzyskania dostępu do oferowanych zasobów transmisji danych;
- środki radiowe HF będą pierwszym, a dość często jedynym środkiem komunikacji z przemieszczającymi się lub rozmieszczonymi na dużym obszarze elementami ugrupowania bojowego;
- radiostacje te będą stanowić pierwszy i jedyny system łączności pozahoryzontalnej i dalekiego zasięgu w wypadku odtwarzania gotowości bojowej po uderzeniach jądrowych.

Systemy łączności radiowej, wykorzystujące częstotliwości zakresu VHF/UHF, również nie zapewniają wymaganej dostępności usług transmisji danych, ponieważ realne zasięgi łączności (bez użycia wysokich masztów) osiągają wartość do około 20 km w zależności od warunków istotnych dla systemów radioliniowych.

Tradycyjne systemy łączności radiowej, wykorzystujące częstotliwości zakresu HF, również nie zapewnią wymaganej dostępności usług transmisji danych. Dlatego też fale radiowe HF emitowane do jonosfery ze standardowych anten (takich jak na przykład dipole) wracają do powierzchni ziemi po odbiciu nie bliżej niż około 161 km od anteny nadawczej. Powstała strefa martwa o szerokości co najmniej od 80 do 113 km uniemożliwia normalną komunikację w zakresie fal krótkich. Oznacza to, że oddziały i pododdziały, które się w niej znajdują, będą miały utrudnioną komunikację z przełożonym.

### BEZ STREF MARTWYCH

Rozwiązaniem zasygnalizowanego problemu jest koncepcja radiowej komunikacji HF pozbawiona stref martwych. Wykorzystuje ona promieniowanie fal pod odpowiednim kątem do jonosfery w dobrze dobranym zakresie częstotliwości roboczej (near-vertical incidence skywave – NVIS). Dodatkowo

system łączności HF, opierający się na propagacji fal typu NVIS, ma wiele istotnych zalet. Można do nich zaliczyć, takie elementy jak:

- brak strefy martwej;
- teren nie wpływa na zanik sygnału. Poziomy sygnał odbieranego nie zmienia się razem z dystansem;
- nie ma potrzeby wybierania rejonów do rozmieszczenia środków radiowych;
- orientacja anten nadawczych typu dipol oraz odwrócone V w stosunku do anteny odbiorczej nie są krytyczne;
- radykalnie spada prawdopodobieństwo lokalizacji środków radiowych z użyciem radionamierników;
- o wiele trudniej jest zakłócić komunikację systemami zagłuszającymi wykorzystującymi falę przyziemną;
- operatorzy lepiej mogą wykorzystać moc nadajnika. Komunikację z propagacją NVIS można prowadzić z nadajników o małej mocy, co radykalnie zmniejsza prawdopodobieństwo rozpoznania lokalizacji stacji nadawczej.

Biorąc pod uwagę możliwości eksploatacyjne oferowane przez obecne implementacje funkcji automatycznego zestawienia połączenia trzeciej generacji (Automatic Link Establishment third generation – ALE 3G), w połączeniu z techniką propagacji NVIS oraz efektywnie rozproszonymi kanałami w całym widmie, system łączności radiowej HF wykorzystujący funkcję ALE 3G może zapewnić ponad 95% powodzenie połączeń. Daje to efektywność porównywalną z systemami SATCOM. Istotny jest fakt, że jest ona uzyskiwana za ułamek całkowitych kosztów ponoszonych na eksploatację systemów SATCOM i niezależna od polityki prowadzonej przez operatorów tych systemów oraz od stanu technicznego infrastruktury naziemnej i kosmicznej wymienionych systemów.

### POZYTYWY

Analiza doświadczeń z konfliktów zbrojnych na świecie potwierdza, że system łączności HF z funkcją ALE i techniką propagacji typu NVIS jest o wiele bardziej niezawodnym rozwiązaniem mobilnej komunikacji, niż infrastruktura telefonii komórkowej wykorzystywana w czasie likwidacji skutków klęsk żywiołowych, katastrof lub kryzysów. Zatem użytkowanie techniki propagacji, opierającej się na promieniowaniu pionowym w zakresie fal krótkich (NVIS), staje się kluczowym sposobem uzyskania niezawodnej i pewnej łączności na poziomie taktycznym na polu walki. Dlatego też dla sił zbrojnych wielu państw potrzeba odnosząca się do maksymalizacji możliwości i zdolności implementacji funkcji ALE 3G stanowi podstawę organizacji łączności radiowej HF i uzyskania w tej dziedzinie przewagi nad potencjalnym przeciwnikiem. Zapewni to wysoki stopień dostępności operacyjnej łączności radiowej HF. ■



# Nasza obecność na Łotwie

W RAMACH SIŁ WZMOCNIONEJ WYSUNIĘTEJ OBECNOŚCI NATO (ENHANCED FORWARD PRESENCE – EFP) NA LITWIE, ŁOTWIE ORAZ W ESTONII I W NASZYM KRAJU UTWORZONO WIELONARODOWE BATALIONOWE GRUPY BOJOWE NATO.

płk rez. **Tomasz Lewczak**



Autor jest starszym specjalistą w Oddziale Szkolenia Międzynarodowego Inspektoratu Szkolenia Dowództwa Generalnego Rodzajów Sił Zbrojnych.

Batalionową Grupę Bojową NATO na Łotwie (eFP Multinational Battle Group Latvia – MNBG LVA) powołano w maju 2017 roku. Dowództwo nad nią powierzono Kanadyjczykom. Obecnie służy w niej około 1300 żołnierzy. Batalion zmechanizowany z elementami wsparcia z Kanady, będącej państwem wiodącym (Lead Nation – LN), liczy około 450 żołnierzy, kontyngent z Hiszpanii (kompania zmechanizowana wzmocniona plutonem czołgów i plutonem saperów) – ponad 300. Polska na Łotwę wysłała około 200 żołnierzy, a Włochy (kompania piechoty zmechanizowanej) – około 160. Słowenia z kolei 50 żołnierzy, w tym pluton OPBMR (Chemical, Biological, Radiological & Nuclear – CBRN). Grupę wzmocniło też około 120 żołnierzy z Czech (kompania zmechanizowana) i około 20 z Albanii (pluton saperów). Kilku oficerów do dowództwa batalionu skierowała również Słowacja. Batalionowa Grupa Bojowa stacjonuje w bazie wojskowej w Camp Adazi, położonej kilkanaście kilometrów na wschód od stolicy kraju – Rygi.

## FUNKCJONOWANIE

W skład Polskiego Kontyngentu Wojskowego Łotwa wchodzi kompania czołgów z 9 Brygady Kawalerii Pancerniej (naprzemiennie z 15 Brygady Zmechanizowanej) z plutonami logistycznymi. Podstawowy jego sprzęt stanowią czołgi PT-91 Twardy i wozy dowodzenia. W składzie kontyngentu są także pracownicy Zakładów Mechanicznych „Bumar-Łabędy”, producenta czołgów PT-91 Twardy, którzy czuwają nad ich sprawnością oraz usuwają drobne niesprawności.

Wyjazd na Łotwę do udziału w omawianym przedsięwzięciu każdorazowo jest poprzedzony uczestnictwem pododdziału w ćwiczeniach certyfikujących „Dźwina” (1, 2, 3...). Dopiero pozytywne ich zaliczenie kwalifikuje go do wyjazdu. W trakcie pobytu na Łotwie pododdziały szkolą się zgodnie z *Zestawieniem zasadniczych przedsięwzięć szkoleniowych PKW Łotwa*.

Szkolenie to odbywa się w trzech fazach, czyli: integracji, odstraszenia oraz przekazania odpowiedzialności i wycofania.

Faza I składa się z etapu: przemieszczenia do rejonu odpowiedzialności, szkolenia adaptacyjnego oraz zapoznawczego. W etapie drugim żołnierze zapoznają się ze specyfiką realizacji zadań w rejonie odpowiedzialności oraz z obiektami szkoleniowymi. Ponadto na dowódcy spoczywa obowiązek zorganizowania systemu ochrony i obrony, rozmieszczenia pododdziałów oraz zapoznania składu osobowego z zasadami funkcjonowania w bazie. Etap trzeci z kolei to zaznajomienie się z podstawowym uzbrojeniem i sprzętem, jakimi dysponują kontyngenty pozostałych państw wchodzących w skład eFP Multinational Battle Group Latvia. Nasi żołnierze przyswajają sobie zasady prowadzenia działań, w tym wykonywania zadań ogniowych przez pododdziały wchodzące w skład Grupy.

Faza II obejmuje etap:

– szkolenia integracyjnego. Polega ono na podnoszeniu poziomu umiejętności działania zespołowego plutonów i kompanii oraz osiągnięciu zdolności do praktycznej realizacji zadań w składzie Grupy. Obej-



SZKOLENIE



**W skład Polskiego Kontyngentu  
Wojskowego Łotwa wchodzi  
kompania czołgów z 9 Brygady  
Kawalerii Pancernej  
(naprzemiennie z 15 Brygady  
Zmechanizowanej) z plutonami  
logistycznymi. Podstawowy jego  
sprzęt stanowią czołgi PT-91  
Twardy i wozy dowodzenia.**

MICHAŁ NIWICZ

muje ono też ćwiczenia i strzelania z broni strzeleckiej i wozów bojowych oraz kierowania ogniem pododdziału. Zakłada również uczestnictwo w ćwiczeniach certyfikujących „Certex MNBG LVA”, w trakcie których ocenia się poziom wyszkolenia wszystkich komponentów wchodzących w skład Grupy. Ponadto jego celem jest podtrzymanie poziomu sprawności fizycznej żołnierzy oraz doskonalenie w obsłudze posiadanego uzbrojenia i sprzętu wojskowego (SpW);

- szkolenia integracyjnego w ramach Łotewskiej Brygady Zmechanizowanej. Oprócz doskonalenia umiejętności etapu pierwszego kontyngent bierze udział w ćwiczeniach taktycznych z wojskami (Field Training Exercise – FTX);

- dalszego szkolenia doskonalącego gotowość do działania w ramach Łotewskiej Brygady Zmechanizowanej.

Zadaniem żołnierzy kompanii było przemieszczenie się wraz z niezbędnym wyposażeniem z rejonu zakwaterowania do parku sprzętu technicznego (PST) celem pobrania środków materiałowych w klasach I, III, V od plutonu zabezpieczenia i zameldowanie gotowości do marszu w czasie nie dłuższym niż dziesięć godzin od chwili ogłoszenia alarmu. Pobranie tych środków z PST kończyło ćwiczenia;

- ćwiczenia „Namejs”, certyfikujące Międzynarodową Grupę Bojową Łotwa, przeprowadzone jako ćwiczenia taktyczne z wojskami. Ich celem było sprawdzenie gotowości Grupy do obrony wybranych rejonów Łotwy przed potencjalnymi militarnymi i niemilitarnymi zagrożeniami;

- ćwiczenia „Tomahawk Raider” odbywające się na poligonie w miejscowości Ventspils. Sprawdzano w nich zasady organizacji i prowadzenia obrony wybrzeża morskiego. Szczególną uwagę zwracano na

## W TRAKCIE PÓŁTORAROCZNEGO FUNKCJONOWANIA PKW KTÓRE MOGŁY SKUTKOWAĆ BEZPOŚREDNIO I POŚREDNIO

Podczas szkolenia w fazie III, oprócz działalności codziennej, żołnierze obsługują uzbrojenie i sprzęt wojskowy oraz prowadzą szkolenie zapoznawcze kolejnej zmiany kontyngentu. Następnie przekazują jej odpowiedzialność i przemieszczają się do kraju.

Nasz pododdział w trakcie pierwszej zmiany, oprócz realizacji przedsięwzięć wynikających z zadań mandatowych, musiał opracować i uzgodnić zasady współdziałania z pododdziałami innych państw oraz obiegu informacji wewnątrz Grupy. Liczne ćwiczenia z wojskami umożliwiły doskonalenie opracowanych stałych procedur operacyjnych (Standing Operational Procedures – SOPs).

Zgodnie z możliwościami infrastruktury szkoleniowej oraz przydziałem obiektów szkoleniowych w bazie w Adazi nasze pododdziały realizowały przede wszystkim szkolenie ogniowe. W jego ramach prowadzono strzelania z broni strzeleckiej i wozów bojowych oraz ćwiczenia w kierowaniu ogniem, a także szkolenie taktyczne. Zasadniczym celem ćwiczeń było doskonalenie współdziałania kompanii czołgów z pododdziałami eFP BG oraz przygotowanie do ćwiczeń certyfikujących (Certification Exercise – CERTEX), które odbywały się od 21 do 27 sierpnia 2017 roku. W ich trakcie Grupa osiągnęła pełną zdolność bojową do działania (Full Operational Capability – FOC).

### DOSKONALENIE PROFESJONALIZMU

Najważniejsze przedsięwzięcia szkoleniowe, w których uczestniczyli żołnierze naszego kontyngentu, to:

- ćwiczenia „Alertex”. Polegały one na sprawdzeniu gotowości bojowej naszego pododdziału do realizacji zadań w razie wystąpienia realnego zagrożenia.

prowadzenie rekonesansu na wybrzeżu morskim. W trakcie ćwiczeń wydzielone siły z kompanii czołgów otrzymały zadanie, by działać jako piechota. Celem było rozpoznanie, podejście i opanowanie obiektu w terenie zabudowanym. Te nietypowe dla czołgistów zadania pozwoliły im lepiej zrozumieć sposoby prowadzenia walki przez piechotę;

- ćwiczenia „Tomahawk Soaring” jako wieloetapowe przedsięwzięcie prowadzone wspólnie z Łotewską Gwardią Narodową. Ich głównym celem była demonstracja siły i odstraszenie potencjalnego przeciwnika. Kompania czołgów realizowała nie tylko zadania związane z obroną i natarciem, jej żołnierze byli także wykorzystywani do działań w charakterze grupy dywersyjno-rozpoznawczej (GDR);

- ćwiczenia „Tomahawk Iron” (Fire Power Demonstration) jako ćwiczenia demonstrujące siłę i możliwości ogniowe czołgów będących w składzie eFP MNBG LVA. Nasza kompania uczestniczyła w strzelaniu amunicją bojową w dzień i w nocy;

- ćwiczenia „Furious Axe”, w których kompania czołgów działała jako pododdział przeciwnika (Opposing Force – OPFOR) w stosunku do Batalionowej Grupy Bojowej z Estonii. Kompania w pierwszej części ćwiczeń prowadziła natarcie, następnie przeszła do obrony, zapewniając wykonanie kontrataku innemu pododdziałowi sił koalicyjnych. Pouczającą częścią ćwiczeń była wymiana informacji, przesyłanie meldunków i koordynacja działań między pododdziałami z różnych państw;

- ćwiczenia „Tomahawk Knocking”, realizowane równoległe z ćwiczeniami „Anakonda-18” (prowadzono je na tym samym tle taktycznym). Ich celem było zdecentralizowane rozmieszczenie Batalionowej



Grupy Bojowej na obszarze Republiki Łotewskiej. W ich trakcie kompania czołgów prowadziła działania patrolowe oraz Force Protection, wzmacniając ochronę bazy lotniczej.

#### SPOSTRZEŻENIA

Podczas półtorarocznego funkcjonowania PKW Łotwa nie odnotowano incydentów, które mogły skutkować bezpośrednio lub pośrednio zagrożeniem dla zdrowia lub życia żołnierzy. Nie zaobserwowano również przejawów niechęci czy też braku współpracy z przedstawicielami łotewskich władz lokalnych. Żołnierze eFP BG w ramach tzw. outreach (docieranie do odpowiednich osób w odpowiednim czasie z właściwym przekazem) uczestniczyli w różnorodnych przedsięwzięciach popularyzujących służbę wojskową. Wielokrotnie organizowano pokazy statyczne i dynamiczne sprzętu i uzbrojenia. Odwiedza-

dowodzenia. Zapewniłoby to szybszy przepływ informacji oraz sprawniejsze przekazywanie meldunków i stawianie zadań. Celowe byłoby także doposażenie kompanii czołgów w wóz sanitarny na podwoziu gaśnicowym zamiast kołowego (w strukturze grupy ewakuacji medycznej – GEM). Wóz sanitarny na podwoziu kołowym, ze względu na ograniczone możliwości pokonywania przeszkód terenowych, nie jest w stanie w pełni zabezpieczyć pododdziałów czołgów. Należy też przemyśleć możliwość posiadania przez kompanię dodatkowego samochodu ciężarowego (samochód średniej ładowności wysokiej mobilności) wraz z kierowcą. Usprawniłoby to zabezpieczenie logistyczne na kilku kierunkach jednocześnie.

Ze względu na występowanie przypadków wykorzystywania pododdziału czołgów jako elementu rozpoznawczego na teatrze działań, zasadne byłoby pod-

## ŁOTWA NIE ODNOTOWANO INCYDENTÓW, ZAGROŻENIEM DLA ZDROWIA LUB ŻYCIA ŻOŁNIERZY

no również lokalne szkoły (Dobele, Lecava, Rezekne, Ergli), gdzie starano się zaszczepić w uczniach pozytywny aspekt w odniesieniu do obecności wojsk NATO na obszarze ich kraju. Dzięki takim akcjom zdobywano sympatię społeczności łotewskiej, a także uświadamiano ją, iż obecność żołnierzy eFP BG jest związana z zapewnieniem bezpieczeństwa w tym rejonie i ma charakter czysto obronny. Organizowano również zawody sportowe, m.in. z okazji dnia kanadyjskiego, hiszpańskiego czy włoskiego (biegi przełajowe, turnieje piłki nożnej i siatkowej itd.), zawody taktyczno-ogniowe (biegi patrolowe ze strzelaniem). Działania te przyczyniły się do zbudowania i rozpowszechniania pozytywnego wizerunku polskich żołnierzy wśród innych nacji. Manifestowanie obecności sił eFP BG na Łotwie zwiększyło wydzwięk medialny obecności pododdziałów NATO w tym kraju i wpłynęło na większe poczucie bezpieczeństwa jej mieszkańców.

Nasi żołnierze zdobyli wiele nowych doświadczeń, mieli również możliwość utrwalenia posiadanych już umiejętności w trakcie wykonywania zadań. Było to doskonałą okazją do sprawdzenia, czy i w jaki sposób zarówno pododdziały, jak i żołnierze potrafią współdziałać z innymi pododdziałami Batalionowej Grupy Bojowej. Z oceny kanadyjskich przełożonych wynika, że zadania mandatowe oraz inne stawiane naszym żołnierzom zostały wykonane na bardzo wysokim poziomie.

Aby w trakcie prowadzonych zadań uniknąć kłopotów z utrzymaniem łączności, zasadne byłoby doposażenie czołgów dowódcy kompanii, jego zastępcy oraz dowódców plutonów w radiostacje TYPE-01 Harris, usprawniające wymianę informacji w sieci

czas przygotowania i szkolenia do misji przeszkolenie całego stanu osobowego kontyngentu lub przynajmniej grupy dowódczej kompanii czołgów z zakresu prowadzenia działań asymetrycznych, rozpoznania i działalności dywersyjnej. Pozwoliłoby to na prowadzenie podobnego szkolenia na szczeblu pododdziałów.

Aby rozszerzyć program szkolenia ogniowego, należałoby na misję zabierać do celów szkoleniowych większą ilość amunicji bojowej, w tym odłamkowo-burzącej.

Z uwagi na ograniczenia w korzystaniu z głównego uzbrojenia polskiego pododdziału poza poligonem w Adazi żołnierze powinni być przynajmniej w podstawowym stopniu przygotowani do wykonywania zadań adresowanych dla piechoty zmechanizowanej/zmotoryzowanej (np. patrolowanie wyznaczonego rejonu czy też udział w składzie desantu śmigłowcowego itp.). W ramach przygotowania oficerów do funkcjonowania w komórkach sztabowych batalionu należy zatem wcześniej skierować ich (oficerów: S-2, S-3, S-4, S-6) na praktyki przygotowawcze do sztabu macierzystej brygady. Przed wyjazdem oficera S-6 trzeba obowiązkowo przeszkolić ze znajomości przepisów korespondencji radiowej NATO, a także z wiedzy odnoszącej się do organizowania stanowiska dowodzenia (SD), szyfrowania opartego na algorytmach TYPE-01 oraz planowania łączności, co najmniej na szczeblu batalionu. Podczas przygotowania kolejnych zmian do wyjazdu powinno się rozważyć przeprowadzenie dla całego stanu osobowego kontyngentu kursu z podstaw języka łotewskiego oraz szkolenia związanego z zagrożeniami w cyberprzestrzeni. ■



# Służby medyczne w strefach skażeń

OBRONA PRZED BRONIĄ MASOWEGO RAŻENIA STANOWI ODPOWIEDŹ NA ZAGROŻENIE ŚRODOWISKA DZIAŁAŃ W WYNIKU CELOWEGO BĄDŹ PRZYPADKOWEGO UWOLNIENIA ŚRODKÓW CBRN (CHEMICZNE, BIOLOGICZNE, RADIOLOGICZNE) DO OTOCZENIA PRZEZ PRZECIWNIKA LUB WOJSKA WŁASNE, BĄDŹ POWODOWANEGO SIŁAMI NATURY.

mjr lek. **Andrzej Pielowski**



Autor jest kierownikiem Cyklu OPBMR i Epidemiologii Wojskowej w Wojskowym Centrum Kształcenia Medycznego.

Na obszarze naszego państwa zgodnie z ustawą o zarządzaniu kryzysowym organa administracji państwowej na poziomie województwa w ramach planowania działań w sytuacjach kryzysowych uwzględniają wszystkie zagrożenia, jakie mogą wystąpić na ich terenie. Są to nie tylko zagrożenia powodowane anomaliami pogodowymi, lecz również takie, jak np.: awaria zakładu chemicznego, uszkodzenie cysterny z toksycznym ładunkiem, wystąpienie lokalnie epidemii, atak terrorystyczny itp. Wojewoda nadzoruje opracowanie wojewódzkiego planu zarządzania kryzysowego, w którym są zawarte scenariusze akcji ratowniczych uwzględniające wygenerowane zagrożenia, jakie mogą wystąpić na zarzą-

W przypadku konfliktu zbrojnego ze względu na duży obszar zniszczeń pododdziały sił zbrojnych będą musiały się zmierzyć z sytuacją braku wsparcia przez siły lokalnego systemu zarządzania kryzysowego. Pododdziały wojsk chemicznych oraz medyczne będą zmuszone wówczas prowadzić akcję ratowniczą z użyciem jedynie własnego sprzętu.

RAFAŁ MNIEDŁO / 11 LDKPANC

dzanym przez niego obszarze z podaniem dokładnych sił i środków, które są planowane do udziału w akcji ratowniczej. Głównym projektodawcą tego planu jest komendant wojewódzki Państwowej Straży Pożarnej (PSP), który na mocy ustawy o krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym (KSRG) kieruje akcją ratowniczą i zabezpiecza strefy skażenia.

#### ZASADY OGÓLNE

W strefie skażenia, niezależnie od rodzaju użytego środka chemicznego, udzielają pomocy (ewakuują) ratownicy Państwowej Straży Pożarnej (PSP). Wynika to z faktu, że w trakcie prowadzenia akcji ratowniczej równoległe są podejmowane działania w celu ograniczenia na przykład strefy pożaru i wycieku czy też neutralizacji skażenia.

Zgodnie z wytycznymi unijnej Organizacji Współpracy Ekonomicznej i Rozwoju (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) personel medyczny nie powinien zasadniczo wkraczać do stref skażonych. Jego zadaniem jest udzielanie pomocy medycznej pacjentom już odkażonym, po dekontaminacji przeprowadzonej przez ratowników PSP. W tym celu jest rozwijany doraźny punkt medyczny w bezpiecznej strefie, w której dokonano oceny stopnia skażenia, określono strefy zagrożenia oraz naniesiono te informacje na mapę sytuacyjną. Rejon ten wskazuje kierujący akcją dowódca PSP. Dyspozytor centrum powiadamiania ratunkowego w przypadku wystąpienia zdarzenia o charakterze katastrofy uruchamia centrum zarządzania kryzysowego, które zleca prowadzenie zintegrowanej akcji ratowniczej przez służby miejskie pod kierownictwem PSP zgodnie z wcześniej przygotowanymi planami zarządzania kryzysowego. Jeżeli zasięg katastrofy będzie bardzo duży, a usuwanie jej skutków przekroczy możliwości rejonowego systemu zarządzania kryzysowego, wojewoda może się zwrócić do ministra obrony narodowej o udzielenie pomocy przez wydzielenie specjalistycznych jednostek wojskowych. System zarządzania kryzysowego MON jest w pełni zintegrowany z systemem krajowym, a Ministerstwo Obrony Narodowej podczas realizacji zadań pełni rolę wspomagającą.

#### W SIŁACH ZBROJNYCH

W przypadku konfliktu zbrojnego ze względu na duży obszar zniszczeń pododdziały sił zbrojnych będą musiały się zmierzyć z sytuacją braku wsparcia przez siły lokalnego systemu zarządzania kryzysowego. Pododdziały wojsk chemicznych oraz medyczne będą zmuszone wówczas prowadzić akcję ratowniczą z użyciem jedynie własnego sprzętu.

Z chwilą stwierdzenia, że przeciwnik użył broni masowego rażenia (BMR), należy wskazać w rozpoznanym rejonie skażenia cztery strefy w zależności od rodzaju wykorzystanej broni, czyli strefy skażenia:

- radioaktywnego,
- bojowymi środkami trującymi (BŚT),

- czynnikami broni biologicznej (BB),
- toksycznymi środkami przemysłowymi (TŚP).

Należy liczyć się z sytuacją, że wymienione strefy skażeń mogą występować jednocześnie. W razie zagrożenia chemicznego i radioaktywnego wydzielane są doraźnie chemiczno-radiacyjne zespoły awaryjne (ChRZA), składające się z następujących grup:

- ratownictwa chemicznego,
- zbioru danych,
- rozpoznania skażeń,
- likwidacji skażeń.

W ich skład wchodzi około 8–20 ratowników chemicznych wyposażonych w specjalistyczny sprzęt, przygotowanych również do udzielania pomocy medycznej w strefie skażeń (kurs KPP i CBRN). Jeżeli będzie to zagrożenie biologiczne, siły zbrojne dysponują specjalistyczną placówką, którą jest Centrum Reagowania Epidemiologicznego SZRP. Jej zadaniem jest opanowanie dużego ogniska zakaźnego spowodowanego wystąpieniem chorób zakaźnych – niebezpiecznych i kwarantannowych. Sytuacja zmienia się, jeżeli dojdzie do konfliktu zbrojnego z użyciem czynnika masowego rażenia na dużą skalę. Wówczas ze stratami sanitarnymi w strefach skażeń nie poradzą sobie ratownicy chemicy z podsystemu chemicznego SZRP.

#### DZIAŁANIE WOJSKOWYCH MEDYKÓW

Wojskowa służba zdrowia będzie zmuszona reagować natychmiast po zastosowaniu BMR w celu udzielenia pomocy medycznej żołnierzom z oddziałów wojskowych bez udziału specjalistycznych zespołów z KSGR czy ChRZA.

Podczas udzielania pomocy medycznej w strefach skażeń obowiązują takie same zasady bezpieczeństwa, jak określone w standardowych procedurach krajowego systemu gaśniczo-ratowniczego w czasie pokoju. Zmieniają się jedynie sposoby udzielania pomocy. Z powodu przewidywanej znacznej liczby strat osobowych oraz możliwości działania w kontakcie ogniowym z przeciwnikiem, udzielając pomocy medycznej, należy uwzględnić niekorzystne warunki panujące w rejonach skażeń.

W ogólnym ujęciu są one zawarte w dokumencie o *Zabezpieczeniu medycznym Sił Zbrojnych RP DD-4.10 (STANAG 2228 Allied Joint Medical Support Doctrine, Ed. 2)*, który wprowadzono do użytku w roku 2015. Natomiast szczegółowe działania omówiono w kolejnym dokumencie: *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych D/D 3.8*.

Wspomniane dokumenty określają zasadnicze przedsięwzięcia, które należy uwzględnić, planując akcję ratowniczą. Są to m.in.:

- prowadzenie ciągłego rozpoznania stopnia skażenia terenu,
- wyznaczenie strefy granicznej wolnej od skażeń,
- przesunięcie elementu medycznego w pobliże strefy skażeń,





- organizowanie zabiegów odkażających (dekontaminacja),
- zastosowanie środków ochrony odpowiednich do stopnia skażenia i typu strefy.

Przywołane dokumenty wskazują również na podstawową różnicę w udzielaniu pomocy medycznej w akcjach ratowniczych prowadzonych w czasie „P” i „W”.

Szef wojskowej służby zdrowia może ograniczyć zakres udzielania pomocy do zabiegów stabilizujących układ krążeniowo-oddechowy na czas transportu oraz ratujących wzrok i kończyny. Jego decyzja zależy od tempa prowadzonych działań, ilości strat osobowych czy zapasów materiałów medycznych. Wojskowa służba medyczna jest tak szkolona w Wojskowym Centrum Kształcenia Medycznego, aby różnicować zabiegi na wymagające natychmiastowej pomocy oraz takie, które można odroczyć do czasu ewakuacji na wyższy poziom medyczny (wytyczne Tactical Combat Casualty Care aprobowane przez American College of Surgeons i National Association of EMT's).

Udzielając pomocy w strefie skażonej BMR, należy pamiętać, że – aby wykonać to zadanie – kierujący akcją musi zapewnić maksimum bezpieczeństwa zespołom medycznym dzięki zastosowaniu etatowych środków służących ochronie przed skażeniami. Należy wykorzystać takie etatowe środki, jak: IZAS (indywidualny zestaw autostrzykawek), IPP-95 (indywidualny pakiet przeciwichemiczny), IPLS (indywidualny pakiet do likwidacji skażeń), osobiste dawkomierze, sprzęt do dekontaminacji, dozymetry i analizatory skażenia BŚT (tab. 1).

Poszczególne strefy skażeń są ustalane na podstawie rozpoznania prowadzonego z użyciem analizatorów skażeń przez ratowników dozymetrystów. Dokładność pomiarów i szybkość uzyskania danych są podstawą ustalenia dalszego scenariusza działań ratowniczych (tab. 2). Praca ratownika dozymetrysty różni się pod względem dokładności wstępnego oszacowania granic stref skażenia w zależności od rodzaju skażenia. Kierujący akcją ratowniczą powinien mieć świadomość marginesu błędów takich pomiarów. W przypadku skażenia biologicznego nie ma natomiast żadnych możliwości ich dokonania.

W dalszej części artykułu zostaną przedstawione możliwości oceny stopnia skażenia, zaczynając od strefy, gdzie jest prawdopodobna pełna ocena stopnia skażenia (strefa radioaktywna), przez strefę z dużym marginesem błędów (chemiczna), po strefę z brakiem możliwości analizy. Są to strefy uwolnienia toksycznych środków przemysłowych (awarie zakładów przemysłowych) oraz strefy skażenia biologicznego. Przeanalizowane zostaną także szanse udzielania pomocy medycznej w zależności od strefy. Zaprezentowana hierarchia jest propozycją autora,

zatem czytelnik może się do niej ustosunkować po lekturze niniejszego artykułu.

## STREFA SKAŻENIA RADIOAKTYWNEGO

U osób udzielających pomocy wywołuje największy stres ze względu na obawę przed „radioaktywnymi” pacjentami (w świecie notowano przypadki odstępowania ratowników od udzielania pomocy poszkodowanym). Paradoksalnie wyniki kontroli strefy skażenia radioaktywnego są najdokładniejsze.

Warto w tym miejscu przypomnieć, że u osoby napromieniowanej, który to fakt potwierdza odczyt na indywidualnym dawkomierzu, stwierdza się specyficzne uszkodzenia popromienne tkanek radiowrażliwych. Są one wynikiem oddziaływania różnych rodzajów promieniowania przenikliwego (promieniowanie przenikliwe  $\gamma$  i neutronowe) w ułamku milisekundy od chwili wybuchu. Wynika to z szybkości rozchodzenia się tego typu przenikliwego promieniowania jonizującego, która jest zbliżona do prędkości światła. Osoba napromieniowana nie stanowi żadnego zagrożenia.

Inaczej jest z osobą skażoną izotopami promieniotwórczymi, które powstały w chwili wybuchu i są przenoszone przez wiatr. Łatwo to ustalić za pomocą sprzętu dozymetrycznego będącego w etatowym wyposażeniu wojskowej służby zdrowia (radiometr DPO itp.). Skażenie to musi być usunięte w procesie dekontaminacji, ponieważ stanowi zagrożenie zarówno dla poszkodowanego, jaki i służb ratowniczych.

W sytuacji gdy dowódca pododdziału medycznego będzie udzielał pomocy medycznej i zajmował się ewakuacją poszkodowanych w strefie radioaktywnej, powinien zapewnić swoim podwładnym warunki bezpieczeństwa, jakie są wymagane w systemie KSGR. Ratowników należy wyposażyć w indywidualny sprzęt ochrony osobistej przed skażeniami (ISOPS), czyli w:

- odzież ochronną FOO-1 z narzutką NO-1;
- maskę MP-5 bądź nowszą MP-6; obie chronią przed wszystkimi izotopami radioaktywnymi;
- dawkomierze osobiste SOR/T skonfigurowane uprzednio przez stację bazową (czytnik) XOM/T.

Powinni również dysponować rentgenoradiometrem DP-75 lub radiometrem DPO (sprzęt dozymetryczny jest w etatowym wyposażeniu służb medycznych I i II poziomu medycznego).

Dowódca zespołu ratowniczego zarządza wyznaczenie granic strefy na poziomie 100 mSv/h<sup>1</sup>. Ratownik może przebywać w niej od 0,5 do godziny<sup>2</sup>. Następnie prowadzi się segregację (*tirage*) na podstawie pochłoniętej dawki promieniowania. Po czym przystępuje do masowej dekontaminacji przed udzieleniem pomocy medycznej. Bez przeprowadzenia dekontaminacji naraża się na wtórne skażenie ratowników i sprzęt medyczny użyty w czasie akcji.

1 Sv – siwert – jednostka dawki skutecznej w układzie SI.

2 Kontrola napromieniowania wojsk w SZRP (Instrukcja), sygn. Chem 404/2010.





Należy również ocenić wielkość dawki (dawko-  
mierzem indywidualnym SOR/T) pochłoniętej przez  
każdego z ratowników<sup>3</sup>. W *Instrukcji o kontroli na-  
promieniowania wojsk w siłach zbrojnych* podano  
limity przyjętych dawek do wysokości 100 mSv, co  
jest zgodne z ustawą o *Prawie atomowym* z roku  
2000. Instrukcja wskazuje na możliwość udzielania  
pomocy do limitu 500 mSv. W takich jednak przy-

padkach do udzielania pomocy są kierowane osoby  
starsze za ich zgodą (prewencja przed wystąpieniem  
wad rozwojowych u potomstwa młodych osób planu-  
jących założenie rodziny).

Ratownicy poza umiejętnością posługiwania się  
przyrządami dozymetrycznymi powinni znać pod-  
stawowe skutki oddziaływania promieniowania joni-  
zującego na organizmy żywe. Ponadto umieć ocenić

<sup>3</sup> Zagadnienie to reguluje instrukcja *Kontrola napromieniowania...*, op.cit.

Działania ratownicze w momencie użycia przez przeciwnika broni masowego rażenia są trudne do sprawnego prowadzenia w celu minimalizowania skutków uderzeń.

objawy ostrej choroby popromiennej (OChP) u porażonych oraz znać zasady segregacji chorych na podstawie szybkości wystąpienia pierwszych jej objawów i urazów spowodowanych oddziaływaniem fali uderzeniowej i ciepłej.

W trakcie organizowania akcji ratowniczej mogą wystąpić takie problemy, jak:

- niezaprogramowanie dawkomierza XOM/T, co skutkuje jego działaniem w trybie „PAUZA”, czyli nie dokonuje pomiarów. Zawsze jest potrzebna aktywacja w czytniku XOM/T, gdzie po przypisaniu użytkownika przełącza się dawkomierz na tryb „RUN”;

– złe obliczenie limitu dawki pochłoniętej bez uwzględnienia współczynnika wagowego danego rodzaju tkanki;

- niesprawdzenie poziomu dekontaminacji końcowej przez ratownika dozymetrystę;

- stosowanie zbyt dużej liczby czasochłonnych procedur medycznych w strefie skażenia;

– brak przeszkolenia służb medycznych z dziedzin uszkodzeń popromiennych, co skutkuje radiofobią, a w ostatecznym przypadku odmową wykonywania świadczeń medycznych.

Użycie nawet jednej bomby wodorowej (termojądrowej) może stanowić nie lada wyzwanie dla wojskowych służb medycznych, nawet gdy do pomocy w rejonie skażenia zostaną użyte wszystkie siły medyczne, w tym cywilne. Związane jest to z ogromnymi zniszczeniami infrastruktury na- i podziemnej oraz dużymi stratami osobowymi.

Obszar, gdzie pochłonięte dawki promieniowania przenikliwego w razie użycia na przykład bomby wodorowej o sile 5 Mt wywołają śmiertelną lub ostrą chorobę popromienną ze złym rokowaniem, równa się okręgowi o promieniu 20 km od miejsca wybu-

Dowódca zespołu medycznego przed przystąpieniem do działania powinien znać granice strefy o niebezpiecznym stopniu skażenia oraz neutralnej dla zdrowia, korzystając z kalkulacji sporządzonej przez ośrodki analizy skażeń (OAS). Etatowe analizatory skażeń mają stosunkowo duży margines błędów.

Strefa ta wymaga dobrej znajomości przez ratowników toksydromów (charakterystycznych zespołów objawów toksycznych). Jest to spowodowane tym, że zespół medyczny może nie mieć wszystkich niezbędnych czynników do detekcji BŚT. Podobnie jak w czasie pierwszego postępowania toksykologa w izbie przyjęć, zasadniczą rolę odgrywa rozpoznanie rodzaju toksydromu<sup>4</sup>. Należy przy tym pamiętać, że w stanach lekkiego zatrucia bojowymi środkami

## DOWÓDCA ZESPOŁU MEDYCZNEGO PRZED ZNAĆ GRANICE STREFY O NIEBEZPIECZNYM

chu. Całkowite zniszczenie infrastruktury w promieniu 6 km od miejsca wybuchu oraz ciężkie mieszane urazy zewnętrzne i wewnętrzne z oparzeniami popromiennymi połączone z chorobą popromienną ludności z tego terenu to katastroficzny scenariusz. Po uderzeniu broni jądrowej w pierwszej fazie będą dominować urazy mieszane (miksty) wywołane falą uderzeniową i ciepłą. Na drugi plan schodzi promieniowanie przenikliwe, którego skutki występują po kilku godzinach. Pomoc medyczna jest udzielana zgodnie z zasadami medycyny taktycznej, z jednym wyjątkiem – jeżeli dawka promieniowania przekracza 20 Gy oraz wystąpi zespół naczyniowo-mózgowy, który charakteryzuje się całkowitą utratą przytomności w czasie około godziny od wybuchu. W przypadku tego zespołu OCHP są bardzo złe rokowania.

Podsumowując, należy stwierdzić, że analiza terenowego rozkładu stopnia skażenia jest łatwa z technicznego punktu. Natomiast organizacja pomocy medycznej to zadanie niezwykle trudne.

### STREFA SKAŻENIA BŚT

Działanie w niej wymaga zapewnienia bezpieczeństwa ratownikom na wyższym poziomie. Poza tym ratownicy powinni dysponować indywidualnym sprzętem ochrony przed skażeniami, w tym odzieżą ochronną FOO-1 z narzutką NO-1, maską MP-5 lub MP-6 oraz IPLS, IPP i IZAS. Powinni być również wyposażeni w analizator PChR 54 M lub automatyczny AP4C, który jest w etatowym wyposażeniu zespołów medycznych.

trującymi objawy są zwykle inne niż w postaciach ciężkich. Postępowanie medyczne jest zróżnicowane w zależności od grupy BŚT. Szczególnie ważne jest szybkie rozpoznanie toksydromu cholinergicznego, wywołanego użyciem środków z grupy fosforoorganicznych (paralityczno-drgawkowych). Żołnierz może wówczas samodzielnie zneutralizować lub osłabić ich działanie dzięki użyciu odtrutki z zestawu autostrykawek IZAS.

W strefie skażenia chemicznego poza tamowaniem krwotoku tętniczego i ustaleniem sposobu ewakuacji porażonego w zależności od rodzaju uszkodzenia narządu ruchu inne procedury medyczne powinny być poprzedzone przeprowadzeniem masowej dekontaminacji porażonych.

Po ustaleniu toksydromu i potwierdzeniu rodzaju skażenia jest wymagane ukierunkowane postępowanie detoksykacyjne po wcześniejszej dekontaminacji. Przykładowo iperyt siarkowy nie wymaga stosowania specyficznej odtrutki, jaką jest BAL (British anti-Lewisite – dimerkaprol), która skutecznie eliminuje działanie luizytu o sile działania dziesięciokrotnie większej niż iperytu.

W czasie organizowania w tej strefie akcji ratowniczej mogą wystąpić takie utrudnienia, jak:

- nieprecyzyjne określenie zasięgu strefy skażenia, co może skutkować rozmieszczeniem punktu pomocy medycznej zbyt blisko miejsca uwolnienia niebezpiecznego środka. Przełoży się to na możliwość dodatkowego skażenia personelu i poszkodowanych podczas udzielania pomocy medycznej;
- brak detektorów osobistych;

<sup>4</sup> Opisano je w podręczniku *Toksykologia wojskowa*, „Zdrowie” 2017 nr 87.



– nieprecyzyjne wyznaczenie bezpiecznej strefy, w której będzie działał zespół medyczny; będące w wyposażeniu wojsk analizatory (AP2C, AP4C, PChR) wykonują pomiary mało precyzyjnie;

– jeżeli przeciwnik użyje dwóch rodzajów BŚT, na przykład środka wymiotnego i środka z grupy fosforoorganicznej, spowoduje to zatkanie wymiocinami filtropochłaniacza;

– nierozpoznanie toksydromu; szczególną wagę należy przywiązywać do umiejętności rozpoznania toksydromu cholinergicznego występującego w sytuacji zatrucia fosforoorganicznymi. Umiejętność rozpoznania tego typu zespołu objawów powinni opamiętać wszyscy żołnierze, ponieważ dokładne postawienie diagnozy sobie czy koleżdze w ramach samopomocy umożliwi szybkie użycie odtrutki

PCHR-54. Procedury medyczne stosowane w strefie skażenia BŚT opierają się na znajomości toksydromów i odtrutek.

#### STREFA SKAŻENIA CZYNNIKAMI BIOLOGICZNYMI

Wojskowa służba nie ma możliwości oceny terenowego rozkładu tego typu skażenia. Również detekcja prowadzona przez ośrodki analizy skażeń nie jest dokładna.

Rozważając problematykę ataku biologicznego, należy pamiętać, że w tym przypadku mamy do czynienia z dwoma typami zagrożeń:

- A – czyli z patogenami, które mają zdolność namnażania się (wirusy, riketsje, bakterie, grzyby itp.); powstaje wówczas strefa zakaźna;

## PRZYSTĄPIENIEM DO DZIAŁANIA POWINIEN STOPNIU SKAŻENIA

z pakietu IZAS. Czas podania odtrutki w przypadku somanu to 2 min od zatrucia;

– po wyjściu ze strefy skażonej dekontaminacji podlega również personel ratowniczy i jego sprzęt. W wielu przypadkach wniesienie w strefę skażenia plecaków (pakietów medycznych) skutkuje ich całkowitym skażeniem bez braku możliwości ich ponownego użycia. Należy pamiętać, że każdy ma obowiązek wykonania zabiegu dekontaminacji własnej broni z użyciem pakietu IPLS.

Podczas ewakuacji ze strefy skażenia ze względu na przebieg zatrucia nie dochodzi zwykle do urazów kręgosłupa. Nie ma zatem potrzeby używania na dużą skalę desek ortopedycznych. Natomiast stosowanie noszy brezentowych powoduje, że będą już bezużyteczne, ponieważ nie ma możliwości całkowitego ich zdekontaminowania (chodzi o wyroby o charakterze porowatym, czyli o drewno, materiał, brezent itp.). Zatem porażonych wynosi się, używając chwytów ratowniczych, co skraca tym samym czas ich przebywanie w strefie skażenia.

Nieprzemyślane podawanie morfiny z autostrzykawki porażonym środkami fosforoorganicznymi może skutkować ciężkimi powikłaniami płucnymi ze śmiercią włącznie. Informacja o niestosowaniu morfiny w takich przypadkach jest umieszczona na opakowaniu leku. Podsumowując, należy stwierdzić, że analiza rozkładu skażenia chemicznego w terenie może być łatwa w ramach współpracy z ośrodkami analizy skażeń. W odniesieniu do etatowych analizatorów znacznie lepsze są automatyczne przyrządy mierzenia skażeń AP4C od analizatorów rurkowych

- B – czyli z toksynami biologicznymi o dużej zjadliwości; powstała strefa nie jest zakaźna.

Postępowanie medyczne w każdej z tych stref jest inne. I tak strefa zakaźna wymaga:

- używania przez ratowników filtrów HEPA na drogi oddechowe;

- stosowania odzieży ochronnej jednorazowej [w odniesieniu do patogenów broni biologicznej z grupy A według CDC (Centers for Disease Control and Prevention) jest wymagana odzież odpowiadająca najwyższemu poziomowi bezpieczeństwa];

- podjęcia decyzji o zastosowaniu izolacji; w przypadku choroby kwarantannowej – pełnej kwarantanny;

- stosowania procedur przeciwepidemicznych w celu przerwania dróg szerzenia się epidemii<sup>5</sup>;

- wchodzenia w strefę jedynie osób zabezpieczonych chemio- albo immunoprofilaktyką;

- stosowania dekontaminacji pod warunkiem, że od ataku biologicznego upłynęło od kilku do kilkunastu minut; po tym czasie jest ona nieskuteczna;

- przerwania ewakuacji na wyższy poziom medyczny i wyznaczenia rejonu izolacji (kwarantanny) z eliminowaniem wyjść ze strefy i wejść w nią. Wymagany jest kordon sanitarny.

Natomiast strefa niezakaźna wymaga:

- ze względu na szybkie działanie toksyn (działają po kilku minutach) natychmiastowej identyfikacji czynnika biologicznego w celu wyboru odpowiedniej terapii (antytoksyny);

- stosowania dekontaminacji wodą z mydłem, z tym zastrzeżeniem, że w przypadku mykotoksyn

<sup>5</sup> Instrukcja o zabezpieczeniu sanitarnohigienicznym i przeciwepidemicznym wojska w czasie pokoju, kryzysu i wojny, „Zdrowie” 2013.

i botuliny należy użyć wody ze związkiem czynnego chloru (stężenie roztworu: 0,1–0,2%).

Trudności w kontrolowaniu rozprzestrzeniania się epidemii wynikają z wpływu na ten proces kilku czynników. W strefie skażenia biologicznego o charakterze zakaźnym istnieje możliwość rozprzestrzeniania się patogenów przez wektory (owady, zwierzęta). Istnieje również prawdopodobieństwo wywołania nowego ogniska zakażenia na skutek roznoszenia choroby przez pacjentów lub personel.

Ponadto występuje utajony okres choroby zakaźnej (druga jej faza), w którym u pacjenta nie obserwuje się żadnych objawów, co utrudnia postawienie szybkiej diagnozy. Nie ma również możliwości identyfikacji patogenu na poziomie taktycznym.

Zabezpieczenie personelu medycznego wymaga zastosowania chemio- lub immunoprofilaktyki oraz jednorazowej odzieży ochronnej z maskami twarzowymi zaopatrzonymi w filtry HEPA (konstrukcja filtra zapewnia ochronę przed najmniejszymi nawet patogenami).

Etatowa odzież ochronna typu FOO-1 nie może być uznana za odzież o tej klasie izolacyjności, która powinna być używana w omawianej strefie. Specyfika działania służb medycznych w tej strefie będzie polegać na szybkim ustaleniu porażonych bronią biologiczną i ich izolowaniu z podziałem na osoby bez objawów oraz z objawami chorobowymi. W poprzednich dwóch strefach po przeprowadzeniu dekontaminacji, udzieleniu pomocy przedlekarskiej i przeprowadzeniu segregacji osoby porażone były ewakuowane na kolejne poziomy medyczne. Ewakuacja osób skażonych biologicznie na większą skalę nie jest możliwa. Pojazdy sanitarne nie mają bowiem odpowiedniego wyposażenia filtrowentylacyjnego, by zapewnić personelowi medycznemu bezpieczeństwo. Dlatego w powszechnym użyciu do przewożenia poszczególnych pacjentów ze strefy skażenia biologicznego powinny być nosze izolacyjne. W przypadku dużej liczby osób przebywających w tej strefie oraz braku możliwości stwierdzenia, czy dana osoba jest zakażona, słuszne jest zastosowanie izolacji w danym rejonie zamiast ewakuacji.

Działanie w tej strefie skażenia jest znacznie trudniejsze niż w pozostałych.

Ze względu na brak możliwości monitorowania rozwoju epidemii czy też nierozpoznany czynnik infekcyjny, należy wyznaczyć obszar izolacji (kwarantanny) z własnym blokiem żywienia, instalacją sanitarną i pomieszczeniami sanitarnymi z reżimem leczenia w systemie izolacji (kwarantanny). Wokół tego rejonu należy utworzyć kordon sanitarny. Na ten cel mogą być przeznaczone sezonowe ośrodki wypoczynkowe lub szkolne internaty. To rozwiązanie sprawdzi się pod warunkiem zapewnienia szczelnej ochrony (sieci posterunków). Jest to kluczowe zagadnienie dla opanowania epidemii. Wiele jest dowodów

na to, że albo diagnozujący personel medyczny opuszczający strefę izolacji stawał się nosicielem, albo niezdiscyplinowani pacjenci szukający pomocy w alternatywnych sposobach leczenia poza strefą izolacji przenosili chorobę w inne rejony. Sytuację niekiedy komplikuje fakt, że choroba może być przenoszona przez wektory.

Zasadnicza trudność to zdyscyplinowanie zarówno chorych, jak i personelu medycznego w rejonie izolacji (kwarantanny). Należy pamiętać, że izolacja chorych to przymusowe ograniczenie wolności. Dlatego działania te są prawnie uregulowane w ustawie o zwalczaniu chorób zakaźnych. Odpowiednimi środkami do ich zwalczania dysponuje państwowy (wojskowy) inspektor sanitarny na podstawie ustawy o Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Zasady postępowania są zawarte w *Instrukcji o zabezpieczeniu sanitarnohigienicznym i przeciwepidemicznym wojska w czasie pokoju, kryzysu i wojny*<sup>6</sup>.

Zgodnie z jej zapisami, jeżeli w jednostce nie ma lekarza, działania przejmuje podległy mu pracownik medyczny. Jest on zobligowany instrukcją do zorganizowania izolacji osoby podejrzanej o zachorowanie na niebezpieczną chorobę zakaźną.

Powinien być przy tym wspierany przez organy Żandarmerii Wojskowej. Ograniczenie sztucznego procesu epidemicznego nie jest łatwe. Może on wymknąć się spod kontroli. Świadczą o tym symulacje takich procesów w trakcie ćwiczeń prowadzonych w innych krajach o znacznie lepszej kondycji finansowej. Rząd USA zdecydował się na symulację epidemii w ćwiczeniach „Dark Winter” w roku 2001. Zaangażowano wszystkie służby wojskowo-cywilne odpowiedzialne za opanowanie epidemii.

Po symulowanych atakach z użyciem wirusa ospy „zakażonych” zostało około trzech tysięcy obywateli. Rozwój symulowanej epidemii przebiegał w czterech etapach i w żadnym z nich nie udało się jej opanować. Oszacowano, że w toku czwartego etapu wirtualnemu zakażeniu uległo 3 mln obywateli oraz odnotowano 1 mln wirtualnych zgonów. Głównym powodem niepowodzenia było niezdiscyplinowanie pacjentów samowolnie opuszczających rejon izolacji czy też kwarantanny. Kolejnym potwierdzeniem małej skuteczności działań służb przeciwepidemicznych były europejskie ćwiczenia „Atlantic Storm” z roku 2005. Również i w tym przypadku mimo integracji służb medycznych z takich krajów, jak USA, RFN, Wielka Brytania, Francja, Włochy, Polska i Holandia, oraz rozwinięciu rządowych centrów zarządzania kryzysowego ćwiczenia zakończyły się niepowodzeniem. Po 30 dniach na obszarze Europy doszło do około 660 tys. wirtualnych przypadków ospy prawdziwej. Niestety, by opanować epidemię, nie zgromadzono na czas odpowiedniej ilości szczepionek.

Inny system organizowania akcji ratowniczej jest stosowany w przypadku toksyn. Są to substancje

<sup>6</sup> Ibidem.



## TABELA 1. WYPOSAŻENIE I SPRZĘT UŻYWANY W STREFACH SKAŻENIA PRZEZ ZESPOŁY MEDYCZNE

Lp.	Strefy skażeń	Stosowanie maski i odzieży ochronnej	Stosowanie pakietów indywidualnych	Etatowe analizatory skażenia	Indywidualne detektory skażenia	Propozycja uzupełnienia wyposażenia
1	radioaktywna	maska MP-5, maska MP-6, odzież F00-1	brak pakietu radioochronnego w SZRP	DP-75 DPO	SOR/T	nowy pakiet radioochronny (pilne!)
2	chemiczna	maska MP-5, maska MP-6, odzież F00-1	IPLS, IPP, IZAS	PChR-54M, AP-2C, AP-4C	brak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pakiet RDLS (odkażanie),</li> <li>- zdalna detekcja metodą spektrometrii,</li> <li>- indywidualne detektory skażeń</li> </ul>
3	biologiczna - zakaźna	zalecana odzież jednorazowa oraz maski z filtrami HEPA	wskazane używanie indywidualnych płynów do dezynfekcji, stosowanie chemii i immunoterapii	brak	brak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- szybkie testy immunoenzymatyczne SMART,</li> <li>- mobilne izolatory z systemem filtracji HEPA,</li> <li>- mobilne zestawy do badania DNA i patogenu (PCR)</li> </ul>
4	biologiczna - niezakaźna	maska MP-5, MP-6, odzież F00-1	brak	brak	brak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- testy SMART,</li> <li>- mobilne zestawy do badania DNA i patogenu (PCR)</li> </ul>
5	toksyczne środki przemysłowe (TŚP)	zalecana odzież przeciwchemiczna z filtrami do skażeń przemysłowych	brak	brak	brak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- filtropochłaniacze do skażeń przemysłowych,</li> <li>- pakiet RDLS (odkażanie),</li> <li>- wstępna detekcja TŚP,</li> <li>- wykorzystanie aplikacji WISER i ERG dla systemu Android (smartfon) do wstępnego prognozowania skażeń</li> </ul>

Opracowanie własne.





## TABELA 2. CZYNNOŚCI WYKONYWANE W STREFACH SKAŻENIA PRZEZ ZESPOŁY MEDYCZNE

Lp.	Strefy skażeń	Dekontaminacja	Granica strefy niebezpiecznej	Chemo- i immunoterapia ratowników	Izolacja chorych po dekontaminacji	Podstawa działania
1	radioaktywna	+ woda	100 mSV	-	-	<i>Instrukcja o kontroli napromieniowania wojsk w SZRP</i>
2	chemiczna	+	obliczenia z wykorzystaniem SI Promień	-	-	<i>Toksykologia wojskowa</i>
3	biologiczna – zakaźna	wskazana natychmiastowa, później nieskuteczna	trudna do ustalenia	+	+	<i>Instrukcja o zabezpieczeniu sanitarno-higienicznym i przeciw-epidemicznym wojska w czasie pokoju, kryzysu i wojny</i>
4	biologiczna – niezakaźna	+ woda, mykotoksyny wymagają użycia 0,2% roztworu podchlorynu sodu	obliczenia z wykorzystaniem SI Promień	wskazana w przypadku botulizmu	-	<i>Instrukcja o zabezpieczeniu sanitarno-higienicznym i przeciw-epidemicznym wojska w czasie pokoju, kryzysu i wojny</i>
5	TŚP	+ wskazana konsultacja z PSP ze względu na ewentualną reakcję egzotermiczną	obszary zagrożeń w odniesieniu do TŚP są podane w ERG	-	-	<i>Emergency Response Guidebook – zasady postępowania ratowniczego</i>

Opracowanie własne.





wytwarzane przez bakterie o toksyczności znacznie przewyższającej toksyczność bojowych środków trujących (np.: rycyna – 1000 razy, abryna – 3000 razy czy botulina – 100 000 razy silniejsze od sarinu). Szczególnie szybko działają w formie aerozolu. Główną uwagę należy zwrócić na mykotoksyny T-2, czyli wtórne metabolity grzybów, na przykład *Fusarium*. Ich toksyczne działanie na skórę jest około 400 razy silniejsze niż luizytu. Lista toksyn mogących być użyte jako broń biologiczna jest długa – szacuje się ją na około 180 gatunków. W strefie skażenia toksynami należy zwrócić uwagę na jakość zabezpieczenia dróg oddechowych ze względu na małą dawkę toksyczną oraz dekontaminację poszkodowanych. Ponieważ związki te nie są organizmami żywymi mającymi zdolność do powielania się, po dobrze wykonanej dekontaminacji nie stanowią one zagrożenia dla służb medycznych. Ważne jest przy tym stosowanie analizatora do kontrolowania stopnia czystości osiąganego w procesie dekontaminacji.

Istnieje wiele rodzajów biodetekcji, np. systemy: BIODES, IBAC, testy ProStips itp. Jednak nie są one stosowane obecnie na poziomie taktycznym. Stąd trudności w ustaleniu, czy poszkodowany żołnierz nadal stanowi dla ratowników problem w doborze celowanej terapii, na przykład w podawaniu immunoglobulin wiążących toksynę botulinową. Podczas akcji ratowniczej nie segreguje się żołnierzy w celu ich izolacji, ponieważ toksyny nie są czynnikiem zakaźnym.

Trudnością w organizowaniu pomocy medycznej jest problem z odpowiednią detekcją patogenu. Obecnie bowiem etatowe pododdziały medyczne poziomu taktycznego nie mają możliwości stosowania szybkich testów diagnostycznych, choćby immunoenzymatycznych testów paskowych SMART. Rozwój biotechnologii spowodował jednak, że zakup skutecznych systemów biodetekcji nie stanowi problemu. Obecnie na międzynarodowym rynku dostępne są szybkie metody określania rodzaju patogenu. Popularnym zestawem jest BIO-Check (GENE /Systems) lub BIODES, IBAC itp. Idealnym zestawem zapewniającym 100% trafność wyników jest metoda Real Time PCR, stosowana w Ośrodku Identyfikacji Patogenów w Puławach oraz w Centrum Reagowania Epidemicznego. Planuje się wprowadzić takie zestawy w wersji polowej do wyposażenia zespołów reagowania epidemicznego WOMP (Wojskowy Ośrodek Medycyny Prewencyjnej). Gdy dojdzie do ataku biologicznego, zwykle niezauważalnego dla obserwatora (środek biologiczny jest pozbawiony koloru i zapachu), czynnik zakaźny szybko wnika do organizmu ofiary, nie ma zatem sensu stosowanie dekontaminacji. Chory staje się niebezpiecznym „producentem” drobnoustroju chorobotwórczego.

### SKAŻENIA TOKSYCZNYMI ŚRODKAMI PRZEMYSŁOWYMI

Organizowanie ratownictwa osób, które zostały nimi porażone, jest skomplikowane ze względu na

dużą liczbę zakładów przemysłu nie tylko chemicznego, lecz również spożywczego, rafineryjnego, włókienniczego itp., które mają zapasy różnych związków chemicznych.

Podczas udzielania pomocy medycznej niezbędna jest wiedza toksykologiczna wsparta albo własnymi bazami danych o ich szkodliwości, albo współpraca z lokalnymi ośrodkami toksykologicznymi. W regionalnych systemach zarządzania kryzysowego lokalne jednostki działające w systemie krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego dysponują pełnym rozpoznaniem zagrożeń związanych z występowaniem TŚP na ich terenie i mają opracowane procedury ratownicze stosowane w sytuacji tego typu zdarzenia.

Z uwagi na złożoność tego problemu w czasie konfliktu zbrojnego właśnie im przypadnie rola koordynatora działań, a rola pomocnicza – wojsku. W razie uszkodzenia środka transportu przewożącego substancję toksyczną (cysterny, kontenery) należy kierować się instrukcją stosowaną w takich przypadkach na całym świecie. Chodzi o *Emergency Response Guidebook* (ERG), wydaną przez Departament Transportu USA (dostępna w Internecie na stronie Głównego Inspektora Ochrony Środowiska pt. *Zasady postępowania ratowniczego*). Powinna być stosowana do rozpoznania rodzaju przewożonej substancji oraz do wstępnej oceny wielkości zagrożonego obszaru. W instrukcji podano również szacunkowe dane odnośnie do zasięgu strefy skażenia oraz zasady udzielania pierwszej pomocy. Nieznajomość ERG nie pozwala na wstępne ustalenie obszaru o niebezpiecznym stężeniu środków chemicznych oraz wyodrębnienie strefy bezpiecznej, w której powinien znaleźć się doraźny punkt medyczny. Do dokładniejszych obliczeń służą metodyki oceny sytuacji skażeń promieniotwórczych, biologicznych i chemicznych, wykorzystywane przez jednostki wojskowego podsystemu chemicznego.

Warto wspomnieć o nowym narzędziu służb działających w strefach skażonych – o aplikacji WISER utworzonej dla systemu ratowniczego w USA. Aplikacja pomaga w ustaleniu sposobu organizowania pierwszej pomocy. Jedno z jej narzędzi, czyli Chemm (Chemical Hazards Emergency Medical Management) Inteligent Syndrom pozwala zdiagnozować zespół objawów występujących u porażonych.

### WARTO WIEDZIEĆ

Działania ratownicze w momencie użycia przez przeciwnika broni masowego rażenia są trudne do sprawnego prowadzenia w celu minimalizowania skutków uderzeń. Mimo międzynarodowych zakazów należy liczyć się z możliwością zastosowania BMR chociażby przez organizacje terrorystyczne. Zatem system ochrony ludności w trakcie działań zbrojnych przez wojskową służbę medyczną oraz inne komponenty sił zbrojnych powinien być na tyle sprawny, by szybko rozpoznać sytuację oraz podjąć skuteczne działania w miejscu zdarzenia. ■



# Rozważania po 100-leciu

PROBLEMY DOTYCZĄCE ROZWOJU MARYNARKI WOJENNEJ SĄ BARDZO WAŻNE, PONIEWAŻ MA ONA CHRONIĆ INTERESY POLSKI I POLAKÓW. PREZENTOWANY TEKST NIE ODDAJE ZŁOŻONOŚCI ZAGADNIEŃ ZWIĄZANYCH Z JEJ STANEM I ROZWOJEM. JEST TYLKO PRÓBĄ ICH PRZYBLIŻENIA, WIDZIANĄ Z NIESZABLONOWEJ PERSPEKTYWY.



kmr ppor. **Grzegorz Kolański**

Obchodzona w roku 2018 setna rocznica utworzenia Marynarki Polskiej RP była doskonałym pretekstem do dyskusji o morskim rodzaju sił zbrojnych naszego kraju. O historii marynarki, jej obecnym stanie oraz perspektywach rozwoju rozmawia się w zasadzie cały czas. Tylko że dość spokojnie i niezbyt głośno. I co najgorsze, dyskusja toczy się głównie wewnątrz marynarki i nieczęsto wychodzi na arenę krajową. Dlatego też należy wykorzystać również inne rocznice, aby jej stanem i przyszłością zainteresować jak najszerszą opinię publiczną. Dzisiaj żyjemy w świecie nadmiaru informacji i mniej lub bardziej wartościowych bytów celebryckich. W tym chaosie trudno się przebić przez wszechobecny pancierz spraw codziennych i przykuć uwagę do tych ważnych.



Autor jest specjalistą w Oddziale Operacji Morskich Centrum Planowania Dowództwa Operacyjnego Rodzajów Sił Zbrojnych.

### TROCHE HISTORII, ALE NIE ZA DUŻO

Rocznica była setna, dlatego też przyjmujemy, że nasza marynarka została powołana do życia w roku 1918. I istniała w ciągu następnych stu lat (teraz już 102) targana wichrami historii. Pierwszy etap jej funkcjonowania to okres do wybuchu II wojny światowej. I do niego porównujemy czasami obecny jej stan. Nie bez powodu, gdyż można spostrzec kilka podobieństw, ale i sporo różnic. Po pierwsze, mieliśmy wtedy sojuszników – największe floty w tamtych czasach – marynarkę brytyjską i francuską. Po drugie, potencjalnego wroga przez długi czas upatrywaliśmy na wschodzie, w postaci Kraju Rad. To chyba jedno z najważniejszych faktów z tamtych lat dotyczące marynarki.

To drugie stwierdzenie jest o tyle istotne, że siły marynarki były budowane na potrzeby... wojny lądowej. Główna batalia miała się rozegrać na lądzie, na morzu Związek Radziecki był daleko, aż w Zatoce Fińskiej. Ówczesny stan polskiej floty pozwalał na zaminowanie podejść do własnego wybrzeża, eskortowanie statków zmierzających do kraju oraz nękanie przeciwnika, a zwłaszcza jego linii komunikacyjnych. Wszystko oczywiście w mniej lub bardziej ograniczonym stopniu z uwagi na stan liczebny sił okrętowych. O wiele gorzej sytuacja marynarki wyglądała w odniesieniu do wojny z Niemcami ze względu na przewagę sił przeciwnika i ich bliskość.

Czy marynarka miała w tamtym okresie sprecyzowane i spójne plany rozwoju i działania na wypadek wojny? Na wypadek wojny z Rzeszą czy też ze Związkiem Radzieckim na pewno były. Gorzej z planami rozwoju. Co pewien czas powstawały, były jednak mniej lub bardziej oderwane od ekonomicznych realiów kraju i jego militarnych potrzeb. Tak też to w dzieli ówczesni decydenci i je odrzucali.

Po II wojnie rozwój marynarki nawiązywał do celów i interesów Układu Warszawskiego, czyli głównie Związku Radzieckiego. Postawiono przed nią dość wyraźne zadania związane z przeprowadzeniem desantu w rejonie Półwyspu Jutlandzkiego. I temu podporządkowano rozwój sił okrętowych.

Wykorzystując dostępne platformy, powinniśmy dostosować je do wymagań pola walki i uzupełnić stan marynarki wojennej nowymi jednostkami.

M A R I A N   K L U C Z Y Ń S K I

W składzie marynarki znajdowały się więc głównie siły desantowe, przeciwminowe, zwalczania okrętów podwodnych (ZOP), lekkie nawodne siły uderzeniowe, a także siły podwodne i większe okręty – niszczyciele. Te ostatnie były wyrazem dobrego gestu Wielkiego Brata, który pozwalał na zaspokojenie naszych ambicji (w uznawanych przez niego granicach rozsądku). Jednostki te umożliwiły przede wszystkim zachowanie ciągłości tradycji sił okrętowych. Stały się kuźnią, gdzie marynarska kadra zdobywała doświadczenia. Krótko mówiąc, było dużo, celowo, a nawet trochę ekstrawagancko.

Skupiając się na siłach okrętowych, nie można zapomnieć o jednostkach brzegowych i o lotnictwie morskim. Siły te były w składzie marynarki w okresie międzywojennym i w czasach PRL. Dzięki nim marynarka znakomicie rozszerzała swoje zdolności bojowe i zachowywała pewną niezależność od innych rodzajów sił zbrojnych.

#### STAN OBECNY, CZYLI CO TRZEBA WIEDZIEĆ

Na podstawie informacji medialnych można wysnuć wniosek, że dzisiejszy stan marynarki jest fatalny. Czy jest tak w rzeczywistości? Z pewnością nie jest bardzo dobrze, ani nawet dobrze. Nie jest też bardzo źle, ani źle. Jest prawie źle, z tendencją do zachowania tego stanu. Prawdą jest, że po zimnej wojnie ograniczono stan ilościowy sił okrętowych naszej marynarki. Ale też zrobiono to tak, by nie utracić całkowicie podstawowych zdolności bojowych. W dalszym ciągu mamy siły podwodne, są siły przeciwminowe i uderzeniowe, a nawet transportowe. Są również jednostki rozpoznawcze, ratownicze i inne pomocnicze jednostki pływające. Jest też lotnictwo, dywizjony przeciwlotnicze i bataliony inżynieryjne, a nawet brzegowa jednostka rozpoznawcza. Jest także Morska Jednostka Rakietowa. Czyli na papierze marynarka wygląda całkiem nieźle. Ale jest jeden szkopał – pod uwagę trzeba wziąć wiek sił okrętowych, a w wypadku lotnictwa i jednostek brzegowych stopień ich wyposażenia i uzbrojenia w nowoczesne systemy.

To, co podkreślają autorzy zajmujący się tematyką morską, to przede wszystkim brak jasno określonych celów i wytycznych wypływających z dokumentów opracowywanych na szczeblach decydenckich. Czy wynika to z braku znajomości obecnego stanu marynarki i wizji jej przyszłego stanu? Czy też jest rezultatem toczonej w ten sposób dyskusji i ścierania się różnych poglądów? Miejmy nadzieję, że to drugie. A może po prostu marynarka nie jest aż tak ważna dla obronności państwa, że jej problemy spycha się w ten sposób na dalszy plan? Nie byłoby w tym nic dziwnego, jeśli kilka faktów stanie się jasnych.

Po pierwsze, nigdy nie byliśmy narodem morskim i prawdopodobnie nie będziemy (może poza garstką zapaleńców). Wynika to zapewne z naszego położenia geopolitycznego, które z kolei miało wpływ na historię naszego kraju. W ciągu ponadstuletniej

historii główna uwaga skupiała się na sprawach lądowych. Przez wiele lat nasz kraj miał ograniczony dostęp do morza lub był go całkowicie pozbawiony. W tym czasie jego energia była skierowana na ekspansję głównie w kierunku wschodnim lub zachodnim, rzadziej południowym lub też na odpieraniu zagrożenia z tych kierunków. Drugi fakt, wynikający z pierwszego: toczyliśmy przede wszystkim wojny lądowe. I tak zostało do dzisiaj. Największe zagrożenie dla bezpieczeństwa naszego kraju jest postrzegane w kategoriach wojny lądowej. Może i w różnych wymiarach współczesnego pola walki, ale z działaniami kinetycznymi głównie na lądzie. Trzeci fakt to taki, że główną rolę w naszych siłach zbrojnych odgrywały, odgrywają i będą odgrywać wojska lądowe. Oczywiście dzisiaj nie obejdują one bez lotnictwa. Ale i ono również będzie przygotowywane nie do zwalczania celów morskich, lecz przede wszystkim do walki z lotnictwem przeciwnika i zwalczania celów lądowych.

#### I CO Z TEGO WYNIKA?

Jakie wnioski płynące z tych faktów mogą być istotne dla marynarki? Po pierwsze, to ona potrzebuje otwarcia na rzeczywistość, a nie rzeczywistość na nią. Po drugie, jeśli nie chce być spychana na boczny tor, musi zaakceptować drugoplanową rolę w razie wybuchu wojny lądowej. Po trzecie, by się rozwijać, musi znaleźć niszę, w której wykaże swoją przydatność nie tylko dla samej siebie, lecz przede wszystkim dla wojsk lądowych i sił powietrznych.

Na czym ma polegać otwarcie na rzeczywistość? Chociażby na akceptacji realnych możliwości państwa odnoszących się do wydatków na zbrojenia. Niestety, należy zauważyć, że w całym natowskim dwudziestolecu zbyt małą uwagę przykładano do modernizacji technicznej nie tylko marynarki, lecz także całych naszych sił zbrojnych. Dzisiaj okazuje się, że wprowadzenie do służby Rosomaków i F-16 czy też używanych Leopardów 2 i fregat typu OHP to za mało. Daje tu o sobie znać pozimnowojenne odprężenie, które dotknęło także inne europejskie kraje. I dzisiaj trzeba nadrabiać te zaległości, co u nas przekłada się na palącą potrzebę zakupu systemu obrony powietrznej, nowych śmigłowców wielozadaniowych i bojowych, nowych samolotów, bojowych wozów piechoty, systemów artyleryjskich i rakietowych, i... nowych okrętów. To tak pobieżnie wyglądają potrzeby naszych sił zbrojnych. A nowe systemy łączności, zarządzania polem walki, walki radioelektronicznej? Wszystko to powoduje, że lista zakupów jest długa, a te odnoszące się do marynarki nie są priorytetowe. I to nie dlatego, że ktoś jej nie lubi. W wypadku ewentualnego konfliktu zbrojnego główny ciężar walk będą ponosić wojska lądowe oraz siły powietrzne (lotnictwo i obrona powietrzna). I nieważne, czy będzie to konflikt symetryczny, asymetryczny, hybrydowy, czy też jakkolwiek nazwę będzie on nosił w przyszłości. I raczej mało jest prawdopodobne,



byśmy toczyli wojnę z jakimś krajem wyspiarskim. Pomysł niszy operacyjnej wymaga z kolei zmiany podejścia do koncepcji rozwoju marynarki. Musi się ona rozwijać lub też zmieniać we współpracy z wojskami lądowymi i siłami powietrznymi. Inaczej mówiąc, potrzebne są zdolności i okręty, które zaoferują coś innym rodzajom sił zbrojnych. I to nie może być mało znaczące coś, lecz takie, które zyska ich akceptację, a może wręcz będzie przez nie pożądane.

#### CO DALEJ?

Znane powiedzenie mówi, że wojsko przygotowuje się do wojny, która już była. Ale jak się przygotować do przyszłej i ewentualnej wojny, czyli do nieznanego? Można tylko śledzić to, co się dzieje wokół i wyciągać wnioski oraz zbierać doświadczenia. I starać się przewidzieć, jak może wyglądać konflikt przyszłości. Dzięki temu można określić, jakie zdolności bojowe marynarka koniecznie mieć musi, jakie może mieć, a jakie by się przydały. I nie ma żadnej pewności, że te przewidywania się sprawdzą. A przebieg i rozwój konfliktu może zadziwić także stronę, która go wywołała.

Określenie zdolności bojowych to jedno, a okręty to kolejna sprawa. W oczywisty sposób te dwie rzeczy są ze sobą powiązane. Jeśli zostanie ustalone, że najbardziej potrzebujemy sił patrolowych lub przeciwminowych czy też ZOP, to będziemy pozyskiwać okręty, które mogą wykonywać zadania związane z patrolowaniem, zwalczaniem zagrożenia minowego lub też poszukiwaniem, śledzeniem i niszczeniem jednostek podwodnych. W poprzednim zdaniu celowo użyto terminu *pozyskiwać*. Okręty można kupować za granicą lub budować we własnych stocznicach. Kupować można jednostki nowe, których projekty można nabyć z tzw. półki (szybszy zakup), lub które zostaną zbudowane specjalnie dla zamawiającego (dłuższy zakup). Można kupić jednostki używane i wycofane ze służby. Wycofane z różnych powodów. Najlepiej dla kupującego, gdyby takie okręty padły ofiarą cięć budżetowych i nie były jeszcze zbyt wiekowe czy też przestarzałe technologicznie. Niestety takie „wypredaże” miały miejsce kilkanaście lat temu i nieprędko się powtórzą. Przykładem kraju, który skorzystał na takich okazjach, jest Chile. Trzon marynarki tego kraju tworzą fregaty należące wcześniej do marynarki brytyjskiej i holenderskiej (w sumie jest to osiem jednostek). Oprócz nich pod chilijską banderą pływają izraelskie kutry rakietowe typu Sa'ar 4, kilka poamerykańskich jednostek patrolowych czy też dawny francuski okręt desantowy „Foudre” (obecnie „Sargento Aldea”).

#### OD POCZĄTKU, CZYLI SZUKANIE POWODU

Ale zanim zaczniemy mówić o pozyskiwaniu okrętów, skupmy się na chwilę jeszcze na pytaniu

o celowość istnienia marynarki. Tym bardziej, że w naszym społeczeństwie dalej zdaje się pokutować stwierdzenie renesansowego poety, że *Może nie wiedzieć Polak co to morze, Gdy pilnie orze*<sup>1</sup>. A tej przysłowiowej orki jest w naszym kraju sporo, także na niwie wojskowej. Najprostsza odpowiedź to stwierdzenie, że skoro mamy dostęp do morza, to powinniśmy mieć i marynarkę. Taki paradygmat, czyli coś, czego kwestionować się nie powinno lub *oczywista oczywistość*. A jeśli ktoś ma ochotę na bliższe zapoznanie z tematem, to może poczytać o potrzebie zapewnienia bezpieczeństwa państwa na kierunku morskim, o międzynarodowej i sojuszniczej współpracy oraz o ekonomicznych aspektach wykorzystania morza i morskich szlaków komunikacyjnych. Wszystkie te zagadnienia są ważne dla naszego państwa i dla nas samych, chociaż może nie do końca jesteśmy świadomi ich wagi. Gdzieś na końcu listy powodów istnienia marynarki pojawia się także stwierdzenie o potrzebie wsparcia wojsk lądowych i sił powietrznych.

#### DLA SIŁ LĄDOWYCH ...

Ta jedna z ostatnich pozycji może świadczyć o dość niskiej randze tego powodu i tak też chyba jest on traktowany. Czyli jako powód nie jest najważniejsza. A może właśnie jej trzeba nadać szczególne znaczenie? Skoro wojna powietrzno-lądowa jest tak istotna, to może budować marynarkę przede wszystkim z myślą o niej? Zgodnie z tą ideą okręty powinny efektywnie wesprzeć wysiłek wojsk lądowych i sił powietrznych. Skutecznie, czyli jak? Zaczniemy może od najprostszej zdolności, czyli transportu lub desantowania wojsk. Obecnie nasza marynarka dysponuje okrętami desantowymi, konkretnie transportowo-minowymi typu Lublin, zdolnymi do transportu wojsk i desantowania ich na nieprzygotowany brzeg. Jednostki te mają jednak swoje ograniczenia i w zasadzie nie przystają do nowoczesnej doktryny działań amfibijnych, zakładającej działania poza horyzontu i zasięgu środków ogniowych przeciwnika.

Myśląc o przyszłości naszych sił desantowych, można znaleźć trzy rozwiązania. Pierwsze z nich to ich likwidacja. Krok dość ekstremalny, pozbawiający marynarkę jednej z jej istotnych zdolności. Mielibyśmy nadzieję, że nie będzie miał miejsca. Rozwiązanie drugie zakłada zachowanie obecnego potencjału i ewentualne jego powielenie w przyszłości dzięki jednostkom o zbliżonych możliwościach. W trzecim rozwiązaniu rozważa się zarówno zmianę sposobów wykorzystania jednostek desantowych, jak i działania sił desantowych. Może ich przyszłość leży w zdolności do prowadzenia szybkich i skrytych rajdów desantowych, wykonywanych względnie małymi i mobilnymi siłami? To pierwszy wariant trzeciego rozwiązania. Przykładem może być marynarka

<sup>1</sup> S.F. Klonowic, *Flis to jest spuszczenie statków Wisłą i inszemi rzekami*, pl.wikisource.org/.





Czy historia i stan okrętu  
podwodnego ORP „Orzeł”  
jest alegorią historii  
i stanu naszej  
współczesnej  
marynarki wojennej?

Federacji Rosyjskiej, która co prawda stara się o pozyskanie nowych, dużych okrętów desantowych, ale też stawia na jednostki mniejsze. Niektórzy analitycy wskazują nawet, że Rosja zrezygnowała z przeprowadzania dużych operacji desantowych właśnie na korzyść rajdów wykonywanych niedużymi siłami. Jest to raczej mało prawdopodobne, ponieważ Rosjanie nie rezygnują tak łatwo i szybko z tego, co już mają i mogą. Ale faktem jest też, że kutry desantowe typu Dyugon i Ondatra na stałe zagościły w marynarce Federacji Rosyjskiej i często są wykorzystywane w trakcie szkoleń. My nie musimy robić tak samo, ale jest to dość sensowne rozwiązanie, chociaż nasze wybrzeże nie oferuje warunków pozwalających na skryte wykonywanie rajdów i ataków na wybrane cele w strefie przybrzeżnej.

A może lepiej pójść w drugą stronę i zamiast pozyskiwać małe jednostki desantowe to skupić się na wariacie wykorzystania jednej dużej? Takiej, która byłaby zdolna do transportu batalionu piechoty morskiej, zmotoryzowanego lub zmechanizowanego wraz ze sprzętem i uzbrojeniem oraz zapasami na kilka lub kilkanaście dni walki o intensywności małej lub nawet dużej? Nie mówimy tutaj o dużym okręcie zdolnym do transportu ponad tysiąca żołnierzy wspieranych przez skrzydło lotnicze ze śmigłowcami i samolotami pionowego startu, jak np. amerykańskie jednostki typu Wasp lub America. Nam mo-

że wystarczyłoby okręt znacznie mniejszy, o wyporności około 10 000 t, zdolny do przyjęcia na pokład 300–400 żołnierzy wraz z wyposażeniem i pojazdami. Jako przykład mogą służyć singapurskie jednostki typu Endurance czy też budowane według południowokoreańskiego projektu okręty typu Makassar dla Indonezji i ich pochodne (typ Tarlac dla Filipin oraz typ Pisco dla Peru). Budowa tej klasy jednostki o dość dużych możliwościach transportowych ma jedną niebagatelną zaletę. Jej pozyskanie powinno wzbudzić zainteresowanie wojsk lądowych. I to do tego stopnia, że mogłyby one nawet partycypować finansowo w jej zakupie. Kolejna zaleta nabycia takiej jednostki wynika z potrzeby zapewnienia jej ochrony i obrony. A do tego są potrzebne następne okręty mogące zwalczać cele nawodne, podwodne i powietrzne. A także zdolne do wykonywania zadań wsparcia ogniowego na korzyść wojsk lądowych. Najczęściej wspomina się o pociskach manewrujących, czyli rozwiązaniu dość drogim, ale okręty to przecież także artyleria. Do efektywnego wsparcia ogniowego potrzebne są jednak systemy artyleryjskie wyposażone w amunicję zdolną do precyzyjnego rażenia celów. Prace nad nią prowadzi kilka firm na świecie, ale napotykają one dość duże przeszkody, także z powodu kosztów. Jednym z najbardziej obiecujących projektów jest rodzina włoskich pocisków Vulcano. W przyszłości mają one być wykorzystywane nie



GRZEGORZ KOLAŃSKI

tylko w pokładowych systemach artyleryjskich kalibru 76 i 127 mm, lecz także w systemach lądowych kalibru 155 mm. Podsumowując rozważania, można stwierdzić – w pewnym uproszczeniu, że najlepszym gwarantem rozwoju marynarki wojennej mogą być wojska lądowe.

### ... I SIŁ POWIETRZNYCH

A jak marynarka mogłaby wspierać działania sił powietrznych? Do tego celu można użyć także jednostki desantowej. Oczywiście odpowiednio wyposażonej i uzbrojonej. Przykładem takiego rozwiązania może być marynarka Kataru. W roku 2016 kraj ten zamówił we włoskiej stoczni Fincantieri okręt desantowy będący rozwinięciem projektu włoskich jednostek typu San Giorgio, a konkretnie ich algierskiego wariantu Kalaat Beni Abbes. Oprócz zdolności do transportu 440 żołnierzy i 15 czołgów algierską jednostkę wyposażono w wielozadaniowy radar wykrywania celów powietrznych (European Multi-function Phased Array Radar – EMPAR) i uzbrojono w 16 rakiet przeciwlotniczych Aster 15 o zasięgu 30 km, wyrzeliwanych z wyrzutni pionowego startu A-50. W okręcie przeznaczonym dla Kataru uzbrojenie przeciwlotnicze ma obejmować 16 rakiet Aster-30 o zasięgu do 120 km. Jednostka zostanie wyposażona w wielofunkcyjny radar Kronos o zasięgu do 250 km mogący śledzić do 300 celów. Taką

platforma ma pełnić funkcję wysuniętego stanowiska wykrywania celów powietrznych, zdolnego także do zwalczania zagrożenia ze strony środków napadu powietrznego. Ponadto ma ona odgrywać też rolę stanowiska dowodzenia koordynującego zwalczanie celów powietrznych dla czterech wielozadaniowych korwet, również uzbrojonych w rakiety Aster-30. Informacje prasowe określają jednostkę tę jako *okręt-matka*. Zarówno ona, jak i cztery korwety (czy też fregaty, biorąc pod uwagę ich wielkość – 3200 t wyporności) zostały zakupione w ramach jednego kontraktu od tej samej stoczni. Obejmuje on dodatkowo dostawę dwóch jednostek patrolowych przeznaczonych do zadań ZOP. Cały kontrakt ma wartość 5,9 mld dolarów, ale odnosi się także do dziesięcioletniego wsparcia logistycznego dla korwet i pięcioletniego dla jednostki desantowej. Może i drogo, ale okręt desantowy jako jednostka strefowej obrony powietrznej, połączona w jeden system wraz z czterema innymi okrętami jako mobilne elementy ogniowe? Całkiem ciekawa propozycja, tym bardziej że ta okrętowa grupa obrony powietrznej ma być także zintegrowana z lądowym systemem obrony powietrznej.

Opisany okręt desantowy mógłby zostać wykorzystany do prowadzenia operacji narodowej, tym bardziej gdyby posiadał on asystę innych jednostek, jak będzie to w przypadku katarskim. Sprawdziłby się również w ramach operacji sojuszniczej jako mocny element sił odstraszania, przeciwdziałający sytuacji kryzysowej w rejonie Morza Bałtyckiego. A dlaczego? Ponieważ w wypadku zablokowania Cieśnin Duńskich i tzw. przesmyku suwalskiego polskie porty i Bałtyk pozostaną jedną z głównych dróg, jakimi będzie można transportować wojska na Litwę, Łotwę i do Estonii.

Wywołując temat krajów leżących nad Bałtykiem, można rozważyć inny scenariusz potencjalnego rozwoju naszej marynarki. Wynika on ze współdziałania i współpracy z innymi krajami NATO w sferze budowy potencjału morskiego. Ewentualnie z innymi państwami, nienależącymi do Sojuszu, ale zainteresowanymi wspólnymi problemami bezpieczeństwa. Budowę tego scenariusza można rozpocząć od przeglądu zdolności bojowych marynarek krajów nadbałtyckich. Spośród nich jedynie marynarka rosyjska dysponuje całym arsenałem zdolności bojowych, czyli możliwościami zwalczania celów nawodnych, podwodnych, powietrznych, zdolnościami do zwalczania zagrożenia minowego i transportu wojsk. Dysponuje ona siłami nawodnymi, podwodnymi, lotniczymi i jednostkami brzegowymi. Czyli podobnymi jak nasza marynarka, ale w niektórych aspektach nasze możliwości są mniej lub bardziej ograniczone. W marynarce niemieckiej z tego spektrum brakuje sił desantowych. Z tego też powodu Niemcy w zakresie transportu wojsk nawiązały współpracę z marynarką holenderską. W wypadku Danii w oczy rzuca się zarówno brak sił podwod-

nych, jak też i jednostek przeciwminowych. Zamiast tych ostatnich marynarka duńska rozwija modułowy program wyposażenia przeciwminowego MCM Denmark oparty na kontenerach i pojazdach bezzałogowych. Elementy tego systemu przeciwminowego mają być instalowane na pokładach okrętów lub też przewożone środkami transportu lądowego. A co się stanie, jeśli platform morskich będzie za mało lub będą wykorzystywane gdzie indziej? W odniesieniu do Litwy, Łotwy i Estonii możemy w zasadzie mówić tylko o zdolnościach do zwalczania zagrożenia minowego i służby patrolowej. W wypadku państw spoza NATO (Szwecja i Finlandia) również można wskazać pewne luki w zdolnościach bojowych ich marynarek – brak sił podwodnych w Finlandii czy też większych jednostek desantowych w Szwecji.

#### WSPÓŁPRACA PRZEDE WSZYSTKIM?

Jej scenariusz sprowadza się do idei położenia nacisku na te zdolności, które mogłyby być rozwijane z jednymi państwami, i na uzupełnianie luk w zdolnościach z innymi państwami. Jako przykład mogą posłużyć siły podwodne. Ich unowocześnienie można oprzeć na współpracy z Niemcami i Norwegią, które wspólnie realizują program jednostek typu 212CD, lub też z Francją proponującą okręty typu Scorpene. Ewentualnym partnerem może też być Szwecja z programem jednostek typu A26. Siły podwodne naszej marynarki stanowiłyby na pewno zagrożenie dla ewentualnego przeciwnika. Stopień tego zagrożenia będzie zależał jednak w dużym stopniu od przyjętej koncepcji ich użycia. Czy miałyby prowadzić działania tylko na Bałtyku, czy też poza nim? Czy byłyby uzbrojone w pociski manewrujące? Oba pytania są ze sobą dość ściśle związane, gdyż jednostki z pociskami zdolnymi do zwalczania celów lądowych, by odgrywać rolę odstraszania, wcale nie musiałyby operować na Bałtyku. Przykładem może być obecny lider na rynku jednostek podwodnych o napędzie konwencjonalnym, uzbrojonych w rakiety i zdolnych do rażenia celów lądowych – Rosja. Kraj ten nie rozwinął dotychczas dojrzałej technologii napędu niezależnego od powietrza atmosferycznego (Air Independent Propulsion – AIP) i tym samym znalazł się poza światową czołówką producentów okrętów podwodnych. Mimo to zachowuje silną pozycję dzięki udanemu i groźnemu połączeniu ulepszonych jednostek typu Kilo z pociskami systemu Kalibr. Okręty te wcale nie muszą się znajdować na Bałtyku, by razić ewentualne cele na obszarze naszego kraju. Przy okazji, gdy spojrzysz na skład Floty Bałtyckiej, mającej tylko jeden okręt typu Kilo, który wszedł do służby w roku 1986 (rok później niż ORP „Orzeł”), może wypłynąć pytanie o celowość utrzymywania sił podwodnych na Morzu Bałtyckim. Czy Rosja zrezygnowała z sił podwodnych na Bałtyku, czy też Flota Bałtycka czeka w kolejce na nowe Kilo? A może w przyszłości flotę tę

zasila jednostki nowego typu z AIP? A może okręty podwodne na Bałtyku to przeżytek? Mając połączenie Kilo z Kalibrami, Rosja może sobie pozwolić na „odpuszczenie” działań sił podwodnych w tym rejonie. A czy my możemy? Moglibyśmy, ale wtedy tracimy istotną zdolność marynarki do działań bojowych i ochrony interesów kraju. Jeśli mielibyśmy jednak zrezygnować z okrętów podwodnych na Bałtyku, to tylko na korzyść jednostek zdolnych do działań poza nim i z takim zamysłem wyposażonych i uzbrojonych.

Kolejna luka, która tkwi w możliwościach sił morskich państw nadbałtyckich, to siły desantowe. O zasobach i implikacjach związanych z ich użyciem już wspomniano. Można jeszcze dodać, że ich rozwojem jest zainteresowanych wiele państw. Przykładem może być znów Rosja, uparcie dążąca do pozyskania także jednostek klasy LPD lub nawet LHD. Mając jednak na uwadze nieudany zakup francuskich Mistrali, teraz już rozpoczęła ich pozyskiwanie wykorzystując do tego własny przemysł stoczniowy. Z jednej strony mamy więc małe i szybkie jednostki desantowe przeznaczone do rajdów desantowych, z drugiej – duże okręty zdolne do projekcji siły. A w środku? Wywodzące się jeszcze z czasów ZSRR jednostki klasy Landing Ship Tank (LST), użytkowane często w postaci... jednostek transportowych do przerzutu sił. Przykładem jest rosyjskie zaangażowanie w Syrii.

Pozostając w klimatach śródziemnomorskich, trzeba wspomnieć o Turcji. Kraj ten ma rozbudowane i w miarę nowoczesne siły desantowe, złożone z mniejszych jednostek i kilku większych zbudowanych głównie we własnych stoczniach. W tureckiej stoczni Sedef w Istambule powstaje także największy turecki okręt – TCG „Anadolu”. To także jednostka desantowa klasy LHD, pochodna hiszpańskiego SPS „Juan Carlos I”. TCG „Anadolu” ma być okrętem flagowym tureckiej marynarki i pełnić funkcję okrętu desantowego, okrętu dowodzenia lub nawet lekkiego lotniskowca. Jednostka ta jest przykładem tureckiego podejścia do rozbudowy marynarki, niebroniącego się przed współpracą z partnerami zagranicznymi, lecz silnie ukierunkowanego na rodzime przedsiębiorstwa zbrojeniowe. Obecnie udział firm tureckich w budowanych w tym kraju okrętach wynosi od 60 do 80%, w zależności od wielkości i zaawansowania technologicznego. Nie zawsze jednak tak było. Początkowo okręty zamawiano za granicą, dbając jednak o to, by w ich budowie uczestniczyli także inżynierowie tureccy. Dopiero kolejne jednostki danego typu lub klasy powstawały już w Turcji, ale pod nadzorem specjalistów zagranicznych. W ten sposób zdobywano niezbędną wiedzę i doświadczenie. Trzeba jednak zauważyć, że proces ten trwał kilkadziesiąt lat. I jest kontynuowany dalej z konsekwencją pozwalającą na planowanie wydatków i wprowadzanie coraz nowszych jednostek desantowych oraz kutrów, korwet i fregat o coraz większych możliwościach bojowych.





Przykład turecki jest o tyle ciekawy, że kraj ten nie ma wcale olbrzymiego budżetu obronnego, a mimo to utrzymuje drugą co do wielkości armię NATO i czwartą pod względem jej zdolności bojowych (według portalu Global Fire Power). Turecki budżet na rok 2019 miał wynieść około 14 mld dolarów, nasz – około 12 mld<sup>2</sup>.

Analizując skład naszej marynarki, można wysnuć wnioski o jej dążeniu do specjalizowania się w zwalczaniu zagrożenia minowego. I nic w tym dziwnego, zważywszy na przebieg I i II wojny światowej. A i obecnie miny należą do broni bardzo efektywnej z uwagi na stosunkowo mały koszt produkcji (nawet przy zwiększającej się „elektronizacji”) i olbrzymimi (globalnymi wręcz) zasięgami działania. Ich użycie w newralgicznym punkcie morskich linii komunikacyjnych będzie wpływać bezpośrednio na okręty i statki przebywające w tym rejonie, a pośrednio na przebieg operacji morskiej lub światowe rynki. Z naszego punktu widzenia takim punktem są cieśniny bałtyckie. Utrzymaniem ich żeglowności będą zainteresowane także inne państwa NATO, niemniej jednak nasze siły przeciwminowe mogą się okazać niezbędne. Po pierwsze dlatego, że platformy do zwalczania min może się okazać po prostu za mało, czy to z uwagi na ich straty, czy też wielkość obszaru zagrożenia. A po drugie, są to nasze siły narodowe i możemy ich użyć przede wszystkim zgodnie z własnymi potrzebami. Po zakończeniu ewentualnego konfliktu na Bałtyku będzie można je wykorzystać do oczyszczenia szlaków komunikacyjnych i podejść do portów potrzebnych naszemu krajowi bez oglądania się na sojuszników.

Przy okazji jednostek przeciwminowych można wspomnieć o modułowości wyposażenia i uzbrojenia. Chociażby dlatego, że bardzo żywy jest dzisiaj temat modułów przeciwminowych. Modularyzacja funkcjonalności i zdolności bojowych okrętów wydaje się bardzo atrakcyjna. Chcemy niszczyciela min – proszę bardzo, chcemy kuter rakietowy – proszę bardzo. A co jeśli będą potrzebne obie klasy naraz? Sytuacja taka będzie miała na pewno miejsce w wypadku konfliktu zbrojnego, podczas którego modułowych platform może być po prostu za mało, by zaspokoić wszystkie potrzeby. No i pozostaje kwestia czasu potrzebnego na zmianę konfiguracji, wyszkolenia załogi i pewnie jeszcze kilka innych problemów do rozwiązania. Czy to oznacza „nie” dla modułowości? Nie. Moduły wyposażenia i uzbrojenia są potrzebne, chociażby po to, by móc sprawnie modernizować lub dozbierać i doposażać okręty. Przykładem mogą być jednostki zaprojektowane zgodnie z angielskojęzycznym określeniem *fitted for, but not with*. Czyli przygotowane do przyjęcia uzbrojenia lub wyposażenia, ale w codziennej działalności bez takich systemów. Jako konkretny przykład służyć

mogą budowane włoskie okręty typu Paolo Thaon di Revel. Są to dość duże jednostki (około 5000 t wyporności) powstające w ramach programu wielozadaniowych okrętów PPA (Pattugliatore Polivalente d'Altura), obejmującego budowę przynajmniej siedmiu jednostek w trzech wariantach wyposażenia i uzbrojenia: lekkim (PPA Light), lekkim plus (PPA Light +) i pełnym (PPA Full). Okręty te mają kosztować około 4 mld euro, ale są też mniejsze i tańsze, np. malezyjskie okręty patrolowe (Offshore Patrol Vessel – OPV) typu Kedah. Malezja zakupiła sześć jednostek tej klasy po około 270 mln dolarów za sztukę. Do przeklasyfikowania na korwety brakuje im w zasadzie tylko uzbrojenia w postaci rakiet przeciwokrętowych Exocet MM40 i przeciwlotniczych RIM-116, które będzie można dokupić później i zainstalować bez większych problemów. O ile będzie na to czas... Zwłaszcza te ostatnie jednostki powinny nas zainteresować, ponieważ należą one do rodziny okrętów Mehrzweck-Kombination (MEKO) i są spokrewnione z naszym „Ślązakiem”.

#### KLASA KOMPAKT, CZYLI WSZYSTKO W JEDNYM

W czasie pokoju jednostki przeciwminowe mogą prowadzić działania samodzielnie. Sytuacja zmienia się jednak podczas sytuacji kryzysowych, gdy będzie im potrzebna osłona innych okrętów. Powraca więc temat sił nawodnych, zdolnych do zwalczania celów powietrznych, nawodnych i podwodnych. Można to robić z wykorzystaniem jednostek przeznaczonych do każdego z tych zadań. Bardziej efektywnym rozwiązaniem jest jednak pozyskanie okrętów wielozadaniowych, ale niezbyt dużych. Takiej klasy kompakt łączy w sobie stosunkowo niską cenę z dużymi możliwościami bojowymi. Wymogi te spełniają jednostki należące do klasy korwet lub lekkich fregat. Przykładem są działające zresztą na Bałtyku rosyjskie korwety typu Stierieguszczij (projekt 20380). Jednostki te są obecnie *koniami roboczymi* Floty Bałtyckiej i wydają się idealnie pasować do warunków Morza Bałtyckiego. Ich uzupełnieniem są mniejsze korwety typu Bujan-M oraz Karakurt. Te dwa ostatnie typy są szczególnie groźne z uwagi na przenoszone uzbrojenie rakietowe w postaci systemu Kalibr. Spośród innych konstrukcji uwagę przyciąga projekt izraelskich jednostek typu Sa'ar 6. Okręty te mają charakteryzować się wypornością około 1900 t, ale będą przenosić 32 rakiety przeciwlotnicze Barak 8 o zasięgu do 100 km oraz wyrzutnie przeciw-rakietowego systemu C-Dome. Oprócz tych systemów uzbrojenia mają dysponować 16 rakietami przeciwokrętowymi oraz wyrzutniami torped i uzbrojeniem artyleryjskim. Projekt okrętów izraelskich opiera się na projekcie niemieckich korwet typu Braunschweig. I chociaż jednostki niemieckie

<sup>2</sup> Defence Expenditure of NATO Countries (2012-2019) [https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/pdf\\_2019\\_06/20190625\\_PR2019-069-EN.pdf/](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_2019_06/20190625_PR2019-069-EN.pdf/).

Flota chilijska to przykład marynarki „z drugiej ręki”. Spośród ośmiu chilijskich fregat (patrzac od dołu): holenderskie „Almirante Riveros” typu M i „Almirante Latorre” typu L, następnie trzy fregaty brytyjskie typu 23: „Almirante Lynch”, „Almirante Cochrane” i „Almirante Condell”, na górze kolejne dwie jednostki holenderskie, „Capitan Prat” typu L i „Almirante Blanco Encalada” typu M. Choć okręty zakupiono okazjnie, to jednak zadbano o ich systematyczne modernizacje, utrzymujące potencjał bojowy na wysokim poziomie.



ARMADA DE CHILE

mają zbliżoną wielkość do izraelskich, to są od nich znacznie gorzej uzbrojone i wyposażone.

Korwety Sa'ar 6 zaprojektowano do ochrony i obrotu izraelskich platform wydobywających gaz z dna Morza Śródziemnego przed potencjalnymi atakami Hezbollahu. Co prawda na Bałtyku Polska nie ma rozwiniętego przemysłu wydobywczego, ale musimy bronić terminala gazowego w Swinoujściu, uwzględniając także zagrożenia od strony morza. Zarówno konwencjonalne, jak i te określane jako niekonwencjonalne, asymetryczne lub też hybrydowe, czy też jakkolwiek będą one nazywane w przyszłości.

#### W ODPOWIEDZI NA ZAGROŻENIE

Siły morskie można budować, realizując własne potrzeby, ale można także robić to w odpowiedzi na poczynania potencjalnego przeciwnika. Jeśli rozbudowuje on siły podwodne, to odpowiedzią może być rozbudowa sił ZOP. A co jeśli przeciwnik będzie

dysponował szeroką gamą platform morskich, powietrznych i lądowych przenoszących różnorakie środki rażenia? Wtedy trzeba założyć, że nasze okręty zostaną zaatakowane bezpośrednio i należy je oraz ich załogi do tego przygotować. Po pierwsze, powinno się poszukać odpowiedzi na pytanie, czym zostaną zaatakowane. Spośród całego arsenału środków rażenia najbardziej prawdopodobny wydaje się atak raketowy, wykonany z powietrza, lądu, powierzchni morza lub z głębiny morskiej. Nowe okręty musiałyby więc zostać wyposażone i uzbrojone w systemy umożliwiające przede wszystkim wykrywanie i zwalczanie celów powietrznych. I to różnorodne, obejmujące nie tylko samoloty i śmigłowce, lecz także pociski raketowe poruszające się z prędkością zbliżoną do prędkości dźwięku lub też ją przewyższającą. I to nawet znacznie, biorąc pod uwagę rozwój rakiet hipersonicznych. Powinniśmy więc inwestować w artyleryjskie i raketowe zestawy



obrony bezpośredniej, raketowe systemy przeciwlotnicze średniego lub nawet dalekiego zasięgu oraz w systemy walki radioelektronicznej. A także w szkolenie załóg, obejmujące nie tylko przestrzeganie procedur, lecz także kształtowanie umiejętności działania w warunkach zagrożenia i zachowania czujności w czasie pokoju. Wydaje się to może truizmem, ale trzeba zwrócić uwagę na dość głośne wydarzenia z kilku ostatnich lat. Dotyczy to kolizji nie tylko norweskiej fregaty KNM „Helge Ingstad”, lecz także wypadku izraelskiej korwety INS „Hanit” oraz dwóch kolizji z udziałem amerykańskich niszczycieli. Szczególnie duże zaniepokojenie wzbudziły wypadki podległe amerykańskich, wywołując wiele podejrzeń – począwszy od braku zachowania czujności przez załogi i zbytne zaufanie urządzeniom elektronicznym, aż do podejrzeń o celowym zainfekowaniu złośliwym oprogramowaniem.

Zakup nowoczesnych rakiet przeciwlotniczych krótkiego i średniego zasięgu broniących okręty nie jest rozwiązaniem tanim. Ekonomiczniejszy wariant wiąże się z zakupem systemów artyleryjskich średniego kalibru, wyposażonych w amunicję przeznaczoną do zwalczania celów powietrznych. Innym rozwiązaniem jest zwrócenie uwagi na funkcjonowanie systemów WRE, co w wypadku okrętów najczęściej sprowadza się do okrętowych wyrzutni celów pozornych. Wyrzutnie te stanowią jednak jedynie wierzchołek przysłowiowej góry lodowej związanej z prowadzeniem WRE, w tym także i w wymiarze morskim. Zastosowanie celów pozornych, aby zmylić zbliżającą się rakietę przeciwokrętową, może być w ogólnym rozrachunku tańsze niż wystrzelenie jednej lub dwóch przeciwrakiet. Problemem jest jednak skuteczność systemów WRE w stosunku do ciągle rozwijających się systemów raketowych. Każdy przypadek użycia rakiet przeciwokrętowych i podjętych środków przeciwdziałania jest skrupulatnie badany i analizowany. A wnioski rzadko przedostają się do wiadomości publicznej. Dlaczego? Bo jest to wiedza nie do kupienia, podobnie jak i bazy danych zawierające informacje dotyczące zarówno systemów kierowania ogniem, naprowadzania rakiet, jak i możliwości środków WRE. A co może z tego wynikać dla naszej marynarki? Może wniosek, aby zwrócić większą uwagę nie tylko na same kadłuby i bić się o ich liczbę, lecz także na to, co mieści się w ich wnętrzu. Może wyjaśnienie innym kwestii, co ma się znaleźć wewnątrz okrętu i na jego pokładzie i do czego może to posłużyć w przyszłym zakupie? Lub opłacalnej modernizacji tego, co już jest?

#### SIŁA W SYSTEMIE?

W tym miejscu trzeba przypomnieć, że marynarka to nie tylko okręty. Określenie *marynarskie* dotyczy także wielu jednostek brzegowych, do których należą m.in. bataliony saperów, dywizyjony przeciwlotnicze, jednostka raketowa, lotnicza czy też ośrodek radioelektroniczny. A może mamy w zasadzie już

wystarczająco dużo elementów, aby stworzyć skomplikowany, może i różnorodny, ale system mający za zadanie mniej lub bardziej szeroko rozumianą obronę interesów naszego kraju na morzu? I potrzeba do tego tylko sieci, która połączy te wszystkie elementy, umożliwiając płynną wymianę informacji. Jako informacje można w tym wypadku rozumieć przesyłanie danych dotyczących sytuacji oraz meldunków i rozkazów odnoszących się użycia sił. A wszystko po to, by wydobyć z marynarskich jednostek maksimum efektywności, którą później zwielokrotni efekt synergii. Przykładem może tu być wspomniana niejednokrotnie flota rosyjska. Wykorzystując dostępne platformy, stara się ona unowocześnić stan posiadania, nie bez problemu uzupełniany nowymi okrętami. Dostępne informacje prasowe wskazują na duży nacisk położony na kwestie wymiany informacji o celach morskich i powietrznych, także między okrętami i brzegowymi systemami raketowymi. Wykorzystanie bezałogowych platform powietrznych przestało już chyba kogokolwiek dziwić. W ostatnim roku informowano w prasie rosyjskiej np. o zastosowaniu elementów sztucznej inteligencji w zautomatyzowanym systemie dowodzenia łączącym siły powietrzne, morskie i lądowe. W prasie rosyjskiej system ten określono jako wielozadaniowy rozpoznawczo-uderzeniowy system prowadzenia działań bojowych

Czytając rosyjskie media, można zauważyć, że Rosja boryka się z podobnymi problemami, jak i nasz kraj – brakiem funduszy na zakup nowoczesnego uzbrojenia. Dlatego też stara się maksymalnie wykorzystywać nawet starsze systemy uzbrojenia, modernizując je z zastosowaniem nowych technologii. Ciekawe, do ilu ludzi w naszym kraju dotarła ta informacja? Może trzeba więcej mówić o postępach innych państw, niekoniecznie nam przychylnych, w zakresie modernizacji ich sił zbrojnych i sił morskich? Rzetelnie informować o zagrożeniach i szansach temu towarzyszących. I nie o zagrożeniach dla marynarki, bo to nie są tak naprawdę zagrożenia dla marynarki. To są zagrożenia dla naszego państwa!

#### COŚ OSOBISTEGO

Zamiast klasycznego podsumowania pozwolę sobie na kilka osobistych refleksji luźno związanych z marynarką. Nie jestem absolwentem Akademii Marynarki Wojennej i nie nazwałbym siebie marynarzem. Z wielką przyjemnością i dumą jednak określam siebie samego jako człowieka „z marynarki”. Takiego, który od ukończenia WAT pracuje dla marynarki, nie szcędząc sił i czasu, ponieważ bardzo lubię ten rodzaj sił zbrojnych. I bardzo szanuję pracę tych, co na morzu i tych, co dla morza sumieniem i z zaangażowaniem wykonują swoje obowiązki. Myślę, że w naszym kraju i w naszych siłach zbrojnych jest wielu ludzi kochających morze. Trzeba do nich dotrzeć, przedstawiając swoje racje i pozwolić działać, a czasami pomóc. Tak, by marynarka rozwijała się dla nas wszystkich i dla naszego kraju. ■



# Bratobójczy ogień – analiza przypadku

ZADANIE STRAT WŁASNYM PODODZIAŁOM TO SYTUACJE, KTÓRE NIE POWINNY MIEĆ MIEJSCA W TRAKCIE PROWADZENIA DZIAŁAŃ BOJOWYCH. JEDNAK NIE ZAWSZE WSZYSTKO, CO ZOSTAŁO ZAPLANOWANE, PRZEBIEGA ZGODNIE Z PLANEM PRZYJĘTYM PRZEZ DOWÓDCĘ.



ppłk mgr **Andrzej Królikowski**



Autor jest starszym wykładowcą w Katedrze Sił Powietrznych i Obrony Powietrznej Wydziału Wojskowego Akademii Sztuki Wojennej.

27 maja 2003 roku na wodach Zatoki Perskiej na pokładzie uniwersalnego okrętu desantowego typu Wasp (Wasp class amphibious assault ship) USS Kearsarge (LHD 3) odbyła się uroczystość uhonorowania poległych żołnierzy. Ponad tysiąc żołnierzy z 2 Brygady Ekspedycyjnej Piechoty Morskiej (2 Marine Expeditionary Brigade – 2nd MEB) oddało honor 23 poległym żołnierzom piechoty morskiej, którzy stracili życie w czasie operacji „Iracka wolność” („Iraqi Freedom”).

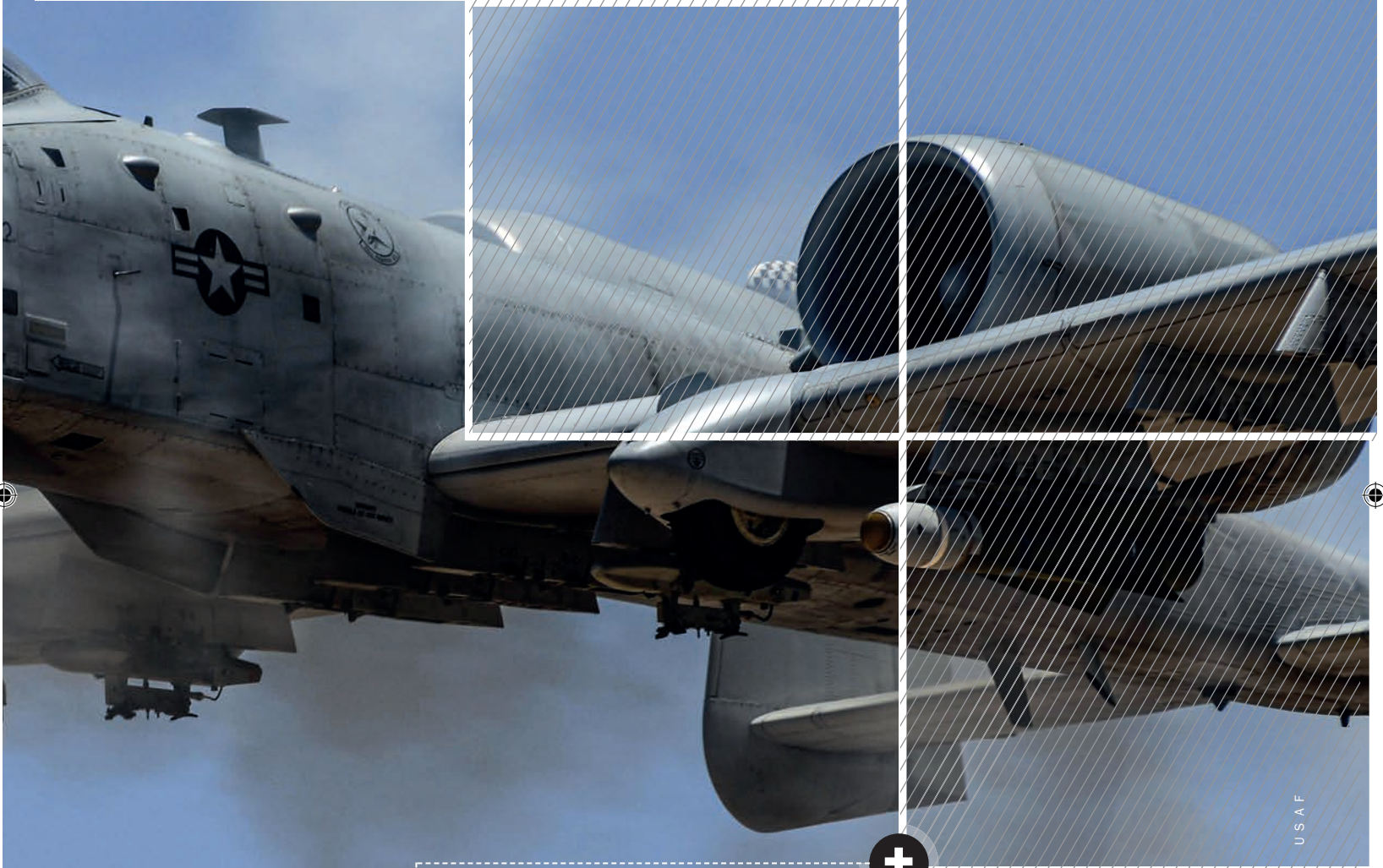
## ISTOTA PROBLEMU

Zdecydowana większość poległa w rejonie irackiego miasta An-Nasirijja. Śmierć tych żołnierzy oraz zranienie kolejnych 17 osób spowodował nieumyślnie

skierowany ogień własnych samolotów na rejon zajęte przez żołnierzy 2nd MEB. Przypadki tego typu, gdy własny ogień jest źródłem strat wśród własnych żołnierzy, znane są od wieków i definiowane w dokumentach angielskojęzycznych jako *friendly fire* lub *fratricide*.

W obowiązujących narodowych dokumentach normatywnych sytuacje tego rodzaju, czyli rażenie wojsk własnych lub wzajemne rażenie, określa się również angielskojęzycznym pojęciem *friendly fire*, co można dosłownie tłumaczyć jako *bratobójczy ogień*.

Celem artykułu jest zaprezentowanie materiałów opublikowanych przez wojskową komisję badającą przebieg wypadku z 23 marca 2003 roku. Na ich podstawie zostanie podjęta próba wskazania głównych przyczyn, które doprowadziły do tej tragedii. Będą

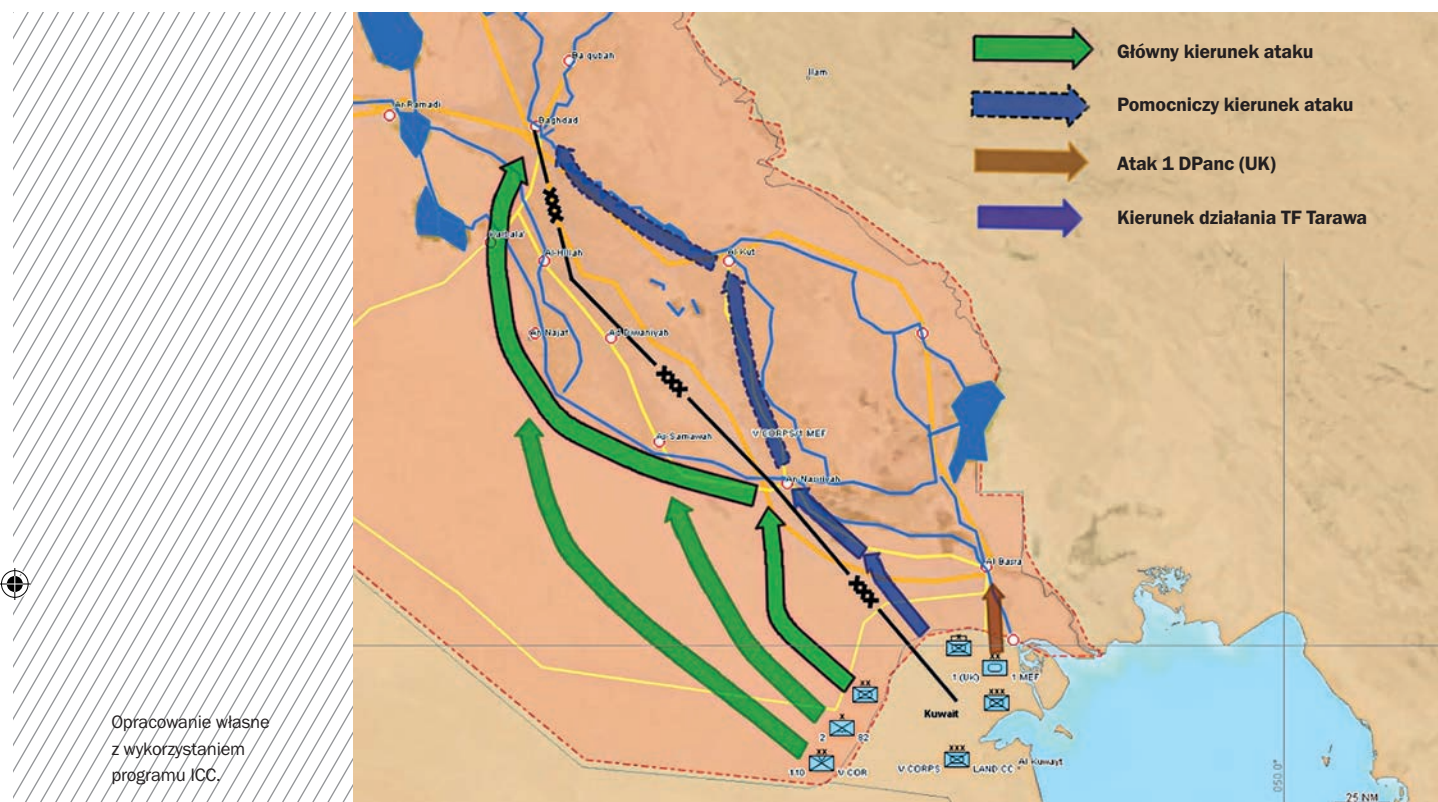


USAF

## Rejon An-Nasirijja

Piloci samolotów A-10 realizowali już wcześniej misje typu CAS w tym obszarze, jednak wyłącznie na korzyść wojsk lądowych. Ze względu na brak kontaktu wzrokowego zarządziło przeprowadzenie misji CAS typu 3, przekazując niewłaściwe dane dotyczące położenia wojsk własnych.

# RYS. 1. KONCEPCJA DZIAŁANIA WOJSK AMERYKAŃSKICH W OPERACJI „IRAQI FREEDOM”



również przedstawione czynniki, na które należy zwrócić uwagę w czasie planowania i realizacji bezpośredniego wsparcia lotniczego (Close Air Support – CAS).

## GRUPA ZADANIOWA TARAWA

Żołnierze uczestniczący bezpośrednio w zdarzeniach należeli do pododdziałów piechoty morskiej z grupy zadaniowej 2 Brygady Ekspedycyjnej Piechoty Morskiej (2nd Marine Expeditionary Brigade – 2nd MEB), określonej jako grupa zadaniowa Tarawa (Task Force Tarawa lub TF Tarawa)<sup>1</sup>. Podstawowymi jej elementami były wydzielone pododdziały z 2 Dywizji Piechoty Morskiej (2nd Marine Division). Struktura TF Tarawa składała się z: elementu dowodzenia (command element), w którym funkcjonowały: stanowisko dowodzenia brygady, 2 Batalion Rozpoznawczy, 2 Batalion Radiowy, 8 Batalion Łączności, 2 Grupa Wsparcia, 4 Grupa Współpracy Wojskowo-Cywilnej

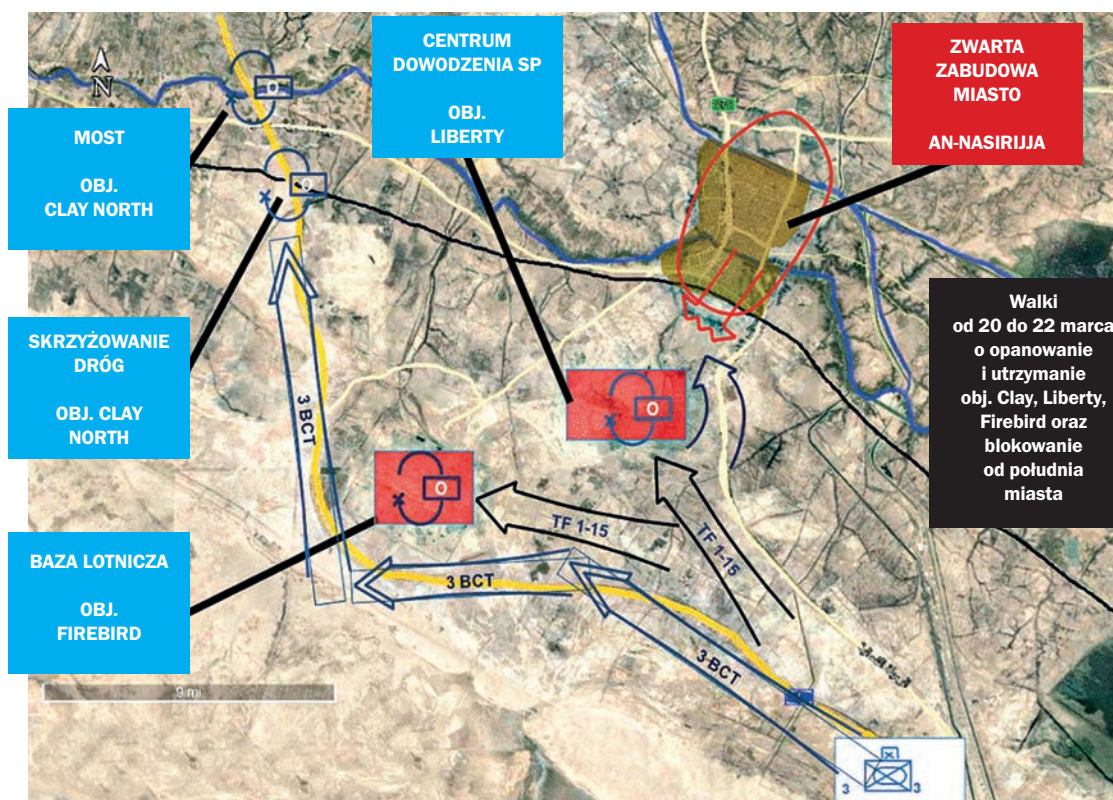
(CIMIC) oraz 2 Element Łącznikowy, a także elementu naziemnego, określanego jako RCT-2, czyli 2nd Regimental Combat Team. W jego skład wchodziły: 1 i 3 Batalion 2 Pułku Piechoty Morskiej, 2 Batalion 8 Pułku Piechoty Morskiej oraz pododdział artylerii, czyli 1 Batalion Artylerii 10 Pułku Piechoty Morskiej. Element ten wspierała kompania Alfa z 8 Batalionu Czołgów oraz kompania rozpoznawcza.

W początkowej fazie z TF Tarawa wyłączono kontyngent lotniczy (Aviation Combat Element – ACE), czyli organiczne środki lotnicze grupy lotniczej (Marine Air Group 29 – MAG-29), oraz kontyngent wsparcia (Combat Service Support Battalion – CSSB-22). Oba podporządkowano dowódcy 1 Dywizji Piechoty Morskiej. W sumie grupa zadaniowa Tarawa liczyła 5800 żołnierzy.

Zgodnie z planem operacji (Operations Plan 1003V) miała ona działać w składzie zgrupowania bojowego korpusu piechoty morskiej, określonego

<sup>1</sup> S. Larkin, *Air-to-Ground Fratricide Reduction Technology: An Analysis*, AY 04-05, Command Staff College Marine Corps University, 2005.

## RYS. 2. DZIAŁANIA ELEMENTÓW 3 DYWIZJI PIECHOTY Z V KORPUSU WOJSK LĄDOWYCH W REJONIE AN-NASIRIJJJA



Opracowanie własne z wykorzystaniem podkładu z programu Google Maps.

jako I Marine Expeditionary Force (I MEF), na pomocniczym kierunku (rys. 1) z zadaniem zapewnienia warunków do działania V Korpusu Wojsk Lądowych na głównym kierunku uderzenia. Linia rozgraniczenia przebiegała na południe od An-Nasirijja. Układ dróg oraz potrzeby związane z przekraczaniem przeszkód wodnych wymusiły konieczność przebywania pododdziałów obu związków operacyjnych w tych samych rejonach. Siły korpusu piechoty morskiej, przemieszczające się w obszarze odpowiedzialności korpusu wojsk lądowych, nie mogły być traktowane priorytetowo i pokonywały przeszkody wodne w drugiej kolejności.

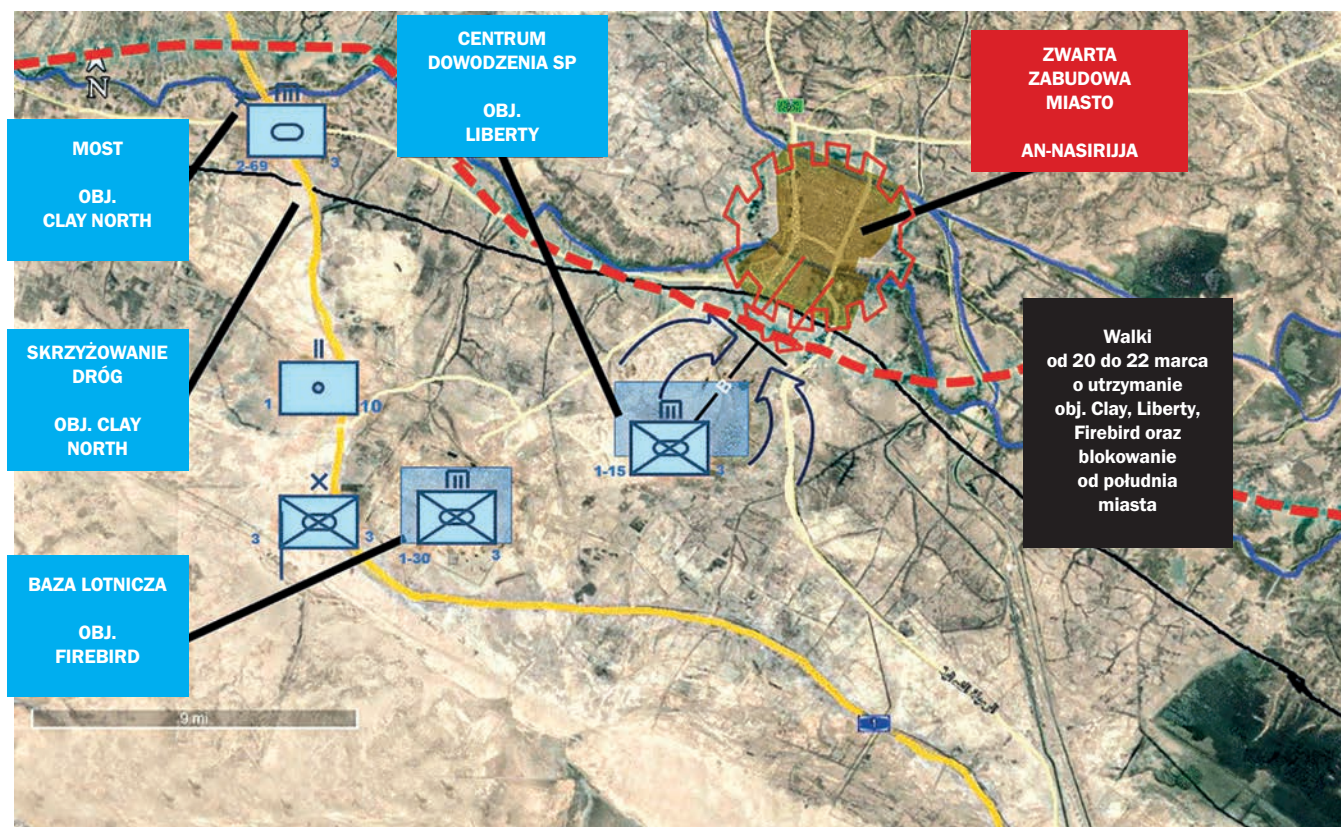
### SYTUACJA W REJONIE AN-NASIRIJJJA

Pododdziały 3 Dywizji Piechoty, wchodzące w skład V Korpusu Wojsk Lądowych, w nocy z 22 na 23 marca z powodzeniem przejęły i kontrolowały zajęty już 19 marca teren na południowy wschód od miasta An-Nasirijja. Wśród obiektów kluczowy był most na Eufracie (obj. CLAY), którego opanowanie

i utrzymanie miało znaczenie operacyjne. Kolejne ważne obiekty to baza lotnictwa irackiego TALLIL (Tallil Air Base), oznaczona jako obiekt FIREBIRDS, oraz ośrodek dowodzenia i naprowadzania sił powietrznych (obiekt LIBERTY) – rys. 2. Dowództwo określiło, że dalsze natarcie w kierunku stolicy Iraku będzie odbywało się wzdłuż autostrady nr 1, a droga (Route Jackson) będzie użyta jako główna linia zaopatrywania. Jej przejezdność, a szczególnie możliwość przekraczania Eufratu, była kwestią o znaczeniu operacyjnym.

Siły irackie kilkakrotnie kontratakami usiłowały odzyskać ośrodek dowodzenia i naprowadzania (obiekt LIBERTY), ale broniący go 1 Batalion 15 Pułku Piechoty uniemożliwił im to zadanie. W trakcie walk zginęło 200 żołnierzy irackich, a 250 dostało się do niewoli, zniszczono też sześć czołgów, cztery bojowe wozy piechoty oraz 12 pojazdów (rys. 3). Dowódca batalionu w czasie walki wielokrotnie korzystał z bezpośredniego wsparcia lotniczego. Prowadziły je samoloty A-10 pod kontrolą przydzielonych do batalionu

## RYS. 3. UGRUPOWANIE ELEMENTÓW 3 BCT (3 BRIGADE COMBAT TEAM) W REJONIE AN-NASIRIJJJA



Opracowanie własne z wykorzystaniem podkładu z programu Google Maps.

wysuniętych nawigatorów naprowadzania (FAC) z sił powietrznych. Po zabezpieczeniu mostu pododdziały 3 Dywizji Piechoty otrzymały zadanie dalszego natarcia w kierunku północnym<sup>2</sup>.

### WALKI W REJONIE AN-NASIRIJJJA

23 marca zadaniem TF Tarawa było zluźnienie do godziny 5.00 rano pododdziałów 3 Dywizji Wojsk Lądowych i przejęcie odpowiedzialności za utrzymanie mostu (obj. CLAY) oraz odpieranie ewentualnych ataków z miasta, które mogłyby zagrozić przerwaniem linii zaopatrzenia dla pododdziałów V Korpusu. W otrzymanym dzień wcześniej rozkazie bojowym (Fragmentary Order 17 – Frago-17) oprócz wspomnianego zadania, czyli blokowania sił irackich i utrzymania przejezdności drogi zaopatrzenia, okre-

ślono także drugie: *być w gotowości do opanowania również mostów na wschód od miasta* (rys. 4). Jest to praktyka dowodzenia, która umożliwia wykorzystanie inicjatywy w wypadku zaistnienia korzystnych warunków operacyjnych.

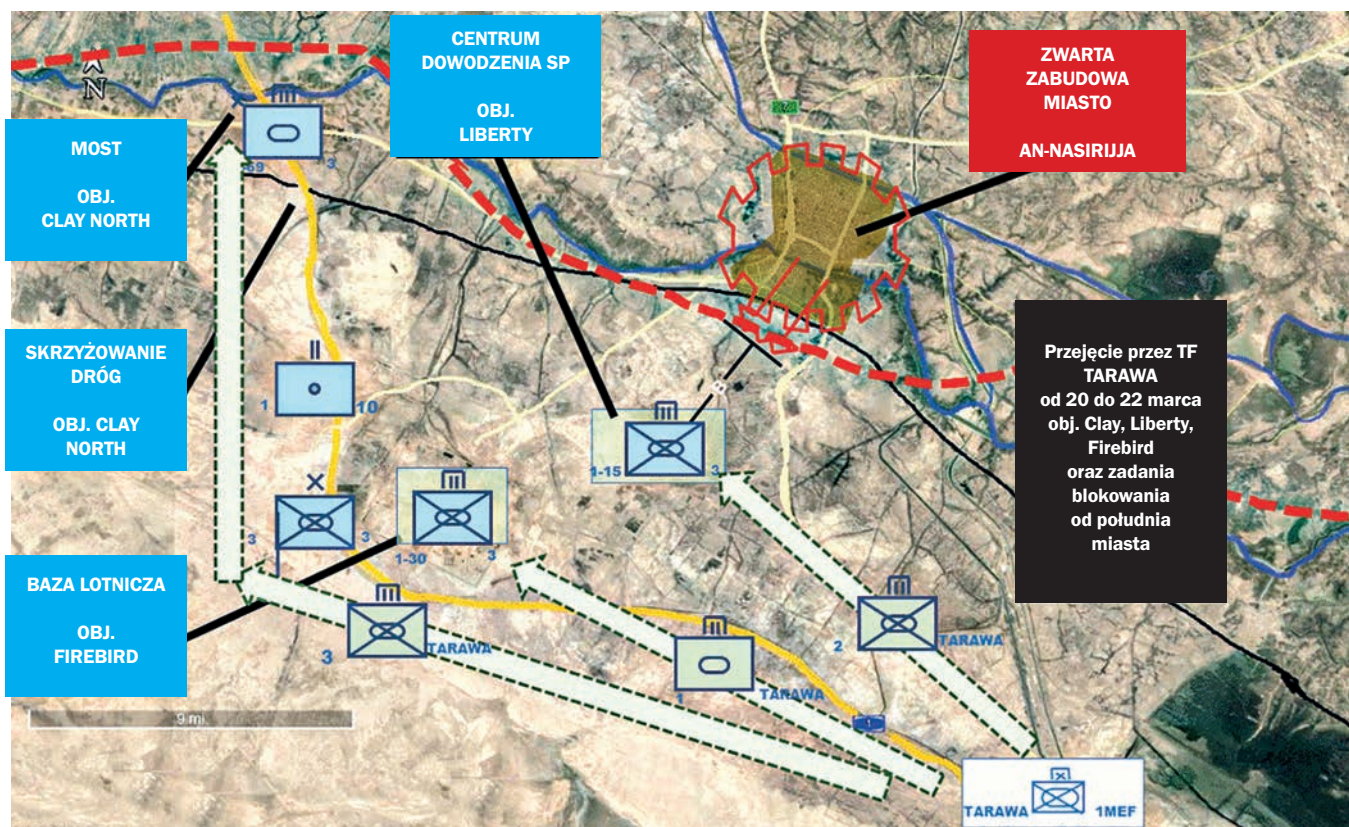
Nowe zadanie oparto na ocenie, że siły irackie brońące miasta zostały rozbite i nie należy spodziewać się dużego oporu. Zadanie to dowódca RCT-2 otrzymał około północy. Plan jego realizacji wyglądał następująco: do 4.30 opanować obiekt CLAY, a nie później niż o 7.00 rozpocząć atak i do godziny 10.00 opanować oba mosty na wschód od miasta. Do pierwszego zadania wyznaczono 3 Batalion 2 Pułku Piechoty Morskiej oraz kompanię Charlie z 2 Batalionu Rozpoznawczego. Dowódca batalionu o godzinie 2.30, nie napotykając większego oporu ze strony przeciwnika,

<sup>2</sup> A.A. Durante, *TF 1-15: an infantry task force goes to war* (2003) <https://www.thefreelibrary.com/TF+1-15%3A+an+infantry+task+force+goes+to+war.-a0114783376/.1.03.2018>.





## RYS. 4. KONCEPCJA DZIAŁANIA GRUPY ZADANIOWEJ TARAWA Z 23 MARCA 2003 ROKU



Opracowanie własne z wykorzystaniem podkładu z programu Google Maps.

zluzował pododdziały 3 Dywizji i o godzinie 7.00 zameldował wykonanie zadania zabezpieczenia mostu na zachód od miasta. W trakcie tych działań odnotowano jednak straty na skutek zderzenia z innym pojazdem. Zginął żołnierz, a trzech innych zostało rannych. Pozostałe siły RCT-2, po odtworzeniu gotowości w rejonie obiektu LIBERTY, otrzymały zadanie opanowania mostów na wschód od miasta<sup>3</sup>. Podstawą tej decyzji była pasywna postawa sił irackich oraz szansa na uzyskanie zaskoczenia, a co za tym idzie – znacznego skrócenia czasu dotarcia do Bagdadu (rys. 5). Na tym etapie, ze względu na wcześniejsze założenia o niepodjęciu walki w terenie zurbanizowanym, a także na ewentualne straty wśród ludności cywilnej, nie planowano wsparcia lotniczego.

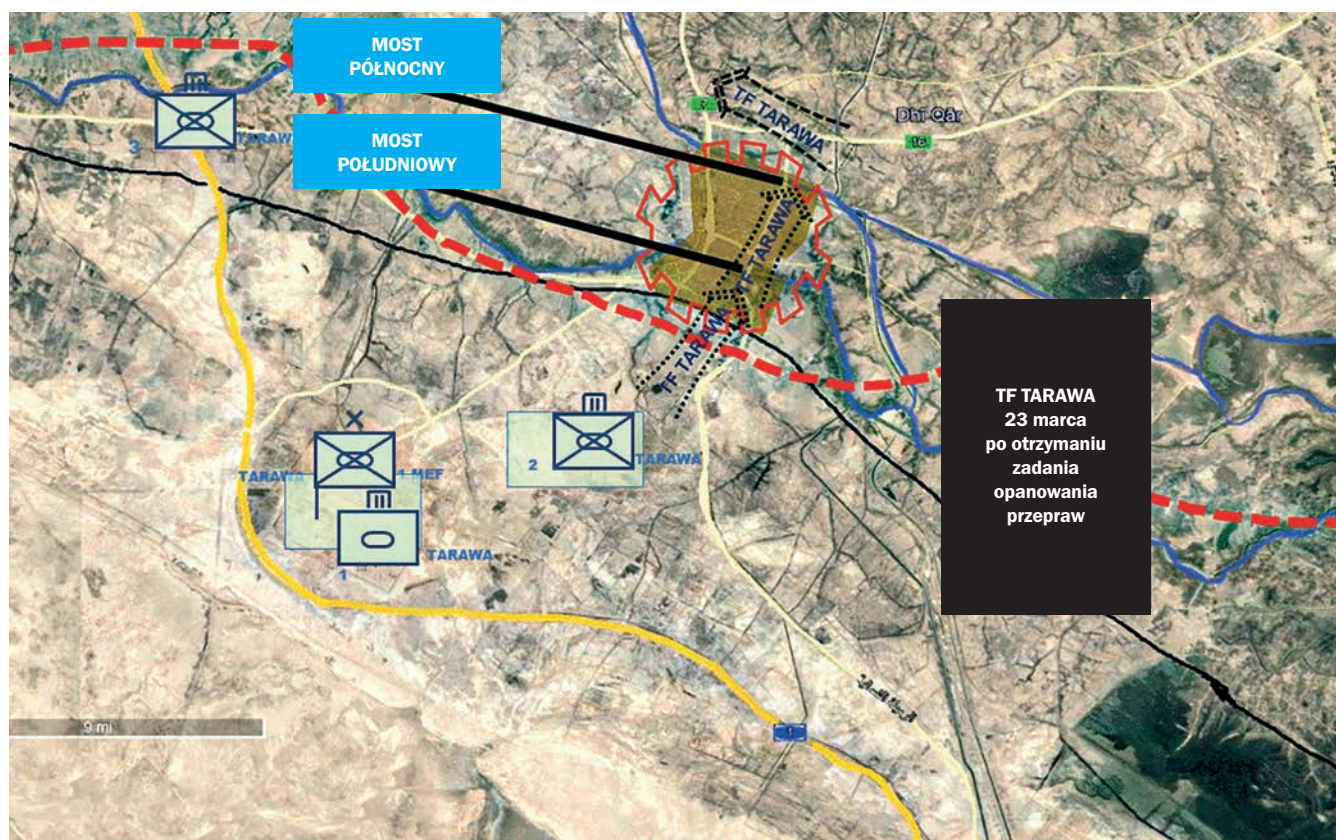
W celu realizacji otrzymanego zadania dowódca 1 Batalionu 2 Pułku Piechoty Morskiej przyjął nastę-

pujące ugrupowanie: patrol czołowy (CAAT) nr 1 (Combined Anti-Armor Team) w sile plutonu przeciwpancerneho. Następnym jego elementem była szpica (Team Tank) w składzie dwóch plutonów czołgów z przydzielonej kompanii Alfa z 8 Batalionu Czołgów i plutonu piechoty zmechanizowanej z kompanii Bravo. Na czołe sił głównych (Team Mech) przemieszczały się: dwa plutony piechoty zmechanizowanej z kompanii Bravo i pluton czołgów, kompania A (Company Alfa) oraz kompania C (Company Charlie), następnie stanowisko dowodzenia, logistyka i ubezpieczenie tylne CAAT nr 2. Działania miał wspierać 1 Batalion Artylerii 10 Pułku Piechoty Morskiej. W celu zabezpieczenia wsparcia lotniczego na stanowisku dowodzenia batalionu znajdował się oficer lotnictwa (Air Liaison Officer), a do pododdziałów kompanii A i B wysłano dwóch wysuniętych nawiga-

<sup>3</sup> [https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire\\_centcom29mar2004\\_section4.pdf](https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire_centcom29mar2004_section4.pdf), s. 30/.1.03.2018.



## RYS. 5. KONCEPCJA DZIAŁANIA TF TARAWA W CELU OPANOWANIA PRZEPRAW



Opracowanie własne z wykorzystaniem podkładu z programu Google Maps.

torów naprowadzania lotnictwa (Forward Air Controller – FAC). Do kompanii C zaś nie przydzielono oficera naprowadzania lotnictwa<sup>4</sup>, co wpłynęło na przebieg wypadków.

W trakcie marszu otrzymano informację o trudnej sytuacji pododdziału amerykańskiego, który w nocy przez omyłkę przejechał wschodnie mosty i centrum miasta. Gdy zorientował się, zawrócił i wpadł w zasadzkę. Był to pododdział logistyczny zabezpieczający kompanię systemu Patriot. Ponieważ miejsce walki znajdowało się najbliżej pasa działania 1 Batalionu, jego dowódca zdecydował o udzieleniu wsparcia temu pododdziałowi. Do zadania tego skierowano Team Tank, CAAT nr 1 oraz część kompanii Alfa. Udzielona pomoc, przy wsparciu śmigłowców AH-1 skierowanych z rejonu Basry oraz samolotów F/A-18, spowodowała, że z zasadzki uratowano

dziesięciu żołnierzy<sup>5</sup>. W trakcie walki zginęło 11 żołnierzy, sześciu zostało wziętych do niewoli, w tym sierż. Jessica Lynch. Jej uwolnienie było jednym z bardziej znanych epizodów konfliktu.

Fakt pokonania Amerykanów wpłynął pozytywnie na morale obrońców miasta. Był to jeden z czynników, który zdecydował o dalszym przebiegu zdarzeń. Użycie Team Tank i CAAT nr 1 do tego zadania spowodowało konieczność uzupełnienia paliwa w czołgach i zapasów. Podobne zadanie otrzymał również pluton czołgów z Team Mech. Po zakończonym tankowaniu dołączył on do swego ugrupowania – do dwóch plutonów kompanii Bravo.

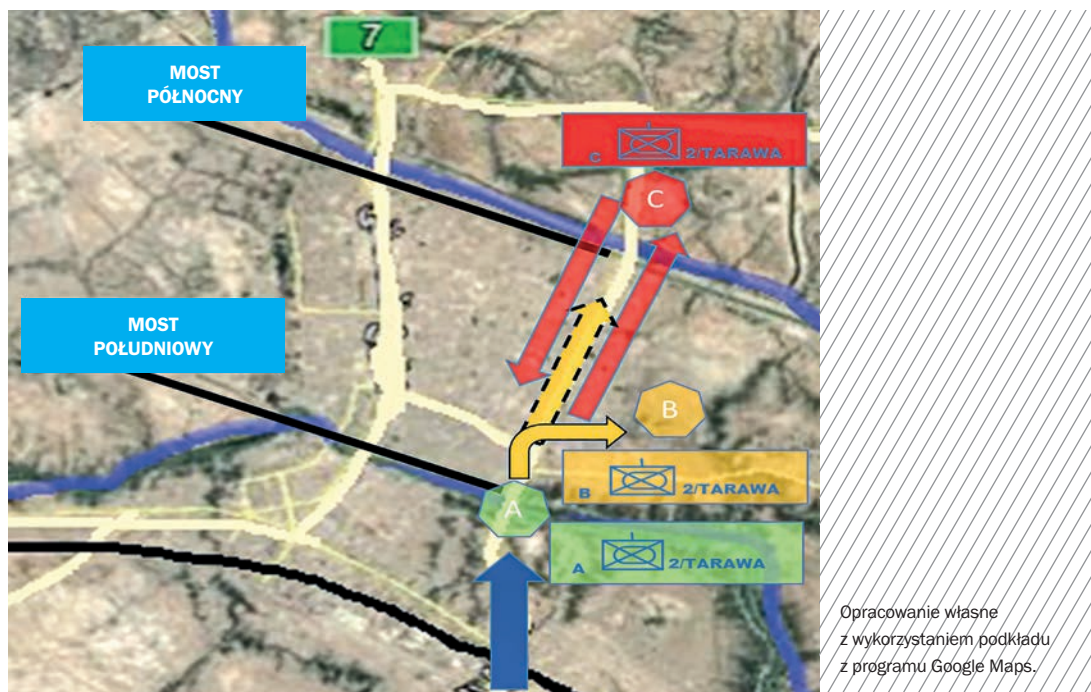
Dalsze działania w rejonie miasta napotykały coraz większy opór obrońców irackich. W odległości 3 km na południe od miasta nawiązano kontakt ogniowy z irackim zgrupowaniem w sile plutonu

4 [https://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire\\_centcom-29mar2004\\_section2.pdf](https://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire_centcom-29mar2004_section2.pdf), s. 67/.1.03.2018.

5 [https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire\\_centcom29mar2004\\_section4.pdf](https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire_centcom29mar2004_section4.pdf), s. 31/.1.03.2018.



## RYS. 6. ROZMIESZCZENIE I DZIAŁANIE ELEMENTÓW TF TARAWA W CZASIE ATAKU SAMOLOTÓW A-10 PODCZAS OPANOWYWANIA PRZEPRAW



czołgów i około dwóch plutonów piechoty. Po gwałtownej wymianie ognia opór został złamany i wznowiono marsz w rejon mostów. Na czołe kolumny przemieszczał się Team Mech (w składzie pluton czołgów i dwa plutony piechoty zmotoryzowanej z kompanii Brawo) oraz wysunięte stanowisko dowodzenia batalionu. Następnym pododdziałem była kompania Alfa, a kolejnym kompania Charlie. Dowódca batalionu, który dołączył do Team Mech, postawił zadanie uchwycenia przez kompanię Alfa mostu południowego i ubezpieczenia go przed ewentualnymi kontratakami za strony przeciwnika (rys. 6).

Team Mech po przekroczeniu mostu południowego miała zabezpieczyć wejście do walki kompanii Charlie, która otrzymała zadanie opanowania mostu północnego. Most południowy Team Mech przekroczyła około 12.30, a kompania Alfa zgodnie z otrzymanym zadaniem zorganizowała jego obronę. W trakcie marszu w kierunku mostu północnego Team Mech został zatrzymany ogniem przeciwnika.

W chwili zatrzymania stwierdzono problem z łącznością w sieci dowodzenia. Dowódca batalionu nie mógł nawiązać łączności z dowódcami kompanii, a oficer łącznikowy artylerii nie miał łączności z bateriami. Tylko wysunięty nawigator naprowadzania lotnictwa utrzymywał łączność ze śmigłowcami AH-1 Cobra, które skutecznie zwalczały przeciwnika w budynkach.

### PRZEBIEG ZDARZENIA

Dowódca kompanii Charlie po przekroczeniu mostu południowego stwierdził, że nie ma kontaktu z Team Mech oraz dowódcą batalionu. Założył, że zgodnie z postawionym zadaniem powinien się kierować w stronę mostu północnego celem jego opanowania. W trakcie marszu drogą między mostami (nazwaną później Ambush Alley) napotkał intensywny ogień przeciwnika. Kompania zwiększyła prędkość marszu, by wyprowadzić pojazdy z niekorzystnego położenia. Jeden z nich został uszkodzony pociskiem przeciwpancernym, w wyniku czego



pięciu żołnierzy zostało rannych. Jednak pojazd dotarł do mostu. Kompania opanowała obiekt i przeszła do obrony na jego północnym skraju. Informację o zajęciu mostu dowódca kompanii przekazał dowódcy batalionu. Od tego momentu jednak nie można było z nim nawiązać łączności. Dowódca batalionu, mimo że znajdował się w pobliżu Team Mech, nie przekazał pozostałym elementom ugrupowania bojowego informacji o zajęciu mostu, przyjmując, że wszyscy monitorują wymianę korespondencji w sieci dowodzenia. W tym czasie kompanię Charlie zaatakował przeciwnik, który kontratakował i usiłował odzyskać utracony most. Oficer artylerii znajdujący się przy kompanii wspierał jej walkę,

realizację misji CAS typu 3<sup>7</sup>. W tej sytuacji wszystkie wykryte cele na przeciwnym brzegu były obiektami nominowanymi do neutralizacji. Piloci przeprowadzili atak z użyciem działek i bomb (8 x Mk82) oraz pocisków kierowanych. Mimo że ostrzelani żołnierze przez środki radiowe informowali o pomylce oraz wystrzeleniu czerwonych rac, piloci byli przekonani, że ich działanie było właściwe. Po przeprowadzonym ataku kompania poniosła straty. Dowódca podjął decyzję o pilnej ewakuacji rannych, których załadowano na cztery sprawne pojazdy. Często przemieszczać się po moście w kierunku południowym. Po meldunku z pokładu samolotu A-10 o wykryciu szybko poruszających się pojazdów

## DZIAŁANIE ŻOŁNIERZY MUSI BYĆ WYĆWICZONE AUTOMATYZMU, WTEDY BĘDĄ ONI SKUTECZNI,

prowadząc ogień zgodnie z decyzją jej dowódcy, jednak wybuch pocisku moździerzowego przeciwnika spowodował jego śmierć. Mając świadomość braku możliwości przeprowadzenia powietrznej ewakuacji rannych, część ich zebrano do jednego pojazdu i podjęto próbę przetransportowania w rejon urządzeń logistycznych batalionu. Uwzględniając też, że kompania Charlie znajduje się w trudnej sytuacji, wysunięty nawigator naprowadzania lotnictwa, znajdujący się przy Team Mech, otrzymał informację z batalionowego stanowiska dowodzenia o możliwości udzielenia jej wsparcia lotniczego. Ponieważ nie było wcześniejszego uzgodnienia misji bezpośredniego wsparcia lotniczego, jedyną możliwością było wyjątkowe wywołanie ich na częstotliwości alarmowej (guard) zarezerwowanej dla sytuacji szczególnych w lotnictwie i zainicjowanie misji alarmowego wsparcia lotniczego (emergency CAS). Wywołanie kierowano do lotnictwa piechoty morskiej lub marynarki wojennej, jednak jedynymi statkami powietrznymi, które zgłosiły możliwość udzielenia pomocy, były dwa samoloty typu A-10 sił powietrznych, a dokładniej z Pennsylvania Air National Guard<sup>6</sup> (indeksy interweniujących samolotów: Gyrate-73 i Gyrate-74). Po identyfikacji wysunięty nawigator naprowadzania lotnictwa był przekonany, że Team Mech znajduje się na czole ugrupowania bojowego i żaden amerykański żołnierz nie może przebywać na północnym brzegu mostu północnego.

Brak kontaktu wzrokowego z obiektem ataku oraz statkiem powietrznym spowodował, że zarządził on

opancerzonych w kierunku pozycji amerykańskich, pilot otrzymał kolejną zgodę udzieloną przez nawigatora naprowadzania lotnictwa na atak. Użyto do niego pocisków przeciwpancernych AGM-65, które trafiły w cele. W tym momencie w sieci radiowej podano komendę do samolotów o przerwaniu ognia. Z czterech wycofujących się pojazdów do mostu południowego dotarły tylko dwa. W trakcie tego zdarzenia stracono siedem pojazdów (zniszczone i uszkodzone), a od ognia przeciwnika i własnego zginęło 18 żołnierzy, a 17 zostało rannych.

### PRZYCZYNY

Grupa zadaniowa Tarawa, prowadząc działania na kierunku pomocniczym, nie dysponowała organicznym elementem powietrznym. Po zmianie zadania, czyli opanowaniu mostów w zachodniej części miasta zgodnie z informacjami rozpoznawczymi, nie liczone się z silnym oporem przeciwnika, który zwiększył się w wyniku zorganizowania skutecznej zasadzki na kolumnę logistyczną. Żołnierze iraccy uznali, że Amerykanie są do pokonania. Pomoc kolumnie, która wpadła w zasadzkę, następnie konieczność uzupełnienia zapasów w pododdziałach czołgów spowodowały stratę czasu oraz obniżenie potencjału bojowego utworzonego ugrupowania bojowego. Z kolei brak łączności oraz skuteczny ogień przeciwnika doprowadziły do dużego zamieszania wśród dowódców, a tym samym do powstania braku świadomości, że działanie jest niezgodne z otrzymanym zadaniem. Fakt opanowania

6 [https://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire\\_centcom-29mar2004\\_section2.pdf](https://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#https://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/a-10-friendly-fire_centcom-29mar2004_section2.pdf) | |, s. 63/. 1.03.2018.

7 Typ 3 misji bezpośredniego wsparcia jest najbardziej restrykcyjną formą. Personel naziemny nie może zweryfikować bezpośrednio obiektu ataku oraz nie ma kontaktu wzrokowego z samolotem. Zgodę na jej przeprowadzenie udziela dowódca pododdziału, na rzecz którego jest ono realizowane.



przez kompanię Charlie mostu północnego nie został przekazany dowódcy kompanii Bravo. Dowódca batalionu nie miał łączności radiowej, gdyż prawdopodobnie jego wóz dowodzenia zatrzymał się w pobliżu linii wysokiego napięcia. Zgodnie z opinią komisji powstałe zakłócenia elektromagnetyczne uniemożliwiły pracę w sieciach radiowych.

Z kolei żołnierze piechoty morskiej mieli zastrzeżenia do wyszkolenia pilotów związane z rozpoznawaniem sylwetek własnych pojazdów (czyli pojazdów typu AAV-7). Na korzyść załóg należy przypisać to, że w czasie ataków ich samoloty były ostrzeliwane i nie można było dokonać właściwej

muszą podejmować decyzję w warunkach, w których nie mają wiarygodnych informacji i dokonują pewnych założeń. Wysunięty nawigator naprowadzania lotnictwa stwierdził, że położenie wojsk było dla niego oczywiste, a stracony czas, który musiałby poświęcić na kontakt z dowódcą batalionu, stałby się przyczyną większych strat. Decyzja ta w tym wypadku okazała się zła.

#### KONKLUZJA

Natura konfliktów zbrojnych jest przedmiotem systematycznych dociekań analityków i badaczy od wielu wieków. Analizując przedstawiony przypadek, można stwierdzić, że słowa znanego teoretyka

## DO OSIĄGNIĘCIA CAŁKOWITEGO NAWET W SYTUACJACH EKSTREMALNYCH

identyfikacji. Czynniki ten również wpłynął na niedostrzeżenie przez pilotów sygnałów świetlnych (czerwonych flar) wystrzeliwanych przez żołnierzy piechoty morskiej. Piloci twierdzili, że ostrzał był prowadzony z użyciem amunicji smugowej. Nie można było zarzucić im braku doświadczenia, gdyż obaj mieli ukończone wszystkie wymagane kursy oraz ponad 2000 godzin nalotu na samolotach typu A-10, również w ramach misji bojowych.

Do kompanii Charlie nie przydzielono oficera łącznikowego lotnictwa, a oficer artylerii zginął. Zakłada się, że gdyby taki był przy dowódcy kompanii, byłby on w stanie inaczej kierować samolotami. Na wywołanie misji emergencji CAS zgłosiły się statki powietrzne, których załogi nie były doświadczone we współdziałaniu z piechotą morską<sup>8</sup>. Ważne było również to, że piloci samolotów A-10 realizowali już wcześniej misje typu CAS w tym rejonie, jednak wyłącznie na korzyść wojsk lądowych. Ze względu na brak kontaktu wrozkowego zarządzono realizację misji CAS typu 3, przekazując niewłaściwe dane dotyczące położenia wojsk własnych. W końcowym wyniku dochodzenia stwierdzono niedopełnienie procedur przez wysuniętego nawigatora naprowadzania lotnictwa, który znajdował się przy Team Mech. Zgodnie z zapisami w procedurach, wybierając CAS typu 3, nie mógł tego autoryzować bez pozwolenia dowódcy batalionu. Jest to pożądane, gdyż on najlepiej zna aktualne położenie swoich pododdziałów. Na wojnie znane jest pojęcie *fog of war*, gdzie żołnierze

Carla von Clausewitza o tym, że na wojnie najprostsze rzeczy są najtrudniejsze<sup>9</sup>, znajdują potwierdzenie w czasach współczesnych. Patrząc już po fakcie na przebieg zdarzeń i postępowanie żołnierzy w walce, możemy wskazać, czy dane działanie było zgodne lub niezgodne z przyjętymi procedurami. Ale istnieje ryzyko, że opisując ciąg faktów, pominiemy wpływ czynników zewnętrznych na żołnierzy, szczególnie kiedy dzięki nowoczesnym technologiom przyzwyczailiśmy się, że operatorzy systemów nie muszą znajdować się w rejonie walk. A jednak strach, zmęczenie i niepełna znajomość aktualnej sytuacji mogą się przyczynić w pewnych warunkach do nieprzewidywalnych reakcji żołnierzy. Zasady przeciwdziałania tego typu sytuacjom były stosowane już ponad dwa tysiące lat temu w szkoleniu żołnierzy legionów rzymskich i zgodne z maksymą *walcz tak, jak ćwiczysz i ćwicz tak, jak walczysz*.

Postępowanie żołnierzy musi być wyćwiczone do osiągnięcia automatyzmu, wtedy będą oni skuteczni, nawet w sytuacjach ekstremalnych.

Współczesne rozwiązania techniczne pomagają uzyskać wyższy poziom świadomości operacyjnej. Przykładem tego typu rozwiązań jest system Force XXI Battle Command Brigade-and-Below (FBCB2) Blue Force Tracker<sup>10</sup>, działający na zasadach analogicznych do systemów identyfikacji stosowanych w lotnictwie. Transpondery instalowane na pojazdach będą sygnalizowały ich namierzanie przez systemy uzbrojenia zarówno własne, jak i przeciwnika. ■

8 23 marca 2003 roku samoloty A-10 wykonujące zadanie pochodziły z 103 EFS, który był włączony w 332 Air Expeditionary Wing (332 AEW). Ogólnie w składzie 332 AEW działały pododdziały sił powietrznych: 4 squadrony z samolotami A-10, rescue squadron UH-60, rescue squadron C-130 oraz squadron F-16.

9 C. Clausewitz, *O wojnie*, księga 1, rozdział 7, *Es ist im Kriege alles sehr einfach, aber das Einfachste ist schwierig*.

10 S. Larkin, *Air-to-Ground Fratricide Reduction...*, op.cit.



# Wspieranie Ukrainy

REFORMA SIŁ ZBROJNYCH TEGO KRAJU NIE BYŁĄBY  
TAK KONSEKWENTNIE WPROWADZANA W ŻYCIĘ,  
GDYBY NIE POMOC INNYCH.

plk rez. **Tomasz Lewczak**



Autor jest starszym specjalistą w Oddziale Szkolenia Międzynarodowego Inspektoratu Szkolenia Dowództwa Generalnego Rodzajów Sił Zbrojnych.

Ukraińska armia liczy obecnie około 182 tys. żołnierzy. Składa się z takich rodzajów sił zbrojnych, jak: wojska lądowe, siły powietrzne, marynarka wojenna, wojska specjalne, wojska aeromobilne i powietrznodesantowe. W 2018 roku Ukraina przeznaczyła na obronę 3,0% PKB, co stanowiło około 6 mld euro. W związku z prowadzeniem operacji antyterrorystycznej siły zbrojne tego kraju charakteryzują się dużym doświadczeniem bojowym, mimo że mają opóźnienia w dziedzinie modernizacji, jak i pozyskiwania nowoczesnych środków walki.

## MIĘDZYNARODOWE WSPARCIE

Po zajęciu przez Rosję Krymu w 2014 roku na Ukrainie rozpoczęto wdrażanie reformy obronnej. Nad systematyczną jej implementacją czuwa wiele amerykańskich (natowskich) instytucji (stałych i tworzonych doraźnie, wykonujących zadania w tej specyficznej sytuacji geopolitycznej). Oprócz dowództw natowskich możemy do nich zaliczyć:

- Komitet Wykonawczy Międzynarodowej Komisji ds. Reformy Obronnej i Współpracy w Dziedzinie Bezpieczeństwa (Executive Committee-Ukraine – EC-U) powołany w celu wsparcia reformy sektora obronnego, a także opracowania zaawansowanych programów szkolenia w poszczególnych rodzajach sił zbrojnych Ukrainy. W ramach EC-U funkcjonują następujące elementy:

- Podkomitet Wojsk Lądowych (Army Subcommittee – AS),
- Podkomitet Sił Powietrznych (Air Force Subcommittee – AFS),

- Podkomitet Marynarki Wojennej (Maritime Subcommittee – MS),
- Podkomitet Wojsk Specjalnych (Special Operation Force Subcommittee – SOFS),
- Podkomitet Dowodzenia i Kierowania / Cybernetyczny [Command and Control (C2) /Cyber Subcommittee – C2/CS],
- Podkomitet Medyczny (Medical Subcommittee – MS),
- Podkomitet Współpracy Cywilno-Wojskowej (Civilian and Military Cooperation Subcommittee – CIMIC Subcommittee),
- Podkomitet Żandarmerii Wojskowej (Military Police Subcommittee – MPS),
- Podkomitet Grupy Inżynierskiej (Engineer Group Subcommittee – EGS),
- Podkomitet Profesjonalnego Kształcenia Zawodowego (Professional Military Education Subcommittee – PMES),
- Podkomitet Budowania Instytucjonalnej Obrony (Defence Institution Building Subcommittee – DIBS),
- Podkomitet Gwardii Narodowej Ukrainy (National Guard of Ukraine Subcommittee – NGUS),
- Podkomitet Rozwoju Podoficerów (Non-Commission Officers Development Subcommittee – NCO DS),
- Podkomitet Logistyki (Logistic Subcommittee – LS),
- Rada Pułkowników (Council of Colonels) – struktura złożona z dowódców stałych misji szkoleniowych oraz przedstawicieli strony ukraińskiej. Jest ona głównym ciałem doradczym i decyzyjnym Mię-



DOŚWIADCZENIA

W każdym turnusie szkoleniowym uczestniczą inne oddziały i pododdziały (zmechanizowane, zmotoryzowane, powietrznodesantowe, aeromobilne lub piechoty morskiej).

U S A R M Y

dzynarodowej Komisji ds. Reformy Obrony i Współpracy w Dziedzinie Bezpieczeństwa,

– Międzynarodowe Centrum Połączonych Działania / Centrum Międzynarodowej Koordynacji (Multinational Joint Operations Center / Multinational Coordination Center – MJOC/MCC) – składa się z przedstawicieli państw NATO realizujących zadania wsparcia i szkolenia ukraińskich pododdziałów;

• Międzynarodowa Komisja ds. Reformy Obrony i Współpracy w Dziedzinie Bezpieczeństwa (Multinational Joint Commission – MJC);

• Rada Doradcza ds. Reformy Obrony przy Ministerstwie Obrony Ukrainy (Defence Reform Advisory Board – DRAB).

W pracach tych instytucji uczestniczą przedstawiciele USA oraz innych państw członkowskich NATO, w tym Sił Zbrojnych RP.

Spotkania robocze przedstawicieli wymienionych komitetów (komisji) doradczych odbywają się cyklicznie, najczęściej w Kijowie, a także w państwach Sojuszu. Dotychczas realizowane przedsięwzięcia dotyczyły przede wszystkim poziomu taktycznego. Stopniowo są podejmowane również problemy poziomu operacyjnego i strategicznego. Pomoc dotyczy głównie szkolenia pododdziałów wojsk zmechanizowanych i pancernych oraz sztabów batalionów i brygad, a także pododdziałów rodzajów wojsk, wojsk specjalnych i żandarmerii wojskowej. Sztandarowym

jej przykładem jest wsparcie szkolenia ukraińskich brygad i batalionów przez Połączoną Międzynarodową Grupę Szkoleniową Ukraina (Joint Multinational Training Group-Ukraine – JMTG-U).

#### NA RZECZ WOJSK LĄDOWYCH

Grupa JMTG-U to międzynarodowy kontyngent wojskowy, w skład którego wchodzi przedstawiciele USA (kilkuset żołnierzy) jako państwa wiodącego (Lead Nation – LN), Kanady (kilkuset żołnierzy), Polski (kilkudziesięciu żołnierzy), Litwy (kilkunastu żołnierzy), Wielkiej Brytanii (kilku żołnierzy) i Ukrainy jako państwa gospodarza (Host Nation Support – HNS). Żołnierze z wymienionych krajów natowskich odgrywają rolę instruktorów/mentorów.

Głównym jej celem było szkolenie pododdziałów i oddziałów wojsk lądowych oraz komponentów wydzielanych z Gwardii Narodowej Ukrainy, w tym dowódców i sztabów, w prowadzeniu działań antyterrorystycznych (Anti-Terrorist Operation – ATO). Trwało ono od kwietnia 2014 do marca 2018 roku. Natomiast od kwietnia 2018 roku do chwili obecnej przygotowuje ona ukraińskich żołnierzy do działania w ramach operacji połączonych (Joint Force Operation – JFO). Wynikiem tej działalności ma być utworzenie nowoczesnego, profesjonalnego (na wzór natowski) systemu szkolenia wojsk lądowych, aeromobilnych i powietrznodesantowych Ukrainy.

Grupa funkcjonuje w obiektach ukraińskich centrów szkolenia oraz jednostek wojskowych. Skupia się na realizacji czterech głównych zadań (Lines of Efforts – LOE):

- LOE 1 – koordynacja działania i szkolenia ukraińskiego Centrum Szkolenia (Mission Command – MC);
- LOE 2 – szkolenie brygad i batalionów (Ukrainian Armed Forces Brigades & Battalions Training – UAFFBT) w celu przygotowania ukraińskich oddziałów i pododdziałów oraz ich dowódców do prowadzenia działań antyterrorystycznych i bojowych z uwzględnieniem natowskiego procesu dowodzenia (Tactics, Techniques and Procedures – TTP); ujednoczenie działalności szkoleniowo-metodycznej (przyjęcie natowskich form i metod szkolenia) prowadzonej przez ukraińskich instruktorów, a także merytoryczne (profesjonalne) ich wsparcie;
- LOE 3 – osiągnięcie określonych zdolności taktycznych przez Centrum Szkolenia Bojowego (Combat Training Centre – CTC), stanowiące fundamentalną część ukraińskiego Centrum Szkolenia, do samodzielnego funkcjonowania bez istotnego wsparcia państw NATO (Combat Training Center Development – CTCDD);
- LOE 4 – zapoznanie ukraińskich oficerów i podoficerów z natowskimi doktrynami oraz tworzenie natowskiej Grupy Ekspertów (Doradców) Taktycznych (Doctrine Education & Advisory Group – DEAG). W ramach LOE 4 jest monitorowana realizacja pakietu wsparcia szkoleniowego państw NATO na rzecz sił zbrojnych Ukrainy.

Działanie JMTG-U zaplanowano wstępnie do końca 2016 roku, ale ze względu na potrzebę wyszkolenia ukraińskich pododdziałów mandat został przedłużony do końca 2021 roku z zastrzeżeniem, że w razie konieczności termin jego obowiązywania może zostać przesunięty po raz kolejny.

Dotychczas przeszkolono kilka dowództw i sztabów brygad oraz kilkadziesiąt batalionów (zmechanizowanych, zmotoryzowanych, aeromobilnych, powietrznodesantowych i piechoty morskiej). Rozpoczynano od szkolenia podstawowego, następnie prowadzono szkolenie specjalisty, na zakończenie zaś zgrywano pododdziały (zespół, drużyna, pluton, kompania, batalion). W ramach tego procesu wyszkolono kilkuset instruktorów CTC według standardów NATO, dzięki czemu zwiększyły się możliwości szkoleniowe Centrum. Cykl szkolenia obejmował kilkadziesiąt dni szkoleniowych. Tydzień szkoleniowy trwał od poniedziałku do soboty włącznie. Dodatkowo prowadzono zajęcia dziennie, dobowe, ćwiczenia taktyczne ze strzelaniem amunicją bojową (szczebel pluton, kompania) oraz batalionowe ćwiczenia taktyczne ze strzelaniem.

Za wyszkolenie ukraińskich batalionów i brygad głównym odpowiedzialnym jest dowódca Amerykańskiej Grupy Batalionowej. Koordynuje on proces szkolenia z dowódcami kanadyjskiego, litewskiego, brytyjskiego oraz polskiego komponentu, wchodzącymi w skład JMTG-U.

W każdym turnusie uczestniczą inne oddziały i pododdziały (zmechanizowane, zmotoryzowane, powietrznodesantowe, aeromobilne lub piechoty morskiej), w związku z tym konieczna jest również rotacja (przynajmniej częściowa) instruktorów. Poza tym poszczególne państwa odpowiadają za konkretne dziedziny szkoleniowe. I tak Kanada szkoli z zakresu: policji wojskowej (Military Police – MP), zabezpieczenia logistycznego i przeciwdziałania improwizowanym urządzeniom wybuchowym (Counter Improvised Explosive Devices – C-IED), a także snajperów, specjalistów rozpoznania oraz dowódców zespołów, drużyn i plutonów.

Nasz kontyngent do niedawna specjalizował się w szkoleniu z obrony przeciwlotniczej i rozpoznania oraz niektórych specjalności występujących w ukraińskich kompaniach wsparcia. Obecnie polscy instruktorzy przygotowują batalion OPFOR do prowadzenia działań oraz podgrywania potencjalnego przeciwnika podczas ćwiczeń taktycznych z wojskami.

Natomiast Litwini uczą posługiwania się takimi środkami walki, jak broń strzelecka, moździerz itp.

Wszystkie kraje (w zależności od specjalności instruktorów) uczestniczą w szkoleniu instruktorów oraz sztabów brygad i batalionów z procedur podejmowania decyzji (Military Decision Making Process – MDMP). Nasi przedstawiciele przygotowują specjalistów sekcji: personalnej (S-1), rozpoznawczej (S-2), operacyjnej (S-3), zabezpieczenia logistycznego (S-4) oraz dowodzenia i łączności (S-6).





W szkoleniu dowództw oraz sztabów brygad i batalionów w szerokim zakresie są wykorzystywane systemy symulacji pola walki. Najczęściej jest to JCATS (Joint Conflict and Tactical Simulation).

Zakłada się, że do końca 2021 roku ukraiński CTC osiągnie pełną zdolność do samodzielnego prowadzenia szkolenia (Full Operational Capabilities – FOC) bez pomocy natowskich instruktorów.

Warto w tym miejscu wspomnieć o zmianach w oddziałach i pododdziałach wojsk inżynieryjnych, którymi zajmuje się Grupa Robocza Wojsk Inżynieryjnych NATO (NATO Military Engineers Working Group – NATO MILENG WG). Są one wprowadzane zgodnie z *Planem rozwoju sił zbrojnych Ukrainy w obszarze inżynierii wojskowej*. Dotyczą one zarówno procesu szkolenia, jak i dokumentów normatywnych tego rodzaju wojsk, które są dostosowywane do standardów Sojuszu. Działaniami z tym związanymi objęto również pododdziały wojsk inżynieryjnych Gwardii Narodowej Ukrainy (National Guard of Ukraine – NGU). Do najważniejszych zamierzeń w tej sferze można zaliczyć:

- rozwijanie zdolności do usuwania przedmiotów wybuchowych i niebezpiecznych (Explosive Ordnance Disposal Capability Development – EOD CD);
- szkolenie pododdziałów wojsk inżynieryjnych w centrach rozminowywania przez instruktorów amerykańskich i z innych państw Sojuszu;
- przygotowywanie żołnierzy w natowskich centrach eksperckich do spraw inżynierii wojskowej, np. w Military Engineering Centre of Excellence (COE) – MILENG COE w Ingolstadt (RFN). Centrum to jest zaangażowane w dostosowywanie dokumentów szkoleniowych oraz modelu szkoleniowego SZ Ukrainy do standardów NATO.

Strona ukraińska, wykorzystując pomoc żołnierzy państw Sojuszu, dąży do utworzenia narodowego centrum kształcenia.

W trakcie szkolenia przywiązuje się dużą wagę do roli podoficerów. Obecnie jest realizowany program ich szkolenia, podwyższania statusu zawodowego oraz zwiększania liczby podoficerskich stanowisk etatowych na wszystkich poziomach dowodzenia. Organizowane są również kursy dla oficerów w celu uświadamiania im, w jaki sposób i jak najefektywniej wykorzystywać wiedzę, doświadczenie i umiejętności praktyczne podoficerów w różnych obszarach życia wojskowego (w tym przede wszystkim szkolenia).

### NASZE ZAANGAŻOWANIE

Polskie grupy zadaniowe (PGZ) wchodzące w skład JMTG-U (od czerwca 2016 roku) są wydzielane z tych jednostek (w tym również międzynarodowych), które są w stanie najlepiej wykonać zadania szkoleniowe.

W trakcie pobytu w Centrum Szkolenia Bojowego żołnierze są wyposażeni w broń strzelecką oraz amunicję bojową, niezbędne urządzenia noktowizyjne, kamizelki kuloodporne, środki łączności, środki

pozorowania pola walki oraz pojazdy do przemieszczania się do obiektów szkoleniowych. Uzbrojenie, amunicję bojową, środki pozorowania pola walki oraz pomoce szkoleniowe na potrzeby szkolenia pododdziałów i instruktorów zapewnia strona ukraińska.

Zabezpieczenie logistyczne należy do obowiązków Centrum, które w tym celu wykorzystuje infrastrukturę stacjonarną oraz polową znajdującą się na jego terenie oraz w jednostkach wojskowych. Wspierane jest w tej dziedzinie przez stronę amerykańską i kanadyjską.

Szkolenie dowództw oraz sztabów brygad i batalionów jest prowadzone przez naszych instruktorów nie tylko w ramach JMTG-U, lecz również w koszarach jednostek.

Ma ono głównie na celu:

- wsparcie dowództw i sztabów w osiąganiu przez nie gotowości do prowadzenia działań bojowych i antyterrorystycznych;
- zapoznanie szkolonych oficerów sztabu ze standardami NATO w dziedzinie szkolenia.

Kursy przeznaczone dla oficerów sztabowych były poświęcone takiej tematyce, jak:

- ogólne zasady planowania działań w różnych środowiskach walki,
- proces dowodzenia według standardów Sojuszu,
- planowanie obrony i natarcia przez brygadę (batalion),
- planowanie działań stabilizacyjnych.

W trakcie szkolenia drużyn szczególną uwagę zwracano na:

- prowadzenie działań bojowych w różnych środowiskach walki, w tym obrony, natarcia oraz działań patrolowych i kontrolnych (wykorzystywano system symulacji pola walki MILES 2000);
- wybór i maskowanie stanowisk ogniowych;
- prowadzenie ognia z broni strzeleckiej do celów stałych, ukazujących się i ruchomych, w dzień i w nocy.

Podczas zgrywania plutonów skupiono się na:

- prowadzeniu działań taktycznych i ogniowych w różnych środowiskach walki, w tym na kierowaniu ogniem plutonu w natarciu i obronie, w dzień i w nocy;
- działaniach przeciwrebelianckich (kontrola tłumu).

Podczas zgrywania kompanii uwzględniano działania bojowe, w tym kierowanie ogniem kompanii w natarciu i obronie, w dzień i w nocy.

Zgrywając działania batalionu, skupiono się na ćwiczeniach taktycznych z wojskami ze strzelaniem amunicją bojową w dzień i w nocy. Przedsięwzięcie to stanowiło podstawę certyfikacji batalionu pod kątem jego przygotowania do wykonywania stojących przed nim zadań bojowych.

### WOJSKA SPECJALNE

Wprowadzanie zmian w tym rodzaju sił zbrojnych jest nadzorowane przede wszystkim przez amerykań-

**DZIAŁANIA**  
PROWADZONE  
PRZEZ INSTYTUCJE  
NATO SĄ MOŻLIWE  
GŁÓWNIEM DZIĘKI  
ŚRODKOM  
FINANSOWYM  
TRANSFEROWANYM  
NA UKRAINE.

skich oficerów. Uczestniczą w tym procesie także żołnierze z innych państw NATO. Zmiany dotyczą bieżącego szkolenia, tworzenia nowych jednostek i ich przygotowania do działania oraz przewidywanego rozwoju, a także instytucji z nimi związanych.

W ramach tych obszarów są prowadzone m.in.:

- kilkumiesięczne kursy podstawowe, tzw. Qualification Courses (Q-Courses), dla młodych ukraińskich podoficerów i oficerów z pułków specnazu oraz jednostek wchodzących w skład wojsk specjalnych Ukrainy;

- kilkutygodniowe kursy zaawansowane („Hunter”) przeznaczone dla żołnierzy, którzy ukończyli Q-Course i mają minimum pięcioletnie doświadczenie w służbie, oraz dla żołnierzy Special Operational Forces (SOF), uczestniczących w operacji antyterrorystycznej (Anti-Terrorist Operation – ATO);

- kursy sztabowe dla grup dowodzenia batalionów specjalnych;

- przedsięwzięcia szkoleniowe o nazwie Joint Combined Exchange Training (JCET).

Kursy są organizowane w ośrodkach szkolenia wojsk specjalnych na Ukrainie. Ponadto są prowadzone warsztaty eksperckie dla dowódców wyższych szczebli dowodzenia.

Ciekawostką jest szkolenie przez amerykańskich żołnierzy morskich pułków specnazu w Morskim Centrum Operacji Specjalnych. Jego tematyka to:

- planowanie morskich operacji specjalnych,
- planowanie i prowadzenie morskich operacji specjalnych w strefie brzegowej.

Ponadto w jego ramach jest prowadzony kurs nurka bojowego. Obecnie rozpoczęto tworzenie lotniczego oraz morskiego komponentu wojsk specjalnych.

### SIŁY POWIETRZNE

W tym rodzaju sił zbrojnych jest wdrażana długoterminowa strategia ich rozwoju, przygotowana we współpracy z ukraińskim partnerem przez USA i inne kraje natowskie uczestniczące w programie pomocy szkoleniowej dla Ukrainy. Wspomniana strategia polega przede wszystkim na opracowaniu przez Amerykanów programów szkolenia oraz przygotowywaniu treningów i szkoleń dla personelu sił powietrznych. W ramach współpracy bliskie kontakty nawiązał Narodowy Uniwersytet Sił Powietrznych w Charkowie z Air Academy w USA. Organizowane są również wspólne ćwiczenia, np. „Clear Sky-19”.

### MARYNARKA WOJENNA

Ostatnio są prowadzone działania zmierzające do utworzenia efektywnego systemu monitoringu i obserwacji wybrzeża Morza Czarnego, obejmującego rozwój systemów radarowych oraz zorganizowanie centrum operacyjnego.

### ŻANDARMERIA WOJSKOWA

Pomoc w tym przypadku polega przede wszystkim na zapewnianiu uczestnictwa w różnego rodzaju

ju specjalistycznych kursach. Największym zainteresowaniem cieszyły się kursy językowe według STANAG-u 6001 oraz:

- uzupełniające kursy prowadzenia śledztw w sprawach kryminalnych (Supplementary Crime Investigation Course – SCIC);

- szkolenie z taktyki i technik działania stosowanych podczas interwencji (Tactics and Techniques of Intervention – TTI).

Bardzo przydatne są również międzynarodowe szkolenia zgrywające w ramach Międzynarodowych Komponentów Żandarmerii Wojskowej (Mutinational Military Police Components – MMPC), afiliowanych do wielonarodowych jednostek wojskowych.

Należy jednak podkreślić, że konieczna jest akceptacja przez parlament Ukrainy przygotowanych przez NATO projektów aktów prawnych w sprawie powołania i uregulowania działania policji wojskowej oraz reformy jej jednostek specjalnych, służby patrolowej i zabezpieczenia ruchu drogowego.

### SPOSTRZEŻENIA

Wydaje się oczywiste, że działania prowadzone przez instytucje NATO są możliwe głównie dzięki środkom finansowym transferowanym na Ukrainę. W 2019 roku plany finansowe USA/NATO zakładały wydzielenie nawet kilkuset milionów dolarów/euro (jako środków pomocowych) przeznaczonych na transformację sił zbrojnych Ukrainy. Ich uruchomienie zależało od oceny przez Departament Stanu i Departament Obrony USA oraz Komitet Wojskowy NATO przeprowadzonych przez stronę ukraińską reform w zakresie spójności koncepcji i kierunków rozwoju sił zbrojnych, planów pozyskiwania nowego uzbrojenia i sprzętu wojskowego (SpW), walki z korupcją itd. Środki te są przeznaczone przede wszystkim na zakup SpW oraz na szkolenie żołnierzy i ich dowódców w celu opanowania umiejętności prowadzenia działań według standardów Sojuszu.

Jak oficjalnie poinformował w ukraińskich mediach przedstawiciel Ukraine Security Assistance Initiative (USAI), USA/NATO od 2014 roku wyasygnowały już kilka miliardów dolarów i euro jako środków pomocowych. Jednocześnie podkreślił, że Ukraina w swoim działaniu powinna przede wszystkim skupić się na pozyskiwaniu określonych zdolności militarnych i lepiej analizować proces wydatkowania środków pomocowych oraz utrzymywać plany wymagalności dotyczące osiągnięcia poszczególnych zdolności militarnych.

Obecność żołnierzy naszego kraju i wykonywanie przez nich zadań uwiarygodnia ustalenia podjęte na szczycie NATO w Warszawie i przedstawia nasz kraj jako ważnego członka Organizacji Traktatu Północnoatlantyckiego. Wspólne szkolenie z żołnierzami innych państw Sojuszu jest bardzo dobrą okazją do zdobywania przez naszych żołnierzy nowych doświadczeń oraz doskonalenia praktycznych umiejętności. ■



# Mnogość zastosowań

W 1935 ROKU ROBERT A. WATSON-WATT  
ZADEMONSTROWAŁ BRYTYJSKIEMU KOMITETOWI  
OBRONY POWIETRZNEJ URZĄDZENIE, ZA POMOCĄ  
KTÓREGO MOŻNA BYŁO WYKRYĆ Z ODLEGŁOŚCI  
50 KM POJEDYNCZY SAMOLOT.

Przemysław Miller

W świecie wojskowej techniki nawigacyjnej używane są dwie nazwy dla określenia radaru: amerykańska – Radio Detection and Ranging (radiowe wykrywanie i namierzanie) oraz brytyjska – Radio Aids for Defence and Reconnaissance (radiowa pomoc obrony i rozpoznania). Już w XIX wieku znane było zjawisko odbijania się fal radiowych od przedmiotów, zwłaszcza metalowych. W 1922 roku Amerykanie A.H. Taylor i L.C. Young zwrócili uwagę na zakłócenia łączności radiowej na falach długości 5 m między ustawionymi na przeciwnych brzegach rzeki nadajnikiem i odbiornikiem, gdy przepływał w tym miejscu statek. Wpadli na pomysł wykorzystania fal radiowych do wykrywania poruszających się w terenie przedmiotów.

## HISTORIA I WSPÓŁCZESNOŚĆ

W 1937 roku w Wielkiej Brytanii zbudowano radar, pracujący na falach 1,5 m, o wymiarach pozwalających na jego zamontowanie w samolotach myśliwskich Hawker Hurricane Mk-I oraz Curtiss Hawk H-75. W późniejszym czasie urządzenia te montowano także w nowoczesnych myśliwcach Bristol Beaufighter VIF oraz legendarnych de Havilland Mosquito N.F.XIII. Po raz pierwszy na dużą skalę radaru użyły naziemne służby brytyjskich Królewskich Sił Powietrznych (Royal Air Force – RAF) w czasie bitwy

o Anglię. Odegrał on istotną rolę podczas zmagania w II wojnie światowej, a po jej zakończeniu przyczynił się do zwiększenia bezpieczeństwa żeglugi i lotnictwa oraz rozwoju techniki raketowej. Obecnie radar jest podstawowym elementem samolotu Boeing 707-320 AWACS E-3<sup>1</sup> służącego do monitorowania przestrzeni powietrznej oraz przekazywania do centrów dowodzenia informacji o wykrytych obiektach. Ciekawe rozwiązanie tego systemu zaprezentowali Szwedzi podczas Farnborough Airshow w 2017 roku. Użyli samolotu SAAB 2000 wyposażonego w system Erieeye jako nosiciela systemów wczesnego ostrzegania i rozpoznania. System Erieeye Ericsson Microwave składa się ze stacji radiolokacyjnej, urządzenia zapytującego IFF (Identyfikation Friend of Foe – „swój-obcy”), systemu nawigacyjnego, systemu szyfrowania transmisji danych oraz systemu dowodzenia i kierowania. Może również funkcjonować jako powietrzna stacja radiolokacyjna wczesnego ostrzegania typu AEW (Airborne Early Warning), działająca autonomicznie, lub jako element składowy rozbudowanego systemu lądowego. System został wyposażony w dopplerowski radar impulsowy dalekiego zasięgu z anteną fazową (ścianową) mogącą skanować wiązki w płaszczyźnie azymutalnej, działającą w paśmie S, czyli na falach długości od 1 do 10 cm oraz częstotliwości od 3 do 30 GHz.



Autor jest członkiem  
General News Service  
Network Association Inc.  
European News Agency/  
General News Service.

<sup>1</sup> Airborne Warning and Control System – powietrzny system ostrzegania i kontroli. Może monitorować obszar o powierzchni 312 tys. km<sup>2</sup>, a także wykrywać i obserwować 1,5 tys. obiektów: okrętów, samolotów i rakiet.

## DOŚWIADCZENIA

Każdy radar składa się z siedmiu podstawowych elementów: modułu ARPA, synchronizatora, nadajnika, przełącznika antenowego, anteny nadawczo-odbiorczej, odbiornika oraz wskaźnika.

ARCH. PRZEMYSŁAWA MILLERA

Wśród nowoczesnych polskich systemów radarowych należy wymienić radiolokacyjny zestaw rozpoznania artyleryjskiego (RZRA) Liwiec, zbudowany w Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji (PIT). Wyróżnia się on dużą mobilnością oraz odpornością na zakłócenia czynne i bierne. Architektura oraz wyposażenie radaru pozwalają na wykorzystanie go do bezpośredniej współpracy ze środkami ogniowymi.

W PIT opracowano także mobilny trójwspółrzędny radar średniego zasięgu TRS-15. Pełni on funkcję źródła rozbudowanej informacji radiolokacyjnej dla systemów dowodzenia obroną powietrzną. Radar ten wykrywa i śledzi w oświetlonej przestrzeni powietrznej do 120 obiektów oraz przekazuje informacje o nich w formacie ASTERIX. Przeszukuje przestrzeń dookoła – jego antena obraca się mechanicznie, natomiast w elewacji wytwarza wachlarz wiązek antenowych do monoimpulsowej estymacji kąta elewacji. Jego kodowany sygnał nadawczy oraz wyposażenie w układy przeciwzakłóceniu ECCM pozwalają na skuteczne wykrywanie obiektów powietrznych w warunkach zakłóceń pasywnych i czynnych. Charakteryzuje się dużą mobilnością oraz krótkim czasem rozwijania. TRS-15 wyposażono w automatyczny system testowania i lokalizowania uszkodzeń BITE oraz w system nawigacji inercyjnej z GPS służącym do wyznaczania położenia.

Radary są montowane również na pokładach atomowych okrętów podwodnych. Służą do nawigowania oraz wykrywania obiektów nawodnych. Podstawowym urządzeniem odciążającym załogę okrętu

podwodnego od prowadzenia ręcznej nawigacji jest radar Sperry AN/BPS-15H. Opracowano w tym celu specjalny nawigacyjny system informacyjny (ECDIS-N/Electronic Chart Display and Information System), zawierający mapy elektroniczne, które automatycznie pobierają potrzebne dane z radaru lub innych systemów nawigacyjnych.

Obecnie urządzenia radiolokacyjne do wykrywania i określania położenia obiektów na wodzie, lądzie i w powietrzu wykorzystują wiązki impulsów elektromagnetycznych długości: 3, 10 i 20 cm. Fale długości 3, 10 i 20 cm stosowane w radionawigacji rozchodzą się w podobny sposób jak fale świetlne. Ich tory są prostoliniowe, a zasięg zgodny z zasięgiem widzialności optycznej. Fale długości centymetrowej, a na ich wykorzystaniu opiera się działanie radaru, odbijając się od przeszkody lub obiektu, ulegają silnemu tłumieniu nawet przez deszcz i śnieg. Nie stosuje się fal krótszych niż 3 cm, ponieważ fala długości 1 cm zostałaby skutecznie wytłumiona na przykład przez mgłę. Kierunek i czas powrotu odbitego echa pozwala na precyzyjne ustalenie pozycji obiektu, kierunku jego ruchu, odległości do niego oraz prędkości.

### RADAR NAWIGACYJNY

Jest przeznaczony do wykrywania wszelkich obiektów znajdujących się na powierzchni Ziemi oraz do określania odległości do nich. Ze względu na impulsowy charakter pracy stacji radiolokacyjnej, a także stosowanie anten kierunkowych urządzenia te pracują w zakresie bardzo wysokich częstotliwości. Najczęściej wykorzystują dwa pasma:



– S o częstotliwości 3020–3220 MHz, odpowiadające długości fali rzędu 10 cm,

– X o częstotliwości 9300–9500 MHz, czyli długości fali rzędu 3 cm.

Ze względu na długość fal elektromagnetycznych radary pracujące w paśmie S są nazywane radarami 10-centymetrowymi, a pracujące w paśmie X – 3-centymetrowymi.

Krótkie fale, zwane również mikrofalami, są wykorzystywane we wszelkiego rodzaju stacjach radiolokacyjnych ze względu na takie właściwości, jak:

– zdolność promieniowania w postaci krótkich impulsów o dużej mocy,

– duża kierunkowość promieniowania przy niewielkich wymiarach anten,

– prostoliniżne rozchodzenie się emitowanych fal,

– dobre odbijanie się nawet od małych obiektów.

Każdy radar składa się z siedmiu podstawowych elementów: modułu ARPA, synchronizatora, nadajnika, przełącznika antenowego, anteny nadawczo-odbiorczej, odbiornika oraz wskaźnika. Segment podzespołów elektronicznych w stacji radiolokacyjnej obejmuje: czasoster, modulator, generator mikrofalowy, przełącznik, układ nadawanie-odbiór, mieszacz, oscylator, wzmacniacz częstotliwości pośredniej, demodulator, wzmacniacz sygnałów wizyjnych, układ podświetlania, kalibrator, ruchomy znacznik odległości, synchronizator obrotów cewki odchylającej się wraz z obrotami anteny, znacznik kursu, regulator mocy oraz układ zasilania.

Ze względu na możliwość pomiaru kierunku oraz odległości radar jest najbardziej rozpowszechnionym urządzeniem do prowadzenia nawigacji na morzu oraz akwenach ograniczonych.

Moduł ARPA (Automatic Radar Plotting AIDS – urządzenie do automatycznego prowadzenia nakresów radarowych) jest przydatny nawigatorowi do podejmowania decyzji zwłaszcza podczas pływania na akwenach o dużym natężeniu ruchu oraz w warunkach ograniczonej widzialności. Pierwsze prace nad pełnym zautomatyzowaniem nakresów radarowych prowadzono już na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku. Jednak dopiero dzięki powszechnemu zastosowaniu systemu komputerowego w pełni kompatybilnego z radarem można było skonstruować moduł, który w sposób automatyczny dostarcza informacje, jakie dotychczas uzyskiwano z ręcznego nakresu radarowego. W 1979 roku opracowano wymagania stawiane wszystkim modułom ARPA. Zgodnie z definicją Międzynarodowej Organizacji Morskiej (International Maritime Organization – IMO) ARPA jest urządzeniem ukazującym w sposób ciągły, dokładny i w czasie rzeczywistym (bez opóźnień) sytuację nawigacyjną wokół jednostki w określonej pozycji. Jest źródłem informacji o wszelkich parametrach ruchu oraz zbliżaniu się kolejnych ech radarowych z dokładnością nie gorszą niż osiągnięta przy ręcznym nakresie radarowym dla jednego echa. Moduł ten ma zmniejszać obciążenie pracą nawigato-

ra przez dostarczanie mu danych o wielu obiektach oraz zapewnianie automatycznej akwizycji do śledzenia wszystkich lub części ech wykrytych przez radar (acquisition); automatycznie śledzić zaawizowane echa (tracking); w czytelny sposób interpretować ocenę ryzyka (display); generować alarmy ostrzegawcze, a także umożliwiać precyzyjne określenie elementów manewru antykolizyjnego oraz ocenę jego ewentualnych skutków. Moduł ARPA składa się z: ekstraktora, procesora, wskaźnika oraz niezależnego układu zasilania.

Pomiar odległości za pomocą radaru polega na pomiarze czasu, jaki upływa od momentu wysłania przez nadajnik tzw. impulsu sondującego, trwającego milionową część sekundy, do chwili powrotu impulsu odbitego echa od napotkanego obiektu. Odbity impuls elektromagnetyczny wraca przez antenę do odbiornika i po wzmocnieniu jest przekazywany bezpośrednio na ekran. Do pomiaru odległości stacja radiolokacyjna wykorzystuje kręgi kalibracyjne, znacznik interskanu oraz ruchomy znacznik odległości VRM. Dokładność takiego pomiaru zależy tylko i wyłącznie od klasy samego urządzenia (zazwyczaj jest określona przez producenta w instrukcji obsługi). O efektywności radiolokatora decyduje głównie szerokość wiązki promieniowania. Im mniejsza jest pozioma szerokość wiązki, tym precyzyjniej urządzenie lokalizuje echa obiektów położonych blisko siebie. Szerokość wiązki elektromagnetycznej w płaszczyźnie poziomej w dużej mierze zależy od rozmiarów anteny. Im większa antena, tym radar operuje węższą wiązką promieniowania. Ponieważ szerokość wiązki w płaszczyźnie poziomej jest mała, nie istnieje ryzyko, że obiekty zaczną się zlewać w jedno echo nawet przy dużej od nich odległości. Natomiast szerokość wiązki promieniowania radaru w płaszczyźnie pionowej jest większa, aby nie stracić kontaktu z powierzchnią wody, zwłaszcza gdy jednostka ulega przechyłom przy dużej fali.

Impulsy sondujące są wysyłane przez radar za pomocą anteny promieniującej kierunkowo (wersja zamknięta lub otwarta). Antena, obracając się dookoła swojej pionowej osi, czyli wykonując obrót o 360°, emituje kolejno impulsy elektromagnetyczne we wszystkich kierunkach, a promień podstawy czasu rysujący na ekranie echa obiektów otaczających jednostkę obraca się w sposób synchroniczny z anteną. Szybkość obrotu anteny jest istotnym czynnikiem przy doborze radaru dla danego typu jednostki. Szybkie obroty umożliwiają błyskawiczne aktualizowanie danych. Dzięki temu na ekranie radaru powstaje zobrazowanie sytuacji w przestrzeni (w formie rzutu na płaszczyznę poziomą), jaka w danym momencie otacza jednostkę. Natomiast przez zasięg radaru należy rozumieć odległość, w jakiej urządzenie może precyzyjnie wykryć określony obiekt. Pojęcia tego nie należy mylić z zakresem obserwacji, w jakim pracuje radar. Zakres jest określony jedynie przez techniczne parametry urządzenia, natomiast zasięg zależy nie tylko od poszczególnych parametrów wielu podzespołów, lecz



także od czynników zewnętrznych, takich jak: warunki propagacji fal czy charakter wykrywanego obiektu. Na efektywny zasięg stacji radiolokacyjnej wpływają m.in.: moc wyjściowa nadajnika, wysokość, na jakiej została zamontowana antena, oraz względna wysokość wykrywanego obiektu.

Współczesne radary są wyposażone w liczne funkcje użyteczne podczas nawigowania. Dotychczas odczytywanie obrazu i jego interpretowanie przez użytkownika były dość kłopotliwe. Dzięki funkcji *overlay* jest to prosta czynność – stacja radiolokacyjna automatycznie nakłada na mapę elektroniczną odczyt sytuacji. Operator ogląda obraz z radaru nałożony na mapę konkretnego akwenu. Procesor radaru automatycznie synchronizuje nakładane na siebie obrazy, zapewniając tym samym precyzyjny odczyt (radar musi być jednak sprzężony z kompasem). Funkcja *true motion* umożliwia odwzorowanie rzeczywistego ruchu śledzonych obiektów, a po podłączeniu GPS można za pomocą kursora (+) odczytać dokładną pozycję każdego echa. Z kolei funkcja ATA (*automatic tracking aid*) pozwala na automatyczne (po uprzednim ręcznym wyselekcjonowaniu) śledzenie ech dziesięciu obiektów. Po wybraniu jednego z nich radar będzie podawał jego następujące dane: odległość, kurs na cel, prędkość oraz punkt największego zbliżenia jednostki do śledzonego obiektu. Radar umożliwia prowadzenie obserwacji w wersji 3D (trójwymiarowej), co jest wygodne w wąskich przejściach oraz podczas manewrów na terenie portu. Nie zapomniano o ekranie – w nocy można go przestawić na specjalny tryb pracy. Funkcja ta odwraca kontrast ekranu, to znaczy zmniejsza emisję światła, przedstawiając operatorowi wszystkie widziane obiekty w nocnej wizualizacji, zwłaszcza w sytuacji nadmiernej koncentracji różnych obiektów.

#### WTÓRNY RADAR DOZOROWANIA

Secondary Surveillance Radar (SSR) – to radiowe urządzenie telekomunikacyjne zainstalowane w obiektach służby kontroli ruchu lotniczego, współdziałające z transponderami zainstalowanymi na pokładach samolotów. Zasada ich działania opiera się na systemie identyfikacji „swój-obcy” (Identification Friend or Foe – IFF).

Radary oprócz zastosowania w siłach zbrojnych jest stosowany obecnie do kontroli ruchu powietrznego jako środek ciągłego nadzorowania przestrzeni powietrznej. Coraz precyzyjniejsze urządzenia radarowe pozwalają na zmniejszenie standardowych bezpiecznych odległości między samolotami, to zaś skutkuje zwiększeniem przepustowości portów lotniczych oraz wykorzystaniem korytarzy powietrznych.

Główną zaletą systemu kontroli lotów, nazywanego również radarem pierwotnym (Primary Surveillance Radar – PSR), jest jego całkowita niezależność od śledzonego samolotu. Zaleta ta stanowi jednocześnie wadę, porównanie bowiem pozycji śledzonego samolotu podczas jednego obrotu anteny radaru jest dość

trudne i wymaga od operatora uważnej obserwacji ekranu. Aby usprawnić system, należało wprowadzić dodatkową identyfikację poszczególnych samolotów. Umożliwił to system IFF współpracujący z radarem. Cywilna jego odmiana, nazywana wtórnym radarem dozoru lub opisywana skrótem SSR, jest określana w USA jako system radiolatarni kontroli ruchu powietrznego (Air Traffic Control Radar Beacon System – ATRCBS). System działa, wykorzystując pracujące na częstotliwościach radarowych transpondery. Urządzenia te, zainstalowane na pokładach samolotów, odpowiadają specjalnie zakodowaną informacją na sygnały nadawane z Ziemi przez system SSR. Sygnał jest kodowany elektronicznie, co pozwala na przesyłanie dodatkowych informacji do systemu radaru pierwotnego.

System ten zwiększa możliwości wykrywania i identyfikowania samolotów oraz określa ich pułap lotu. Podczas obrotu anteny cały czas emituje impulsy z tzw. zapytaniem, a transponder na pokładzie samolotu nasłuchujący sygnałów wysyła odpowiedź natychmiast po znalezieniu się w jego zasięgu. Rodzaj wysyłanych w odpowiedzi informacji zależy od trybu jego pracy. Generalnie na ekranie systemu radaru PSR pojawia się ikona symbolizująca samolot. Statki powietrzne, które nie mają na swoich pokładach transponderów, również są wykrywane przez PSR, ale na ekranie radaru nie pojawiają się ich dodatkowe opisy.

Transpondery samolotów mogą pracować w różnych trybach – każdy umożliwia przesłanie innego zestawu informacji. Są to:

- Mode 1 – tryb używany tylko do celów wojskowych; może być wybrany przełącznikiem w kabinie pilotów; przesyła dwucyfrowy pięciobitowy kod misji;
- Mode 2 – tryb używany tylko do celów wojskowych; w samolotach myśliwskich jest ustawiany przez obsługę naziemną, natomiast w samolotach transportowych może być zmieniony także podczas lotu; przesyła czterocyfrowy ósemkowy kod samolotu;
- Mode 3/A – tzw. kod *squaw* składający się z czterocyfrowego ósemkowego numeru identyfikacyjnego samolotu przydzielanego przez służbę kontroli lotów; jest stosowany w lotnictwie wojskowym i cywilnym;
- Mode 4 – kod wojskowy w postaci trójimpulsowej kodowanej odpowiedzi;
- Mode 5 – wojskowy system bezpiecznej zakodowanej transmisji, oparty na trybie pracy Mode S i ADS-B GPS;
- Mode C – dawniej oznaczony jako Mode 3/C; transmituje 10-bitowy kod binarny, tzw. szary kod (Gray Code) z informacjami o pułapie lotu odczytanymi z wysokościomierza; używany jest w lotnictwie wojskowym i cywilnym;
- Mode S – początkowo przewidywano wprowadzenie pełnej transmisji danych na kanale nadawczym 1030 MHz i odbiorczym 1090 MHz oraz możliwość selektywnego odpytywania transponderów na podstawie przydzielonego każdemu samolotowi indywidualnego 24-bitowego adresu; ostatecznie kanał odbiorczy



1090 MHz jest używany do przekazywania informacji o pozycji i prędkości maszyny; wykorzystywany jest w lotnictwie wojskowym i cywilnym.

Zgodnie z wytycznymi IACO (Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego) dla lotnictwa cywilnego stosuje się trzy tryby: A, C i S.

*Tryb A (Mode A)* opiera się na czterocyfrowym kodzie złożonym z cyfr od 0 do 7, przydzielanych przez służbę kontroli ruchu lotniczego w celu identyfikacji i śledzenia. W trybie C następuje odczytywanie informacji z wysokościomierza oraz transmisja danych o pułapie lotu. *Tryb S* jest uruchamiany wywołaniem systemu SSR w trybie S i powoduje wysłanie żądanych przez niego informacji. W trybach A i C każdy znajdujący się w zasięgu tego systemu samolot odpowiada automatycznie, natomiast zapytanie w trybie S może być adresowane indywidualnie do określonego transpondera. W nowoczesnych systemach kontroli lotów na ekranie radaru obok symbolu samolotu pojawiają się informacje z transpondera w postaci liter i cyfr.

#### RADAR METEOROLOGICZNY

To jedyny miarodajny środek techniczny pozwalający na dokładną teledetekcyjną diagnozę stanu atmosfery i pogody oraz takich jej czynników i zjawisk, jak: chmury, opady deszczu, śniegu i gradu, burze, sztormy, huragany oraz strefy zbieżności wiatrów. Obserwacja taka jest możliwa w określonym obszarze, którego promień wynosi do 250 km od miejsca rozmieszczenia radaru. W przeciwieństwie do klasycznych metod określania zjawisk meteorologicznych możliwe jest ciągłe śledzenie wymienionych, a także określanie ich rzeczywistego rozwoju oraz prognoz wystąpienia. Ma to znaczenie zwłaszcza podczas wykrywania i śledzenia stref intensywnych opadów deszczu, które prowadzą do powodzi.

Pierwszy radar meteorologiczny został zainstalowany w 1964 roku w podwarszawskim Legionowie. Był to brytyjski radar DECCA typ 41. W 1976 roku w Zakładzie Aerologii Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Legionowie rozpoczął pracę pierwszy typowy radar meteorologiczny MRŁ-2, który był produktem radzieckich uczonych i służył do szeroko rozumianego pomiaru charakterystyk obiektów meteorologicznych w środowisku naturalnym. W latach 1981–1985 w placówce tej utworzono eksperymentalny zestaw do komputerowego przetwarzania sygnału radaru meteorologicznego MRŁ-2. Był on podstawą powstania pierwszego polskiego półautomatycznego systemu radarowego. W 1991 roku radar MRŁ-2 zastąpiło nowocześniejsze urządzenie – MRŁ-5, które umożliwiło synoptykom zintensyfikowanie prac oraz opracowywanie szczegółowych algorytmów i programów ilościowego szacowania opadów. Dzięki temu nowy system, który został zbudowany z zastosowa-

niem radaru MRŁ-5, stał się podstawą utworzenia pierwszego krajowego automatycznego meteorologicznego systemu radarowego. Był on już w pełni zautomatyzowanym oraz – co się z tym wiąże – nowoczesnym systemem zbierającym i przetwarzającym dane meteorologiczne. Kolejny radar uruchomiony w 1995 roku to nowoczesny radar dopplerowski AMS Gematronik dyslokowany w Ramży koło Katowic oraz w Pastewniku koło Wrocławia.

Następnym krokiem w rozwoju polskiej meteorologii elektronicznej była budowa sieci meteorologicznych radarów POLRAD. Kompletną sieć tych radarów włączono do pracy operacyjnej w roku 2004.

Efektem pracy wymienionego systemu są różnego rodzaju mapy pogodowe, przekroje i diagramy. Wszystkie informacje zebrane przez system są prezentowane na podkładzie typowej mapy fizycznej przeglądanej przez dany radar, który pokrywa swoim zasięgiem określony obszar kraju z niezwykle dużą rozdzielczością czasowo-przestrzenną. Pracujące w sieci radary dopplerowskie na bieżąco monitorują stan atmosfery. Poza wskazaniem obszarów objętych na przykład gwałtownymi opadami, analizują one również zjawiska meteorologiczne, ich skalę oraz kierunek przemieszczania się na danym obszarze. Dodatkową korzyścią z funkcjonowania sieci radarowej POLRAD<sup>2</sup> jest możliwość śledzenia tych samych zjawisk jednocześnie przez dwa–trzy radary, co zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia tych niebezpiecznych oraz opracowania właściwego systemu ostrzegania przed katastrofami. System radarów meteorologicznych POLRAD jest sprzężony funkcjonalnie z systemem automatycznych pomiarów meteorologicznych i hydrologicznych oraz z automatyczną siecią detekcji wyładowań atmosferycznych. Dane z POLRAD-u są wykorzystywane we wszystkich dziedzinach ochrony IMGW, głównie przeciwpowodziowych, a także w systemie ostrzegania o niebezpiecznych zjawiskach. Dotyczy to również osłony lotnictwa wojskowego i cywilnego oraz zarządzania kryzysowego, gospodarki morskiej, energetyki, gospodarki wodnej, transportu drogowego, rolnictwa oraz turystyki. W ostatnich latach dane z POLRAD-u zostały włączone do międzynarodowego systemu meteorologicznego COST-75 (europejska sieć radarów meteorologicznych), CERAD (sieć radarów meteorologicznych Europy Centralnej) i NORDRAD (skandynawska sieć radarów meteorologicznych). W 2003 roku w Radarowym Centrum Operacyjnym zainstalowano analityczno-prognostyczny system NIMROD opracowany przez brytyjską służbę meteorologiczną (Met Office). System ten, wykorzystując dane radarowe i satelitarne oraz z deszczomierzy, może wygenerować superdokładną prognozę dotyczącą natężenia ewentualnego opadu lub rodzaju zjawiska atmosferycznego. ■

2 POLRAD składa się z ośmiu radarów meteorologicznych typu AMS Gematronik: Meteor 360C, Meteor 500C i Meteor 1500C, które w sposób ciągły śledzą i obserwują zjawiska atmosferyczne zachodzące nad Polską, z wyjątkiem małego skrawka terenu położonego na północ od Suwałk, z dokładnością do 1 km.



# Trafić niewidzialnego

ZESTRZELENIE F-117 NIGHTHAWK BYŁO ŻENUJĄCYM ZDARZENIEM DLA AMERYKAŃSKICH SIŁ POWIETRZNYCH. PRZYTACZANO GO WIELE RAZY JAKO „DOWÓD” NA TO, ŻE NIEWIDZIALNE DLA RADARÓW SAMOLOTY MOGĄ BYĆ ZESTRZELIWANE NAWET PRZEZ PRZESTARZAŁE SYSTEMY PRZECIWLOTNICZE.

ppłk pil. w st. spocz. **Maciej Kamyk**



Kilkanaście samolotów Nighthawk z 7 Eskadry Myśliwców 49 Dywizjonu Myśliwskiego USAF zostało przebazowanych 21 lutego 1999 roku do Aviano we Włoszech, by wziąć udział w operacji „Allied Force”. Miała ona na celu wywarcie presji na Belgrad po tym, jak prezydent Slobodan Milošević zainicjował w Kosowie brutalne czystki etniczne.

## ZDARZENIE

Dziwnie wyglądający, pomalowany na czarno samolot przelatywał o godzinie 20.00 nad Serbią 27 marca 1999 roku. Był to F-117 Nighthawk – amerykański poddźwiękowy, odrzutowy samolot bombowy, pierwsza na świecie operacyjna maszyna wykonana w technologii *stealth* (kod Vega-31), powszechnie nazywana Something Wicked (coś złego). Nieco wcześniej zrzucił on dwie sterowane laserem bomby Paveway na cele w pobliżu stolicy Jugosławii – Belgradu. Jego pilotem był kapitan Darrel P. Zelko.

Jugosłowiańska Armia Ludowa dysponowała różnymi systemami przeciwlotniczymi, takimi jak S-75 i S-125 oraz mobilne SAM 2K12 Kub. Ponadto myśliwcami MiG-29, które stanowiły umiarkowane zagrożenie dla samolotów NATO, lecz zmuszały je do lądowania na większej wysokości w eskorcie samolotów WRE (np. EA-6B Prowler). Tego wieczoru samoloty te zostały uziemione ze względu na złą pogodę. Niemniej cztery F-117 otrzymały zadanie bojowe. Po wykonaniu zadania i obraniu kursu powrotnego piloci dostrzegli przedzierające się przez chmury dwa jasne punkty.

Były to sterowane radarem rakiety V-601M, wyrzucone z wyrzutni kierowanych pocisków raketowych S-125M Nawa. Napędzany dwustopniowym silnikiem raketowym na paliwo stałe, długi na 6 m pocisk przeleciał tak blisko samolotów, że wstrząsnął nimi. Głowica bojowa drugiego pocisku wybuchła w pobliżu samolotu pilotowanego przez kpt. Zelkę – w powietrzu znalazło się 4500 metalowych fragmentów, których część dosięgnęła płotowca. Pilot utracił kontrolę nad samolotem, który przewrócił się na plecy i zaczął nurkować. Wartość powstałego przeciążenia była tak duża, że pilotowi z trudem udało się sięgnąć do uchwytu kaptułowania i opuścić uszkodzony samolot. Po wyładowaniu kpt. Zelko ukrył się w rowie irygacyjnym, unikając dostania się do niewoli. Następnego wieczoru został podjęty przez zespół bojowego poszukiwania i ratownictwa sił powietrznych.

## PRZYCZYNY

Serbski dowódca dywizjonu z 250 Brygady Rakietowej Obrony Powietrznej płk Zoltán Dani, wykorzystując doświadczenia z konfliktu w Iraku i Syrii, często zmieniał stanowiska startowe baterii systemu Nawa, uniemożliwiając przeciwnikowi dokładne ich namierzenie. Nakazał również obsługom stacji radiolokacyjnych, aby były aktywne nie dłużej niż 20 s, po czym musiały się przemieszczać, nawet jeśli bateria nie otworzyła ognia. S-125M nie był uważany za mobilny system przeciwlotniczy, lecz dowódca dywizjonu tak wyszkolił swoich podwładnych, by wyrzutnie były gotowe do powtórnego





DOŚWIADCZENIA



## **F-117 NIGHTHAWK – AMERYKAŃSKI PODDŹWIĘKOWY, ODRZUTOWY SAMOŁOT BOMBOWY, PIERWSZA NA ŚWIECIE OPERACYJNA MASZYNA WYKONANA W TECHNOLOGII STEALTH.**

J. STRANG / USAF

działania po zmianie stanowiska zaledwie w 90 min (standardowy czas to 150 min). Procedurę tę ułatwiło zmniejszenie o połowę liczby wyrzutni w baterii. Manewr ich przemieszczania maskował, rozmieszczając atrapy wyrzutni rakiet, a także wykorzystując wabiki ze starych myśliwców MiG w celu nakierowywania na nie rakiet przeciwradiolokacyjnych. Dzięki tym czynnościom dywizjon płk. Daniego nie stracił ani jednej wyrzutni mimo wystrzelenia w ich kierunku przez samoloty NATO 23 pocisków HARM.

Radar obserwacyjny dalekiego zasięgu P-18 Spoon Rest-D był w stanie wskazać przybliżony kierunek lotu samolotów Nighthawk w odległości 15 mil, po zmniejszeniu do możliwie najmniejszej długości fali – w rzeczywistości tak małej, że ostrzegające o opromieniowaniu radarowym środki NATO nie zostały skalibrowane do ich wykrywania. Jednak radary niskiej częstotliwości są mało precyzyjne i nie mogą zapewnić ciągłego śledzenia celu oraz kierowania rakieta. Ponadto planujący misje lotnicze specjaliści NATO wyznaczali loty bombowców *stealth* po rutynowych trasach, co pozwoliło tym samym dowódcy dywizjonu określić ich dokładny przebieg. Zdecydował się on na wykonanie zasadzki przeciwlotniczej z wykorzystaniem baterii S-125M. By uniknąć wykrycia aktywności radaru śledzącego i naprowadzenia rakiet przeciwradiolokacyjnych przez przeciwnika, dowódca dywizjonu nie często go aktywował, lecz kierował w stronę przybliżonej pozycji samolotu *stealth*, uzyskanej z radaru P-18. Po trzeciej próbie bateria S-125M wysłedziła oba F-117, gdy znajdowały się w odległości zaledwie 8 mil od stanowisk startowych. Jeden z nich został trafiony i upadł na ziemię

w pobliżu wioski Budanovci. Części wraku można dziś oglądać w Serbskim Muzeum Lotnictwa w Belgradzie.

Działanie płk. Daniego polegające na wykorzystaniu radaru niskiej częstotliwości do śledzenia „niewidzialnych” samolotów z dużej odległości jest kamieniem węgielnym w poszukiwaniu sposobów zwalczania samolotów *stealth*. Inny sposób to zastosowanie czujników podczerwieni, choć ich zasięg jest ograniczony do około 30–60 mil. Jednak umieszczenie platformy z radarem wysokiej częstotliwości lub środków wykrywających promieniowanie podczerwone odpowiednio blisko, tak by mogły śledzić i zestrzelić samolot *stealth*, pozostaje dużym wyzwaniem. Poza tym samolot może wykryć opromieniowanie i po prostu wykonać unik lub wystrzelić w kierunku zidentyfikowanego zagrożenia pocisk przeciwradiolokacyjny. Samolot Nighthawk F-117 był projektem z lat siedemdziesiątych XX wieku o większym przekroju radarowym niż F-22 i F-35. Natomiast nowoczesne samoloty *stealth* mają radary pokładowe oraz przenoszą większą ilość różnorodnego uzbrojenia, dzięki czemu są bardziej odporne na zagrożenia z ziemi i powietrza. Ostateczny wniosek jest zatem taki, że niewykrywalne samoloty nie są naprawdę niewidzialne, a przeciwnik może znaleźć sposób na przygotowanie na nie zasadzki. Działanie płk. Z. Daniego stanowi przykład najlepszych praktyk w dziedzinie obrony powietrznej, jednak zastawiona przez niego zasadzka na „niewidzialny” samolot nie jest typowym rozwiązaniem w walce z tymi platformami, zwłaszcza w odniesieniu zarówno do samolotów o małej skutecznej powierzchni odbicia, jak i systemów przeciwlotniczych oraz myśliwców, które osiągają wciąż nowe możliwości. ■



## Dear Readers,

The Polish Air Force is the branch of the armed forces which in technical modernization program receives a lot of modern warfare, and this definitely will improve its quality and capability for performing a wide spectrum of new tasks. However, in this edition of *Przegląd Sił Zbrojnych* (The Armed Forces Review) much attention is put on the aviation forces and platforms such as F-35.

The opening article explains the idea of combat aircraft generation and presents the achievements of selected countries in designing the fifth-generation machines. Other articles on the subject present the opinion that it is not possible today to develop an aircraft fully invisible to contemporary radiolocation devices. For that reason, there is a sort of race ongoing between aircraft designs and increasingly more sophisticated ways of their identification in the air in order to ensure effective air defense against unexpected attack from “undetachable” machines.

An interested opinion about contemporary dogfights is presented by one of the authors who thinks that present advancement of technology, continuously developed capabilities of detection systems, target tracking and identification, increasingly longer ranges as well as the effectiveness of weapons indicate that future dogfights will be conducted within much greater ranges, and rather without eye contact with an enemy aircraft.

The directions for development of radio navigation systems ensuring airspace security are presented in another article about the requirements of the GNSS (Global Navigation Satellite System) system of the future. Also another article is about legal regulations of the functioning unmanned platforms in airspace to ensure flight safety for manned and unmanned machines.

One of our authors explains the method of mission command. In his opinion, the right method and its quality level depends on commanders, chiefs, and supervisors, because it is them who form the command and control system, and give it a defined character by means of their guidelines and an individual nature of their military leadership. Concluding, the author thinks that regardless of a command level and nature of activity, the method of mission command as a primary method has proved successful, and should be applied. It should however be kept in mind that this method will not be adequate always and on every level of command.

Further in our magazine, there are deliberations over different solutions engaging synergy effect to support the capabilities of the Polish Navy to perform effective assistance during the activities of the Polish Land Forces or the Polish Air Force. There is also an article on the support of international community to the Ukrainian Armed Forces in improving their combat readiness to perform anti-terrorist operations: the Joint Multinational Training Groups – Ukraine (JMTG-U) is one of the groups where Ukrainian land forces can train with Polish soldiers.

Also, we continue to publish articles sent by the graduates of the Military Faculty at War Studies University in Warsaw (ASzWoj). In this edition, these articles discuss the requirements and airspace management in time of peace and war, as well as the development of unmanned platforms.

Last but not least, we hope that our readers will find the remaining articles equally attractive.

Enjoy reading!  
Editorial Staff

### WARUNKI ZAMIESZCZANIA PRAC

Materiały (w wersji elektronicznej) do „Przeglądu Sił Zbrojnych” prosimy przesyłać na adres: Wojskowy Instytut Wydawniczy, Aleje Jerozolimskie 97, 00-909 Warszawa lub e-mail: psz@zbrojni.pl. Opracowanie musi być podpisane imieniem i nazwiskiem z podaniem stopnia wojskowego i tytułu naukowego, a także adresu służbowego z numerem telefonu. Ponadto należy dołączyć zdjęcie z aktualnym stopniem wojskowym. Rysunki i szkice powinny być przygotowane zgodnie z wymaganiami poligrafii (najlepiej w programie Ilustrator lub Corel), zdjęcia w formacie TIFF lub JPEG w rozdzielczości 300 dpi. Autor powinien podać źródła, z których korzystał przy opracowywaniu materiału. Niezamówionych artykułów Instytut nie zwraca. Zastrzega sobie przy tym prawo do dokonywania poprawek stylistycznych oraz skracania i uzupełniania artykułów bez naruszania myśli autora. Autorzy opublikowanych prac otrzymają honoraria według obowiązujących stawek. Z chwilą wpłynięcia artykułu WIW wysła do autora drogą elektroniczną kwestionariusz do wypełnienia. Pochodzące z niego informacje są niezbędne do wypłacenia honorarium.

W celu wywiązania się z obowiązków informacyjnych dotyczących przetwarzania danych osobowych oraz w związku ze zmianami przepisów normujących postępowanie z danymi osobowymi, w tym z obowiązku stosowania Ogólnego Rozporządzenia o Ochronie Danych Osobowych (tzw. RODO), informujemy, że ich administratorem jest Wojskowy Instytut Wydawniczy. Dane autora nie będą przetwarzane w sposób zautomatyzowany, nie będą też profilowane. Natomiast będą przechowywane przez okres niezbędny do realizacji celów związanych z przekazaniem artykułu do druku.

We wszystkich sprawach dotyczących danych osobowych Autor może się skontaktować listownie na adres: Wojskowy Instytut Wydawniczy w Warszawie, 00-909 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 97 lub e-mail: rodo@zbrojni.pl.



KWARTALNIKBELLONA.PL

KWARTALNIK  
**BELLONA**

PISMO NAUKOWE  
TRADYCJA POLSKIEJ MYŚLI WOJSKOWEJ  
OD 1918 ROKU



ZAMÓW PRENUMERATĘ  
TEL. +48 261 840 400

WOJSKO  
POLSKIE

*Nasza interpretacja –  
Wasze źródła*

POLSKA-ZBROJNA.PL

# HISTORIA POLSKA ZBROJNA

MAGAZYN O TRADYCJI I CHWALE  
POLSKIEGO ORĘŻA



ZAMÓW PRENUMERATĘ  
TEL. +48 261 840 400

WOJSKO  
POLSKIE

*Twoja historia – Twoje życie!*

*Polecam!*

Anna Putkiewicz, redaktor naczelna