



88

# AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA

## STUDIUM PRZYSZŁOŚCI SIŁ POWIETRZNYCH. SYNTEZA WYNIKÓW BADAŃ

(II.3.3.2.0)



WARSZAWA

74683

**AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ**

---

**WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA**



**STUDIUM PRZYSZŁOŚCI SIŁ POWIETRZNYCH.  
SYNTEZA WYNIKÓW BADAŃ**

(II.3.3.2.0)





**Zespół autorski:**

1. Prof. nadzw. dr hab. inż. Stanisław ZAJAS – kierownik naukowy (wstęp, rozdział 1, zakończenie)
2. Prof. nadzw. dr hab. inż. Zbigniew GROSZEK (podrozdział 2.1 i 2.3)
3. Prof. nadzw. dr hab. inż. Janusz KARPOWICZ (podrozdział 4.1)
4. Prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej GLEN (podrozdział 5.1 i 5.3)
5. Płk dr hab. inż. Maciej MARSZAŁEK (rozdział 3)
6. Płk nawig. dr hab. Eugeniusz CIEŚLAK (podrozdział 4.2 i 4.3)
7. Płk nawig. dr Sylwester SZULC (podrozdział 2.2)
8. Płk nawig. dr Jacek NOWAK (podrozdział 5.2)
9. Płk dr inż. Ryszard BARTNIK (administracja tekstu, grafika komputerowa)

**Recenzent:**

Prof. dr hab. Eugeniusz ZABŁOCKI

# SPIS TREŚCI

	Strona
<b>WSTĘP</b> .....	5
<b>Rozdział 1 UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU</b> .....	13
1.1. Przyszłe operacje militarne w aspekcie zmian w globalnym środowisku bezpieczeństwa oraz nowych koncepcji prowadzenia działań .....	13
1.2. Koncepcja użycia oraz wymagania wobec sił powietrznych w aspekcie ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych (do 2025 roku) .....	34
1.3. Wnioski .....	50
<b>Rozdział 2 KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMÓW ROZPOZNANIA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU</b> .....	53
2.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów rozpoznania sił powietrznych .....	53
2.2. Kierunki rozwoju powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych .....	67
2.3. Wnioski .....	98
<b>Rozdział 3 KIERUNKI ROZWOJU NAZIEMNYCH SYSTEMÓW OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU</b> .....	105
3.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych dalekiego zasięgu .....	107
3.2. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych średniego zasięgu .....	117
3.3. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych małego i bliskiego zasięgu .....	122
3.4. Właściwości użycia naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych w perspektywicznej obronie powietrznej .....	128
3.4. Wnioski .....	136
<b>Rozdział 4 KIERUNKI ROZWOJU LOTNICTWA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU</b> .....	141
4.1. Kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych .....	141
4.2. Kierunki rozwoju bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych ..	169
4.3. Wnioski .....	184

<b>Rozdział 5</b>	<b>KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMU DOWODZENIA SIŁAMI POWIETRZNYMI DO 2025 ROKU .....</b>	<b>190</b>
5.1.	Kierunki strukturalnego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku .....	190
5.2.	Kierunki technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku .....	205
5.3.	Wnioski .....	224
<b>ZAKOŃCZENIE .....</b>		<b>228</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>		<b>234</b>

## WSTĘP

Przełom XX i XXI wieku to okres bardzo ważnych i decydujących zmian w obszarze polityki międzynarodowej, a szczególnie w obszarze bezpieczeństwa, zarówno w ujęciu światowym, jak i w odniesieniu do poszczególnych państw i społeczeństw. Dynamiczny proces zmian związany jest przede wszystkim z faktem rozwiązania Układu Warszawskiego oraz rozszerzeniem się obszaru bezpieczeństwa i rozwoju ekonomicznego, szczególnie w Europie. Usamodzielnienie się na zasadach demokratycznych wielu państw, znaczące rozszerzenie NATO oraz Unii Europejskiej zwiększyły poczucie integracji i bezpieczeństwa. Znikł podział świata na dwa przeciwstawne obozy, a określenie „zimna wojna” jest pojmowane i rozpatrywane w kategoriach historycznych.

Powyższa konstatacja wcale nie oznacza, że żyjemy w świecie bez zagrożeń. Chociaż prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego na skalę światową jest oceniane jako bardzo niskie, to pojawiły się nowe zagrożenia bezpieczeństwa, którymi są:

- międzynarodowy terroryzm,
- niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia,
- konflikty o charakterze lokalnym lub regionalnym, których podłożem są konflikty etniczne, religijne lub ekonomiczne,
- upadek struktur państwowych niektórych państw, co powoduje chaos i prowadzi do wybuchu wojen domowych.

Istotą tych zagrożeń jest ich asymetryczność, co oznacza, że bardzo często trudno jest zidentyfikować konkretnego przeciwnika, a w tym samym bardzo trudno jest organizować przeciwdziałanie, gdyż nie wiadomo kiedy i jak on zadziała lub jak uderzy. Należy jednakże podkreślić, że mimo tego, iż zagrożenia te mogą pojawiać się w odległych rejonach naszego globu, to w erze powszechnej globalizacji, poprzez sieć światowych połączeń mogą oddziaływać również lokalnie. Niezbędne jest więc uwzględnianie wpływu tych nieraz lokalnych zagrożeń zarówno na światową, jak i narodową sytuację bezpieczeństwa oraz przewidywanie konieczności przeciwdziałania tym zagrożeniom.

Sytuacja ta powodowała i powoduje konieczność dokonania przewartościowań w podejściu do problemów bezpieczeństwa, zarówno w ujęciu światowym, jak i narodowym. Polska jest członkiem Sojuszu Północnoatlantyckiego i Unii Europejskiej. Dzięki temu zwiększył się poziom naszego bezpieczeństwa, co wynika zarówno z założeń sojuszniczych (art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego) jak i przynależności do społeczności europejskiej. Oznacza to, że NATO, jak i Unia Europejska, w tym i Polska muszą dokonać znaczących zmian w obszarze polityczno-militarnym celem dostosowania się do obecnych i przyszłych wyzwań. Pomimo wzrostu poziomu i poczucia bezpieczeństwa, szczególnie w obszarze euroatlantyckim, nadal niezbędne jest posiadanie przez poszczególne państwa sił zbrojnych, które są ważnym narzędziem realizacji polityki. W układzie sojuszniczym i europejskim siły te muszą być zdolne zarówno do obrony własnego terytorium w sytuacji napaści na którekolwiek państwo NATO, w ramach kolektywnej obrony, jak też do udziału w szerokim spektrum operacji reagowania kryzysowego poza granicami sojuszu.

Oznacza to między innymi konieczność posiadania przez poszczególne państwa jednostek sił zbrojnych w odpowiednich stopniach gotowości bojowej, mobilnych i wszechstronnie zabezpieczonych, w celu prowadzenia działań przez długie okresy z możliwością rotowania sił poza terytorium kraju czy sojuszu. To stawia też wysokie wymagania wobec transportu na duże odległości zarówno żołnierzy, jak i sprzętu oraz wszelkiego zaopatrzenia. Najbardziej mobilnym i najszybszym jest w takich sytuacjach transport powietrzny.

Analiza operacji militarnych prowadzonych po 1990 roku wskazuje, że znaczącą, a niekiedy nawet dominującą rolę (jak w przypadku działań przeciwko byłej Jugosławii w 1999 roku) odgrywały w nich siły powietrzne. Należy podkreślić, że po zakończeniu „zimnej wojny” nastąpiło zauważalne zmniejszenie stanów osobowych oraz uzbrojenia sił powietrznych. Następuje stopniowa zmiana jakościowa, poprzez wprowadzenie do uzbrojenia nowych, charakteryzujących się bardzo wysokimi możliwościami bojowymi, a jednocześnie, bardzo drogich samolotów, śmigłowców i środków bezzałogowych, naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, systemów dowodzenia oraz poprzez modernizację istniejącego uzbrojenia i wyposażenia.

Na rozwój sił powietrznych w perspektywie najbliższych dwudziestu lat będzie też miał wpływ ogromny postęp w dziedzinie technologii, w tym przede wszystkim w dziedzinie elektroniki. Jest już obecnie jasne, że przyszłe działania militarne, będą prowadzone zgodnie z zasadami walki sieciocentrycznej. Oznacza to, że dominującą rolę będzie odgrywała informacja, a pole walki będzie obejmowało warstwę sensorów (dostarczycieli informacji), warstwę platform bojowych, warstwę dowodzenia i łączącą wszystkie te elementy sieć informacyjną, która zapewni, zarówno decydującym, jak i wykonawcom, tzw. świadomość pola walki.

Postęp technologiczny zapewnia też wzrost możliwości sił powietrznych poprzez zastosowanie w samolotach bojowych supermanewrowości i technologii stealth, zastosowanie naziemnych i powietrznych precyzyjnych środków rażenia i zautomatyzowanych naziemnych i powietrznych środków rozpoznania radarowego, elektronicznego i optoelektronicznego. Coraz szersze będzie też wykorzystanie bezzałogowych aparatów latających, nie tylko do rozpoznania powietrznego, ale też do wykonania uderzeń na cele na lądzie, morzu czy w powietrzu.

Jakie zatem powinny być siły powietrzne w perspektywie roku 2025, do wykonania jakich zadań i w jakich warunkach mają być gotowe oraz jakie powinny być kierunki rozwoju ich systemów rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, lotnictwa załogowego i bezzałogowego oraz systemu dowodzenia.

Dostrzegając potrzebę przeprowadzenia badań i naukowego ujęcia tej problematyki zaplanowano opracowanie w ramach zadania badawczego nt. „Studium przyszłości sił powietrznych” pięciu prac badawczych, zrealizowanych w latach 2004 – 2007. Były to:

- Uwarunkowania rozwoju sił powietrznych 2025<sup>1</sup>,
- Studium przyszłości sił powietrznych. System rozpoznania i walki elektronicznej 2025<sup>2</sup>,
- Naziemne systemy obrony powietrznej. Prognoza rozwoju do 2025 roku<sup>3</sup>,

---

<sup>1</sup> S. Zajas (kierownik naukowy), J. Karpowicz, R. Szpyra, *Uwarunkowania rozwoju sił powietrznych 2025*, AON, Warszawa 2004.

<sup>2</sup> S. Zajas (kierownik naukowy), J. Karpowicz, Z. Groszek, *Studium przyszłości sił powietrznych. System rozpoznania i walki elektronicznej 2025*, AON, Warszawa 2004.

<sup>3</sup> S. Zajas (kierownik naukowy), P. Makowski, M. Marszałek, *Naziemne systemy obrony powietrznej. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2005.

- Lotnictwo sił powietrznych. Prognoza rozwoju do 2025 roku<sup>4</sup>,
- System dowodzenia siłami powietrznymi. Prognoza rozwoju do 2025 roku<sup>5</sup>.

Niniejsze opracowanie teoretyczne na temat „Studium przyszłości sił powietrznych. Synteza wyników badań” stanowi syntetyczne ujęcie problematyki rozwoju sił powietrznych do 2025 roku, szeroko prezentowanej w poszczególnych częściach wskazanego zadania badawczego<sup>6</sup>.

Celem badań w ramach niniejszego studium teoretycznego było ustalenie uwarunkowań użycia sił powietrznych oraz opracowanie kierunków rozwoju ich systemów rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, lotnictwa i systemu dowodzenia w perspektywie czasowej do 2005 roku.

Ze zdefiniowanego w ten sposób celu badań wynikały następujące problemy badawcze:

1. Jakie będą przyszłe operacje militarne w aspekcie zmian w globalnym środowisku bezpieczeństwa oraz nowych koncepcji prowadzenia działań (walki), a także jakie powinny być koncepcja użycia oraz wymagania wobec sił powietrznych w kontekście ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych (do 2025 roku)?
2. Jakie będą kierunki rozwoju naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych do 2025 roku?
3. Jakie będą kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych do 2025 roku?
4. Jakie będą kierunki rozwoju załogowego i bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych do 2025 roku?
5. Jakie będą kierunki strukturalnego i technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku?

---

<sup>4</sup> S. Zajas (kierownik naukowy), J. Karpowicz, E. Cieślak, *Lotnictwo sił powietrznych. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2006.

<sup>5</sup> S. Zajas (kierownik naukowy), A. Glen, J. Nowak, *System dowodzenia siłami powietrznymi. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2007.

<sup>6</sup> Aneks do planu zadaniowo-finansowego działalności statutowej podstawowych jednostek organizacyjnych i badań własnych AON na rok 2007 oraz obejmujący niewykonane zadania i tematy badawcze za lata 2004 – 2006, AON, Warszawa 2007, s. 51, poz. II.3.3.2.0.

Na podstawie przeprowadzonych przez zespół autorski badań hipotetycznie założono, że:

1. Na rozwój sił zbrojnych w przyszłości będą wpływać nowe zagrożenia bezpieczeństwa, co spowoduje, że w przyszłości siły powietrzne powinny być globalną siłą, zdolną do użycia zarówno na własnym terytorium (sojuszu, państwa), jak i poza nim, głównie w operacjach reagowania kryzysowego o różnym natężeniu i rozmachu. Siły powietrzne będą też jednym z głównych elementów sieciocentrycznego pola walki. Wzrośnie rola sił powietrznych w przyszłych operacjach militarnych, jednak główne zadania pozostaną takie same, zmieni się jednak ich zakres i sposób realizacji, w ściślejszym współdziałaniu z innymi uczestnikami walki sieciocentrycznej.
2. Rozwój naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych determinowany będzie rozszerzeniem się spektrum widma rozpoznawczego, zastosowaniem nowoczesnych technologii w zakresie rejestrowania, obróbki i przesyłania informacji rozpoznawczej. W zakresie rozpoznania przestrzeni powietrznej w dalszym ciągu będą rozwijane radary klasyczne o nowych, dużo większych możliwościach, szczególnie w zakresie wykrywania rakiet balistycznych i obiektów powietrznych wykonanych w technologii stealth. Naziemne systemy rozpoznania elektronicznego w coraz szerszym zakresie bazować będą na urządzeniach laserowych. W rozpoznaniu powietrznym stosowane będą sensory radarowe, optoelektroniczne i laserowe o wzajemnie uzupełniających się możliwościach. Przesyłanie przez powietrzne sensory rozpoznawcze informacji w czasie bieżącym do rozległej sieci informacyjnej będzie jednym z najważniejszych elementów zapewniających przewagę informacyjną w militarnych działaniach sieciocentrycznych.
3. W zakresie naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych nastąpi dalsza ewolucja systemów raketowych, które zapewnią zwalczanie rozszerzonego spektrum środków napadu powietrznego, zarówno na bardzo dużych odległościach od obiektów osłony, jak i w bezpośredniej ich bliskości. Jednak potrzebna będzie dalsza specjalizacja tych systemów według odległości zwalczania celów powietrznych, tworzenie wielosystemowych ugrupowań bojowych naziemnych sił obrony powietrznej. Przyszłe systemy obrony przeciwlotniczej sił powietrznych charakteryzować się będą wielokanałowością,

modułowością, zdolnością funkcjonowania na sieciocentrycznym polu walki oraz zdolnością zwalczania szerokiego spektrum celów powietrznych, w tym wykonanych w technologii stealth, rakiet balistycznych oraz pocisków artyleryjskich.

4. W przyszłości będą się zmniejszać stany ilościowe lotnictwa sił powietrznych. Odchodzić się będzie od konstruowania wyspecjalizowanych samolotów na rzecz wielozadaniowych platform bojowych o uniwersalnych zastosowaniach. Nowe rozwiązania technologiczne spowodują wzrost możliwości bojowych oraz zmniejszanie strat własnych w przyszłych operacjach militarnych. Do 2025 r. stopniowo zwiększany będzie udział procentowy bezzałogowego lotnictwa w składzie lotnictwa sił powietrznych. Zakres zastosowań bojowych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych będzie obejmował przede wszystkim rozpoznanie powietrzne oraz wykonywanie uderzeń ogniowych na obiekty naziemne i nawodne. Możliwe będzie także ich użycie do zwalczania celów powietrznych. Zastosowanie bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych wyeliminuje ryzyko utraty załóg, a także umożliwi wykorzystanie bardzo dużych wysokości lotu, poza zasięgiem naziemnych środków OPL oraz wykonanie manewrów z bardzo dużymi przeciążeniami.
5. System dowodzenia siłami powietrznymi będzie tworzył zbiór relacji hierarchicznych i funkcjonalnych między różnymi organami dowodzenia rozmieszczonymi na różnych typach stanowisk dowodzenia wszystkich szczebli i będzie ukierunkowany na osiąganie celów walki lub działań w wymiarze powietrznym. W dowodzeniu siłami powietrznymi stosowane będą różne rozwiązania strukturalne, w zależności od celu, rozmachu i sposobu użycia sił powietrznych. Najszersze zastosowanie będzie miała wielopostaciowa struktura dowodzenia. Techniczny rozwój środków dowodzenia siłami powietrznymi będzie ukierunkowany głównie rozwojem nowych technologii informacyjnych, zapewniających zwiększenie możliwości operacyjnych oraz skuteczne użycie potencjału powietrznego na sieciocentrycznym polu walki.

Badania prowadzono głównie metodami teoretycznymi, czyli metodą analizy syntezy, porównania, uogólnienia i abstrahowania. Metodami tymi badano uwarunkowania polityczno-militarne oraz technologiczne rozwoju sił zbrojnych i sił powietrznych, a także założenia teoretyczne oraz doświadczenia praktyczne doty-

czące walki sieciocentrycznej i sieciocentrycznego pola walki. Analizie i ocenie poddano bardzo szerokie spektrum literatury przedmiotu angielsko i polskojęzycznej. Do najważniejszych pozycji literatury należały:

- w zakresie ustalenia polityczno-militarnych uwarunkowań rozwoju sytuacji oraz wynikających z nich wymagań wobec lotnictwa sił powietrznych – „Nowa koncepcja strategiczna Sojuszu Północnoatlantyckiego”, „Strategia bezpieczeństwa narodowego RP”, „Strategia wojskowa RP”; „Secure Europe In a Better World. European Security Strategy”,
- w zakresie identyfikacji istoty walki sieciocentrycznej, opracowanie Dawida Albertsa, Johna Garstki i Fredericka Steina „Network Centric Warfare: „Developing and Leveraging Information Superiority” oraz oficjalny dokument koncepcyjny „Net-Centric Environment. Joint Functional Concept” Departamentu Obrony USA,
- w zakresie technologicznego rozwoju sił powietrznych – polskie i angielskojęzyczne opracowania dotyczące rozwiązań technologicznych i praktycznych systemów rozpoznania, obrony przeciwlotniczej, lotnictwa i systemu dowodzenia sił powietrznych.

W prowadzonych badaniach pomocne okazały się analizy narodowych planów USA w zakresie rozwoju sił powietrznych „Joint Vision 2025”. Rezultaty badań teoretycznych konfrontowano poprzez dyskusje i wywiady z oficerami Sił Powietrznych RP oraz z oficerami sił powietrznych innych państw sojuszu.

W badaniach koncentrowano główny wysiłek na analizie i ocenie programów, rozwiązań koncepcyjnych, technicznych i funkcjonalnych dotyczących podstawowych systemów uzbrojenia sił powietrznych, zarówno w ujęciu współczesnym, jak i perspektywicznym. Bowiem wiele systemów stosowanych współcześnie jest i będzie twórczo rozwijanych w przyszłości. Te rozwiązania, jak również trendy w opracowywaniu nowych systemów, wyznaczają ich przyszłościowe kierunki rozwoju, które w niniejszym studium były badane w perspektywie czasowej do 2025 roku.

Opracowane przez zespół autorski studium teoretyczne składa się ze wstępu, pięciu rozdziałów merytorycznych, zakończenia i wykazu bibliografii.

We wstępie przedstawiono uzasadnienie potrzeby opracowania tematu oraz wszystkie założenia metodyczne: cel badań i problemy badawcze, hipotezy robocze, zadania badawcze. Scharakteryzowano też zastosowaną procedurę badawczą.

Rozdział pierwszy zawiera ustalenia dotyczące istoty przyszłych zagrożeń bezpieczeństwa oraz ich wpływu na charakter i sposób prowadzenia przyszłych operacji militarnych, a także istoty nowej koncepcji prowadzenia walki na sieciocentrycznym polu walki. Ustalenia te stanowiły bazę merytoryczną do ustalenia koncepcji użycia oraz opracowania wymagań wobec sił powietrznych w aspekcie ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych.

Treści rozdziału drugiego dotyczą kierunków rozwoju naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania, natomiast trzeciego kierunków rozwoju systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych do 2025 roku.

Rozdział czwarty zawiera prezentację kierunków rozwoju załogowego i bezzałogowego lotnictwa, a rozdział piąty systemu dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie 2025 roku.

W zakończeniu dokonano podsumowania badań w ramach tematu badawczego oraz wskazano kierunki dalszych działań w tym zakresie.

## Rozdział 1

# UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

Badania, których rezultaty prezentowane są w niniejszym rozdziale są odpowiedzią na dwa pytania problemowe, będące problemami badawczymi:

1. Jakie będą przyszłe operacje militarne w aspekcie zmian w globalnym środowisku bezpieczeństwa oraz nowych koncepcji prowadzenia działań (walki)?
2. Jaka będzie koncepcja użycia oraz wymagania wobec sił powietrznych w kontekście ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych (do 2025 roku)?

### **1.1. Przyszłe operacje militarne w aspekcie zmian w globalnym środowisku bezpieczeństwa oraz nowych koncepcji prowadzenia działań**

Prognozowanie rozwoju sytuacji w dłuższej perspektywie czasowej jest zajęciem trudnym i często obciążonym dużymi błędami. Dlatego też w działalności badawczej prognozowanie powinno opierać się na ustaleniu określonych prawidłowości, które są charakterystyczne i niezmiennie w dłuższym okresie. Poza tym, zazwyczaj w miarę stałe trendy rozwoju, np. technologicznego, wyznaczają też rozwiązania stosowane przez najbardziej rozwinięte państwa, o ile mogą one być w przyszłości zastosowane w szerszym zakresie.

Rozpatrując rozwój sił zbrojnych oraz tworzących je komponentów rodzajów sił zbrojnych w długiej perspektywie czasowej (w niniejszym opracowaniu w perspektywie do 2025 roku) niezbędne jest przeanalizowanie wielu uwarunkowań. Jak to zostało już podkreślone wcześniej poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, jakie mogą być kierunki rozwoju sił powietrznych w dłuższej perspektywie czasowej wymaga uwzględnienia wielu, trudno przewidywalnych czynników i określenia reguł (prawidłowości) rozwoju. Jednakże podstawą badań w tym zakresie powinno być rozpatrzenie uwarunkowań polityczno-militarnych mających wpływ na tworzenie przyszłych systemów bezpieczeństwa światowego oraz na wymagania rozwoju sił zbrojnych. Ustalenia te mogą być podstawą do sformułowania wymagań dotyczących rozwoju sił powietrznych.

Przeprowadzone badania dowiodły, że po 1990 roku diametralnie zmieniła się sytuacja polityczno-militarna na świecie. Do najważniejszych, najbardziej znaczących wydarzeń należy zaliczyć rozwiązanie Układu Warszawskiego oraz wprowadzenie demokratycznych rządów w większości państw należących do tego Układu. W konsekwencji „upadł” mur berliński, połączyły się dwa państwa niemieckie, do NATO, jako pełnoprawni członkowie zostały przyjęte w 1999 roku Węgry, Czechy i Polska, a w 2004 roku kolejnych siedem państw (Estonia, Łotwa, Litwa, Słowacja, Rumunia, Słowenia, Bułgaria). Znacząco wzrósł poziom bezpieczeństwa państw Europy. Ocenia się, że obecnie prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego o dużej skali w Europie jest bardzo niskie.

Na przestrzeni ostatnich lat Polska stała się pełnoprawnym członkiem Sojuszu Północnoatlantyckiego, a trwałe sojusze ze Stanami Zjednoczonymi ugruntowały naszą międzynarodową pozycję. Staliśmy się też członkiem Unii Europejskiej, co stawia określone wymagania co do uczestniczenia w procesie przekształcania się integracji gospodarczej również w integrację polityczno-militarną<sup>7</sup>. Pojawiły się jednak nowe zagrożenia o zasięgu i znaczeniu globalnym, do których zalicza się międzynarodowy terroryzm, proliferację broni masowego rażenia, możliwości wybuchu krwawych konfliktów lokalnych o podłożu religijnym lub etnicznym, z dala od granic Sojuszu. Powoduje to, że koncepcje militarne, zarówno Sojuszu Północnoatlantyckiego, jak i czołowych państw świata musiały ulec zmianie i ciągle ewoluują. Jednakże brak symptomów konfrontacji globalnej nie jest jednoznaczny z nastaniem ery absolutnego spokoju<sup>8</sup>.

Należy też podkreślić, że ataki terrorystyczne z 11 września 2001 roku w Stanach Zjednoczonych, czy w Hiszpanii w marcu 2004 roku oraz w Londynie w lipcu 2005 roku, a także przeprowadzenie kampanii zbrojnej przeciwko reżimowi Saddama Hussejna w 2003 roku mają duże znaczenie dla rozwoju sytuacji na początku XXI wieku i będą miały znaczące implikacje w tym obszarze w kolejnych dekadach tego wieku.

---

<sup>7</sup> W. Czarnecki, S. Chmur, *Przyszłość sił zbrojnych RP – miejsce Polski w Euroatlantyckich strukturach bezpieczeństwa*. Materiały z konferencji naukowej „Polska wizja przyszłego pola walki. Wymagania i potrzeby”, Warszawa 2004, s. 1.

<sup>8</sup> Tamże.

Specjaliści z obszaru bezpieczeństwa oceniają, że oprócz wymienionych faktów na rozwój sytuacji polityczno-militarnej obecnie i w przyszłości wpływ będzie miało<sup>9</sup>:

- przekształcenie się Sojuszu Północnoatlantyckiego z polityczno-militarnego w sojusz o wzrastającym znaczeniu politycznym,
- rozszerzenie się Unii Europejskiej oraz jej rozwój, w tym również w zakresie integracji militarnej i poprzez znaczący wkład w zapewnienie bezpieczeństwa światowego,
- wzrost znaczenia Stanów Zjednoczonych jako potęgi militarnej, zarówno dla świata, jak i dla Europy i Unii Europejskiej,
- wzrost potęgi ekonomicznej oraz militarnej Chin i Indii, a także umocnienie się wpływu tych państw na światową ekonomię, na światowy rynek finansowy oraz przyszłość rynku globalnego.

Badania globalnych uwarunkowań rozwoju po zakończeniu „zimnej wojny” wskazują, że nastąpiło otwieranie się granic państw, nastąpił wzrost znaczenia handlu międzynarodowego, obserwujemy przemieszczanie inwestycji w rejony, gdzie zyski są największe, a warunki inwestowania najlepsze, przy najniższych kosztach produkcji. Sytuacja ta spowodowała także rozwój technologii i rozszerzanie się demokracji. Jednakże proces globalizacji przynosi też frustracje i niezadowolenie. Dlatego w świecie ciągle istnieją punkty zapalne, wybuchają konflikty zbrojne i wojny domowe.

Światowe zasoby energii są obiektem szczególnej troski i zabiegów. Europa jest największym importerem światowym ropy naftowej i gazu – obecnie stanowi to 50% światowej konsumpcji. W przyszłości konsumpcja tych surowców przez Europę w związku z dynamicznym rozwojem ekonomicznym nowych państw Unii Europejskiej może się jeszcze zwiększyć. Obecnie obserwujemy także, że Chiny są coraz większym konsumentem światowych zasobów ropy naftowej i gazu oraz innych surowców, co ma ogromny wpływ na wzrost ich cen. Regionami o szczególnym znaczeniu z punktu widzenia surowców energetycznych są: region Bliskiego Wschodu (państwa Zatoki Perskiej), Rosja oraz Północna Afryka. Te rejony

---

<sup>9</sup> *A Secure Europe In a Better World. European Security Strategy*, Brussels 2003.

są i będą rejonami szczególnego zainteresowania zarówno w sferze polityki, jak i ekonomii oraz sfery militarnej<sup>10</sup>. Mogą też być regionami, gdzie najczęściej może dochodzić do wybuchu niezadowolenia, co może w konsekwencji powodować wybuch konfliktów o charakterze militarnym<sup>11</sup>.

Współzawodnictwo i walka o światowe zasoby surowców w następnych dekadach będzie prawdopodobnie kreować przyszłe turbulencje w migracji ludności, a to z kolei będzie powodować napięcia społeczne, które mogą być przyczyną konfliktów o podłożu militarnym.

Jakie zatem będą przyszłe, największe zagrożenia, które będą miały wpływ na kierunki militarnego wykorzystania sił zbrojnych oraz kierunki rozwoju tworzących je komponentów? W czym wyrażać się będzie istota tych zagrożeń?

Jak to już zostało podkreślone wcześniej, agresja militarna o dużej skali w Europie, przeciwko członkom NATO, ale także i przeciwko innym państwom naszego regionu jest mało prawdopodobna. Jednakże powstają nowe zagrożenia, które są bardziej zróżnicowane, mniej zauważalne i przewidywalne.

Analizy oficjalnych dokumentów, w których zawarte są oceny współczesnych i prognozy przyszłych zagrożeń oraz rozwoju sytuacji polityczno-militarnej w bliższej i dalszej przyszłości wskazują, że do głównych zagrożeń należą<sup>12</sup>:

- terroryzm,
- proliferacja broni masowego rażenia,
- konflikty regionalne,
- upadek (rozkład) niektórych państw,
- zorganizowana przestępczość,
- inne (np. cyberterroryzm).

---

<sup>10</sup> Tamże.

<sup>11</sup> Takie oceny były wielokrotnie przytaczane przez uczestników międzynarodowej konferencji nt. „Współczesne i przyszłe zagrożenia bezpieczeństwa a rozwój sił zbrojnych”, która odbyła się w AON w dniach 10 – 11 kwietnia 2008 roku. Materiały pokonferencyjne, „Zeszyty Naukowe AON”, Dodatek specjalny, Warszawa 2008.

<sup>12</sup> *Strategia bezpieczeństwa narodowego RP*, Warszawa 2003, s. 2; *Strategia bezpieczeństwa narodowego RP*, Warszawa 2007, s. 6 – 10, 14 – 15; W. Czarnecki, S. Chmur, *Przyszłość sił zbrojnych RP – miejsce Polski w Euroatlantyckich strukturach bezpieczeństwa*, wyd. cyt., s. 1.

Terroryzm jest obecnie największym i trudnym do przewidzenia ryzykiem dla życia ludzi w różnych regionach kuli ziemskiej. Wpływa bezpośrednio i ujemnie na otwartość i tolerancję społeczeństw<sup>13</sup>. Obecnie, w sytuacji szerokiego frontu walki z terroryzmem na całym świecie, a szczególnie w wyniku prowadzenia operacji stabilizacyjnej w Iraku i Afganistanie rośnie strategiczne zagrożenie dla całej Europy. Można przewidywać, że pomimo znacznych środków skierowanych przeciwko terroryzmowi, znaczenie tego zagrożenia nie będzie się zmniejszać w przyszłości, ponieważ terroryści dysponujący znacznymi funduszami, połączeni światową siecią internetową oraz zdeterminowani do użycia każdego rodzaju przemocy będą dążyli do spowodowania masowych strat i tworzenie ciągłego zagrożenia. Najszersza obecnie fala terroryzmu ma globalny wymiar i jest w znacznym stopniu powiązana z okrutnym ekstremizmem religijnym. To powoduje nacisk na kulturalne, socjalne i polityczne warunki życia społeczeństw oraz alienację młodych ludzi żyjących w społeczeństwach, które wyemigrowały do innych państw.

Europa jest zarówno celem, jak i bazą dla terrorystów, bowiem bazy logistyczne Al Kaidy były wykryte w Wielkiej Brytanii, Włoszech, Niemczech, Hiszpanii i Belgii. Należy jednak podkreślić, że zagrożenie terroryzmem obejmuje całą kulę ziemską, a w świecie, który nazywany jest „globalną wioską” ataku można spodziewać się wszędzie.

Sposób ataku, terrorystycznego oraz użyte do tego celu środki mogą być zróżnicowane. Uwzględniając fakt, że możliwości zdobycia przez terrorystów broni masowego rażenia lub wyrafinowanej techniki komputerowej mogą być coraz większe, to skutki takich ataków mogą mieć wymiar światowy. Np. zamach na systemy sterowania energetyką lub system zarządzania finansami może spowodować kryzys ekonomiczny nawet o zasięgu światowym.

Współcześnie ocenia się, że zagrożeniem dla poszczególnych państw, całych regionów, a także – w szczególnych okolicznościach – całego układu globalnego stała się niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia oraz ich środków przenoszenia. Wynika to z tego, że zaawansowanie w badaniach nad bronią biologiczną w niektórych państwach oraz możliwości stworzenia takiej broni, a także możliwości zakupu w niektórych regionach broni chemicznej, materiałów

---

<sup>13</sup> *Prague Summit Declaration*, dostępne z: <http://www.nato.int/docu/pr/2002/p02-127e.html>

rozszczepialnych, czy nawet broni jądrowej (np. walizkowych min jądrowych) może być dla terrorystów prostą drogą do zadania ogromnych strat i uzyskania rozgłosu, o który im właśnie chodzi. Poza tym w wielu państwach niedemokratycznych prowadzone są badania zmierzające do stworzenia broni masowego rażenia oraz środków jej przenoszenia. Jej posiadanie dla państw o systemach autorytarnych otwiera możliwości wywierania nacisku i tworzenia zagrożenia w odległych regionach. Korea Północna, Iran czy Pakistan, prowadząc prace na tych rodzajach broni, tworzą zagrożenie dla Europy, czy najbardziej rozwiniętych państw Azji. Sytuacja ta wymaga i wymagać będzie stosowania nie tylko środków oddziaływania politycznego, ale przede wszystkim stosowania przedsięwzięć związanych z odstraszaniem i naciskiem militarnym.

Regionalne konflikty, chociaż powstają i będą powstawać nieraz z daleka od naszych państw mogą wywierać wpływ na sytuację w całym świecie. Takie regionalne konflikty, jak np. w Kaszmirze, na półwyspie koreańskim, czy konflikt izraelsko-palestyński mogą powstać na bazie ekstremizmu, terroryzmu lub upadku (rozkładu) państw. Podłożem tych konfliktów mogą być problemy religijne, walki o władzę, odwieczne i tradycyjne antagonizmy. Zażegnanie takich konfliktów środkami politycznymi bywa trudne i wymaga często zaangażowania sił zbrojnych do wymuszenia postanowień rezolucji społeczności międzynarodowej<sup>14</sup>.

Innym zagrożeniem, które występuje obecnie i będzie występować w przyszłości są uwarunkowania związane z upadkiem niektórych państw, które w wyniku korupcji, uzależnienia od władzy słabych instytucji państwowych oraz utraty możliwości rządzenia, znajdują się w stanie rozkładu. Somalia, Liberia czy Afganistan pod rządami talibów były i są przykładem takich państw, które w wyniku upadku instytucji państwowych i innych, wskazanych wyżej czynników, upadły.

Europa jest i prawdopodobnie będzie bezpośrednim celem dla zorganizowanej przestępczości. Lecz to zagrożenie jest i będzie charakterystyczne w mniejszym lub większym zakresie dla wszystkich kontynentów. Obejmuje ono przemyt przez granice narkotyków, kobiet, nielegalnych imigrantów, broni i innych środków dla różnorodnych form aktywności przestępczej. Działalność taka zawsze jest

---

<sup>14</sup> *Strategia wojskowa RP*, MON, Warszawa 2004, s. 6.

związana ze złamaniem prawa, a walka z nią wymaga zaangażowania różnorodnych organów bezpieczeństwa państwa.

Powyższe analizy wskazują, że żyjemy i będziemy żyć w świecie, który w swoim rozwoju niesie nowe, pozytywne perspektywy, ale także większe zagrożenia niż te, które znamy obecnie. Zagrożenia teraźniejsze i przyszłe, chociaż często występują lokalnie, to poprzez sieć różnorodnych połączeń oddziałują globalnie.

Reasumując powyższe należy podkreślić, że w erze globalizacji, zagrożenia, które występują w odległych regionach świata mogą być równie groźne dla naszego państwa i naszego regionu jak te, które są na wyciągnięcie ręki. Nuklearna aktywność Korei Północnej, ryzyko nuklearne w południowej Azji czy proliferacja broni masowego rażenia na Bliskim Wschodzie powodują obawy w Europie.

Terrorysty i kryminaliści są obecnie zdolni do działania na całym świecie. Ich aktywność na Bliskim Wschodzie, w środkowej czy południowo-wschodniej Azji mogą być zagrożeniem dla Europy i jej mieszkańców. Powszechna i globalna komunikacja zwiększa obawy Europy o regionalne konflikty lub humanitarne tragedie gdziekolwiek na świecie.

Do zakończenia zimnej wojny nasze tradycyjne pojmowanie obrony własnej bazowało na zagrożeniu inwazją. Nowe zagrożenia powodują, że pierwsza linia walki z nimi powinna najczęściej znajdować się za granicą. W przeciwieństwie do masowych zagrożeń militarnych okresu zimnej wojny, każde z nowych zagrożeń nie ma wyraźnego znaczenia militarnego. Przeciwdziałanie każdemu z nich wymaga różnorodnych środków.

Proliferacji broni masowego rażenia można przeciwdziałać poprzez nacisk polityczny i ekonomiczny oraz ścisłą kontrolę eksportu tych środków. Walka z terroryzmem wymaga połączenia wysiłków wywiadu, policji, sądownictwa, sił zbrojnych i innych środków.

Regionalne konflikty powodują, że niezbędne są polityczne rozwiązania, czasami ekonomiczne naciski, a użycie sił zbrojnych i sił policji może być ostatecznością. W państwach w stanie rozkładu instrumenty (siły) militarne mogą być użyte do zaprowadzenia porządku i do działań humanitarnych.

Jak podkreśla się w Europejskiej strategii bezpieczeństwa „A Secure Europe In a Better World, European Security Strategy”<sup>15</sup> powoduje to, w odniesieniu do państw demokratycznych, potrzebę zwiększenia aktywności, współpracy i zdolności do przeciwdziałania tym zagrożeniom.

Zwiększenie aktywności oznacza dla państw (sojuszu, organizacji państw) potrzebę posiadania pełnego spektrum instrumentów do zarządzania i przeciwdziałania kryzysom, włączając w to działalność polityczną, dyplomatyczną, militarną i cywilną. Aktywna polityka oznacza gotowość do przeciwdziałania nowym, dynamicznym zagrożeniom. To oznacza, że potrzebujemy zdolności do działań, zanim pojawią się symptomy zagrożeń. Zaangażowanie prewencyjne może pozwolić na uniknięcie powstania bardziej poważnych problemów w przyszłości.

Potrzeba posiadania większych zdolności przeciwdziałania zagrożeniom oznacza potrzebę transformacji sił zbrojnych w siły bardziej elastyczne i mobilne, które będą bardziej zdolne do obrony w efektywny sposób, adekwatnie do skali zagrożenia. Użycie wystarczających (niezbędnych) komponentów wydzielanych przez współdziałające państwa powinno wyeliminować duplikację tych samych sił, ich przerosty i w średnio długim czasie zwiększyć możliwości. Zwiększając zdolności w różnorodnych obszarach powinniśmy myśleć o szerszym spektrum misji o charakterze militarnym.

Będziemy też silniejsi, jeżeli będziemy działać razem na bazie wspólnej, powszechnej europejskiej polityki zagranicznej i bezpieczeństwa oraz polityki obronnej. To oznacza potrzebę współpracy z partnerami, ponieważ przeciwdziałanie wspólnym zagrożeniom razem zwiększa zdolności i umacnia zaufanie.

Pojawienie się nowych zagrożeń militarnych i cywilizacyjnych spowodowało konieczność dostosowania założeń polityczno-militarnych NATO do nowych warunków. Po atakach terrorystycznych z 11 września 2001 roku nastąpiła konieczność wypracowania kolejnych kierunków zmian w koncepcji działania Sojuszu. Znalazło to też swoje potwierdzenie podczas praskiego spotkania przywódców państw NATO oraz nowych kandydatów do Sojuszu w listopadzie 2002 roku czy w Stambule w 2004 roku. Polska aktywnie uczestniczy w wypracowaniu kon-

---

<sup>15</sup> *A Secure Europe In a Better World, European Security Strategy*, wyd. cyt.

cepcji zmian Sojuszu dostosowując do nich narodowe rozwiązania w zakresie polityki obronnej oraz strategii bezpieczeństwa i obronności RP.

W nowej koncepcji strategicznej NATO oraz innych dokumentach podkreśla się, że chociaż zagrożenia zimnej wojny odeszły do przyszłości, to pojawiły się w ostatnich dziesięciu latach nowe wyzwania i zagrożenia dla pokoju i stabilności związane z konfliktami etnicznymi, nierównościami ekonomicznymi, upadkiem dotychczasowego porządku politycznego oraz proliferacją broni masowego rażenia. W tej sytuacji NATO ma odgrywać rolę konsolidującą i wzmacniającą pozytywne zmiany ostatnich dziesięciu lat oraz zmiany wynikające z dynamicznie zmieniających się sytuacji obecnie i w przyszłości. Ma to wpływ na zmianę celu funkcjonowania Sojuszu oraz jego obecne i przyszłe zadania<sup>16</sup>.

Celem funkcjonowania Sojuszu Północnoatlantyckiego jest strzeżenie wolności i bezpieczeństwa wszystkich jego członków przez oddziaływanie zarówno polityczne jak i militarne. Bazując na powszechnych wartościach demokracji, prawach człowieka oraz zasadach prawa Sojusz jest i będzie gwarantem pokojowego porządku w Europie w najbliższych dziesięcioleciach. Rozszerzenie Sojuszu w 2004 roku i przyjęcie kolejnych siedmiu państw poszerzyło obszar demokracji i obszar bezpieczeństwa w Europie Jednakże NATO nie tylko strzeże bezpieczeństwa jego członków, ale wnosi i będzie wносиło znaczący wkład w zapewnienie pokoju i stabilności na całym świecie.

NATO jest również gotowe do zapewnienia bezpieczeństwa innym państwom, zgodnie z rezolucjami ONZ. W tym celu niezbędne jest budowanie możliwości militarnych adekwatnych do potrzeb kolektywnej obrony oraz do wypełnienia wszystkich misji Sojuszu. Znaczenie NATO, jako właściwie jedynej organizacji polityczno-militarnej zdolnej do szybkiego reagowania na współczesne zagrożenia – rośnie. Nawet brak jednolitego stanowiska poszczególnych państw Sojuszu wobec wojny przeciwko Irakowi w 2003 roku nie zmienia podstawowych wartości będących podstawą jego funkcjonowania.

Bezpieczeństwo Sojuszu jest jednoznaczne – atak na jedno z państw NATO oznacza atak na wszystkich jej członków. Zgodnie z art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego wielonarodowe siły zbrojne NATO muszą być gotowe do odstraszenia

---

<sup>16</sup> *The Alliance's Strategic Concept Approved by the Heads of State and Government Participating In the Meeting of the North Atlantic Council, Washington D. C. 1999, s. 5.*

lub do prowadzenia obrony na terytorium Sojuszu. Ale siły zbrojne NATO muszą też być przygotowane do zapobiegania konfliktom i prowadzenia operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5), w tym poza terytorium Sojuszu. Ocenia się, że prowadzenie operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) poza terytorium NATO będzie w przyszłości dużo bardziej prawdopodobne. Należy podkreślić, że w perspektywie najbliższych lat to właśnie udział w operacjach reagowania kryzysowego, w celu rozwiązywania kryzysów będzie często wymagał, oprócz zabiegów dyplomatycznych i nacisków politycznych, również projekcji lub użycia sił militarnych. Zgodnie z odpowiednimi dokumentami normatywnymi i standaryzacyjnymi sojuszu, zarówno obecnie, jak i w perspektywie najbliższych dwudziestu lat Siły Zbrojne NATO, w tym wydzielone z sił zbrojnych kontyngenty, mogą wziąć udział w szerokim spektrum operacji militarnych w ramach art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego, jak i w operacjach reagowania kryzysowego poza art. 5. Zgodnie z art. 5 mogą być prowadzone operacje w ramach obrony kolektywnej lub w ramach odstraszania militarnego. Natomiast w ramach operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) będą prowadzone<sup>17</sup>:

1. Operacje wsparcia pokoju, obejmujące:

- operacje zapobiegania konfliktom,
- operacje tworzenia pokoju,
- operacje utrzymania pokoju,
- operacje wymuszania pokoju,
- operacje budowania pokoju,
- operacje humanitarne,

2. Inne operacje reagowania kryzysowego, do których zalicza się:

- operacje pomocy wojskowej, mającej na celu wsparcie władz cywilnych,
- operacje związane z likwidacją skutków klęsk żywiołowych i katastrof,
- operacje ewakuacji osób niewalczących,
- operacje poszukiwania i ratownictwa,

---

<sup>17</sup> *AJP-3.4 Non Article 5 Crisis Response Operations*, NSA, Brussels 2004.

- operacje wycofania,
- operacje wymuszania sankcji i embarga.

Przeprowadzone badania wskazują, że podstawowym obszarem użycia sił zbrojnych w przyszłości będą operacje pokojowe, określane w doktrynie NATO jako operacje wsparcia pokoju. Można z dużą pewnością założyć, że operacje pokojowe będą realizowane jako wsparcie działań międzynarodowych organizacji bezpieczeństwa, w tym przede wszystkim ONZ czy OBWE i że będą one ukierunkowane na zapobieganie konfliktom, ich wygaszanie oraz tworzenie stabilnej sytuacji międzynarodowej.

W horyzoncie czasowym do 2025 roku właściwości użycia sił zbrojnych w operacjach pokojowych uzależnione będą od tego, jakie będą rodzaje przeciwdziałania antykryzysowego<sup>18</sup>, podejmowane przez społeczność międzynarodową. Wysiłki te będą mogły przybierać formę takich działań jak zapobieganie konfliktom, tworzenie pokoju, utrzymanie pokoju, wymuszanie pokoju, budowanie pokoju oraz operacje humanitarne stanowiące integralną część operacji pokojowych.

Zapobieganie konfliktom będzie polegało na podejmowaniu zabiegów politycznych, dyplomatycznych czy ekonomicznych zmierzających do rozwiązania sytuacji kryzysowych. Do działań tych można też zaliczyć użycie wydzielonych komponentów sił zbrojnych do projekcji siły celem zademonstrowania determinacji oraz groźby użycia dysponowanego potencjału. Siły powietrzne będą szczególnie predestynowane do takich działań.

Ze studiów literatury przedmiotu wynika, że zakres wykorzystania sił zbrojnych do tworzenia pokoju pozostanie ograniczony do pośredniego wsparcia wysiłków dyplomatycznych podejmowanych dla osiągnięcia rozejmu i podjęcia rozmów pokojowych przez strony konfliktu. Zakłada się, że siły zbrojne będą wspierały powyższe działania wydzielając personel wojskowy do planowania wojskowych aspektów przerwania konfliktów i pomocy w mediacjach. Zgrupowania militarne będą również wykorzystane do izolowania rejonu konfliktu, wymuszania sankcji w stosunku do jego stron oraz wzmacniania presji dyplomatycznej dla jak najszybszego przerwania konfliktu.

---

<sup>18</sup> J. Karpowicz, *Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju*, WSOSP, Dęblin 2001, s. 28 – 64.

Badania literatury przedmiotu wskazują, że w operacjach utrzymania pokoju wymagających zgody stron konfliktu na określone działania, użycie sił zbrojnych będzie możliwe po zakończeniu konfliktu i osiągnięciu porozumienia przez jego strony. Użycie siły w stosunku do stron konfliktu będzie ograniczać się niemal wyłącznie do samoobrony, a utrata przyzwolenia na utrzymanie pokoju jednej ze stron konfliktu będzie powodowała konieczność przerwania operacji<sup>19</sup>. Mankamentem takich działań jest to, że siły zbrojne będą mogły być użyte dopiero po osiągnięciu przez strony konfliktu porozumienia, a zatem dopiero w fazie wygaszania sytuacji kryzysowej. Powyższe ograniczenia operacyjne wskazują, że w perspektywie najbliższych kilkunastu lat siły zbrojne będą wykorzystywane w coraz mniejszym stopniu w operacjach utrzymania pokoju, gdyż operacje takie nie będą w pełni skutecznym sposobem rozwiązywania sytuacji kryzysowych.

Z przeprowadzonych analiz i ocen wynika, że siły zbrojne mogą być też wykorzystywane w działaniach o charakterze prewencyjnym lub interwencyjnym, czyli w operacjach wymuszania pokoju<sup>20</sup>. Ponieważ działania militarne w ramach operacji wymuszania pokoju będą miały na celu utrzymanie bądź przywrócenie pokoju oraz podporządkowanie się stron konfliktu warunkom określonym przez społeczność międzynarodową w mandacie organizacji bezpieczeństwa międzynarodowego zadaniem sił zbrojnych może być użycie siły dla osiągnięcia powyższego celu.

Z treści obecnych założeń użycia sił zbrojnych NATO do rozwiązywania sytuacji kryzysowych wynika, że użycie wydzielonych komponentów tych sił w operacjach budowania pokoju stanowić będzie część kompleksowych działań podejmowanych dla utrwalenia przywróconego pokoju poprzez stworzenie warunków dla stabilnego funkcjonowania państw i społeczeństw w wymiarze politycznym, ekonomicznym i społecznym poprzez zabezpieczanie stabilności warunków i bezpieczeństwa podejmowanych wysiłków budowania pokoju po zakończeniu konfliktu. W oparciu o oceny formułowane przez wielu specjalistów w zakresie operacyjnego użycia komponentów sił zbrojnych należy przewidywać szersze niż do tej pory ich użycie w zapobieganiu konfliktom, poprzez prewencyjne przemieszczenie do rejonu kryzysów oraz stworzenie wiarygodnego potencjału odstraszenia mili-

---

<sup>19</sup> Tamże, s. 42 – 49.

<sup>20</sup> J. Bartoszcze, Z. Kowalski, *Konflikty ograniczone*, „Myśl Wojskowa”, nr 2, Warszawa 2005, s. 93; M. Kozub, *Użycie lotnictwa sił powietrznych w rozwiązywaniu problemów bezpieczeństwa na początku XXI wieku* (część II), „Myśl Wojskowa”, nr 5, Warszawa 2004, s. 55 – 59.

tarnego wykorzystywanego dla wzmocnienia skuteczności wysiłków dyplomatycznych, których celem jest zapobieganie konfliktom<sup>21</sup>.

Sytuacje kryzysowe, stanowiące zagrożenie dla pokoju i bezpieczeństwa międzynarodowego, wymagające użycia sił zbrojnych w ramach operacji pokojowych, również w przyszłości powodować będą konieczność niesienia pomocy humanitarnej. Na podstawie wyników badań prezentowanych na łamach fachowych periodyków wojskowych można stwierdzić, że w tego rodzaju operacjach wydzielone jednostki sił zbrojnych, a w tym lotnictwo, będą, ze względu na realne zagrożenie militarne, jedynymi wykonawcami pomocy humanitarnej w zakresie niesienia pomocy materialnej w obszarze operacji pokojowych.

Badania literatury przedmiotu wskazują, że w perspektywie najbliższych kilkunastu lat operacje pokojowe będą z całą pewnością nadal stanowić podstawowy obszar użycia sił zbrojnych w rozwiązywaniu sytuacji kryzysowych zagrażających pokojowi i bezpieczeństwu międzynarodowemu<sup>22</sup>. Należy przewidywać jednak, że będą ulegać zmianom formy operacji pokojowych oraz będzie się zmieniać zakres i charakter użycia w nich sił zbrojnych. W świetle dotychczasowych doświadczeń ONZ, NATO i UE można zauważyć stopniowe zacieranie się w praktyce użycia sił zbrojnych w operacjach pokojowych sztywnych ograniczeń wynikających z mandatu utrzymania lub wymuszania pokoju.

W polityce międzynarodowej oraz w doktrynalnych założeniach operacyjnego użycia sił zbrojnych krystalizuje się koncepcja interwencji humanitarnych, podejmowanych w duchu karty Narodów Zjednoczonych, ale bez konieczności długotrwałych wysiłków dyplomatycznych dla uzyskania rezolucji Rady Bezpieczeństwa ONZ i mandatu społeczności międzynarodowej. Użycie sił zbrojnych do interwencji humanitarnych oceniane jest jako sposób umożliwiający społeczności międzynarodowej ingerowanie w konflikty wewnętrzpaństwowe dla niesienia pomocy społeczeństwom cierpiącym z powodu wojen domowych, czystek etnicznych bądź skutków rozkładu instytucji państwowych, podejmowane odpowiednio wcześniej, aby móc zapobiec eskalacji sytuacji kryzysowych i ich negatywnym skutkom.

---

<sup>21</sup> J. Karpowicz, E. Cieślak, *Istota operacji pokojowych i ich wsparcie przez lotnictwo sił powietrznych*, WSOSP, Dęblin 1999, s. 2 – 3.

<sup>22</sup> E. Cieślak, *Perspektywiczne implikacje operacyjne użycia lotnictwa wojskowego na początku XXI wieku*. Materiały pokonferencyjne, „Zeszyty Naukowe AON”, nr 3, Warszawa 2005, s. 85 – 86.

Użycie sił zbrojnych do rozwiązywania kryzysów, innych niż zagrażające pokojowi i bezpieczeństwu międzynarodowemu, będzie obejmowało szeroki zakres działań podejmowanych dla wsparcia prowadzenia operacji pomocy humanitarnej, niesienia pomocy ofiarom klęsk żywiołowych i katastrof przemysłowych, a także likwidacji ich skutków oraz zabezpieczenia funkcjonowania systemów poszukiwania i ratownictwa. Wydzielone komponenty sił zbrojnych mogą też być wykorzystywane w operacjach ewakuacji osób cywilnych – obywateli własnego państwa z terytorium obcych państw, gdzie grozi im niebezpieczeństwo. Przewiduje się, że ze względu na rosnące zaangażowanie NATO w operacjach stabilizacyjnych i wsparciu wysiłków rekonstrukcyjnych po zakończeniu konfliktów zbrojnych, rozszerzać się będzie zakres pomocy władzom cywilnym przez siły wojskowe w sytuacjach, gdy nie są one w stanie realizować swoich podstawowych funkcji.

Wydzielone jednostki sił zbrojnych będą uczestniczyć też we wsparciu operacji humanitarnych w sytuacji klęsk żywiołowych o dużej skali. Działania takie mogą obejmować realizację szerokiego spektrum zadań przez siły zbrojne działające samodzielnie lub we współpracy z wyspecjalizowanymi agendami i organizacjami pomocy humanitarnej. Siły wojskowe będą wykorzystywane w tego rodzaju operacjach w przyszłości do niesienia pomocy uchodźcom i osobom wysiedlonym oraz będą brać bezpośredni udział w organizowaniu i realizacji pomocy humanitarnej<sup>23</sup>. Pomoc uchodźcom i osobom wysiedlonym może być realizowana poprzez zabezpieczenie transportu, zapewnienie pomocy medycznej, dostarczanie żywności i zaopatrzenia oraz zapewnienie uchodźcom i osobom wysiedlonym bezpieczeństwa na określonych, chronionych przez wojsko obszarach.

Jako jeden z możliwych scenariuszy użycia wydzielonych jednostek sił zbrojnych w przyszłych operacjach można przyjąć prowadzenie samodzielnych operacji humanitarnych, które może być wynikiem wystąpienia sytuacji kryzysowych spowodowanych konfliktem bądź klęskami żywiołowymi albo katastrofami przemysłowymi. Zazwyczaj działania takie będą poprzedzały zaangażowanie wyspecjalizowanych organizacji humanitarnych, a w niektórych przypadkach uzupełniały je bądź zastępowały na określonych obszarach operacji, tam gdzie organizacje cywilne nie będą mogły realizować swoich zadań. W przyszłości, w początkowym okresie niesienia pomocy humanitarnej jednostki wojskowe mogą być wyko-

---

<sup>23</sup> *AJP-3.4 Non Article 5 Crisis Response Operations*, NSA, Brussels 2004, pkt 0402.

rzystywane między innymi do dystrybucji zaopatrzenia, dostarczania szczególnie ważnych środków materiałowych do rejonów niesienia pomocy humanitarnej.

Ocenia się, że ze względu na jednoczesne występowanie sytuacji kryzysowych o charakterze humanitarnym z konfliktami wewnętrznymi (etnicznymi, religijnymi) konieczne będzie użycie określonych komponentów sił zbrojnych do ochrony konwojów z pomocą humanitarną, składów, wyposażenia oraz pracowników organizacji humanitarnych.

W związku z powyższym przyjmuje się, że siły zbrojne będą musiały spełnić określone wymagania, aby móc przeciwstawić się przyszłym zagrożeniom bezpieczeństwa. Zasadniczą rolą Sił Zbrojnych Sojuszu (a także Sił Zbrojnych RP, jako immanentnej części sił zbrojnych NATO) jest i będzie obrona pokoju, zagwarantowanie, terytorialnej oraz politycznej niepodległości i bezpieczeństwa państw członkowskich. Dlatego siły zbrojne Sojuszu muszą posiadać zdolność skutecznego odstraszenia i obrony, utrzymywania lub przywrócenia nienaruszalności terytorialnej państw sprzymierzonych, a w razie konfliktu szybkiego zakończenia wojny poprzez zmuszenie agresora do zmiany decyzji, przerwania ataku i wycofania się. Siły Sojuszu muszą nie tylko utrzymywać zbiorową zdolność obronną, ale jednocześnie muszą być gotowe do prowadzenia skutecznych operacji reagowania kryzysowego, nieobjętych art. 5, w tym poza terytorium NATO<sup>24</sup>.

Siły Zbrojne Sojuszu uczestnicząc w zarządzaniu kryzysowym będą musiały stawiać czoło złożonej i różnorodnej gamie czynników, zagrożeń oraz spełnić szereg wymagań, łącznie z niesieniem pomocy humanitarnej w sytuacjach wyjątkowych.

Jak wskazuje analiza założeń funkcjonowania Sojuszu, niektóre przyszłe operacje reagowania, kryzysowego (spoza art. 5) mogą się okazać równie trudne jak operacje obronne. Dlatego właściwie przeszkolone i dobrze wyposażone siły wojskowe, o odpowiednim stopniu gotowości i liczebności, niezbędnej do adekwatnego reagowania w każdej sytuacji oraz stosowane struktury dowodzenia, kontroli i wsparcia stanowią niezbędny warunek skutecznego zaangażowania militarnego. Z powyższego wynika, że państwa NATO powinny rozwijać swoje możli-

---

<sup>24</sup> *Strategia wojskowa RP*, wyd. cyt., s. 11.

wości militarne poprzez przygotowanie odpowiednich komponentów sił lądowych, powietrznych, morskich, specjalnych i wsparcia.

Jednym z ważnych wymagań jest zdolność do wsparcia (prowadzenia) operacji pod polityczną kontrolą i strategicznym kierownictwem innej niż NATO organizacji politycznej. Dlatego wielkość, gotowość, dostępność i rozmieszczenie Sił Zbrojnych NATO w przyszłości powinny odzwierciedlać zaangażowanie Sojuszu w kwestie zbiorowej obronności i reagowania na sytuacje kryzysowe, czasem w trybie natychmiastowym, w oddaleniu od własnych baz i poza jego terytorium.

Wojska Sojuszu muszą posiadać odpowiedni potencjał bojowy i możliwości do przeciwdziałania agresji skierowanej przeciwko któremukolwiek z jego członków. To oznacza, że muszą być interoperacyjne, tzn. zdolne do wspólnego działania w ugrupowaniach międzynarodowych oraz posiadać odpowiednie doktryny i technologie. Muszą również utrzymywać wymagany poziom gotowości i zdolności do przemieszczania oraz wykazywać zdolność do osiągania sukcesów militarnych w ramach szerokiego spektrum wspólnych sojuszniczych operacji połączonych, w których mogą także uczestniczyć Partnerzy oraz kraje nie należące do Sojuszu.

Istotne dla sił zbrojnych Sojuszników jest i będzie posiadanie wiarygodnej zdolności do realizowania pełnego spektrum zadań. Wymóg ten znajduje odzwierciedlenie w odpowiedniej strukturze sił zbrojnych, liczebności wojsk i poziomie wyposażenia, gotowości bojowej, dyspozycyjności, zdolności do zapewnienia ciągłości działań, w prowadzonych szkoleniach i ćwiczeniach dotyczących różnych wariantów ich rozmieszczenia i użycia.

Sojusz dąży i będzie dążył do tego, aby osiągnąć optymalną równowagę między siłami wysokiej gotowości a siłami niskiej gotowości, między siłami zdolnymi do przerzutu oraz siłami przeznaczonymi do użycia na miejscu w ramach zbiorowej obrony. Siły zdolne do przerzutu będą wykorzystywane w ramach operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) zarówno na terytorium Sojuszu, jak i poza nim.

Posiadanie sił o zróżnicowanych stopniach gotowości bojowej umożliwia elastyczne reagowanie na rosnące zagrożenia w sytuacjach kryzysowych i adekwatną odpowiedź w sytuacji zbrojnej napaści. Dzięki temu zachowana może być ciągłość działań oraz wzmocnienie sił w obszarze szczególnego zagrożenia. Siły

Sojuszu powinny być zorganizowane w taki sposób, aby odzwierciedlać ich międzynarodowy charakter i gotowość do działań połączonych.

Osiągnięcie zdolności elastycznego reagowania w każdych warunkach wymaga stosownych możliwości logistycznych, w tym zdolności transportowych i wsparcia medycznego umożliwiających rozmieszczenie i ciągłość działania wszystkich rodzajów sił zbrojnych. Standaryzacja powoduje rozszerzenie możliwości współpracy i ograniczenie wydatków w zakresie wsparcia logistycznego oraz zapewnienie ciągłości działań poza obszarem Sojuszu, szczególnie w operacjach reagowania kryzysowego w sytuacji braku lub ograniczonego wsparcia ze strony państwa – gospodarza.

Na kierunki rozwoju sił zbrojnych bezpośredni wpływ mają nowe koncepcje prowadzenia działań militarnych (walki). W latach 90. ubiegłego stulecia, w Stanach Zjednoczonych rozpoczęto prace nad nową koncepcją takich działań, nazywaną „Network Centric Warfare”. W polskiej literaturze (opracowaniach fachowych) stosowane są określenia: „wojna sieciowa”<sup>25</sup>, „walka sieciowa”<sup>26</sup>, lub „walka sieciocentryczna”<sup>27</sup>. Najczęściej stosowanym w polskiej literaturze fachowej określeniem jest „walka sieciocentryczna”, która w pełni oddaje istotę nazwy koncepcji w języku angielskim, czyli „Network Centric Warfare”.

Jako pierwsi walkę sieciocentryczną zdefiniował zespół J. Garstki, D. Alberta, oraz F. Steina. Są oni jednymi z prekursorów tej koncepcji. Zgodnie z ustaloną przez nich definicją: „(...) *Walka sieciocentryczna to zachowania ludzkie i organizacyjne. Bazuje ona na nowym sposobie myślenia – myśleniu sieciocentrycznym – i na zaadaptowaniu go do operacji militarnych. Skupia się ona na sile, która może być wygenerowana poprzez efektywne połączenie (sieciowanie) elementów ugrupowania bojowego. Charakteryzuje ją zdolność rozproszonych geograficznie sił (elementów ugrupowania) do wykreowania jednolitej sytuacji taktycznej, poznanie której może być wykorzystane poprzez samosynchronizowanie i inne działania sieciocentryczne, aby zrealizować zamiar dowódcy. Walka sieciocentryczna przyczynia się do zwiększenia tempa dowodzenia oraz do*

---

<sup>25</sup> R. Szpakowicz, *Wojna w Iraku a koncepcja wojny sieciocentrycznej*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 11, Poznań 2003, s. 10.

<sup>26</sup> Tamże.

<sup>27</sup> L. Konopka, *Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości*, „Myśl Wojskowa”, nr 2, Warszawa 2004, s. 74.

*konwersji przewagi informacyjnej na uzyskanie przewagi w działaniach bojowych. Walka sieciocentryczna nie zależy od rodzaju misji, wielkości sił i uwarunkowań geograficznych. Dodatkowo walka sieciocentryczna spaja taktyczny, operacyjny i strategiczny poziom działań bojowych. W skrócie – walka sieciocentryczna to nie tylko technologia, ale w szerokim rozumieniu – odpowiedź sił zbrojnych na wyzwania ery informacyjnej”<sup>28</sup>.*

Zespół Alberta, Garstki i Steina podkreśla w swojej koncepcji jakość, którą stanowi nowa sytuacja w odniesieniu do środowiska, w jakim będzie prowadzona walka epoki informacyjnej. Rosnące znaczenie operacji reagowania kryzysowego, postęp związany z wprowadzaniem nowych technologii oraz asymetria w działaniach militarnych doprowadziły, według autorów koncepcji, do konieczności odchodzenia od używania określenia „pole walki” na rzecz określania środowiska walki sieciocentrycznej jako „przestrzeni realizacji zadań”. Będzie to przestrzeń, w której nie będzie wyraźnej granicy oddzielającej walczących żołnierzy od ludności cywilnej. Zatem walka sieciocentryczna będzie elementem szerzej definiowanej walki informacyjnej.

Z kolei R. Szpakowicz definiuje walkę sieciocentryczną nieco bardziej wąsko, przyjmując, że walka sieciocentryczna „(...) jest definiowana jako opierająca się na przewadze informacyjnej koncepcja prowadzenia operacji, według której wzrost siły bojowej jest generowany poprzez połączenie w sieć informacyjną sensorów, decydentów i systemów walki w celu osiągnięcia wspólnej świadomości, zwiększenia szybkości dowodzenia oraz tempa operacji, zwiększenia skuteczności uzbrojenia, wzrostu odporności na uderzenia przeciwnika oraz zwiększenia stopnia synchronizacji działań. Walka sieciocentryczna przekłada, zatem przewagę informacyjną na zdolności bojowe poprzez efektywne łączenie na polu walki różnego typu jednostek organizacyjnych i wykorzystanie ich wiedzy”<sup>29</sup>.

Według założeń specjalistów amerykańskich walka sieciocentryczna jest sposobem prowadzenia działań, w ramach której siły zbrojne, spięte siecią informatyczną, wykorzystują przewagę informacyjną oraz pełną świadomość sytuacji (na poziomie strategicznym, operacyjnym i taktycznym) w celu prowadzenia szyb-

---

<sup>28</sup> D. Alberts, J. Garstka, F. Stein, *Network Centric Warfare*, DoD C4ISR Cooperative Research Program, Washington D. C. 2000, s. 88.

<sup>29</sup> R. Szpakowicz, *Wojna w Iraku a koncepcja wojny sieciocentrycznej*, wyd. cyt., s. 8.

kich oraz skutecznych działań. Zapewni to pokonanie przeciwnika przy możliwie najmniejszych stratach własnych i efektywnym, a zarazem ekonomicznym wykorzystaniu sił własnych.

Walka sieciocentryczna znajduje też coraz bardziej eksponowane miejsce w założeniach doktrynalnych Sojuszu Północnoatlantyckiego. Dlatego przyjęto, że jednym z głównych celów transformacji Sojuszu powinno być zapewnienie sojuszniczym siłom zbrojnym zdolności do zapewnienia przewagi informacyjnej, która wraz ze zdolnościami osiąganymi przez stosowanie przez sojusz rozwiązań sieciowych stworzą bazę zapewniającą osiągnięcie przewagi decyzyjnej. Przy tym przewagę decyzyjną określa się w założeniach doktrynalnych sojuszu, jako taki stan, w którym dowódcy poszczególnych szczebli dowodzenia:

- osiągną możliwość zrozumienia sytuacji,
- będą potrafili ocenić warianty działania przeciwnika,
- będą podejmować optymalne decyzje oraz rozpoczynać ich realizację znacznie szybciej i w sposób bardziej skuteczny niż przeciwnik.

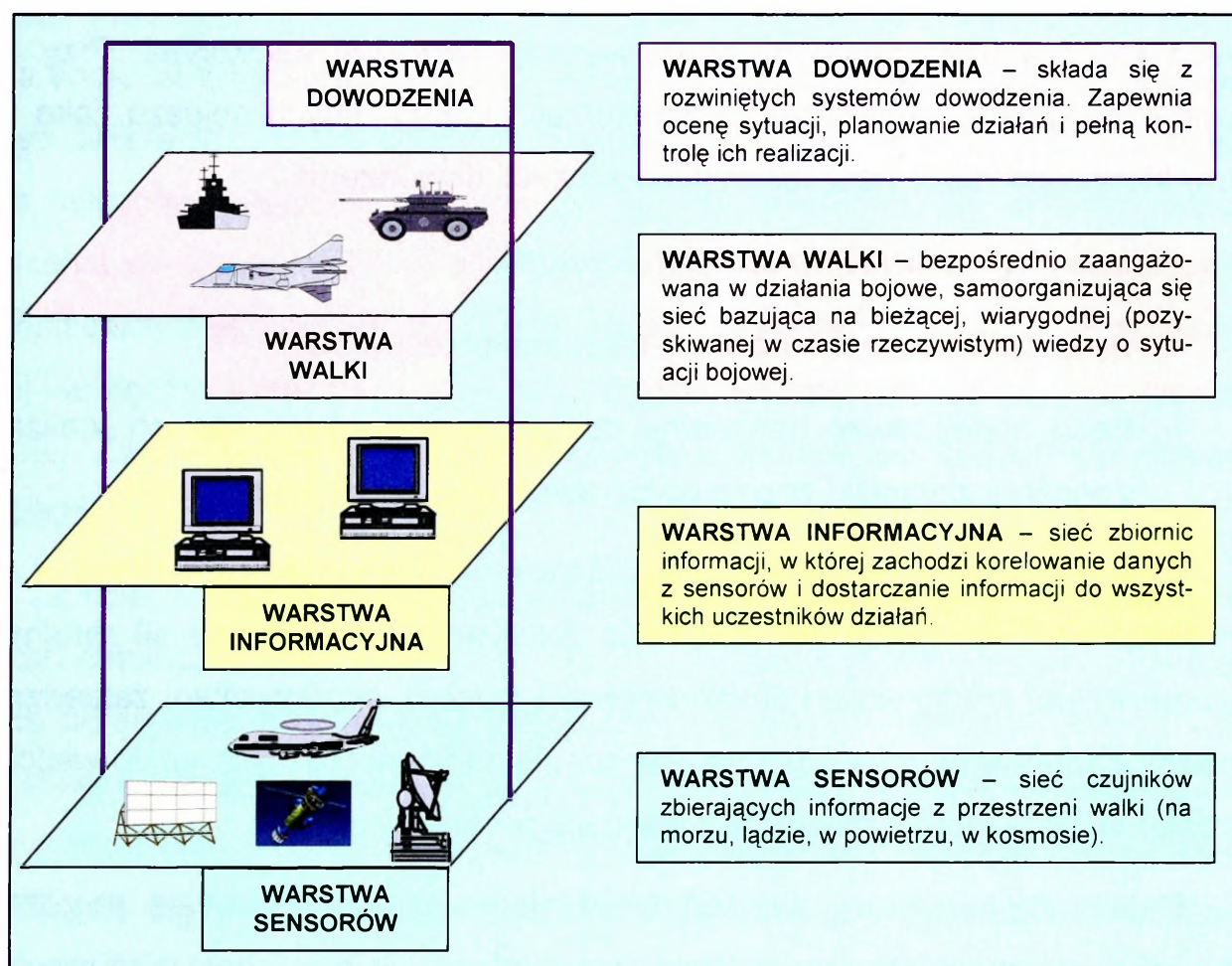
Założenia koncepcji walki sieciocentrycznej są w sojuszu rozwijane w różnych obszarach, np. takich jak: założenia doktrynalne, organizacja sił zbrojnych, szkolenie wojsk, środki walki i środki wsparcia działań, przywództwo, zarządzanie zasobami osobowymi, infrastruktura i osiągnięcie zdolności różnych sił do wspólnego działania we wspólnej przestrzeni walki sieciocentrycznej.

Celem implementacji założeń walki sieciocentrycznej będzie stworzenie środowiska, w ramach którego sensory zbioru informacji, decydenci oraz wywierania efektu zintegrowani będą w ramach jednej, wspólnej super sieci, co zapewni możliwość znajdowania i otrzymywania danych oraz informacji z jakiegokolwiek, dowolnego, a „wpiętego” w sieć źródła w formacie oraz w czasie dostosowanym do potrzeb odbiorcy.

Badania dowodzą, że zgodnie z założeniami teorii walki sieciocentrycznej rozwijanymi w sojuszu zakłada się, iż równoległa implementacja założeń osiągnięcia przewagi informacyjnej i innych, wskazanych wyżej wymagań, umożliwi przekształcenie sił zbrojnych NATO w siły, które będą w pełni usieciowione. Zapewni to siłom sojuszniczym możliwość dostępu do wspólnej informacji i możliwość współdziałania w wirtualnej przestrzeni walki sieciocentrycznej. Umożliwi to rów-

niez podejmowanie optymalnych decyzji na poszczególnych szczeblach dowodzenia oraz zapewni poprawę elastyczności, precyzji i spójności operacji prowadzonych w całej przestrzeni działania. Synergicznym rezultatem działania będzie zwiększenie dostępnego potencjału bojowego i skuteczności użycia wojsk.

W krajowej literaturze przedmiotu badań przedstawia się strukturę sieciocentrycznego pola walki z podziałem na warstwy (rys. 1). W strukturze tej wyróżnia się warstwę: dowodzenia, walki, informacyjną i sensorów.



Źródło: opracowanie własne

**Rys. 1. Struktura sieciocentrycznego pola walki**

W opracowaniu „Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości”<sup>30</sup> wskazuje się, że warstwa dowodzenia obejmuje tą część składową sieciocentrycznego pola walki, w której właściwie wyszkolony personel wykorzystując możliwości rozwiniętych systemów dowodzenia ocenia sytuację, analizuje otrzymane zadania, planuje ich wykonanie oraz bezpośrednio zarządza walką.

<sup>30</sup> L. Konopka, *Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości*, wyd. cyt.

Warstwa dowodzenia zapewnia utrzymanie pełnej kontroli podczas prowadzenia działań na sieciocentrycznym polu walki.

Z kolei warstwa walki, czyli warstwa bezpośredniego zaangażowania, jest definiowana jako sieć samoorganizujących się elementów ugrupowania bojowego (czyli platform uderzeniowych, ich załóg, elementów logistycznych, itd.), które bazują na wiarygodnej, bieżącej oraz pozyskiwanej w czasie bieżącym wiedzy oraz informacji o sytuacji bojowej.

Zakłada się, że w warstwie informacyjnej walki sieciocentrycznej dokonywane jest korelowanie danych otrzymywanych z sensorów oraz dostarcza informację do systemów walki biorących udział w walce wszystkich szczebli (w ramach uprawnień poszczególnych użytkowników).

Przyjmuje się, że warstwa sensorów składała się będzie z różnorodnych czujników (środki kosmiczne, pilotowe i bezpilotowe aparaty latające, środki rozpoznania elektronicznego, czujniki ruchu, stacje radiolokacyjne, itd.). Zadaniem tych czujników będzie zbieranie i dostarczanie informacji o sytuacji lądowej, morskiej, powietrzno-kosmicznej, a także o sytuacji w przestrzeni elektromagnetycznej.

Powyższe teoretyczne założenia walki sieciocentrycznej zostały w podstawowym zakresie sprawdzone między innymi w trakcie operacji „Iraqi Freedom” w 2003 roku. Należy przewidywać, że w ciągu około dwudziestu lat powinny być zastosowane w pełnym zakresie. Oznaczać to będzie potrzebę przygotowania i wniesienia przez poszczególne państwa NATO, na miarę swoich możliwości budżetowych, technologicznych, a także poziomu ambicji narodowych, swojego wkładu do systemu walki sieciocentrycznej. Oznaczać to będzie potrzebę posiadania określonych sensorów rozpoznawczo-informacyjnych, efektywnych platform bojowych, kompatybilnych części sieci informacyjnej, a także odpowiednio wykształconych oraz wyszkolonych i przygotowanych decydentów. Decydenci ci, dzięki przewadze informacyjnej, zapewniającej świadomość pola walki, będą mogli podejmować optymalne decyzje we właściwym czasie.

Reasumując, nowe wyzwania dla bezpieczeństwa i obronności implikują potrzebę zmian w koncepcjach rozwoju i użycia, wyposażeniu i szkoleniu sił zbrojnych. Środek ciężkości tych przemian przesuwają się od potrzeby ich użycia w kla-

sycznym starciu militarnym w kierunku przeciwdziałania zagrożeniom, które trudniej wykryć i zidentyfikować, które mogą pojawić się nagle i powodować globalne zagrożenia polityczne, społeczne, ekonomiczne i militarne. Posiadanie odpowiednio wyposażonych i wyszkolonych jednostek sił zbrojnych, odpowiadających wymienionym wyżej wymaganiom pozwoli na udział w przeciwdziałaniu tym zagrożeniom współcześnie i w przyszłości.

## **1.2. Koncepcja użycia oraz wymagania wobec sił powietrznych w aspekcie ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych (do 2025 roku)**

Udział w przyszłych operacjach militarnych, z powodu ich złożonego charakteru, będzie stawiał przed siłami je prowadzącymi wiele wymagań. Dlatego też, aby można było skutecznie działać na sieciocentrycznym polu walki w szerokim spektrum operacji (od operacji antyterrorystycznych, poprzez operacje pokojowe, do klasycznych konfliktów zbrojnych) komponent sił zbrojnych (w tym komponent sił powietrznych) będzie musiał charakteryzować się następującymi cechami<sup>31</sup>:

- mobilnością,
- zdolnością do działań połączonych,
- zdolnością do działań ekspedycyjnych,
- zdolnością do działań długotrwałych,
- przewagą technologiczną,
- międzynarodowym zintegrowanym wsparciem logistycznym,
- zdolnością do działań w środowisku sieciocentrycznym.

Rola sił powietrznych w przyszłych operacjach militarnych będzie znacząca lub nawet dominująca. Siły powietrzne będą znaczącym komponentem sił biorących udział w operacjach ze względu na swoje wyjątkowe właściwości i posiadane

---

<sup>31</sup> *Strategic Vision: The Military Challenge By NATO's Strategic Commanders*, August, Washington D. C. 2004, s. 9.

możliwości. W amerykańskiej doktrynie sił powietrznych<sup>32</sup> wymienia się następujące cechy sił powietrznych, które określają ich rolę w operacjach:

- globalny zasięg,
- prędkość działania,
- precyzja działania i wysoka skuteczność,
- elastyczność,
- trudność w wykryciu w powietrzu poprzez zastosowanie technologii „stealth”,
- globalna świadomość pola (przestrzeni) walki w systemie walki sieciocentrycznej.

We wspomnianym dokumencie określa się siły powietrzne jako ten komponent sił, który może prowadzić działania sieciocentryczne i który posiada zdolność do:

- mobilności w skali globalnej,
- wywalczenia i utrzymania przewagi w powietrzu oraz w przestrzeni kosmicznej,
- wykonania precyzyjnych uderzeń na całym polu walki (w całej przestrzeni walki),
- wywalczenia i utrzymania przewagi informacyjnej,
- wsparcia działań w skali globalnej.

Zgodnie z amerykańskimi założeniami doktrynalnymi, siły powietrzne są i będą integralną częścią sił prowadzących walkę sieciocentryczną nie tylko w przestrzeni powietrznej, ale także w przestrzeni kosmicznej, bowiem na sieciocentrycznym polu walki wzrasta znaczenie tej przestrzeni. Za pomocą środków rozmieszczonych w kosmosie prowadzone będzie rozpoznanie, obserwacja, wczesne ostrzeganie, nawigacja, kierowanie systemami walki, zapewnienie łączności, a także monitorowanie przestrzeni walki. Jedynym komponentem sił prowadzących

---

<sup>32</sup> *Global Engagement – A Vision for the 21st Century Air Force*, dostępne z: <http://www.ldtic.il/jointvision>

walkę sieciocentryczną, który będzie posiadał zdolność do wykorzystania przestrzeni kosmicznej jest komponent powietrzny.

Z analizy amerykańskich założeń doktrynalnych wynika też, że komponent lotniczy jest istotnym, jeśli znaczącym, a nawet kluczowym elementem sił uczestniczących w walce sieciocentrycznej. Analiza doktrynalnych materiałów źródłowych wskazuje, że:

- komponent powietrzny w znaczącym stopniu uczestniczy w uzyskaniu świadomości przestrzeni walki oraz przewagi informacyjnej – poprzez zdobycie danych za pomocą takich sensorów jak np. U-2, EP-3, Rivet Joint, systemy AWACS, MC2A, JSTARS, bezzałogowe statki powietrzne i systemy kosmiczne,
- stanowiska i środki dowodzenia (zarówno powietrzne jak i kosmiczne) zapewniają dynamiczne oraz elastyczne dowodzenie tak sensorami, jak i platformami bojowymi, poprzez wykorzystanie świadomości przestrzeni walki i osiągniętej przewagi informacyjnej,
- załogowe i bezzałogowe lotnicze platformy bojowe, dzięki swojej szybkości, zasięgowi, elastyczności, i precyzji pozwalają razić wybrane obiekty w wymaganym czasie w dowolnym obszarze naszego globu.

Z analizy materiałów źródłowych wynika, że mimo tego iż koncepcja walki sieciocentrycznej jest teorią nowatorską, to istota zadań sił powietrznych w przyszłych operacjach militarnych, prowadzonych w systemie walki sieciocentrycznej pozostanie taka sama, bądź co najwyżej zostanie nieznacznie zmodyfikowana w stosunku do zadań we współczesnych, klasycznych konfliktach militarnych.

W czasie pokoju siły powietrzne przeznaczone są do ochrony przestrzeni powietrznej, w tym do przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym z powietrza typu „RENEGADE”, poprzez pełnienie dyżurów bojowych w ramach Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej NATO. Oprócz tego prowadzą działalność szkoleniową mającą na celu przygotowanie do udziału w realizacji różnych misji w czasie pokoju, kryzysu i wojny.

Do podstawowych zadań sił powietrznych w czasie pokoju należą:

- ochrona przestrzeni powietrznej w ramach Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej NATO poprzez pełnienie dyżurów bojowych Air Policing,
- przeciwdziałanie zagrożeniom terrorystycznym z powietrza typu „RENEGADE”, włącznie z użyciem uzbrojenia,
- prowadzenie rozpoznania powietrznego rejonów przygranicznych i morskich,
- prowadzenie działalności szkoleniowej.

W czasie kryzysu siły powietrzne przeznaczone są do kontroli przestrzeni powietrznej, demonstrowania groźby użycia siły, prowadzenia rozpoznania powietrznego, a także, w razie potrzeby, do zwalczania celów powietrznych, naziemnych i nawodnych w ramach narodowych, sojuszniczych lub koalicyjnych operacji reagowania kryzysowego.

Do zadań realizowanych przez siły powietrzne w operacjach reagowania kryzysowego należą:

- kontrola przestrzeni powietrznej,
- prowadzenie rozpoznania powietrznego,
- udział w demonstrowaniu obecności wojskowej i groźby użycia siły,
- wykonywanie uderzeń na wyselekcjonowane obiekty o charakterze strategicznym i operacyjnym,
- wsparcie lotnicze sił lądowych i sił morskich.

Kontrola przestrzeni powietrznej w operacjach reagowania kryzysowego jest jednym z podstawowych zadań, w którym uczestniczą siły powietrzne. Polega ona na ciągłym monitorowaniu przestrzeni powietrznej oraz użyciu samolotów do nadzorowania stref bez lotów lub do niszczenia statków powietrznych przeciwnika w celu stworzenia korzystnych i bezpiecznych warunków do prowadzenia operacji w wymiarze powietrzno-lądowo-morskim.

Użycie samolotów do prowadzenia rozpoznania powietrznego w operacjach reagowania kryzysowego polega na rozpoznaniu wzrokowo-obrazowym nakazanych rejonów lub stref celem stwierdzenia przestrzegania warunków ustalonych

przez organizacje międzynarodowe, a także celem zdobycia informacji o obiektach wojskowych, ruchach wojsk, obiektach przemysłu wojskowego i infrastrukturze.

Użycie sił powietrznych do demonstrowania obecności wojskowej i groźby użycia siły jest szczególnie skuteczne ze względu na szybkość działania i wysoką skuteczność oddziaływania. Głównym celem odstraszenia jest zniechęcenie zwaśnionych stron lub państw do rozpoczęcia lub kontynuowania akcji zbrojnych.

W sytuacji kiedy demonstrowanie siły i odstraszenie militarne nie powiedzie się, wówczas podstawowym zadaniem sił powietrznych jest udział w zredukowaniu (niszczeniu) potencjału militarnego przeciwstawnej strony (stron) konfliktu. Nadrzędnym celem w tej sytuacji jest uświadomienie stronom konfliktu, że nie mogą osiągnąć swoich celów przy użyciu siły.

W czasie wojny przyszłe, główne zadania sił powietrznych pozostaną podobne do tych, które są obecnie zawarte w zapisach doktrynalnych Sojuszu Północnoatlantyckiego.<sup>33</sup> W przyszłych operacjach prowadzonych zgodnie z regułami walki sieciocentrycznej siły powietrzne będą wykonywać zadania w ramach czterech głównych grup zadań, którymi będą:

- walka o przewagę w powietrzu,
- strategiczne działania powietrzne,
- działania powietrzne przeciwko siłom naziemnym i nawodnym (powierzchniowym),
- wspierające działania powietrzne.

Działania sił powietrznych w ramach walki o przewagę w powietrzu będą działaniami skierowanymi przeciwko ofensywnym i defensywnym środkom powietrznym przeciwnika w celu wywalczenia i pożądanego stopnia tej przewagi. Szczególną rolę w walce o przewagę w powietrzu będzie odgrywało lotnictwo sił powietrznych w działaniach ofensywnych sił powietrznych, które będą miały na celu obniżanie potencjału powietrznego przeciwnika u źródeł, tak głęboko jak to jest możliwe. Zakłada się, że ze względu na tankowanie samolotów bojowych w powietrzu zasoby powietrzne przeciwnika będą niszczone na całą głębokość jego ugrupowania. Dzięki zastosowaniu rozwiązań sieciocentrycznego pola walki, po-

---

<sup>33</sup> *AJP-3.3 Joint Air & Space Operations Doctrine*, NAS, Brussels 2002, s. 4 – 1.

przez posiadanie przewagi informacyjnej, możliwe będzie precyzyjne określanie obiektów do zwalczania przez samoloty uderzeniowe sił powietrznych. W dalszym ciągu pierwszoplanowymi obiektami uderzeń będą systemy broni sił powietrznych i innych zasobów powietrznych, znajdujących się na wyposażeniu sił lądowych, morskich czy specjalnych. Będą to przede wszystkim lotniska bazowania lotnictwa, w tym samoloty, śmigłowce, bezzałogowe aparaty latające, drogi kołowania i drogi startowe, nawierzchnie postojowe i odtwarzania gotowości bojowej statków powietrznych, elementy systemu dowodzenia i kontroli, magazyny uzbrojenia i paliw. Zwalczane też będą środki obrony powietrznej i przeciwlotniczej przeciwnika, stanowiska dowodzenia, sensory powietrzne zdobywające informację z powietrza, obiekty logistyczne i inne obiekty zabezpieczające funkcjonowanie zasobów powietrznych przeciwnika. W perspektywie roku 2025 coraz większą część zadań uderzeniowych w ramach walki o przewagę w powietrzu będzie wykonywana przez bezzałogowe aparaty latające sił powietrznych.

W ramach działań defensywnych w ramach walki o przewagę lotnictwo sił powietrznych oraz naziemne zestawy przeciwlotnicze będą głównym filarem podsystemu rażenia obrony powietrznej, który przeznaczony będzie do zwalczania środków napadu powietrznego przeciwnika, w tym rakiet balistycznych i rakiet skrzydlatych. Badania wskazują, że może zmienić się sposób wykorzystania sił powietrznych w obronie powietrznej, ze względu na to, że przy posiadaniu przewagi informacyjnej na sieciocentrycznym polu walki możliwe będzie śledzenie nawet przygotowań środków napadu powietrznego do startów. Zatem mniej charakterystyczne będzie długotrwałe dyżurowanie samolotów załogowych w wersji myśliwskiej w powietrzu na kierunkach przewidywanych nalotów lotnictwa przeciwnika. Natomiast załogowe samoloty sił powietrznych, dyżurujące na ziemi, będą startowały natychmiast po wykryciu startów lotnictwa przeciwnika, a mając pełny przegląd sytuacji dostępnej z rozległej sieci informacyjnej będą mogły zwalczać cele powietrzne na maksymalnym zasięgu rakiet powietrze – powietrze, czyli na odległościach powyżej 100 km. Dzięki temu zapewniona zostanie ekonomiczność użycia lotnictwa sił powietrznych w obronie powietrznej, gdyż nie będzie szeroko stosowane długotrwałe dyżurowanie w powietrzu, oraz wysoka skuteczność osłony wojsk i obiektów. Coraz szersze zastosowanie w obronie powietrznej będą miały bezzałogowe aparaty latające w wersji myśliwskiej, sterowane z centrów kiero-

wania przez operatorów. Do zwalczania obiektów powietrznych, a w tym rakiet balistycznych wykorzystywane będą również nowoczesne zestawy rakiet przeciwlotniczych ze składu sił powietrznych o zwiększonych możliwościach w zakresie strefy i skuteczności rażenia.

Strategiczne działania powietrzne będą miały na celu zniszczenie obiektów, które są określane jako środki ciężkości i mają decydujące znaczenie dla przeciwnika z punktu widzenia prowadzenia przez niego działań militarnych. Obiektem oddziaływania będą obiekty, które mają decydujące znaczenie dla politycznych, moralnych, ekonomicznych czy militarnych możliwości prowadzenia działań militarnych. Celem działań w strategicznych działaniach powietrznych będzie wywarcie wpływu na wolę polityczną przeciwnika lub zneutralizowanie jego możliwości prowadzenia działań militarnych, osłabienie woli do prowadzenia walki. Do obiektów zwalczanych w ramach strategicznych działań powietrznych będą należały przywództwo polityczne i militarne, a w tym obiekty systemu kierowania państwem i siłami zbrojnymi, obiekty infrastruktury, takie np. jak najważniejsze elektrownie, infrastruktura gazowa, rafinerie i rurociągi, infrastruktura telekomunikacyjna, kluczowe zakłady produkcyjne, w tym szczególnie zakłady produkcji militarnej, oraz zasoby militarne. Do wykonania uderzeń strategicznych, obok rakiet manewrujących i pocisków balistycznych, będą wykorzystywane przede wszystkim załogowe i bezzałogowe, uderzeniowe aparaty latające ze składu sił powietrznych, przenoszące lotnicze środki precyzyjnego rażenia. Charakterystyczne będzie wykonywanie pojedynczych, precyzyjnych uderzeń przy użyciu samolotów wykonanych w technologii stealth, zarówno na obiekty zawczasu planowane jak i na wezwanie, z dyżurowanie w powietrzu. Ze względu na wykorzystanie rozległej sieci informacyjnej możliwe będzie szybkie wyselekcjonowanie obiektów o charakterze strategicznym oraz podejmowanie racjonalnych decyzji o użyciu do ich zniszczenia załogowych i bezzałogowych, lotniczych aparatów latających ze składu sił powietrznych.

Użycie sił powietrznych do działań przeciwko naziemnym i nawodnym (podwodnym) siłom przeciwnika będzie miało na celu neutralizację, powstrzymanie lub niszczenie jego sił lądowych i morskich. Efektywność tych działań w sposób bezpośredni będzie zależała od wywalczenia niezbędnego stopnia przewagi w powietrzu. W operacjach lądowych, w ramach działań przeciwko siłom lądowym przeciwnika, lotnictwo sił powietrznych, obok osłony wojsk lądowych bę-

dzie realizowało dwa zasadnicze zadania – izolację lotniczą i bezpośrednie wsparcie lotnicze.

Bezpośrednie wsparcie lotnicze będzie obejmowało użycie załogowych, a także bezzałogowych aparatów latających ze składu sił powietrznych oraz wojsk lądowych do działań przeciwko siłom i środkom przeciwnika znajdującym się w bezpośredniej bliskości własnych wojsk lądowych. Działania w ramach bezpośredniego wsparcia lotniczego pozwolą na zwalczanie celów niedostępnych, które nie mogą być zniszczone środkami ogniowymi wspieranych wojsk oraz na potęgowanie siły ich ognia poprzez wzajemne uzupełnianie się oddziaływania ogniowego naziemnych środków ogniowych i śmigłowców wojsk lądowych z działaniami załogowych i bezzałogowych aparatów latających sił powietrznych.

Działania lotnictwa sił powietrznych w ramach izolacji lotniczej będzie obejmowało zwalczanie obiektów naziemnego potencjału sił lądowych przeciwnika w głębi jego obszaru (ugrupowania), czyli zwalczanie drugich rzutów i odwodów operacyjnych oraz sił i środków zaopatrzenia, przed ich dotarciem na pole walki. Działania lotnictwa sił powietrznych w ramach izolacji lotniczej będą miały na celu opóźnianie podejścia, rozwijania i przygotowania do działań sił przeciwnika do walki i będzie prowadzona na odległościach nie wymagających ścisłego współdziałania z innymi rodzajami wojsk lądowych w ramach prowadzenia ognia i manewru. Szczególnie przydatne do wykonania uderzeń ogniowych w ramach izolacji lotniczej będą załogowe i bezzałogowe samoloty ze składu sił powietrznych.

W działaniach przeciwko siłom morskim przeciwnika siły powietrzne będą wspierać własne siły morskie poprzez osłonę sił nawodnych i podwodnych oraz obiektów brzegowych przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza oraz poprzez zwalczanie sił nawodnych i podwodnych. Do wykonania tych zadań będzie wykorzystywane zarówno załogowe, jak i bezzałogowe lotnictwo sił powietrznych.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że w przyszłości będzie rósł wpływ lotnictwa wsparcia działań powietrznych na tworzenie dogodnych warunków działań sił powietrznych. Szczególne znaczenie będzie miało użycie samolotów do rozpoznania i obserwacji powietrznej. Samoloty systemu AWACS, AGS, JSTARS oraz załogowe i bezzałogowe samoloty rozpoznawcze ze składu sił powietrznych będą immanentną częścią systemu informacyjnego na sieciocentrycznym polu walki, co

zapewni zasilanie systemu informacją w czasie bieżącym. Duże znaczenie dla działań lotnictwa sił powietrznych w przyszłości nadal będzie miało tankowanie w powietrzu, walka elektroniczna, transport powietrzny, bojowe poszukiwanie i ratownictwo oraz specjalne działania powietrzne.

W literaturze przedmiotu badań (np. „Joint Vision 2025”) znajdują się też pewne zapisy, które określają tendencję do innego formułowania zadań lotnictwa w nowym środowisku walki, jakim jest sieciocentryczne pole walki, za pomocą nowych pojęć i definicji, typowych dla koncepcji walki sieciocentrycznej. Przykładem takiego dokumentu jest materiał wydany przez Dowództwo Sił Powietrznych USA, który określa kierunek transformacji tych sił mający na celu dostosowanie ich do nowego środowiska bezpieczeństwa XXI wieku oraz do nowej, sieciocentrycznej koncepcji prowadzenia działań. Według wspomnianego źródła zadania sił powietrznych w walce sieciocentrycznej to<sup>34</sup>:

- zapewnienie przewagi w powietrzu w celu zapobieżenia atakom z powietrza na siły lądowe i morskie, na linie zaopatrzenia oraz zasoby logistyczne oraz w celu stworzenia korzystnych warunków działań dla swojego komponentu powietrznego,
- uniemożliwienie przeciwnikowi użycia sił ciężkich (oddziałów pancernych i zmechanizowanych), które są najbardziej groźne dla własnych sił,
- izolacja drugich rzutów przeciwnika bądź ich zniszczenie,
- ciągłe wsparcie ogniowe własnych sił przez lotnictwo za pomocą środków precyzyjnych, niezależne od warunków pogodowych,
- uderzenia na systemy uderzeniowe dalekiego zasięgu przeciwnika, w celu uniknięcia zagrożeń skierowanych przeciwko lotniskom bądź portom, w których odbywa się wyładunek własnych sił,
- dostarczenie (za pomocą środków powietrznych i kosmicznych) informacji o przeciwniku poprzez sieć informacyjną, co zapewni świadomości sytuacyjną, umożliwi precyzyjne określenie obiektów uderzeń przy uwzględnieniu informacji dotyczących pogody i środowiska działań,

---

<sup>34</sup> *The US Air Force Transformation Flight Plan*, 2004, s. III – 14.

- szybki transport powietrzny sił i zaopatrzenia na duże odległości, w tym pomiędzy kontynentami.

Studia materiałów źródłowych wskazują jednak, że w walce sieciocentrycznej siły powietrzne wykonywać będą podobne zadania jak w dotychczasowych (nie sieciowanych) działaniach. Odmienny będzie natomiast sposób realizacji zadań, co wynika z ogólnych założeń prowadzenia walki sieciocentrycznej. Analiza przyszłościowych tendencji w tym zakresie wskazuje, że w warunkach sieciocentrycznego pola walki siły powietrzne w coraz mniejszym stopniu będą uczestniczyły w wykonaniu zadań skoncentrowanymi w dużych ugrupowaniach siłami. Ze względu na wzrost możliwości bojowych załogowych i bezzałogowych samolotów lotnictwa sił powietrznych charakterystyczne będzie użycie pojedynczych samolotów lub małych grup do wykonania zadań w tym miejscu i w tym czasie, który będą optymalne. Będzie to możliwe dzięki przewadze informacyjnej, która zapewni świadomość sytuacji i możliwość użycia tych sił, które są najbliżej i zapewnią maksymalny rezultat działań. Nie oznacza to, że nie będzie stosowana zasada koncentracji sił. Zasada ta będzie realizowana poprzez użycie małych grup lub pojedynczych samolotów sił powietrznych tam gdzie to jest najbardziej potrzebne i najbardziej potrzebne w danej sytuacji.

Przewiduje się, że w sytuacji silnej obrony powietrznej przeciwnika w pierwszej kolejności będą użyte bezzałogowe aparaty latające, których zadaniem będzie rozpoznanie z powietrza i ocena zagrożeń oraz elektroniczne i ogniowe obezwładnienie naziemnych i powietrznych środków przeciwlotniczych. W stworzonych w ten sposób dogodnych warunkach w następnej kolejności będą użyte załogowe samoloty sił powietrznych. Dzięki temu straty własnego lotnictwa zostaną znacznie ograniczone do minimum.

W przyszłych działaniach powietrznych bardzo duże znaczenie będzie miała kontrola przestrzeni powietrznej, celem zapewnienia bezpieczeństwa wszystkim środkom ze składu sił powietrznych, sił lądowych i morskich działających we wspólnej przestrzeni oraz celem zapewnienia wysokiej skuteczności działań. Szczególnie trudne będzie zapewnienie bezpieczeństwa oraz skuteczności działań bezzałogowym aparatom latającym, szczególnie podczas działań autonomicznych, kiedy nie będą one kierowane przez operatorów z centrów kierowania. Dotyczyć to też będzie, ale w mniejszym zakresie, załogowych samolotów lotnictwa

sił powietrznych, szczególnie podczas wykonania zadań pojedynczymi samolotami lub małymi grupami.

Przedstawione wyżej analizy i oceny umożliwiają sformułowanie wniosków dotyczących rozwoju sił powietrznych w dwudziestoletniej perspektywie czasowej. Reasumując te badania należy podkreślić, że na wymagania wobec sił zbrojnych, a w tym wobec sił powietrznych, wpływać będą zarówno nierówności w rozwoju cywilizacyjnym społeczeństw, które powodują powstawanie napięć społecznych w wyniku pogłębiania się różnic między państwami (społeczeństwami) bogatymi a biednymi, co może rodzić frustrację i niezadowolenie. Z kolei napięcia społeczne mają bezpośrednie przełożenie na rozwój sytuacji politycznej w świecie.

Największym zagrożeniem dla funkcjonowania państw i społeczeństw nadal pozostanie terroryzm. Należy przypuszczać, że terroryści będą nadal dążyli do osiągnięcia swoich celów różnymi formami działań (sposobami), w tym poprzez terroryzm powietrzny, poprzez terrorystyczne oddziaływanie z powietrza. Dlatego w odniesieniu do sił powietrznych stałym wymaganiem będzie posiadanie już w czasie pokoju sił i środków obrony powietrznej, w tym lotnictwa, znajdujących się w wysokich stopniach gotowości bojowej do ochrony przestrzeni powietrznej kraju i Sojuszu oraz przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym z powietrza, jak również ustalenie jednoznacznych procedur podejmowania decyzji i postępowania podczas walki z takimi zagrożeniami.

Aby można było skutecznie przeciwdziałać tym zagrożeniom należy dążyć do zapewnienia wykrywania i śledzenia takich zagrożeń natychmiast po ich powstaniu oraz zmniejszenia czasu reakcji obsad stanowisk dowodzenia oraz dyżurujących samolotów bojowych i środków obrony przeciwlotniczej. W dalszej perspektywie czasowej rolę bojowych samolotów dyżurnych przejąć powinny bezzałogowe, bojowe statki powietrzne, co wyeliminuje stratę czasu na zajmowanie miejsca w kabinie przez załogi i pozwoli na start natychmiast po powstaniu zagrożenia i powzięciu decyzji o przeciwdziałaniu.

Jednakże konieczność przeciwdziałania zagrożeniom militarnym, które powstawać będą głównie poza terytorium Sojuszu wskazuje, że niezbędne jest, aby siły powietrzne, w perspektywie czasowej dwudziestu lat:

- posiadały naziemne oraz powietrzne sensory i platformy bojowe, wykonane z zastosowaniem najnowszych technologii zapewniające trudność wykrycia i identyfikacji oraz ich wysoką manewrowość i skuteczność, spięte odporną na zakłócenia siecią informacyjną, będące efektywnymi elementami sieciocentrycznego pola walki w wymiarze powietrznym,
- uczestniczyły w znaczący sposób w tworzeniu przewagi informacyjnej w działaniach militarnych, poprzez posiadanie załogowych i bezzałogowych, naziemnych i powietrznych sensorów dostarczających informację z rozpoznania powietrznego oraz obserwacji powietrznej do decydentów i uczestników walki poprzez sieć informacyjną,
- tworzyły globalną siłę, wyposażoną w załogowe i bezzałogowe platformy bojowe, zdolne, między innymi poprzez tankowanie w powietrzu, do szybkiego reagowania w dowolnym punkcie kuli ziemskiej,
- były elastyczne w użyciu poprzez możliwość szybkiego przebazowania w rejony operacyjnego użycia oraz poprzez posiadanie wyspecjalizowanych sił do ich wszechstronnego wsparcia, a także posiadanie transportu powietrznego do szybkiego przerzutu,
- były wyposażone w platformy bojowe przenoszące środki bojowe do obrony przed rakietami balistycznymi i środkami atakującymi z kosmosu,
- były wysoce mobilne i manewrowe,
- posiadały modułową organizację (modułowe jednostki) o w miarę stałych możliwościach bojowych,
- mogły wykonywać precyzyjne i zdecydowane uderzenia na wyselekcjonowane obiekty w powietrzu, na ziemi i na wodzie (pod wodą) poprzez wyposażenie w środki precyzyjnego rażenia,
- były wszechstronnie zabezpieczone przez naziemne i powietrzne środki wsparcia działań powietrznych.

Jak wynika z przeprowadzonych badań platformy bojowe oraz sensory sił powietrznych, będące źródłami informacji w ramach sieciocentrycznego pola walki, w perspektywie roku 2025 powinny być wykonane z zastosowaniem osiągnięć

technologicznych, szczególnie w zakresie utrudnienia lub uniemożliwienia wykrycia i identyfikacji (technologia stealth). W lotnictwie sił powietrznych powinny być stosowane rozwiązania zwiększające manewrowość, zarówno poprzez doskonalenie konstrukcji płatowców, jak i zastosowanie wydajniejszych silników zwiększających możliwości manewrowe poprzez sterowaniem wektorem ciągu. To ostatnie rozwiązanie może mieć decydujące znaczenie podczas prowadzenia manewrowych walk powietrznych przez lotnictwo zwalczające lotnictwo przeciwnika w powietrzu. Należy jednak mieć świadomość, że przyszłe lotnicze platformy bojowe będą wyposażone w bardzo efektywne środki wykrywania celów powietrznych, co będzie potęgowane poprzez sieciocentryczną sieć informacyjną, oraz w środki rażenia o bardzo dużych odległościach rażenia. Dlatego niezbyt często będzie dochodziło do manewrowych walk powietrznych.

Znaczącą wartością (czasem decydującą) w przyszłych działaniach militarnych na sieciocentrycznym polu walki będzie informacja. Siły powietrzne powinny uczestniczyć w znaczący sposób w tworzeniu przewagi informacyjnej poprzez wykorzystanie załogowych i bezzałogowych statków powietrznych oraz naziemnych urządzeń z sensorami rozpoznawczymi. Należy prognozować, że w dalszym ciągu, szczególnie w warunkach działania poza terytorium Sojuszu, w odległych punktach naszego globu, najwygodniejszym i uniwersalnym środkiem monitorowania przestrzeni powietrznej w rejonach zagrożeń będą powietrzne systemy wykrywania i naprowadzania oraz elementy powietrzne systemów rozpoznawczo-uderzeniowych. Podstawowym wymaganiem wobec nich będzie zwiększenie zasięgu wykrywania, zwiększenie odporności na zakłócenia oraz zwiększenie czasu dyżurowania w powietrzu.

W tworzeniu przewagi informacyjnej powinny uczestniczyć też wszystkie samoloty i naziemne środki sił powietrznych. W przyszłości większość zadań rozpoznania powietrznego powinny przejąć bezzałogowe, rozpoznawcze aparaty latające o wysokich możliwościach w zakresie prowadzenia wszystkich rodzajów rozpoznania powietrznego. Jest niezbędne, aby zarówno załogowe, jak i bezzałogowe aparaty latające zapewniały dostarczanie w czasie bieżącym informacji z powietrza do decydentów i uczestników walki poprzez wspólną sieć informacyjną.

Lotnictwo sił powietrznych powinno być globalną siłą zdolną do szybkiego działania w dowolnym punkcie kuli ziemskiej, niezależnie od ukształtowania tere-

nu, przeszkód terenowych, pory doby czy warunków atmosferycznych. Lotnictwo sił powietrznych musi być zdolne do tankowania w powietrzu, co zwiększa jego zasięg i umożliwia wykonanie zadań w odległych rejonach. Pomimo wydłużenia czasu od startu do wykonania zadania, następuje uniezależnienie od naziemnej infrastruktury (bazy lotnicze) w rejonie działań. Dzięki temu możliwe będzie nie tylko dotarcie do odległych miejsc, ale często uniezależnienie od uwarunkowań politycznych, np. uniknięcie komplikacji związanych z odmową zgody na przelot.

Ze względu na znaczne prędkości samolotów siły powietrzne powinny być zdolne do szybkiego (w krótkim czasie) zastosowania dysponowanej siły (dysponowanego potencjału), umożliwiając osiągnięcie zaskoczenia oraz zmniejszając prawdopodobieństwo zniszczenia samolotów w powietrzu.

Siły powietrzne powinny być zdolne do elastycznego wykorzystania w zależności od konkretnych potrzeb i konkretnych warunków działań. Powinny osiągać to wymaganie poprzez wyposażenie w sprzęt umożliwiający wykonanie różnorodnych zadań – od zadań stricte niszczycielskich, poprzez rozpoznanie do zadań związanych z transportem powietrznym i pomocą humanitarną.

Wymaganiem dla sił powietrznych będzie posiadanie środków (platform) do wykonania szerokiej gamy zadań. W odniesieniu do lotnictwa będzie to wyposażenie sił powietrznych w wielozadaniowe samoloty bojowe, w dalszej przyszłości bezzałogowe.

Konieczność działania w odległych regionach oraz sprawnego przemieszczania sił w krótkim czasie powoduje, że siły powietrzne powinny spełniać wymagania modułowości i mobilności. Wymóg modułowości sił powietrznych wynika bezpośrednio z rozszerzonego zakresu ich wykorzystania, szczególnie w kontekście operacji reagowania kryzysowego, w tym również sił odpowiedzi NATO oraz realizowanego w ramach sojuszu wzmacniania sił sojuszników prowadzących operacje wojskowe przez siły, środki i personel wojskowy pozostających w podporządkowaniu pozostałym dowództwom regionalnym sojuszu. Podstawowym założeniem koncepcji modułowości jest zdolność tworzenia, w zależności od celów, rozmachu i charakteru operacji, adekwatnych do konkretnych potrzeb zgrupowań sił powietrznych wydzielonych w czasie pokoju przez poszczególne państwa. Moduły mają być adekwatne w swojej wielkości oraz posiadanych zdolności operacyjnych

w stosunku do potrzeb konkretnych operacji wojskowych sojuszu. Za niezbędne uważa się konieczność wydzielenia sił i środków systemu dowodzenia zapewniających integrację całości sił i środków powietrznych wszystkich rodzajów sił zbrojnych zaangażowanych w operację w jeden w pełni zintegrowany system.

Wymagania modułowości powinny opierać się na następujących ogólnych zasadach:

- wykorzystywane powinny być moduły sił i środków sił powietrznych o względnie stałych możliwościach operacyjnych,
- ilość i rodzaj wykorzystywanych modułów sił i środków sił powietrznych powinny być adekwatne do potrzeb konkretnej operacji wojskowej,
- koncepcje użycia tych sił i środków powinny być zróżnicowane w zależności od potrzeb konkretnej operacji wojskowej,
- utrzymywana powinna być terminowość dostępności wydzielonych modułów sił i środków sił powietrznych w zależności od potrzeb,
- moduły tych sił i środków powinny posiadać zdolność do prowadzenia działań w ramach sojuszniczych sił połączonych.

Analiza potrzeb użycia sił powietrznych w przyszłości pozwala na sprecyzowanie specyficznych wymagań w zakresie modułowości. Wymagania te obejmują:

- zasadę tworzenia modułów sił i środków w oparciu o ustalone i ujednolicone w skali sojuszu zdolności operacyjne oraz parametry taktyczno-techniczne,
- elastyczność i otwartość zdolności operacyjnych poszczególnych modułów sił i środków zapewniające zdolność ich szybkiej adaptacji do potrzeb konkretnej operacji wojskowej sojuszu oraz zmian w sytuacji operacyjno-taktycznej,
- jednolitość taktyki i procedur operacyjnych sił wydzielanych do modułów sił i środków oraz interoperacyjność ich systemów uzbrojenia, rozpoznania, łączności i automatyzacji dowodzenia,

- zdolność współdziałania i współpracy z siłami powietrznymi państw partnerskich nie będących członkami NATO.

Wymogi mobilność i zdolności do transportu sił i środków sił powietrznych podyktowane będą potrzebami prowadzenia operacji poza tradycyjnymi obszarami odpowiedzialności Sojuszu Północnoatlantyckiego. Powinno się je osiągać poprzez zdolność do wykorzystania transportu powietrznego dla przemieszczenia jednostek sił powietrznych do rejonu operacyjnego oraz zdolność części sił do samodzielnego przebazowania się na duże odległości. Dzięki temu zapewnione będzie szybkie ześrodkowanie wysiłku sił powietrznych w niezbędnym miejscu i czasie. Stawia to wysokie wymagania wobec środków transportu powietrznego, które powinny być zdolne do przewozów zunifikowanych ładunków nie tylko w ramach teatru działań (jednego kontynentu), ale przede wszystkim między kontynentami.

Podstawowym wymaganiem wobec lotnictwa sił powietrznych przyszłości powinna być duża precyzja uderzeń, zapewniana przez możliwość dokładnej nawigacji oraz użycie precyzyjnych środków rażenia. Dzięki temu powinna być zapewniona duża skuteczność działań przy minimalnych stratach własnych.

Wysoka efektywność działań sił powietrznych będzie zapewniona poprzez ich wszechstronne zabezpieczenie siłami wsparcia działań powietrznych. Do działań tych, oprócz wymienionego już tankowania w powietrzu, wczesnego wykrywania i naprowadzania oraz transportu powietrznego należeć będzie walka elektroniczna, prowadzona przez naziemne i powietrzne siły i środki, bojowe poszukiwanie i ratownictwo oraz działania specjalne.

### **1.3. Wnioski**

Z przeprowadzonych w rozdziale analiz i wniosków wynika, że w perspektywie roku 2025 nastąpi zdywersyfikowanie zagrożeń. Wprawdzie niezmiernie trudno oceniać jest rozwój sytuacji polityczno-militarnej w dwudziestoletniej perspektywie czasowej, to jednak występujące w ostatnim czasie tendencje w tym zakresie pozwalają na określenie pewnych prawidłowości. Jest prawdopodobne, że w przyszłości możliwość wybuchu konfliktu zbrojnego na dużą skalę, o zasięgu globalnym będzie nadal niewysoka. Głównymi zagrożeniami bezpieczeństwa bę-

dą: międzynarodowy terroryzm, niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia, wybuch konfliktów lokalnych, których podłożem będą antagonizmy religijne, etniczne lub nierówności ekonomiczne i społeczne, rozpad niektórych państw i utrata możliwości kierowania nimi oraz międzynarodowa przestępczość.

Wymienione zagrożenia będą najczęściej pojawiały się w odległych zakątkach naszego globu, poza terytorium Sojuszu Północnoatlantyckiego. Do zapobiegania tym zagrożeniom i rozwiązania wynikających stąd sytuacji kryzysowych stosowane będą w dalszym ciągu, prawdopodobnie w sposób bardziej zintensyfikowany, działania organizacji międzynarodowych, np. ONZ, OBWE lub NATO. Powoływane na podstawie rezolucji organizacji międzynarodowych siły będą miały charakter międzynarodowy i będą prowadziły operacje reagowania kryzysowego. Aby można uczestniczyć w takich działaniach siły zbrojne sojuszu, a tym siły zbrojne naszego kraju muszą posiadać zawczasu przygotowane komponenty, które powinny charakteryzować się dużą mobilnością, krótkim czasem przygotowania do działań oraz wysoką skutecznością i zdolnością do długotrwałego prowadzenia działań militarnych.

Przeprowadzone analizy dowodzą też, że przyszłe działania będą prowadzone zgodnie z nową koncepcją prowadzenia walki nazywanej walką sieciocentryczną. Istotą tej koncepcji jest zapewnienie przewagi informacyjnej poprzez stworzenie wspólnej dla wszystkich uczestników walki sieci informacyjnej. Dzięki temu zostanie zapewnione dostarczenie niezbędnej i aktualnej informacji wszystkim uczestnikom walki, zarówno decydentom, jak i wykonawcom, oraz osiągnięcie świadomości pola walki. Poprzez to niezbędne do osiągania postawionych celów siły będą użyte we właściwym miejscu i pożądanym czasie.

Siły powietrzne będą w przyszłości jednym z najważniejszych, a niekiedy dominującym komponentem sił biorących udział w operacjach militarnych. Przewiduje się, że w ramach sieciocentrycznego pola walki zadania sił powietrznych, co do swojej istoty nie zmienią się. W czasie pokoju siły powietrzne będą użyte do ochrony przestrzeni powietrznej, w tym do przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym z powietrza typu „RENEGADE”, poprzez pełnienie dyżurów bojowych w ramach Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej NATO.

W czasie kryzysu siły powietrzne przeznaczone będą do kontroli przestrzeni powietrznej, demonstrowania groźby użycia siły, prowadzenia rozpoznania powietrznego, a także, w razie potrzeby, do zwalczania celów powietrznych, naziemnych i nawodnych w ramach narodowych, sojuszniczych lub koalicyjnych operacji reagowania kryzysowego.

W czasie wojny dalszym ciągu priorytetowym zadaniem, w którym wezmą udział siły powietrzne, będzie walka o przewagę w powietrzu, celem której będzie tworzenie dogodnych warunków do prowadzenia operacji przez wszystkie uczestniczące w niej komponenty. Ponadto siły powietrzne będą jednym z głównych wykonawców strategicznych uderzeń powietrznych oraz będą uczestniczyć w działaniach przeciwko siłom lądowym i morskim. Wysoka skuteczność działań sił powietrznych zostanie osiągnięta poprzez wszechstronne wsparcie działań powietrznych przez wyspecjalizowane samoloty i śmigłowce.

Sposób użycia lotnictwa w operacjach militarnych będzie uzależniony od warunków jej prowadzenia. W warunkach sieciocentrycznego pola walki charakterystyczne będą działania małych grup samolotów lub pojedynczych samolotów w miejscu i czasie, który będzie optymalnym, co zostanie zapewnione dzięki przewadze informacyjnej i posiadaniu świadomości sytuacji. Zapewni to możliwość podejmowania optymalnych decyzji o użyciu sił powietrznych. W przyszłości będzie rosła ranga i znaczenie bezzałogowych statków powietrznych, które będą wykorzystywane do rozpoznania z powietrza oraz wykonania zadań w rejonach o silnej obronie przeciwlotniczej, celem uniknięcia strat załóg samolotów pilotowanych.

Przeprowadzone analizy pozwoliły na ustalenie wymagań wobec sił powietrznych w perspektywie roku 2025. Najważniejszymi wymaganiami, które powinny spełniać siły powietrzne w perspektywie czasowej dwudziestu są:

1. Siły powietrzne powinny być ważnym komponentem sieciocentrycznego pola walki, posiadając na wyposażeniu sensory do zdobywania informacji w przestrzeni powietrznej, w tym z powietrza oraz platformy bojowe do wykonania zadań stricte bojowych, związanych z niszczeniem obiektów powietrznych, naziemnych i nawodnych (podwodnych).

2. Siły powietrzne powinny tworzyć globalną siłę. Wyposażone w załogowe i bezzałogowe lotnicze platformy bojowe, dzięki tankowaniu w powietrzu powinny być gotowe do użycia w dowolnym punkcie kuli ziemskiej. Niezbędne jest, aby jednostki sił powietrznych posiadały modułową organizację o w miarę jednokowych możliwościach bojowych, były wysoce mobilne i manewrowe, co powinno zapewnić niezbędną elastyczność użycia.
3. Przyszłe platformy bojowe sił powietrznych powinny być wykonane z zastosowaniem najnowszych technologii zapewniających trudność wykrycia i identyfikacji, wysoką manewrowość i skuteczność. Powinny posiadać wyposażenie nawigacyjno-celownicze oraz uzbrojenie umożliwiające wykonanie precyzyjnych uderzeń we wszystkich warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

## Rozdział 2

### KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMÓW ROZPOZNANIA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

W rozdziale zawarte są rezultaty badań będące rozwiązaniem problemu badawczego: jakie będą kierunki rozwoju naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych do 2025 roku?

#### **2.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów rozpoznania sił powietrznych**

W naziemnych systemach rozpoznania radiolokacyjnego funkcjonują obecnie i w dalszym ciągu będą technologicznie rozwijane radary „klasyczne” oraz pozahoryzontalne. Intensywne prace badawcze prowadzone są nad wdrożeniem radarów bi- i multistatycznych, radarów mikrofalowych, radarów o obniżonej mocy sygnałów – tzw. „radarów cichych” oraz radarów pasywnych. Prace te wyznaczają przyszłościowe kierunki rozwoju radarów.

Radary „klasyczne” wykorzystują fale radiowe zakresu metrowego, decymetrowego i centymetrowego rozchodzące się praktycznie prostoliniowo, co ogranicza ich zasięg wykrywania horyzontem radiowym. Ich rozwój zmierza w kierunku zwiększenia odporności na zakłócenia elektroniczne i zniszczenie rakietami przeciwradiolokacyjnymi. Dalsze tendencje rozwojowe systemów radarowych będą dotyczyć:

- zwiększenia ich możliwości w wykrywaniu obiektów powietrznych wykonanych w technologii stealth, taktycznych rakiet balistycznych, rakiet skrzydlatych oraz bezzałogowych aparatów latających,
- zwiększania ich zasięgu wykrywania,
- zwiększania dokładności określania współrzędnych obiektów,
- rozszerzenia zakresu wykorzystywanych częstotliwości,
- zwiększania niezawodności i mobilności,
- zmniejszania gabarytów urządzeń i ich podzespołów,

- rozdzielenia urządzeń nadawczych od odbiorczych celem zachowania ich żywotności,
- systematycznego zmniejszania stanu obsługi i dążenia do budowy radarów bezobsługowych.

Od wielu już lat wyzwaniem dla stacji radiolokacyjnych są tak zwane samoloty niewykrywalne, to znaczy wykonane w technologii stealth. Metody wykrywania obiektów budowanych w technologii stealth można podzielić na dwie grupy.

Pierwsza grupa obejmuje tradycyjne sposoby zwiększania zasięgu wykrywania, które nie uwzględniają specyfiki obiektów wykonywanych w technologii stealth. Polegają one na zwiększeniu potencjału energetycznego oraz czułości układów odbiorczych, stacji radiolokacyjnych. Obiekt o małej skutecznej powierzchni odbicia odbija w kierunku źródła promieniowania tylko ułamek padającej na niego energii. Tak więc, im więcej energii opromieniuje obiekt stealth, tym proporcjonalnie więcej się od niego odbije i dotrze do stacji radiolokacyjnej, zwiększając tym prawdopodobieństwo jego wykrycia.

Konstruktorzy radarów dążą więc do tego aby moc emitowanego sygnału stacji radiolokacyjnych była jak największa. Podejście to ma jednak wady:

- sygnały o dużej mocy są łatwo wykrywalne na dużych odległościach przez środki walki radioelektronicznej przeciwnika, co bardzo ułatwia zniszczenie radaru,
- wraz z zastosowaniem dużej mocy pojawiają się bariery technologiczne, których przełamanie wydaje się być na razie niemożliwe, szczególnie tam gdzie wymiary anten stacji z różnych względów muszą być ograniczone (samolot, okręt, kontener, pojazd). Jak wskazuje praktyka aby zwiększyć zasięg stacji dwukrotnie nie zmieniając wymiarów anteny oraz nie zwiększając czułości urządzeń odbiorczych moc stacji trzeba zwiększyć kilkunastokrotnie.

O wiele lepsze wyniki uzyskuje się stosując wszelkiego rodzaju metody kompresji impulsu. Układy nadawcze stacji emitują wówczas bardzo długi sygnał (o małej rozróżnialności), który w wyniku kompresji traktowany jest przez układy odbiorcze stacji jako bardzo krótki sygnał (o dużej rozróżnialności). Oznacza to, że

cała energia sygnału może być wypromieniowana w dłuższym czasie, nie przeciążając układów nadawczych i antenowych.

Najnowsze radary z kompresją impulsu i mocą w impulsie równą 1 MW porównywalne są (przy zachowaniu takiej samej rozróżnialności) z radarami bez kompresji o mocy w impulsie równej 10 000 MW. Ilość energii dochodzącej do obiektu można też zwiększyć przez poprawienie charakterystyki kierunkowej anteny. Wiąże się to jednak ze znacznym zwiększeniem rozmiarów anteny co nie zawsze jest możliwe (np. na samolotach lub okrętach). Mimo wszystko umiejętnie kształtując współczynnik kierunkowy anteny można osiągnąć nawet 70 % zwiększenie zasięgu stacji.

W najnowszych konstrukcjach stacji radiolokacyjnych stosowane są anteny ścianowe z elektronicznym przeszukiwaniem przestrzeni. Stacje tego typu po wysłaniu w określonym kierunku standardowej liczby impulsów i stwierdzeniu, że prawdopodobnie znajduje się tam obiekt wysyłają automatycznie w kierunku obiektu większą liczbę impulsów niż to wynika z rodzaju pracy poszukiwania zwiększając tym zasięg wykrywania stacji.

Druga grupa rozwiązań obejmuje niekonwencjonalne sposoby zwiększania zasięgu wykrywania celów o małej skutecznej powierzchni odbicia. Cechą charakterystyczną tych metod jest to, że wykorzystują one własności obiektów stealth do ich wykrycia.

Obiekty stealth charakteryzują się małą skuteczną powierzchnią odbicia. Jednakże obecna technologia zapewnia utrzymanie tej cechy jedynie w niewielkim zakresie częstotliwości od 1 do 20 GHz. Istnieją duże trudności w zmniejszeniu skutecznej powierzchni odbicia poza tym zakresem częstotliwości. Można więc znacznie poprawić skuteczność wykrywania obiektów dobierając odpowiednią częstotliwość pracy stacji radiolokacyjnej.

Zastosowanie fal bardzo krótkich (milimetrowych) oznacza, że sygnał będzie odbijany przez najmniejsze elementy konstrukcji opromieniowanego obiektu. Ponadto materiały tłumiące fale milimetrowe są dopiero w fazie badań i w najbliższej przyszłości nie przewiduje się budowy samolotów przy ich wykorzystaniu. W związku z tym prowadzi się intensywne prace nad radarami działającymi w paśmie 30 – 40, 85 – 95 a nawet bliskim 140 GHz.

O wiele łatwiej jest zwiększyć długość fali (zmniejszyć częstotliwość) na tyle, by dostatecznie osłabić własności absorpcyjne pokryć i struktur konstrukcyjnych samolotów (współczesne pokrycia tłumią skutecznie fale elektromagnetyczne o częstotliwości 1 GHz dopiero przy grubości pokrycia dochodzącej do 20 – 30 mm, co w przypadku samolotu jest nie do przyjęcia). Ten sposób konstruowania radarów jest dogodniejszy, ponieważ wraz ze wzrostem długości fali rośnie zasięg wykrywania dzięki temu, że skuteczna powierzchnia odbicia obiektu rośnie wówczas liniowo. W przypadku obiektów stealth ta zależność jest jeszcze silniejsza, gdyż skuteczna powierzchnia odbicia rośnie z kwadratem długości fali.

Można więc przypuszczać że radary specjalizujące się w wykrywaniu obiektów latających typu stealth będą pracowały w paśmie w jakim pracowały pierwsze w historii radary czyli w paśmie fal metrowych.

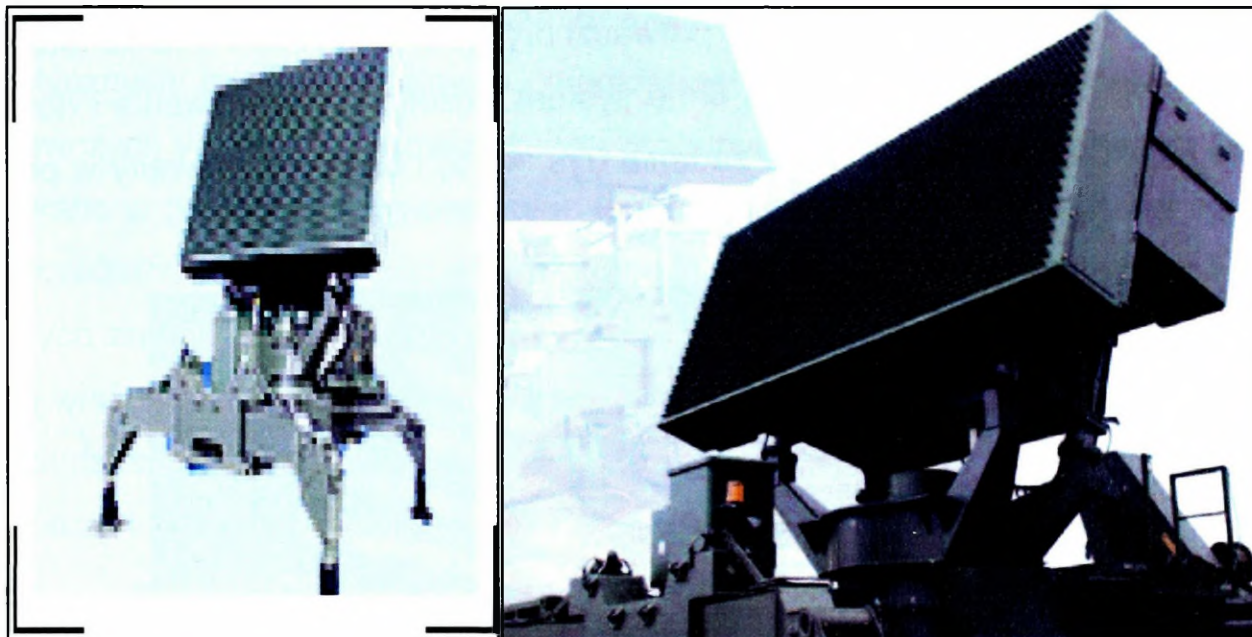
Okazało się również, że do wykrywania obiektów latających wykonanych w technologii stealth świetnie nadają się znane już od dawna radary pozahoryzontalne. Te pracujące na bardzo długich falach stacje radiolokacyjne działają wykorzystując odbicie fali elektromagnetycznej od jonosfery.

Inna metoda wykrywania polega na wykorzystaniu swoistych cech samolotów wykonanych w technologii stealth – rozpraszania fal radiowych. Jeżeli sygnał odbity od takiego obiektu i odbierany w jakimś punkcie przestrzeni jest bardzo słaby to w innym może być kilkakrotnie silniejszy. Dlatego też powstała koncepcja radarów multistatycznych, w których anteny nadawcze i odbiorcze są odseparowane. W przypadku takich radarów jedna z podstawowych cech technologii stealth – jak najmniejsze odbijanie energii na źródło promieniowania kosztem innych kierunków, obraca się przeciwko nim.

Przykładem radarów spełniających już w dużej mierze przedstawione wyżej wymagania są prototypowe stacje radiolokacyjne opracowane przez firmę Thales, takie jak radary serii MASTER (M3R lub A – rys. 2 i 3), przeznaczone do pracy w rozszerzonej obronie powietrznej. Analiza tendencji rozwojowych tych radarów wskazuje, że będą one stosowane i rozwijane w przyszłości.

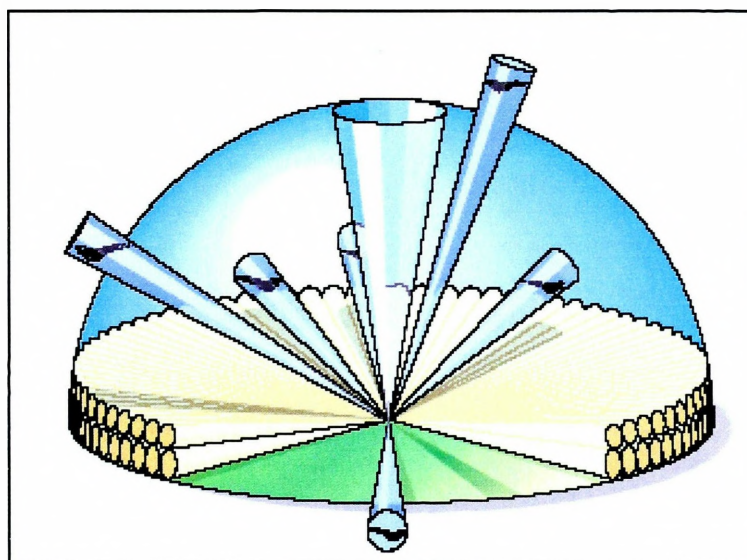
Radary MASTER M3R i MASTER A określają trzy współrzędne obiektów powietrznych, mają możliwość wykrywania wysoce manewrowych obiektów po-

wietrznych, rakiet balistycznych i manewrujących oraz bezzałogowych aparatów latających.



Źródło: <http://www.thalesraytheon.com/business-and-products/products/radars/multi-missions-radars/master-a.html>

**Rys. 2. Antena ścianowa radarów MASTER M3R i A**

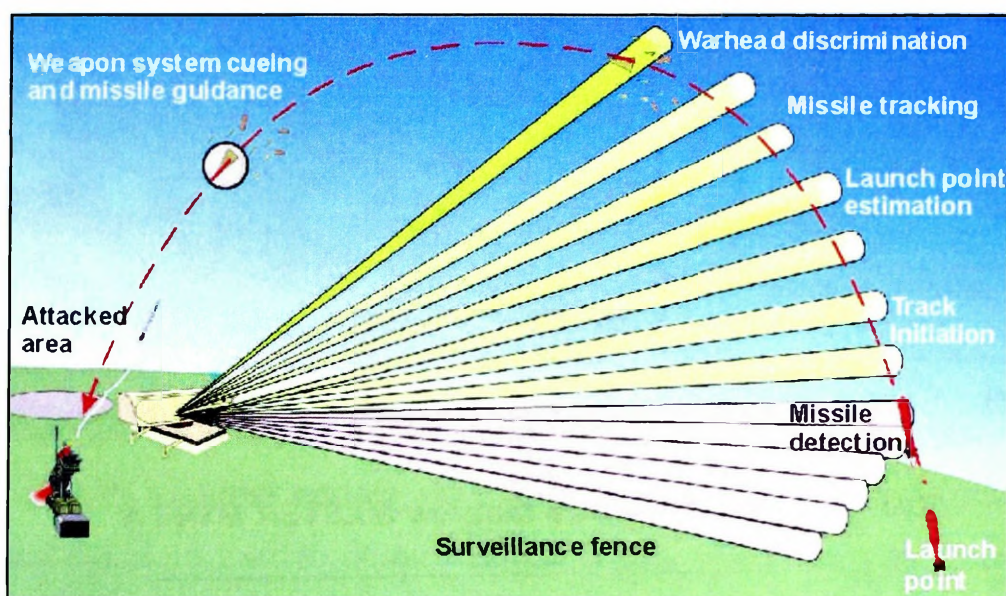


Źródło: MASTER – A Multi-Function 3D Radar, dostępne z: <http://www.thalesraytheon.com>

**Rys. 3. Strefa wykrywania radaru MASTER A**

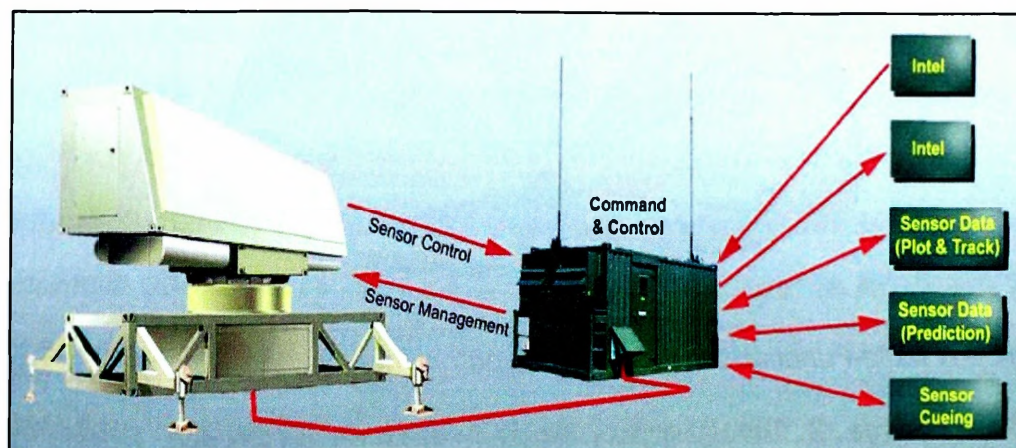
Radar MASTER T charakteryzuje się niskim poziomem emisji ciepłych i elektromagnetycznych oraz wysoką manewrowością i odpornością na zakłócenia elektroniczne. Jego antena nadawcza jest oddalona od urządzeń odbiorczych, co zwiększa jego żywotność. Ponadto jego urządzenia rozmieszczone są na dwóch samochodach, co pozwala przemieszczać go jednym samolotem C-130.

Zaawansowane prace badawcze nad radarami zdolnymi wykrywać rakiety balistyczne i określać ich miejsce uderzenia, a także wykrywać rakiety manewrujące i bezzałogowe aparaty latające, prowadzi brytyjska firma AMS (Alenia Marconi Systems). Opracowany przez tą firmę system wczesnego wykrywania i dowodzenia EWACS spełnia powyższe zadania (rys. 4 i 5) i będzie stosowany w przyszłości.



Źródło: *Early Warning and Control System*, Alenia Marconi Systems Limited 2002, dostępne z: <http://www.amsiv.com>

**Rys. 4. Idea funkcjonowania systemu EWACS**



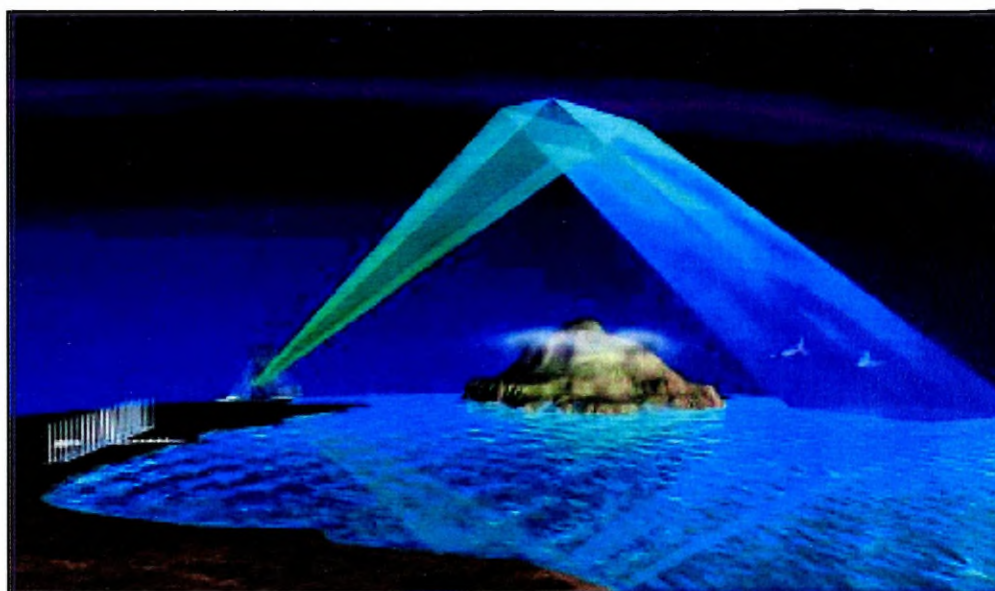
Źródło: *Early Warning and Control System*, Alenia Marconi Systems Limited 2002, dostępne z: <http://www.amsiv.com>

**Rys. 5. Komponenty systemu EWACS**

System ten przeznaczony jest do kontroli przestrzeni powietrznej, wykrywania rakiet balistycznych i manewrujących, wczesnego ostrzegania przed uderzeniami rakiet balistycznych oraz kierowania aktywnymi środkami walki. Stacja radiolokacyjna tego systemu ma zasięg ok. 1 500 km, jest odporna na zakłócenia elek-

troniczne oraz wysoce mobilna. Może być przemieszczana samolotem C-130 lub śmigłowcem Chinook.

Konieczność wykrywania bardzo szybkich, niskolecących celów oraz rakiet balistycznych na maksymalnych odległościach, spowodowała wznowienie prac badawczych i rozwój radarów pozahoryzontalnych. Prace te będą również kontynuowane w przyszłości, wyznaczając tendencje rozwojowe tych radarów. W stacjach radarowych tego typu wykorzystuje się właściwości rozchodzenia się fal radiowych zakresu dekametrowego (od 100 do 10 m). Fale radiowe tego zakresu mają właściwości odbijania się od dolnych warstw jonosfery (rys. 6). W zależności od ich częstotliwości, kąta padania i charakteru jonosfery, fale te mogą wyjść poza jej obszar lub odbić się od niej i powrócić na powierzchnię ziemi.



Źródło: *Relocatable Over-the-Horizon Radar (ROTHR) for Homeland Security, Raytheon Company 2004*, dostępne z: <http://www.raytheon.com>

### **Rys. 6. Idea radiolokacji pozahoryzontalnej**

Podstawową zaletą fal dekametrowych jest zdolność do ich rozchodzenia się poza linię widoczności horyzontalnej. Wykorzystując zjawisko rozchodzenia się fali powierzchniowej można uzyskać zasięg pozahoryzontalnych RLS do 200 – 300 km, co aż ośmiokrotnie przewyższa zasięg wykrywania celów niskolecących za pomocą radiolokatora zakresu centymetrowego. Natomiast pozahoryzontalne RLS z falą przestrzenną wykrywają cele w odległościach do 400 – 800 km przy jednokrotnym odbiciu fal od jonosfery a przy wielokrotnym 4 000 km.

Istnienie możliwości powstania w tych stacjach szeregu zakłóceń pasywnych oraz oddziaływania zakłóceń aktywnych powoduje konieczność zastosowa-

nia szeregu efektywnych metod selekcji. Dlatego w radiolokacyjnych stacjach pozahoryzontalnych stosuje się anteny o dużym zysku kierunkowym oraz wykorzystuje się w nich złożone sygnały radiolokacyjne, dzięki czemu można uzyskać stosunkowo dużą rozróżnialność w odległości oraz dostatecznie dużą energię sygnału sondującego.

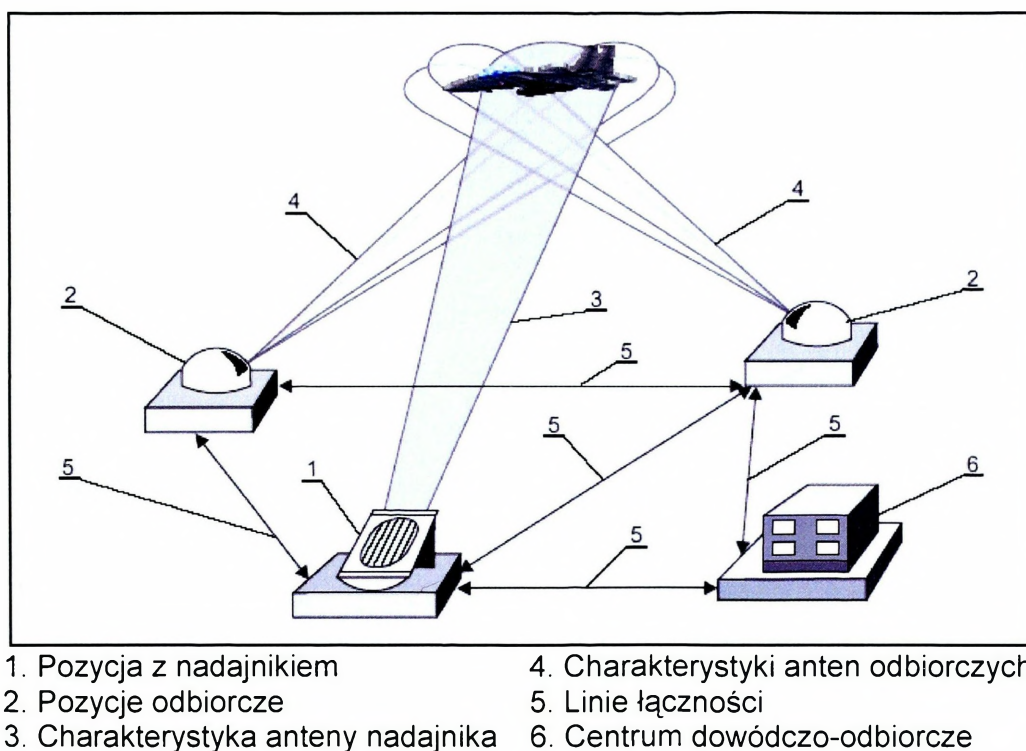
Radiolokator jest urządzeniem, które wypromieniowuje falę elektromagnetyczną i odbiera sygnały echa odbite od obiektów znajdujących się w opromienianej przestrzeni. Dzięki kierunkowej charakterystyce anteny oraz opóźnieniu czasowemu impulsu echa względem impulsu sondującego RLS, jest możliwe określenie współrzędnych przestrzennych obiektów znajdujących się w opromienianej przestrzeni względem radiolokatora.

Ponieważ sygnał odbity (echa) rozchodzi się we wszystkich kierunkach, to jest możliwe określenie współrzędnych obiektu i w tym przypadku, kiedy nadajnik znajduje się w dużej odległości od odbiornika. Zjawisko to zostało wykorzystane w tzw. radiolokatorach bi- i multistatycznych, zwanych także radiolokatorami wielopozycyjnymi. Cechą odróżniającą radiolokator bistatyczny (multistatyczny) od radiolokatorów zwanych monostatycznymi jest wykorzystanie do nadawania i odbioru oddzielnych, oddalonych od siebie elementów. Radiolokatory te będą stosowane i doskonalone również w przyszłości.

W wyniku opromieniania obiektu powietrznego i odbicia fal elektromagnetycznych w przestrzeni znajdują się rozproszone fale elektromagnetyczne (oprócz miejsc zasłoniętych przez cel). Radiolokacja multistatyczna, w porównaniu z monostatyczną, wykorzystuje nie tylko informacje pochodzące z niewielkiego wycinka tej przestrzeni, zawierającego rozproszone fale elektromagnetyczne, lecz informacje z kilku radiolokatorów rozmieszczonych przestrzennie, a to pozwala na zwiększenie możliwości informacyjnych oraz zwiększenie odporności systemu na zakłócenia. W związku z tym nadajnik i odbiornik (przynajmniej dwa) muszą być rozmieszczone w terenie na różnych pozycjach (nie wyklucza się większej liczby elementów nadawczych i odbiorczych) – rys. 7.

Dokładne określenie miejsca położenia obiektu w przestrzeni powietrznej wymaga odpowiedniego zsynchronizowania nadajnika i odbiorników oraz dokładnego określenia ich pozycji w terenie (możliwość użycia GPS, szybkość i dokład-

ność). Ograniczeniem w wykorzystywaniu wielopozycyjnych SRL jest możliwość wykrywania obiektów powietrznych w określonej przestrzeni, gdzie strumień energii emitowanej przez nadajnik pokrywa się ze strefą widzialności odbiornika.



Źródło: opracowanie własne

### Rys. 7. Rozmieszczenie elementów w wielopozycyjnym systemie radiolokacyjnym

Dokładność określania współrzędnych obiektów w radiolokatorach wielopozycyjnych, w dużym stopniu zależy od ich konfiguracji przestrzennej. Im bardziej równomierne jest rozłożenie elementów systemu tym bardziej ujednoczona jest dokładność w całym obszarze wykrywania. Dokładność i rozróżnialność radiolokatorów multistatycznych nie różni się od dokładności i rozróżnialności systemów monostatycznych. Poza tym istnieją większe możliwości modulowania pracy nadajników za pomocą fali ciągłej. Przy modulowaniu nadajnika w sposób impulsowy mogą być wykorzystane wysokie częstotliwości powtarzania impulsów, które w radarach tradycyjnych powodowałyby niejednoznaczności określania współrzędnych obiektów.

Ważną zaletą radarów wielopozycyjnych jest ich duża odporność na zakłócenia. W tym zakresie systemy multistatyczne mają wyraźną przewagę nad monostatycznymi. Wiadomo, że po opromieniowaniu celu w całej przestrzeni wytwarza się pole rozproszone. Stacja jednopozycyjna wykorzystuje informację o obiektach pochodzących z jednego wycinka przestrzeni odpowiadającego wielkości charakterystyki aparatury anteny odbiorczej. W systemach wielopozycyjnych wy-

korzystywana jest informacja z kilku części rozproszonego pola, co pozwala zwiększyć możliwości informacyjne, uodpornić system na zakłócenia. Kompleks złożony z kilku stacji nadawczych i odbiorczych połączonych w jeden radar multi-statyczny nazywany jest często siecią radiolokacyjną.

Poza oczywistymi zaletami radary multistatyczne mają niestety także wady. Wykrycie jednego celu tymi urządzeniami jest stosunkowo proste, jednak wykrywanie wielu celów jednocześnie jest dużo trudniejsze. Ponadto nadajniki sieci radiolokacyjnej muszą pracować na bardzo stabilnej częstotliwości i powinna istnieć między nimi doskonała synchronizacja zarówno w czasie jak i w fazie nadawanych przez nie sygnałów sondujących, oraz musi istnieć niezawodna organizacja anten nadawczych i odbiorczych tzw. organizacja w przestrzeni. Wszystko to wymaga zastosowania najnowocześniejszych systemów komputerowych oraz zorganizowania doskonałej sieci łączności, zdolnej do wymiany informacji w czasie rzeczywistym.

Radary „ciche” (tzw. radary LPI – Low Probability of Intercept – o niskim prawdopodobieństwie przechwycenia jego promieniowania) tworzą nową jakość w radiolokacji poprzez: niewielką moc szczytową, losowe przestrajanie w szerokim zakresie częstotliwości, kodowanie sygnału wraz z dużym współczynnikiem kompresji, zmianą szerokości i okresów powtarzania nadawanych impulsów oraz bardzo szybkie pseudolosowe zmiany położenia wiązki w przestrzeni przy zachowaniu bardzo niskiego poziomu listków bocznych.

Z uwagi na to, że stacje te dokonują dodatkowo obróbki danych – śledzą cele w czasie przeszukiwania przestrzeni – nazywane są stacjami wielofunkcyjnymi. Zewnętrzną charakterystyczną cechą budowy takich stacji jest antena ścianna.

Niska moc impulsowa dla tego typu stacji, zmienne parametry sygnału i elastyczność wyboru algorytmów przeszukiwania przestrzeni pozwalają zaliczyć tą stację do klasy trudno wykrywalnych, co utrudnia jej zakłócenie, identyfikację i zniszczenie rakietami przeciwradiolokacyjnymi. Konstrukcja stacji na jednym podwoziu, spełniającym wymagania terenowe, zapewniłaby dużą mobilność i krótki czas przejścia z pozycji transportowej do pozycji pracy.

Obecnie tego typu stacje są opracowywane przez różne firmy na świecie i będą również stosowane w przyszłości. Stacje te pracują z kodowanym sygnałem sondującym w paśmie C (długość fali 5,5 cm) i zapewniają mały błąd średniokwadratowy pomiaru odległości. Szacuje się ich zasięg wykrywania na około 100 km .

Radiolokacja pasywna wykorzystuje obce źródła emisji elektromagnetycznej (rys. 8). W konstruowaniu tego typu radarów prowadzi się badania nad kompleksowym wykorzystaniem: odbiorników szerokopasmowych; anten ultra szerokopasmowych; technik szybkiej korelacji wielu szeroko zakresowych sygnałów; szybkiego, wielo i szeroko zakresowego formowania wiązki – niezbędnych do funkcjonowania tego typu systemu. Przewiduje się pracę na bazie sygnałów emitowanych przez nadajniki (przewidywane maksymalne zasięgi): systemu GPS (przewiduje się maksymalną odległość 20 000 km pomiędzy źródłem promieniowania o odbiornikiem), telewizyjne (ok. 260 km), radiowych FM (ok. 100 km), telewizji satelitarnej (ok. 100 km), w zakresie częstotliwości od 50 do 800 MHz i ok. 12 GHz.

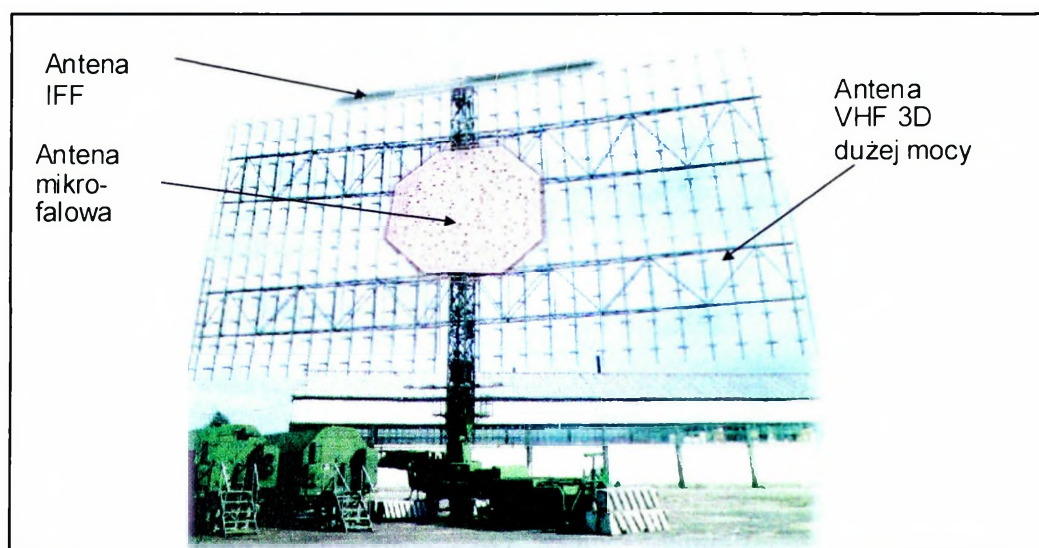


Źródło: opracowanie własne

**Rys. 8. Pasywny system bistatyczny**

Prowadzone są również badania nad przyszłościowymi radarami zakresu milimetrowego. Wśród radarów klasycznych naziemnych, te zakresu cm stwarzają największe możliwości wykrywania celów nisko lecących lecz nie zapewniają natychmiastowego rozpoznania celu. Nadzieje takie stwarza radar zakresu mm, który poprzez porównanie cech rozpoznawczych celu z tymi w bazie danych pozwoli na szybkie i bezbłędne rozpoznanie obiektu. Porównanie dotyczy m.in. widma częstotliwości dopplerowskiej oraz wymiarów i kształtów charakterystycznych elementów powierzchni.

Radary dwuczęstotliwościowe są odmianą klasycznych radarów, stanowią one połączenie radaru zakresu niskich (np. 400 MHz) i wysokich (np. 3 GHz) częstotliwości – rys. 9. Część funkcjonalna pracująca na niższej częstotliwości zapewnia dobre właściwości wykrywania małych, nisko lecących celów powietrznych wykonanych w technologii stealth (o mocno obniżonej skutecznej powierzchni odbicia) na dużych odległościach, natomiast druga część funkcjonalna pracująca na wyższej częstotliwości pozwala na przejście (przy ciągłości śledzenia) obiektu na mniejszej odległości i udokładnienia jego parametrów lotu.



Źródło: opracowanie własne

**Rys. 9. Koncepcja radaru dwuczęstotliwościowego**

W praktyce oznacza to również podwójne przekrycie, co zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia celu. Koszty budowy i serwisu tego typu radaru są mniejsze niż w przypadku wykonania dwóch różnych typów, efekt dublowania jest również osiągnięty. Działanie takiego radaru jest zawsze efektywniejsze niż współdziałanie dwóch radarów różnych zakresów, odporność na zakłócenia jest też lepsza. Rozwoju wymagają tu technologie budowy anten, odbiorników, obróbki cyfrowej sygnału i przemiany częstotliwości obrabianych sygnałów.

Współczesne i perspektywiczne środki napadu powietrznego oraz systemy dowodzenia siłami powietrznymi wykorzystują i prawdopodobnie będą nadal wykorzystywały coraz to szerszy wachlarz środków elektronicznych, o coraz większych możliwościach, by zabezpieczać i realizować swoje zadania. Środki łączności radiowej dowodzenia siłami powietrznymi, tak w powietrzu, jak i na ziemi, pokładowe środki rozpoznania i przeciwdziałania elektronicznego wykorzystują coraz szerszy zakres widma fal elektromagnetycznych oraz coraz nowsze rodzaje emisji. W za-

kresie emisji łączności radiowej takim wyzwaniem stojącym przed systemami rozpoznania elektronicznego są emisje szerokopasmowe ze skokową zmianą częstotliwości FH oraz emisje poniżej poziomu szumów.

We współczesnych systemach rozpoznania elektronicznego nie ma jeszcze urządzeń, które spełniłyby wszystkie wyżej wymienione wymagania, choć wiele już w tym kierunku zrobiono. Biorąc powyższe pod uwagę, należy sądzić, że dalszy rozwój środków rozpoznania elektronicznego powinien być ukierunkowany na:

- opanowanie całego zakresu częstotliwości wykorzystywanego widma elektromagnetycznego,
- zautomatyzowanie wszystkich procesów rozpoznania elektronicznego i archiwizacji informacji. Automatyzacja dotyczy stałego wyszukiwania emisji i rejestrowania ich parametrów, ciągłego pomiaru miejsca rozmieszczenia źródła promieniowania energii elektromagnetycznej oraz przechwytywania pracujących emisji. Automatyzacja prowadzi bowiem do skracania czasu uzyskiwania informacji o wszystkich pracujących środkach elektronicznych, ograniczając subiektywność człowieka w pomiarach,
- rozpoznawanie wszystkich rodzajów emisji stosowanych w urządzeniach elektronicznych. W przestrzeni elektromagnetycznej pojawia się coraz więcej nowych emisji trudno rozpoznawalnych.

Wartość urządzeń rozpoznawczych będzie zależeć od możliwości przechwytywania wszystkich rodzajów emisji. Ich rozwój zmierza w kierunku urządzeń uniwersalnych, które mogą wszystko przechwytywać i wydzielać poszczególne emisje w zależności od ich charakteru.

Perspektywiczne, naziemne systemy rozpoznania optoelektronicznego to przede wszystkim urządzenia wykorzystujące promieniowanie laserów. Radar laserowy (lidar) pozwala rozszerzyć możliwości klasycznego radaru mikrofalowego. Łączy on w sobie zalety radaru konwencjonalnego i zobrazowania wizyjnego. Za pomocą radaru laserowego można uzyskać dokładniejsze pomiary odległości, prędkości i kierunku ruchu obiektu, a ponadto uzyskać jego obraz. Możliwość jednoczesnego otrzymania wymienionych powyżej parametrów jest bardzo istotną zaletą radaru laserowego, tym bardziej, że wyniki uzyskuje się w czasie rzeczywi-

stym wykorzystując szybkie techniki obróbki danych. Zalety radaru laserowego zdecydowały o jego zastosowaniu w technice wojskowej do wykrywania i wskazywania celów, określania odległości do obiektu i jego prędkości, śledzenia, rozpoznania, a w końcowym etapie do identyfikacji celu. Laser udokładnił zdolności pomiarowe radarów optycznych w stosunku do klasycznych radarów mikrofalowych.

Radar laserowy jest urządzeniem, które mimo iż wykorzystuje promieniowanie z obszaru optycznego widma fal promieniowania elektromagnetycznego, jest podobne do konwencjonalnych urządzeń tego typu – radarów mikrofalowych. Występujące natomiast między nimi różnice są jednak istotne. Podobnie jak w nomenklaturze radarów konwencjonalnych, radary laserowe można pogrupować w zależności od: rodzaju wykonywanego pomiaru, techniki detekcji, techniki modulacji i demodulacji, typu lasera lub użytej długości fali, wykonywanego zadania, lub typu zbierania i obróbki danych. Urządzenia te można ponadto sklasyfikować jako monostatyczne, bistatyczne lub wielostatyczne w zależności od tego czy radar laserowy używa tej samej optyki do nadawania i odbioru sygnału echa czy też stosuje oddzielne układy optyczne, usytuowane w różnych miejscach.

Intensywny rozwój środków przeciwdziałania i zakłócania systemów radiotechnicznych zmierza do opracowywania nowych sposobów lokacji<sup>35</sup> wykorzystujących np. środki lub systemy lokacyjne pracujące w optycznym przedziale długości fal elektromagnetycznych, czyli radary laserowe. Dla radarów laserowych przewiduje się te same, typowo wojskowe zastosowania co i dla radaru konwencjonalnego, a mianowicie: kontrolę rejonu; zbieranie danych o obiektach ze śledzeniem obiektów włącznie; nawigacja. Radar mikrofalowy wykonuje dostatecznie dużą ilość zadań, pracując w każdych warunkach meteorologicznych. Radar laserowy natomiast, skupia się na zadaniach, których konwencjonalny radar nie jest w stanie wykonać. Ponadto dostarcza informacji z dużo większej odległości i z dużo większą precyzją oraz z bardzo dokładną aktualizacją danych nawigacyjnych. Ponadto dostarcza zobrazowania obiektów z dużą rozdzielczością. Przyszłe prace nad radarami laserowymi prawdopodobnie będą obejmowały potrzeby dotyczące nowych i wyłaniających się zastosowań wojskowych przez rozwijanie nowych źró-

---

<sup>35</sup> Lokacja – wykrywanie i wyznaczanie położenia lub prędkości ruchu obiektów w przestrzeni, stosowane w nawigacji i technice wojskowej, *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 1992.

deł nadajników oraz nowe rozwiązania w celu zmniejszenia kosztów, rozmiarów i wagi stosowanych radarów laserowych.

## **2.2. Kierunki rozwoju powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych**

Ilościowa i jakościowa ekspansja broni precyzyjnego rażenia, globalny zasięg operacji militarnych oraz szybkie tempo działań zdeterminują zmiany w organizacji i prowadzeniu walki zbrojnej przyszłości. Do sprawnego dowodzenia i osiągnięcia celów operacji nieodzownym stanie się posiadanie znacznie bardziej efektywniejszego systemu zdobywania, transmisji i obiegu informacji rozpoznawczej. Wzrost znaczenia rozpoznania i stawianie mu coraz większych wymagań będzie z kolei wymuszało ciągły rozwój środków obserwacji i rozpoznania, w tym również środków systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych.

Powstające obecnie koncepcje operacyjnego wykorzystania sił zbrojnych na perspektywnym polu walki bazują na założeniu, że osiągnięcie celów przyszłych operacji będzie zależało od posiadania przewagi (dominacji) informacyjnej. Najistotniejszą rolę w osiągnięciu przewagi informacyjnej przypisuje się przy tym przestrzeni powietrzno-kosmicznej i środkom rozpoznawczym operującym w tej przestrzeni. Środowisko to ze względu na swoje właściwości wynikające z braku naturalnych przeszkód (przestrzeń powietrzna) oraz polityczno administracyjnych granic (przestrzeń kosmiczna) będzie oferowało idealne warunki do realizacji zadań rozpoznawczych.

Na podstawie przeprowadzonych badań można założyć, że to właśnie siły powietrzne staną się najważniejszym instrumentem osiągnięcia przewagi informacyjnej. Siły powietrzne już dziś, w porównaniu z innymi rodzajami SZ, posiadają na swoim wyposażeniu największą liczbę statków powietrznych do prowadzenia obserwacji i rozpoznania powietrznego. Cechą charakterystyczną tych środków jest szereg specyficznych właściwości oraz nieporównywalne z innymi rodzajami rozpoznania możliwości manewrowe, przestrzenne oraz czasowe. W niedalekiej przyszłości siły powietrzne staną się również odpowiedzialne za wykorzystanie przestrzeni kosmicznej i realizację zadań rozpoznawczych w tej przestrzeni.

Wskazują na to zapoczątkowane w końcu lat 90. zmiany struktury organizacyjnej sił zbrojnych w tym i sił powietrznych większości liczących się militarnie państw.

W świetle przeprowadzonych studiów materiałów źródłowych można stwierdzić, że najbardziej wyraziście wymagania w stosunku do systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych zostały sformułowane w amerykańskim dokumencie „Joint Vision 2020” i „Air Force Vision 2020” wskazujące kierunki transformacji amerykańskich sił zbrojnych, w tym sił powietrznych do 2020 roku<sup>36</sup>. Zgodnie z założeniami zawartymi w tych dokumentach siły powietrzne powinny być zdolne do wykrycia, lokalizacji, a w przypadku obiektów mobilnych także stałego śledzenia oraz oceny skutków uderzenia każdego obiektu przeciwnika o znaczeniu militarnym w ciągu kilkunastu minut. Siły powietrzne powinny zapewnić realizację tego cyklu we wskazanym czasie niezależnie od terenu, położenia geograficznego obiektu (rejonu) pory dnia i panujących warunków atmosferycznych. Podobne wymagania w stosunku do sił powietrznych artykułuje się również w innych, liczących się państwach europejskich takich jak Wielka Brytania, Francja, Niemcy oraz Rosja. Sformułowanie takich wymagań wskazuje na potrzebę posiadania sprawnego systemu obserwacji i rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego) składającego się z szerokiego spektrum środków (nosicieli i urządzeń rozpoznawczych) obserwacji i rozpoznania oraz systemów dystrybucji danych.

Powyższa analiza wskazuje również na szerokie spektrum obiektów mogących stanowić potencjalny przedmiot obserwacji i rozpoznania z powietrza. Będą to obiekty o różnym charakterze, sygnaturze cieplnej i elektronicznej i o różnych właściwościach odbijania fali elektromagnetycznej. Pierwszą kategorię obiektów będą stanowiły obiekty stałe o ustalonych współrzędnych takie jak: bazy lotnicze i ich infrastruktura, porty, składy i magazyny uzbrojenia oraz materiałów pędnych,

---

<sup>36</sup> Dokument „Joint Vision 2020” powstał na bazie treści zawartych w dokumencie „Joint Vision 2010”, który został opublikowany w czerwcu 1996 roku przez kolegium szefów sztabu amerykańskich sił zbrojnych. Jego zasadniczym celem było nadanie ram i opracowania szablonu działania ułatwiającego adaptację i wdrożenie do sił zbrojnych technologii sieciowych i związanej z nią idei wojny sieciocentrycznej. Idea ta, dzięki możliwości znacznie szybszego, wielokierunkowego przesyłu informacji stała się centralnym punktem nowej strategii amerykańskich Sił Zbrojnych. Założenia zawarte w dokumencie, na skutek szybkiego postępu technologicznego w dziedzinie telekomunikacji i informatyki, szybko jednak straciły na aktualności i nie odpowiadać istniejącej rzeczywistości. Rozwinięcie założeń przyjętych w „Joint Vision 2010” i uwzględniających nowe możliwości technologiczne, a także nowe uwarunkowania polityczno-militarne znalazło swoje odzwierciedlenie w opublikowanej połowie 1997 roku koncepcji przyszłych operacji „Concept for Future Operations”, a następnie w obowiązującym do dnia dzisiejszego dokumencie „Joint Vision 2020”.

centra telekomunikacyjne, węzły drogowe i mosty, elementy systemu dowodzenia, zakłady przemysłowe, laboratoria, poligony doświadczalne, a także obiekty o charakterze cywilnym takie jak radiowo-telewizyjne stacje przekaźnikowe, elektrownie, wodociągi itd. Drugą kategorię obiektów mogą stanowić obiekty mobilne o zróżnicowanej charakterystyce militarnej, trudne do wykrycia i oceny. Pierwszą grupę w tej kategorii obiektów stanowić mogą obiekty o jednoznacznej charakterystyce militarnej takie jak czołgi, wozy bojowe, artyleria, statki powietrzne na lotniskach i lądowiskach, wyrzutnie raketowe, umocnione i nieumocnione stanowiska obrony przeciwlotniczej i ciężkiego uzbrojenia, mobilne stanowiska dowodzenia oraz transporty kolejowe, drogowe i wodne. Drugą grupę stanowić mogą natomiast obiekty o niejednoznacznej charakterystyce militarnej takie jak zamaskowane i rozproszone siły przeciwnika i systemy uzbrojenia stwarzające jedynie chwilowe (czasowo ograniczone) okazje do ich wykrycia, obiekty pozorne i stanowiska dowodzenia w terenie zurbanizowanym, a nawet kolumny transportowe i kolumny uchodźców, a także pojedyncze pojazdy.

Ostatnią kategorię obiektów stanowić mogą natomiast źródła emisji elektromagnetycznej takie jak systemy kontroli przestrzeni powietrznej, identyfikacji, śledzenia i kontroli ognia, a także naziemne elementy systemów nawigacyjnych oraz systemów transmisji danych itd. Z punktu widzenia systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych będą to zatem obiekty wymagające jedynie jednorazowego wykrycia, obiekty wymagające okresowej obserwacji (z określoną częstotliwością), a także obiekty wymagające ciągłej obserwacji. Ponadto, że względu na ich charakter, możliwość maskowania, a także właściwości promieniowania cieplnego i elektromagnetycznego wymagać będą one wykorzystywania specyficznych urządzeń rozpoznawczych.

Na podstawie dokonanych analiz kształtujących się tendencji w zakresie środków rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego) sił powietrznych można założyć, że wśród nosicieli urządzeń rozpoznawczych coraz większą rolę we wsparciu informacyjnym przyszłej walki zbrojnej odgrywać będą systemy bazowania kosmicznego. Dostrzegając rosnącą rolę systemów satelitarnych we wsparciu informacyjnym w walki zbrojnej na perspektywicznym polu walki, w Stanach Zjednoczonych, Rosji, w państwach UE, a także w wielu innych, liczących się państwach podjęto szereg programów ukierunkowanych na unowocześnienie

systemu rozpoznania kosmicznego. Orbitalne środki obserwacji i rozpoznania (narodowe i międzynarodowe) będą obejmowały kolejne generacje satelitów podsystemu rozpoznania optoelektronicznego (np. KH-12<sup>37</sup> i KH-13, Helios I), radarowego (np. Lacrosse, Cosmo SKYMED) oraz elektronicznego (np. Ferryt, Vortex, Orion). Wyposażone w szerokie spektrum urządzeń rozpoznawczych umożliwiają prowadzenie obserwacji i rozpoznania różnego rodzaju obiektów, w tym także zamaskowanych i ukrytych, w zakresie światła widzialnego, podczerwieni oraz fal radiowych z rozdzielczością nawet rzędu 10 – 15 cm niezależnie od warunków atmosferycznych<sup>38</sup>. Zdobyte dane będą transmitowane w czasie rzeczywistym do naziemnego stanowiska dowodzenia. Część z satelitów wyposażona będzie również w urządzenia umożliwiające tworzenie cyfrowych map i modeli rozpoznawanego terenu na potrzeby programowania systemów nawigacyjnych lub tras lotu pocisków samosterujących.

Przewidywane na najbliższe lata zmiany w systemach satelitarnych będą miały przede wszystkim charakter jakościowy w odniesieniu do rozdzielczości, czułości oraz szybkości transmisji danych. Przewiduje się, że nowe systemy wyeliminują również istniejące obecnie niedoskonałości w zakresie ciągłości prowadzonej obserwacji. Mają one bowiem zapewnić jeżeli nie stałą obserwację pożądanego rejonu lub obiektu, to co najmniej znacznie zwiększoną częstotliwość odświeżania przesyłanych danych, tak aby uniemożliwić przeciwnikowi niezauważoną zmianę miejsca.

Biorąc pod uwagę plany rozwoju systemów obserwacji i rozpoznania SP w szeregu reprezentatywnych krajów można założyć, że najbardziej zaawansowanymi systemami obserwacji i rozpoznania bazowania kosmicznego będą w przewidywalnej przyszłości dysponowały Siły Powietrzne USA. Już w 2000 roku amerykańskie siły powietrzne przystąpiły bowiem do nowego programu pod nazwą „Space Based Radar – SBR”. Celem programu SBR, bazującego na doświadczeniach zebranych podczas realizacji przerwanego wcześniej programu „Discoverer II”, jest wprowadzenie na orbity okołoziemskie około 20 – 25 małych satelitów rozpoznawczych wyposażonych w kolejne generacje radiolokacyjnych stacji obser-

---

<sup>37</sup> Satelity typu KH-12 znane są również pod nazwami Advanced Kennan jako nawiązane do poprzedniej generacji satelitów rozpoznawczych typu KH-11 Kennan lub Improved Cristal.

<sup>38</sup> G. Nowacki, *Kosmiczne systemy wsparcia informacyjnego Stanów Zjednoczonych i Federacji Rosyjskiej*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 12, Poznań 2003, s. 54.

wacji bocznej<sup>39</sup>. Zgodnie z opracowanymi wymaganiami system ten po osiągnięciu zdolności operacyjnej do końca 2015 roku ma umożliwiać dostarczanie danych rozpoznawczych nie tylko na potrzeby szczebli politycznych, dowództwom i sztabom wojsk operacyjnych, ale także bezpośrednio na pokład samolotów i wozów bojowych oraz pokłady okrętów bojowych. Funkcjonując na zasadach podobnych jak system nawigacji satelitarnej GPS, nowy system ma zapewnić wykrycie, a następnie ciągle śledzenie zarówno stałych, jak i mobilnych obiektów rozmieszczonych w dowolnym miejscu na kuli ziemskiej, niezależnie od pory doby i warunków atmosferycznych.

Obecnie w ramach programu „Warfighter – 1” trwa również proces wynoszenia na orbitę nowej generacji amerykańskich satelitów rozpoznawczych umożliwiających jednoczesne prowadzenie multi- i hiperspektralnego rozpoznania kosmicznego. Zastosowana technologia umożliwi dzięki jednoczesnemu skanowaniu pożądanego obiektu lub rejonu w 100 – 250 osobno rejestrowanych pasmach widma elektromagnetycznego wykrycie i zidentyfikowanie osób, obiektów naziemnych oraz pojazdów i wyposażenia, które ze względu na maskowanie i ukrycie nie mogłyby być rozpoznane przez inne satelity.

Równie głębokiej transformacji ulegnie w najbliższej przyszłości system rozpoznania i obserwacji powietrznej. Transformacja ta będzie obejmowała zarówno wdrożenie nowych jak i modernizację istniejących już załogowych i bezzałogowych systemów w celu dostosowania ich do potrzeb i uwarunkowań przyszłego sieciocentrycznego pola walki. Jego zasadniczym elementem w przewidywalnej perspektywie staną się wielofunkcyjne samoloty (śmigłowce) obserwacji pola walki i dowodzenia. Budowane w ramach programów narodowych amerykańskie samoloty E-10A, brytyjskie systemy ASTOR, francuski Horizon i włoski Cresto czy budowany obecnie w ramach programu NATO system AGS będą spełniały na perspektywicznym polu walki nie tylko rolę systemów rozpoznania obszarowego. Jednocześnie też będą one spełniały rolę latających, wysuniętych stanowisk dowodzenia szczebla operacyjnego i taktycznego oraz centralnego interfejsu systemu dystrybucji informacji w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Samoloty te będą stanowiły również swoisty łącznik pomiędzy odrębnymi obecnie systemami rozpoznania i obserwacji sił powietrznych i sił lądowych.

---

<sup>39</sup> J. Tirpak, *The Space Based Radar Plan*, „Air Force Journal”, 2002, Vol. 85.

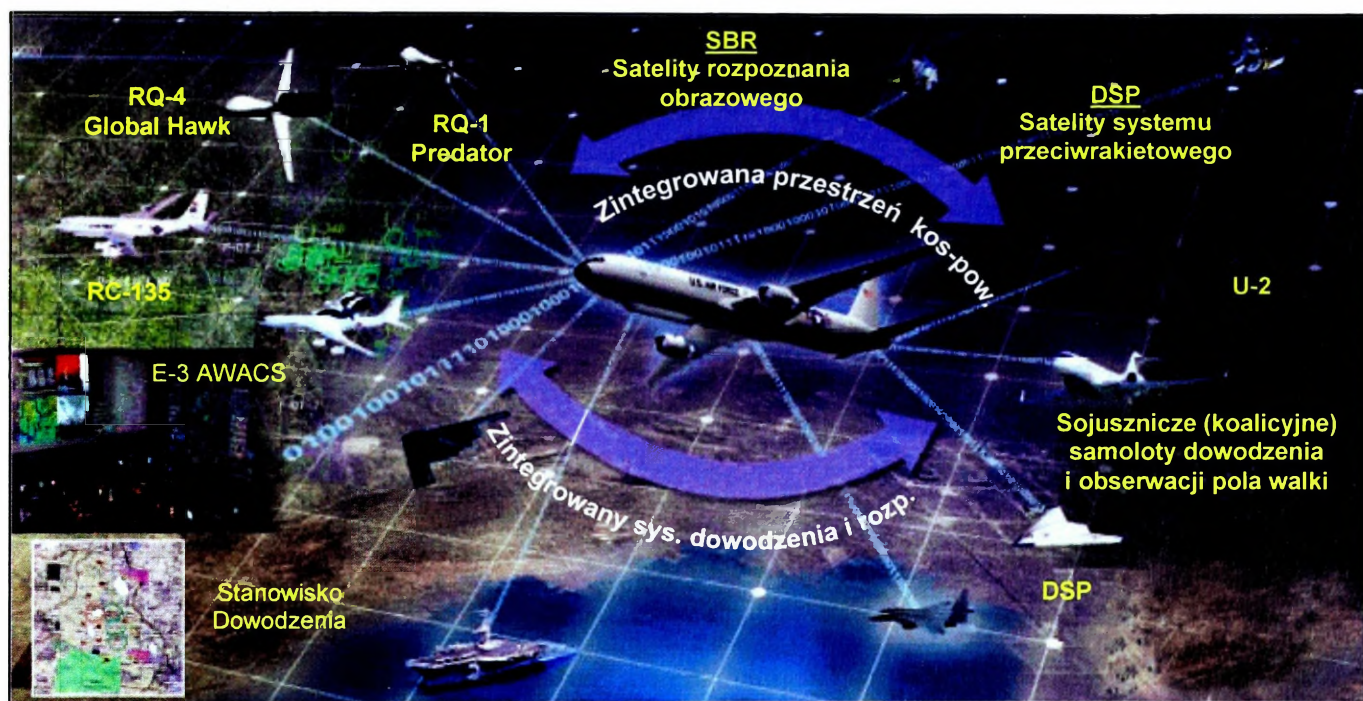
Niewątpliwie najbardziej rozwiniętą technologicznie konstrukcją tego rodzaju środków obserwacji i rozpoznania, która pojawi się na przyszłym polu walki będzie samolot E-10A (lub MC2A – Multisensor Command and Control Aircraft). Samolot ten w perspektywie czasowej 10 – 15 lat przejmie zadania realizowane przez samoloty tzw. triady elektronicznej stanowiących obecnie trzon systemu rozpoznania powietrznego amerykańskich sił powietrznych (E-8 JSTARS, E-3 AWACS, RC-135 Rivet Joint). System ten będzie także centralnym węzłem łączącym środki rozpoznania satelitarnego, bezzałogowe samoloty rozpoznawcze i inne systemy rozpoznania powietrznego, samoloty uderzeniowe, a także naziemne elementy systemu dowodzenia<sup>40</sup>. Do swych pełnych możliwości operacyjnych nowy system dochodził będzie jednak drogą stopniowego rozszerzania możliwości przenoszonej aparatury rozpoznawczej i systemów pokładowych. Początkowo, (lata 2006 – 2008) dzięki zainstalowaniu na pokładzie samolotu nowoczesnego radaru obserwacji bocznej, stanowiącego kolejną generację tych urządzeń, zwiększona zostanie w stosunku do samolotów E-8 zdolność systemu do wykrywania i identyfikacji obiektów zamaskowanych i ukrytych pod naturalną roślinnością oraz wskazywania celów małowymiarowych, mobilnych i łatwych do zamaskowania. Następnie, tj w latach 2010 – 2015 przewiduje się rozszerzenie możliwości samolotu o funkcję wczesnego wykrywania i ostrzegania. Natomiast w końcowym etapie osiągania pełnych możliwości rozpoznawczych tj. w latach 2015 – 2020 samolot zostanie wyposażony w urządzenia do prowadzenia rozpoznania elektronicznego.

Obok pokładowych urządzeń rozpoznawczych zasadniczym elementem wyposażenia tego typu samolotów będzie również podsystem zarządzania polem walki, dowodzenia, kontroli i rozpoznania BMC4I (Battle Management Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence) umożliwiający pełną integrację i ciągłą wymianę informacji zarówno w relacjach poziomych z innymi statkami powietrznymi, jak i w pionie, z naziemnymi elementami dowodzenia<sup>41</sup>. Miejsce wielofunkcyjnych samolotów obserwacji pola walki i dowodzenia w systemie rozpoznania powietrzno-kosmicznego na przykładzie samolotu A-10 przedstawia rys. 10.

---

<sup>40</sup> G. F. Perryman, *Shortening the decision cycle*, "Intelligence & Reconnaissance Journal", 2003, s. 33.

<sup>41</sup> *The all – seeing ale above*, "Jane's International Defense Review", 2002, s. 48.



Źródło: opracowanie własne na podstawie ISR, „Defender on National Defense Technologies”, 1/2003, s. 5.

**Rys. 10. System rozpoznania powietrzno-kosmicznego**

Ponadto, zadaniem podsystemu BMC4I będzie również ujednoczenie różnorodnych formatów otrzymywanych danych pochodzących z wielu źródeł informacji (urzędzeń rozpoznawczych) i ich zobrazowanie w formie jednolitego obrazu pola walki<sup>42</sup>. Na podstawie doświadczeń z użycia bezzałogowych samolotów rozpoznawczych w konfliktach zbrojnych ostatniej dekady można założyć, że najistotniejszym źródłem danych dla wielofunkcyjnych samolotów obserwacji pola walki i dowodzenia będą w wymiarze powietrznym bezzałogowe samoloty rozpoznawcze SP. W większości państw uznano je bowiem już teraz za najbardziej perspektywiczny środek rozpoznania powietrznego w warunkach sieciocentrycznego pola walki.

Przekonanie o wartości i znaczeniu tych środków w systemie obserwacji i rozpoznania znalazło odzwierciedlenie w sukcesywnym nasycaniu struktur organizacyjnych sił powietrznych bezzałogowymi samolotami rozpoznawczymi typu MALE (Medium Altitude Endurance – średnia wysokość i duża długość trwania lotu) np. RQ-1 Predator, EADS Eagle II przeznaczenia taktycznego oraz typu HALE (High-Altitude, Long-Endurance – duża wysokość i duża długość trwania lotu) np. RQ-4 Global Hawk przeznaczenia operacyjnego. Analiza zarysowanych tendencji roz-

<sup>42</sup> K. Załęski, D. Kołasiński, *Światowe tendencje w rozpoznaniu – platforma rozpoznawcza MC2A*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 8, Poznań 2003, s. 53.

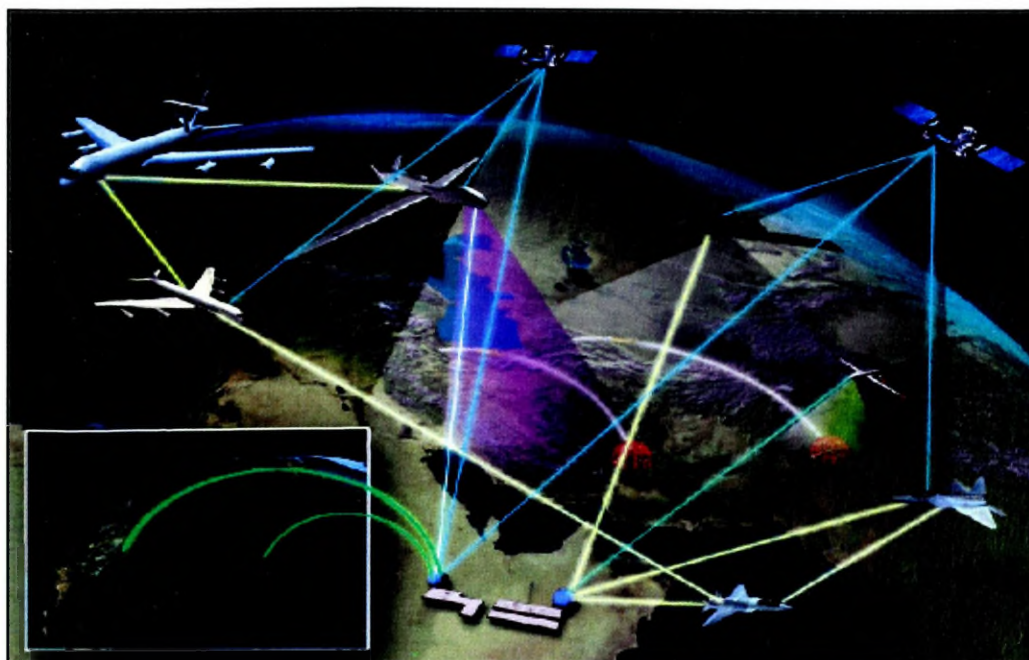
wojowych wskazuje, że bezzałogowe samoloty rozpoznawcze pozostaną nadal priorytetowymi programami SP większości państw i w przewidywalnej perspektywie czasowej w zasadniczy sposób będą decydowały o możliwościach systemu rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego). Wprowadzenie do wyposażenia sił powietrznych tych aparatów pozwoli bowiem na wyeliminowanie istniejących obecnie ograniczeń dotyczących przede wszystkim długości lotu, a wynikających z możliwości fizjologicznych załogi oraz zagrożenia bezpieczeństwa załóg. Wyeliminowana zostanie również konieczność angażowania zespołów poszukiwawczo-ratowniczych w przypadku katastrofy lub zestrzelenia samolotu.

W świetle przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zgodnie z zarysowanymi tendencjami wynikającymi z potrzeb sieciocentrycznego pola walki wszystkie środki rozpoznania i obserwacji powietrzno-kosmicznej zostaną zintegrowane w jednym systemie. Ich horyzontalnie zintegrowanie w jednolity „system systemów” pozwoli na prowadzenie ciągłego, systemowego rozpoznania na globalną skalę (regionalną lub ograniczoną do pola walki), we wszystkich warunkach atmosferycznych oraz wielokierunkową wymianę informacji zgodnie z zasadą szybkiego pozyskiwania i dystrybucji informacji. Tak zintegrowany system rozpoznania i obserwacji powietrzno-kosmicznej zostanie następnie włączony do systemu dowodzenia tworząc jednolity system C4ISR (Command, Control, Communications, and Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance System) oraz z systemem zarządzania walką BMC3 (Battle Management Command, Control, and Communications)<sup>43</sup>. W konsekwencji, potencjalny odbiorca danych niezależnie od rodzaju sił zbrojnych, szczebla dowodzenia i miejsca prowadzenia walki będzie miał dostęp do informacji pochodzących z wielu źródeł. Idea horyzontalnej integracji załogowych i bezzałogowych środków rozpoznania powietrzno-kosmicznego na perspektywicznym polu walki przedstawia rys. 11.

Reasumując, nowe środowisko strategiczno-militarne, charakteryzujące się ciągłym występowaniem zmiennych i niestabilnych sytuacji politycznych oraz nieokreślonych zagrożeń militarnych będzie stawiało przed systemem rozpoznania powietrznego SP zupełnie nowe wymagania.

---

<sup>43</sup> P. Engelmann, *Introduction to Space Systems of the US Air Force*, wykład przeprowadzony w dniu 19 marca 2002 roku w Akademii Dowodzenia Bundeswehry w ramach seminarium nt. „Militarne wykorzystanie przestrzeni kosmicznej”.



Źródło: opracowanie własne

**Rys. 11. Idea horyzontalnej integracji załogowych i bezzałogowych środków rozpoznania powietrzno-kosmicznego**

Kształtujące się obecnie tendencje w systemie rozpoznania powietrznego SP wskazują na przemieszczanie się środka ciężkości z przestrzeni powietrznej w przestrzeń powietrzno-kosmiczną. Istotną tendencją jest również dążenie do zastępowania dotychczasowego rozpoznania stałą, 24 godzinną obserwacją na globalną skalę lub ograniczoną do pożądanego rejonu lub obiektu z przekazem zdobytych danych w czasie rzeczywistym<sup>44</sup>.

Postępująca komputeryzacja, w połączeniu z ciągłym doskonaleniem systemów łączności, radiolokacji i innych urządzeń radioelektronicznych, decyduje już dziś o nowych kierunkach rozwoju systemu rozpoznania. Takim kierunkiem jest na przykład dążenie do stworzenia w perspektywie 10 – 15 lat globalnego, otwartego systemu rozpoznawczo-uderzeniowego. Podsystem rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego) stanowiący zasadniczy element tego systemu będzie składał się z systemów rozpoznania bazowania kosmicznego, a w wymiarze powietrznym z wielofunkcyjnych samolotów rozpoznania pola walki i dowodzenia oraz bezzałogowych samolotów rozpoznawczych. Załogowe samoloty rozpoznawcze (samoloty bojowe realizujące misje rozpoznawcze) będą stanowiły jedynie uzupełnienie tak zbudowanego systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych.

<sup>44</sup> J. Morehouse, *Time Critical Targeting*, Headquarter US Air Force, 2007.

Dzięki nowym systemom telekomunikacji cykl zdobywania danych o przeciwniku, terenie i następnie ich analiza, ocena położenia wojsk własnych oraz sytuacji bojowej, podjęcie decyzji i przekazanie ich wykonawcom odbywać się będzie na bieżąco lub tylko z nielicznymi opóźnieniami w stosunku do rzeczywistości.

Rozpoznanie powietrzne uważane jest za zasadniczy, a przy tym najbardziej operatywny, element ogólnego systemu rozpoznania i obserwacji na potrzeby wojsk. Jest ono realizowane na zapotrzebowanie wszystkich rodzajów sił zbrojnych, a jego podstawowym celem jest dostarczanie informacji o siłach i środkach przeciwnika (ugrupowanie), spodziewanym czasie i kierunkach planowanych przez niego działań (zamiary), jak również o terenie i warunkach meteorologicznych (warunki). Rozpoznanie powietrzne musi sprostać wielu wymaganiom.

Zasadniczym zadaniem rozpoznania powietrznego jest tworzenie i dystrybucja do zainteresowanych aktualnego i pełnego obrazu sytuacji operacyjno - taktycznej, zdobywanie aktualnych informacji o obiektach działań oraz ocena rezultatów działań bojowych na określonym obszarze (TDW).

Rozpoznanie powietrzne realizowane jest przez odpowiednio wyposażone do tego celu samoloty, śmigłowce oraz bezzałogowe samoloty rozpoznawcze, posiadające komplementarne względem siebie charakterystyki sensorów i urządzeń transmisji danych rozpoznawczych.

Załogowe środki rozpoznania i obserwacji powietrznej są najbardziej mobilnym i efektywnym środkiem rozpoznania i obserwacji, zdolnym do szybkiej reakcji na zaistniałe potrzeby informacyjne. Ważną cechą tych środków jest elastyczność, pozwalająca im na dopasowanie się do często zmieniających się warunków, a także zweryfikowanie celu misji rozpoznawczej już w trakcie jej trwania. Obecnie wykorzystywane załogowe środki rozpoznania i obserwacji powietrznej mogą w tym samym czasie rozpoznawać lub obserwować dużą powierzchnię (dużą ilość obiektów), a także zwielokrotnić informację, poprzez wykorzystywanie szerokiego zakresu sensorów. Część załogowych środków rozpoznania i obserwacji powietrznej posiada także wspólne połączenia wymiany danych pomiędzy samolotem i stacjami naziemnymi, pozwalającymi im na wysyłanie zdobytych informacji w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego. Bezzałogowe statki po-

wietrzne posiadają, podobnie jak środki załogowe, szereg cech, zarówno pozytywnych, jak i negatywnych. Największą zaletą jest to, iż nie posiadają załogi na pokładzie, co w konsekwencji minimalizuje ryzyko strat. Posiadając relatywnie niskie tło radarowe, minimalizują wizualne i akustyczne znaczniki, a przez to zmniejszają szansę wykrycia przez środki kontroli przestrzeni powietrznej przeciwnika. Bezzałogowe środki obserwacji i rozpoznania mogą być skonfigurowane z użyciem szerokiego zakresu sensorów i typów rozpoznania, włączając w to rozpoznanie łączności, poszukiwanie i ratownictwo, rozpoznanie w podczerwieni i elektroniczne, wielowidmowe obrazowanie, a także obrazowanie video w czasie rzeczywistym.

Powietrzne systemy rozpoznania radiolokacyjnego dzielą się na trzy zasadnicze grupy. Po pierwsze są to radiolokacyjne systemy rozpoznawcze i rozpoznawczo-uderzeniowe z powietrznymi elementami zainstalowanymi na dużych samolotach wsparcia działań powietrznych. Druga grupa środków to radiolokacyjne systemy samolotów myśliwskich i uderzeniowych służące do indywidualnego wykrywania, identyfikowania i ewentualnego atakowania obiektów powietrznych i lądowych (morskich). Te systemy radarowe dysponują funkcją przesyłania dysponowanej informacji do wytypowanych odbiorców. Trzecią grupę tworzą systemy radiolokacyjne zainstalowane na pokładach bezzałogowych statków powietrznych (samolotów i śmigłowców), które wykonują zadania rozpoznawcze na korzyść sił powietrznych, lądowych i marynarki wojennej, w skali taktycznej i operacyjno-strategicznej.

Pod względem funkcjonalnym systemy rozpoznania radiolokacyjnego dzielą się na przeznaczone wyłącznie do obserwacji i rozpoznania oraz na systemy, które łączą zadania rozpoznania z dowodzeniem, naprowadzaniem lub wskazywaniem celów w powietrzu albo na powierzchni.

W skład szeroko rozumianych działań rozpoznania (ISTAR) prowadzonych przez lotnictwo wchodzi dwa podstawowe ogólne zadania: rozpoznanie powietrzne i obserwacja powietrzna.

Rozpoznanie powietrzne jest definiowane w sojuszniczej doktrynie użycia sił powietrznych jako zdobywanie informacji o znaczeniu rozpoznawczym poprzez obserwację wzrokową lub zastosowanie technicznych środków rozpoznania z po-

wietrza<sup>45</sup>. Celem rozpoznania powietrznego jest zdobywanie informacji o położeniu, stanie, ugrupowaniu, składzie, działaniach i ruchu potencjalnie wrogich sił oraz udział w ocenie rezultatów działań sił własnych.

Prowadzenie operacji powietrznych nie byłoby możliwe bez systemu powietrznych środków wczesnego ostrzegania oraz kierowania działaniami lotnictwa sił powietrznych i wojsk lądowych, opartego na dwóch wzajemnie uzupełniających się powietrznych podsystemach:

- Airborne Warning and Control System – AWACS, którego działania ukierunkowane są na zdobywanie uprzedzającej informacji o przeciwniku powietrznym (w przestrzeni powietrznej) na dużych odległościach, w całym przedziale wysokości, a także na prowadzeniu rozpoznania radiolokacyjnego i określaniu aktywności lotniczych środków OP przeciwnika,
- Joint Surveillance and Target Attack Radar System – JSTARS, który jest przeznaczony do wykrywania, lokalizacji oraz identyfikacji i śledzenia obiektów naziemnych (w ograniczonym zakresie samolotów i śmigłowców), a także kierowania bojowego lotnictwem i innymi środkami rażenia.

Samoloty systemu wczesnego wykrywania i naprowadzania (AWACS), określania obiektów uderzeń i rozpoznania (JSTARS), oraz powietrzne stanowiska dowodzenia i kierowania działaniami bojowymi na polu walki (Airborne Battlefield Command and Control Centre – ABCCC), poza rozpoznaniem powietrznym, planowane są do realizacji zadań dowodzenia i naprowadzania. Do zapewnienia tych funkcji wyposażane są w duże radary pokładowe o znacznych możliwościach w zakresie głębokości i dokładności rozpoznania. Doskonalenie tych systemów oraz budowa nowych wyznacza kierunki rozwoju tych systemów w perspektywie najbliższych dwudziestu lat.

Samoloty systemu AWACS (rys. 12), w zależności od rozmachu połączonych działań powietrznych, a także złożoności sytuacji operacyjno - taktycznej, będą wspierać jednocześnie działania aktywnych środków walki zintegrowanej

---

<sup>45</sup> W świetle zapisów analizowanego dokumentu obserwacja powietrzna rozumiana jest jako systematyczna, wzrokowa lub przy użyciu technicznych środków rozpoznania, obserwacja powierzchni i/lub przestrzeni powietrznej prowadzona przede wszystkim w celu wykrywania zachodzących na niej zmian, identyfikacji i śledzenia wojsk, statków powietrznych i pocisków raketowych oraz prognozowania ich ruchu w przestrzeni pozostającej pod obserwacją. *AJP-3.3 Joint Air & Space Operations Doctrine*, wyd. cyt., pkt 410.1.b i c.

obrony powietrznej, działania lotnictwa biorącego udział w ofensywnej walce z potencjałem powietrznym i lądowym (morskim) przeciwnika, jak również pozostałe samoloty lotnictwa wsparcia (samoloty walki elektromagnetycznej, tankowania powietrznego czy też bojowego poszukiwania i ratownictwa). Zatem mogą być wykorzystane do dowodzenia lotnictwem myśliwskim, wykonującym zadania wymiatania lub towarzyszenia, przez bezpośrednie naprowadzanie na wykryte cele powietrzne. Ponadto, również lotnictwo uderzeniowe będzie otrzymywać informacje o sytuacji powietrznej (np. o położeniu w stosunku do ustalonych punktów odniesienia w terenie – Bull's Eye Points). Jednak lotnictwo uderzeniowe posiada w dyspozycji wyspecjalizowany system radiolokacyjnego rozpoznania i naprowadzania na obiekty na powierzchni JSTARS.



Źródło: <http://www.combataircraft.com/special.asp>

### **Rys. 12. Samolot systemu wczesnego wykrywania i dowodzenia AWACS**

E-3 AWACS jest uniwersalnym, odpornym na zakłócenia, powietrznym stanowiskiem rozpoznania radiolokacyjnego oraz dowodzenia.

Strefy dyżurowania samolotów AWACS wyznacza się nad własnym terytorium, z reguły w odległości od 100 do 250 km od FLOT, a ich położenie każdorazowo określone jest w rozkazie o kontroli powietrznej. Uwzględniając parametry radaru, pozwala to na wykrywanie obiektów powietrznych przeciwnika, wykonujących lot na bardzo małej wysokości, na odległości około 400 km w głąb ugrupowania bojowego przeciwnika, a samoloty wykonujące lot na dużych i średnich wysokościach, wykrywane są w odległości do 550 km.

System JSTARS (rys. 13) jest przeznaczony do wsparcia działań lotnictwa uderzeniowego, realizującego zadania na korzyść wojsk lądowych (bezpośredniego wsparcia lotniczego oraz izolacji lotniczej). System ten uważany jest za uzupełnienie systemu AWACS, gdyż jest on w stanie wykrywać również samoloty, które

podobnie jak śmigłowce wykonują loty na małej wysokości i z niewielką prędkością. Ponadto umożliwia on radiolokacyjne wykrywanie, klasyfikację i śledzenie wojsk pancernych (zmechanizowanych) na całą głębokość operacyjnego ugrupowania wojsk przeciwnika oraz bieżące określanie położenia ruchomych i stacjonarnych obiektów, z dokładnością umożliwiającą ich szybkie niszczenie za pomocą konwencjonalnych środków rażenia klasy powietrze – ziemia (ziemia – ziemia), bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby (system rozpoznawczo-uderzeniowy).



Źródło: <http://www.combataircraft.com/special.asp>

**Rys. 13. Samolot E-8C systemu Joint STARS**

System JSTARS posiada możliwości wykrywania, klasyfikacji i śledzenia sił i środków przeciwnika na całą głębokość operacyjno-taktycznego ugrupowania wojsk przeciwnika, w pasie jednego – dwóch korpusów oraz nadzorowania działań własnych wojsk w rozpoznawanym terenie. Ustalone koordynaty ruchomych i nieruchomych celów są przekazywane wojskom własnym, w celu prowadzenia skutecznego ognia, którego wykonawcą może być: lotnictwo, artyleria klasyczna i raketowa, wojska pancerne i inne środki ogniowe. System ten koordynuje prowadzenie ognia w jednym czasie przez różne środki, z różnych kierunków w zależności od sytuacji na polu walki. Zasadniczym sposobem działań samolotów systemu JSTAR jest dyżurowanie w strefie rozmieszczonej w głębi własnego ugrupowania bojowego.

W zależności od sytuacji operacyjno-taktycznej, potrzeb informacyjnych, a także radiolokacyjnych właściwości terenu strefę dyżurowania samolotów systemu JSTARS rozmieszcza się w odległości około 100 km od linii styczności bojowej wojsk, w której wykonywane są loty na wysokości od 10 000 do 12 000 m. Położenie strefy dyżurowania samolotów E-8A podawane jest w rozkazie o kontroli przestrzeni powietrznej. Samoloty systemu JSTARS osłaniane są przez samoloty myśliwskie realizujące zadania w ogólnym systemie obrony powietrznej. Jednak w złożonej sytuacji powietrznej do osłony samolotów JSTARS mogą zostać wydzielone dodatkowe samoloty myśliwskie osłony bezpośredniej.

Przekazywanie informacji z pokładu JSTARS do własnych oddziałów odbywa się za pośrednictwem kodowanych łączy cyfrowych i komunikacji głosowej. Dane otrzymane za pośrednictwem radarów samolotów przesyłane są poprzez lokalne sieci posterunków radarowych, do kodowanego, odpornego na zakłócenia łączy dozoru i zarządzania danymi, które transmituje je do nieograniczonej liczby mobilnych stacji naziemnych. Przy pomocy tego samego łączy możliwe jest również przesyłanie danych pomiędzy różnymi mobilnymi stacjami naziemnymi oraz z tych stacji do JSTARS w celu uaktualniania informacji.

Wymienione systemy będą modernizowane i doskonalone w przyszłości. Celem modernizacji będzie zwiększenie zasięgu i skuteczności działania oraz odporności na przeciwdziałanie i zakłócenia. Będą one wykorzystywane przez wiele kolejnych dekad. Kierunki rozwoju powietrznych systemów obserwacji przestrzeni powietrznej i rozpoznania wyznaczają prace nad nowymi rozwiązaniami w tym zakresie. Takim systemem jest europejski system AGS Core, który stanowić będzie podstawę przyszłego systemu obrony przeciwrakietowej oraz jednolicie zdefiniowanego systemu kontroli przestrzeni powietrznej. Zapewni pozyskiwanie danych rozpoznawczych o obiektach powietrznych opiera o powietrzne urządzenia radiolokacyjne instalowane na samolotach i bezzałogowych statkach powietrznych<sup>46</sup>. Jego wprowadzenie do użytku wyznacza przyszłe, nowe standardy w zakresie rozpoznania radiolokacyjnego.

---

<sup>46</sup> Zgodnie z planami Sojuszu NATO AGS Core System powinien osiągnąć wstępną gotowość operacyjną (z 2 platformami opartymi na A321 i 2 na Global Hawk) w grudniu 2010 roku, zaś dostawy sprzętu latającego powinny zakończyć się pod maju lub czerwcu 2013 roku. W tym też czasie system powinien osiągnąć pełną gotowość bojową. Jego uzupełnieniem w systemie narodowym mogą być platformy powietrzne: udoskonalone Bryzy i odrzutowce F-16, wyposażone w radar AN/APG-68 z modułem SAR.

Najbardziej zaawansowanymi elementami radiolokacyjnego rozpoznania w tym systemie są systemy radarowe zabudowane na 4 – 8 samolotach Airbus A321 (rys. 14) oraz 4 – 7 strategicznych samolotach bezzałogowych (HALE UAV) Northrop Grumman/EADS EuroHawk, czyli zeuropeizowanej odmiany amerykańskiego RQ-4A Global Hawka.



Źródło: <http://www.globalsecurity.org/military/world/europe/a321-ags.htm>

**Rys. 14. Antena nowego systemu radarowego na samolocie Airbus A321**

Oba typy statków powietrznych mają być specjalnie zmodyfikowane i przystosowane do roli nośnika powstającego w Europie i w USA nowego modułowego radaru Transatlantic Cooperative AGS Radar (TCAR)<sup>47</sup>. Radar z syntetyczną projekcją obrazu będzie mógł wykrywać i śledzić obiekty naziemne do odległości 250 km, powietrzne 350 km na każdej wysokości.

Środki rozpoznania radiolokacyjnego będą też przenoszone przez szerokie spektrum wyspecjalizowanych załogowych i bezzałogowych rozpoznawczych statków powietrznych oraz statki powietrzne o innym niż rozpoznawcze zasadniczym przeznaczeniu bojowym. Mogą nimi być:

- wyspecjalizowane samoloty i śmigłowce radiolokacyjnej obserwacji przestrzeni powietrznej,
- wyspecjalizowane samoloty i śmigłowce radiolokacyjnego rozpoznania lądowego i morskiego środowiska walki,
- rozpoznawcze wersje samolotów uderzeniowych,
- samoloty uderzeniowe przenoszące zasobniki rozpoznawcze,

<sup>47</sup> G. Hołdanowicz, *NATO AGS A.D. 2004 = TIPS*, „Raport”, nr 5, Warszawa 2004.

- bezzałogowe statki powietrzne i śmigłowce rozpoznawcze.

Rozpoznanie radiolokacyjne prowadzone przez lotnictwo powinno zapewniać możliwość realizacji zadań rozpoznawczych z bezpiecznych odległości w stosunku do rozpoznawanych obiektów oraz od ich obrony przeciwlotniczej. Studia materiałów źródłowych wskazują jednak, że rozdzielczość obrazu uzyskiwanego dzięki rozpoznaniu radiolokacyjnemu jest niższa niż danych z rozpoznania fotograficznego, elektrooptycznego czy prowadzonego w podczerwieni, co może ograniczyć możliwość wykorzystania uzyskiwanej w ten sposób informacji rozpoznawczej<sup>48</sup>. Wykorzystywanie stacji radiolokacyjnych z aparaturą posiadającą funkcję syntetycznego zobrazowania (Syntetic Aperture Radar – SAR) pozwala na prowadzenie rozpoznania powietrznego obserwowanego terenu (obiektu) niemal w każdych warunkach atmosferycznych. Istotną zaletą wykorzystania stacji radiolokacyjnych jest, co potwierdzają doświadczenia ostatnich operacji powietrznych to, że rozpoznanie radiolokacyjne może być prowadzone na obszarze kilkuset tysięcy kilometrów kwadratowych w trakcie jednego lotu rozpoznawczego, ale wiąże się to z dokładnością uzyskiwanej informacji. Przy obecnie dostępnej technologii, rozpoznanie radiolokacyjne pozwala przede wszystkim uzyskiwać ogólne informacje o ruchach wojsk dzięki stosowaniu wskaźników (identyfikatorów) celów ruchomych (Moving Target Indicators – MTI).

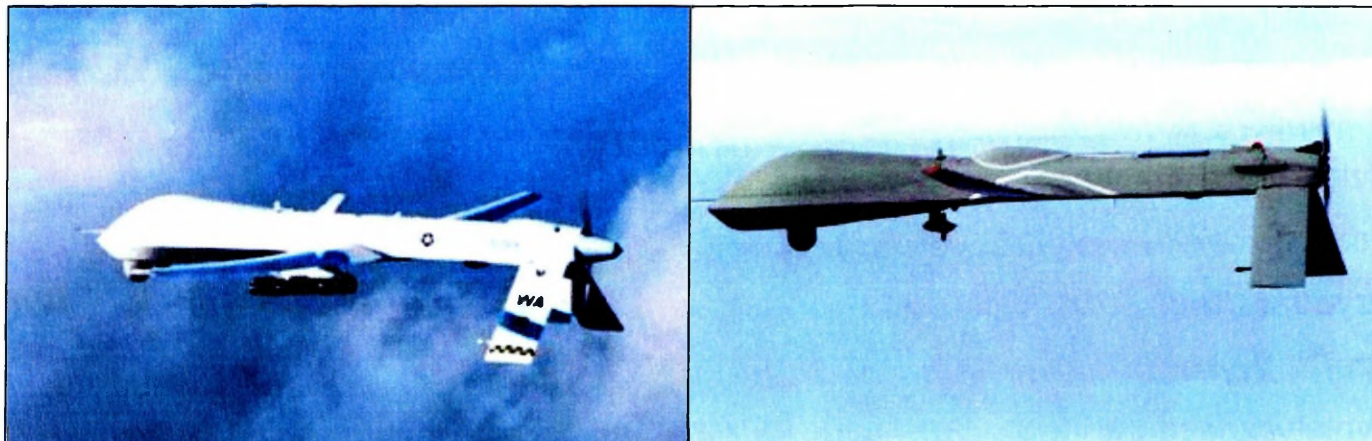
Tendencje rozwojowe w lotnictwie jednoznacznie wskazują, że coraz większe zastosowania i znaczenie mają i będą miały bezzałogowe aparaty latające. Nośnikiem najbardziej zaawansowanych technologii rozpoznawczych jest taktyczny system rozpoznania ze średnich wysokości RQ-1 Predator. Identyfikowany jako Medium Altitude Endurance (MAE) lub Tier II UAV, jest pochodną UAV stosowanych wcześniej przez CIA.

RQ-1 Predator (rys. 15) jest samolotem bezzałogowym zaprojektowanym do wykonywania długotrwałych zadań ze średniej wysokości. Przeznaczony jest do rozpoznania radiolokacyjnego i elektronicznego, obserwacji i wskazywania celów oraz kontroli rezultatów uderzeń. Służy do wykrywania celów w trudnym terenie, tam gdzie zawodzą satelity szpiegowskie np. przy namierzaniu zamaskowa-

---

<sup>48</sup> Tamże.

nych obiektów. Używany jest do zadań, gdzie występuje zagrożenie dla życia pilota: np. loty nad terenami biologicznie lub chemicznie skażonymi.



Źródło: <http://www.fas.org/irp/program/collect/outrider.htm>

### Rys. 15. Taktyczny statek bezzałogowy RQ – 1A Predator

Omawiana konstrukcja to ośmiometrowy samolot bez załogi o wadze 1 tony, gotowy do przebywania w powietrzu przez 40 godzin. Wyposażony w kolorową kamerę, umieszczoną na dziobie – służącą operatorowi samolotu do kontroli lotu, dwie zwykłe kamery, kamerę na podczerwień oraz radar SAR, co pozwala na obserwację pomimo dymu, chmur czy mgły. Do łączności służy specjalna antena satelitarna.

Pełny komplet systemu zawiera 3 – 4 BSP, naziemną stację kierowania i łączności bezpośredniej (z dwoma oddzielnymi terminalami zobrazowania optoelektronicznego i radiolokacyjnego), a także terminal łączności satelitarnej i rozdysponowania rezultatów rozpoznania – Trojan Spirit-2. Cały zestaw może być przewożony pięcioma samolotami C-130 lub dwoma C-141 i przygotowany do działań w rejonie dyslokacji w czasie do 6 godz.<sup>49</sup>

System Predator był odpowiedzią na załamanie się systemów rozpoznawczych podczas konfliktu w Zatoce Perskiej. Dowódcy CINC i JTF domagali się środków rozpoznawczych gwarantujących zdobywanie dokładnych informacji w czasie rzeczywistym, ciągłą obserwację, możliwość współpracy ze strukturami C4I bez narażania załóg. Ponadto zapotrzebowany system nie powinien zawierać tzw. wrażliwych technologii.

<sup>49</sup> "Jane's International Defense Review", nr 2, 1997.

Głównym wyposażeniem BSP Predator jest kompleks Skyball (o średnicy 35,5 cm, zamontowany na stabilizowanej żyroskopowo obrotowej platformie), w skład którego wchodzi stacja termowizyjna, dwie kamery kolorowe zdjęć dziennych i dalmierz laserowy. W innym wariantcie na pokładzie Predatora instalowana może być stacja radiolokacyjna obserwacji bocznej typu TESAR (Tactical Endurance Synthetic Aperture Radar). Umożliwia ona prowadzenie rozpoznania praktycznie we wszystkich warunkach atmosferycznych. Stacja ta, o masie 75 kg dokonuje skanowania terenu o szerokości 800 m i długości od 4 do 11,2 km z zachowaniem rozdzielczości 30 cm. Zobrazowanie takie osiągnięto w czasie prób w locie na wysokości 4 750 m, uzyskując odległość 12 km<sup>50</sup>.

Doświadczenia nabyte podczas eksploatacji systemu JSTARS nad terenem o zróżnicowanym ukształtowaniu (tereny byłej Jugosławii), uwydatniły problemy z wykryciem, śledzeniem i identyfikacją celów (występowanie cienia radiolokacyjnego, duża ilość obiektów cywilnych). W związku z tym w 1998 roku rozpoczęto próby mające na celu osiągnięcie pełnej kompatybilności i automatyzacji we wspólnym wykorzystaniu systemów JSTARS i Predator<sup>51</sup>. Celem tych prób jest wzajemne uzupełnianie się systemów JSTARS i Predator, przez co zwiększy się dokładność zobrazowania pola walki.

System przekazywania danych z BSP Predator jest zintegrowany z obecną architekturą C4I poprzez system komunikacji satelitarnej Trojan Spirit II (TS II). Przekaz znad celu w czasie rzeczywistym do wielu teatrów działań równocześnie jest realizowany poprzez Joint Broadcast System (JBS) lub przełącznik TS II w Fort Belvoir, Virginia, lub oba jednocześnie.

Operacyjno-strategiczne bezzałogowe systemy radiolokacyjnego rozpoznania powietrznego reprezentuje system HAE UAV (The High Altitude Endurance UAV) tworzony przez bezzałogowe statki powietrzne Global Hawk I Dark Star i oraz ich segmenty naziemne (CGS – Common Ground Segment). Wymienione statki powietrzne są komplementarne wyposażeniem i zdolnościami bojowymi.

---

<sup>50</sup> W. Afinow, *Taktičieskaja i operatiwnaja biezpiatnaja razwiedywatelnaja awiacja waaruzonnych sił USA*, „Zarubieżnoje wojennoje oborenije”, nr 6, 1997.

<sup>51</sup> M. Kagan, *Unmanned Aerial Vehicle Relays Pictures to Airborne Radar*, „Signal”, nr 5, 1999.

Dark Star posiada możliwość penetrowania i przetrwania w obszarach o silnej obronie przeciwlotniczej. Global Hawk posiadający większy zasięg, wytrzymałość i bogatsze wyposażenie, może przekazywać całościowy (szeroki) obraz pola walki potrzebny wyższemu szczeblom dowodzenia. CGS zapewniają współpracę pomiędzy statkami powietrznymi i elementami architektury C4I. Ponadto, zajmują się startem i odzyskiwaniem (LRE) i kierowaniem przebiegiem misji rozpoznawczych (MCE). System HAE UAV jest środkiem bojowym o bezprecedensowym stopniu zaawansowania technologicznego, szerokim wachlarzu możliwości rozpoznawczych i dużej elastyczności. System został zaprojektowany do działań rozpoznawczych w fazie bezpośrednio poprzedzającej misję uderzeniową i do kontroli rezultatów uderzeń. Ponadto może prowadzić różne misje obserwacyjne o charakterze stałym (ciągłym) i sporadycznym na konkretne zapotrzebowanie.

Tier II Plus Global Hawk (rys. 16), oficjalnie zwany Conventional High Altitude Endurance, jest systemem przeznaczonym do wykonywania długodystansowych misji o znaczeniu operacyjno-strategicznym. Dzięki znacznym rozmiarom oraz bogatemu wyposażeniu nawigacyjno-rozpoznawczemu samolot spełnia rolę współczesnego U-2. Startując z bazy lotniczej, położonej na terenie USA, bez tankowania w powietrzu może osiągnąć dowolny punkt na kuli ziemskiej. Podczas lotu dane przesyłane są w czasie zbliżonym do rzeczywistego.



Źródło: <http://www.fas.org/irp/program/collec.htm>

**Rys. 16. RQ-4 Global Hawk w locie**

System nawigacyjny Global Hawka składa się z precyzyjnego inercyjnego systemu INS oraz systemu satelitarnego GPS, takiego jak w Dark Star. Aparat jest

wyposażony w pasywne i aktywne systemy zakłócające: odbiornik opromieniowania, układ zakłócający, wyrzutnie flar termicznych oraz holowaną pułapkę – pozorny cel. W połączeniu z niską wykrywalnością oraz dużym pułapem operacyjnym samolot jest trudny do wykrycia i zniszczenia. Global Hawk wyposażono w dwa podskrzydłowe węzły podwieszeń, na których może przenosić ładunki do 500 kg.

Istotną cechą operacyjną wyróżniającą projekt Global Hawk (podobnie jak i Dark Star) jest niezależność działania. Samoloty te zostały zaprojektowane jako obiekty latające, zdolne do wykonywania autonomicznych lotów bez udziału operatora. Niemniej jednak, aktualnie wykonywane zadanie może być w dowolnej chwili skorygowane przez operatora, z wykorzystaniem naziemnego lub powietrznego systemu dowodzenia.

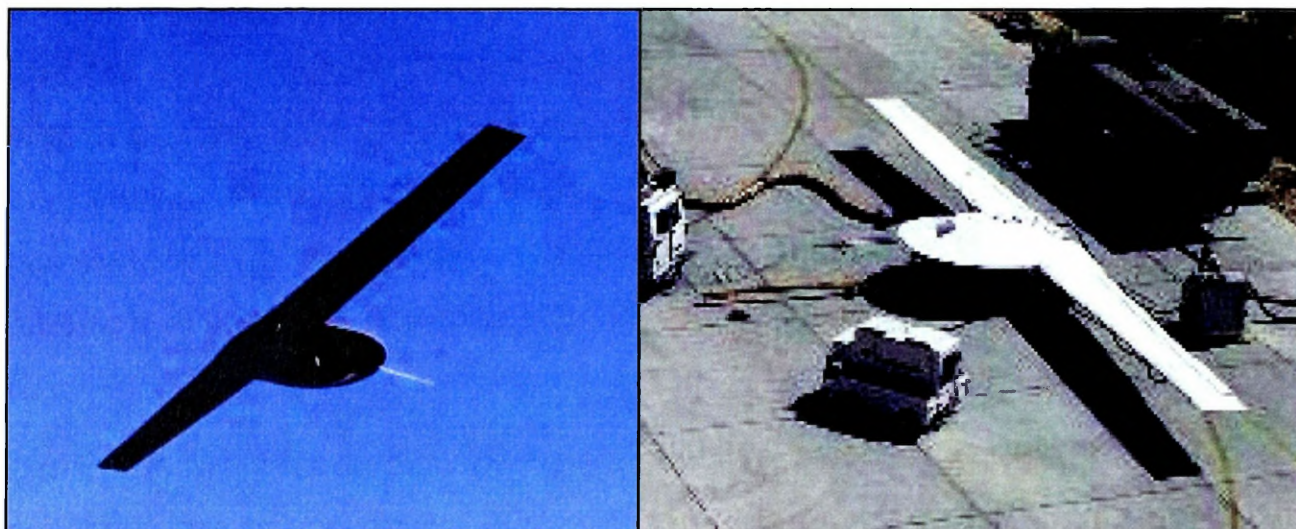
System naziemny zasadniczo składa się z dwóch komponentów: stacji startu i lądowania oraz ośrodka kontroli i łączności. Oba wyposażone są w mobilne kontenery.

Global Hawk będzie rozpoczynał misję spoza obszaru działań bojowych, wchodząc na teren przeciwnika i prowadząc długotrwałe misje tylko w obszarach od niskiego do średniego (umiarkowanego) ryzyka. System może dokonywać wglądu w obszary wysokiego zagrożenia (ryzyka) dzięki sensorom EO/IR oraz SAR. Dzięki niespotykanemu dużemu zasięgowi Global Hawk, obserwacja obszaru przyszłych działań jest możliwa na wiele dni przed przerzutem wojsk i rozpoczęciem operacji bojowych.

Tier III Minus Dark Star to bezzałogowy rozpoznawczy aparat latający średniego zasięgu. Wykonany jest w technologii stealth. Dark Star został zaprojektowany w układzie aerodynamicznym latającego skrzydła, z wyraźnie wydzieloną przednią, nosową częścią kadłuba. Spłaszczony, szczątkowy kadłub ma kształt półelipsy (w rzucie z góry). Niekonwencjonalne, nowatorskie rozwiązania zastosowane w jego konstrukcji mają zapewnić niski poziom wykrywalności we wszystkich zakresach: radarowym, w podczerwieni, a także akustycznym oraz wzrokowym.

Dark Star (rys. 17) przeznaczony jest do wykonywania zadań rozpoznawczych szczególnie w rejonach o dużym nasyceniu środkami przeciwlotniczymi. Wyposażenie stanowią podobne urządzenia jak w Tier II. W specjalnym we-

wnętrznym zasobniku może on w dobrych warunkach zabierać czujniki optoelektroniczne, a przy złej pogodzie radiolokator Westinghouse SAR z elektroniczną syntezą obrazu<sup>52</sup>. Według udostępnionych informacji czujniki rozpoznawcze mogą w ciągu godziny zebrać dane z terenu o powierzchni około 5 000 km<sup>2</sup>.



Źródło: <http://www.fas.org/irp/program/collect.htm>

**Rys. 17. Dark Star podczas przygotowania do lotu i w locie**

Bezzałogowe statki powietrzne w całym bogactwie swych odmian występują jako systemy, które tworzą: komponent powietrzny w skład którego wchodzi jeden lub kilka statków powietrznych, oraz komponent naziemny (morski), który tworzą centra (stanowiska) dowodzenia, kierowania i odbioru danych rozpoznawczych. Komponent naziemny to również porty umożliwiające sprzężenie statku powietrzego i jego sensorów z systemem C4I. Zasadniczą część komponentu naziemnego tworzy sekcja obsługi technicznej (logistyczna).

Konkludując należy wskazać, iż w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat możliwości statków bezzałogowych znacznie wzrosły, głównie dzięki bardzo szybkiemu postępowi technologicznemu i komputeryzacji. Jest to przyczyną różnorodności zadań jakie BSP wykonują obecnie oraz dużej różnicy zadań wykonywanych przez aparaty bezzałogowe w czasach ich powstawania i teraz.

Ważną rolę w systemie rozpoznania sił powietrznych odgrywają systemy rozpoznania elektronicznego. Przedmiotem rozpoznania elektronicznego jest spektrum elektromagnetyczne. Pozycja w spektrum elektromagnetycznym jest wyrażona za pomocą częstotliwości lub długości fali. Pasma wysokiej częstotliwości

<sup>52</sup> T. Hypki, *Informacja bez ryzyka*, „Skrzydłata Polska”, nr 2, Warszawa 1996, s. 14 – 15.

ści (HF) jest szeroko używane, ale jest wypierane z niektórych zastosowań np. przez VHF dla ruchomej łączności taktycznej. VHF zastąpiła wysoką częstotliwość HF w krótkodystansowej łączności polowej i jest używana do identyfikacji swój – obcy, taktycznej nawigacji powietrznej TACAN (tactican air navigation) i w niektórych radarach poszukujących dalekiego zasięgu. Super wysoka częstotliwość SHF jest używana do łączności z satelitami i do niektórych typów krótkodystansowej łączności przekaźnikowej na ziemi.

Wszystkie aktywne transmisje elektromagnetyczne mogą być wykrywane i potem zakłócone. I to jest istotą walki elektronicznej. Walka elektroniczna zatem wykorzystuje rozpoznanie do znalezienia, identyfikacji i lokalizacji nieprzyjacielskich urządzeń elektronicznych. Kiedy to nastąpiło, powstają trzy możliwości działania: po pierwsze przechwycenie i kontrolowanie emisji (gromadzenie danych), po drugie, daje szansę przeciwdziałania elektronicznego, tzn. zagłuszania albo mylenia (jeśli nieprzyjaciel bazuje na informacji zgromadzonej na podstawie odbioru) i po trzecie, znajomość lokalizacji nadajników umożliwia ich zaatakowanie i zniszczenie.

Rozpoznanie elektroniczne jest realizowane również w ramach wsparcia elektronicznego związanego bezpośrednio z walką elektroniczną. Jest ono ukierunkowane na poszukiwanie, przechwytywanie, lokalizację i identyfikację źródeł promieniujących energię elektromagnetyczną (w tym również źródeł zakłóceń) w celu ich rozpoznania, oceny zagrożenia i wypracowania danych do optymalnego wykorzystania z użyciem środków przeciwdziałania wojsk własnych.

Powietrzne elementy systemów rozpoznania elektronicznego i całe systemy są aktualnie objęte programami dostosowania do nowych wymagań operacyjnych. Zostały one zainicjowane w ostatnich latach w siłach powietrznych wielkich mocarstw i w wielu mniejszych krajach, w tym w Polsce. Przemiany idą w dwóch kierunkach. Pierwszy obejmuje programy integrowania istniejących środków rozpoznania powietrznego w jeden system drogą tworzenia sieci gromadzenia, analizy i wymiany informacji. Drugi kierunek to integrowanie sensorów rozproszonych dotychczas na różnych platformach, na pokładzie jednego wielozadaniowego nośnika.

Rozpoznanie elektroniczne na poziomie operacyjno-taktycznym jest realizowane nie tylko dla zabezpieczenia potrzeb informacyjnych dowództw, ale również na potrzeby realizowania osłony lub walki elektronicznej. Do rozpoznania i elektronicznego przeciwdziałania w siłach powietrznych służy wiele różnych systemów. Czołowe miejsce zajmują samoloty EC-130H Compass Call, które wykorzystują pokładowe systemy rozpoznania elektronicznego do programowania środków służących do zakłóceń elektronicznych systemów nawigacyjnych, systemów identyfikacji swój – obcy oraz sieci łączności radiowej ziemia-powietrze i powietrze-powietrze. Podobnie, samoloty EA-6B Prowler wykorzystują w czasie realnym informacje o stacjach radiolokacyjnych systemu OP do generowania algorytmów zakłóceń elektronicznych przez system ALQ-99<sup>53</sup>.

Można przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że przyszłość rozpoznania elektronicznego to koncepcja Konstelacji Sensorów i Systemów Dowodzenia i Kierowania (MC2C), opracowana przez ekspertów Sił Powietrznych USA, której głównym atutem będzie możliwość autonomicznego porozumiewania się niektórych elementów na poziomie maszyn. Takim systemem mają zarządzać wyspecjalizowane samoloty MC2A, zbudowane na bazie szerokokadłubowego Boeinga 767. Mają one łączyć funkcje dziś realizowane przez samoloty AWACS, JSTARS, RC-135, EC-130H. Załogi powietrznych elementów tych systemów będą w stanie kierować misjami bezzałogowych statków powietrznych. Będą też zdolne do odbioru informacji z sensorów rozmieszczonych w kosmosie, na ziemi i w morzu.

Nowe kierunki otwiera amerykański projekt MC2A stanowiący koncepcję samolotu – platformy MC2A, która ma zastąpić dotychczasowe koncepcje oddzielnych wyspecjalizowanych samolotów rozpoznawczych (i zapewnić warunki zabezpieczenia w informację dowództw operacji połączonych).

Nowy samolot, poprzez zintegrowanie dotychczas rozproszonych sensorów, ma posiadać zdolności realizowania zadań, które dotychczas wykonywały samoloty wczesnego wykrywania i naprowadzania E-3A AWACS, samoloty do obserwacji celów naziemnych i naprowadzania E-8 JSTARS oraz samoloty rozpoznania elektronicznego RC-135 Rivet Joint.

---

<sup>53</sup> Przedsięwzięcia przeciwdziałania elektronicznego, realizowane w ramach walki elektronicznej przez lotnictwo, można umownie podzielić na wsparcie działań grup taktycznego przeznaczenia lotnictwa (COMAO) oraz na samoobronę elektroniczną.

MC2A ma realizować zadania nie tylko jako platforma rozpoznawcza, lecz także jako stanowisko dowodzenia i naprowadzania na teatrze działań. W programie MC2A tradycyjne samoloty wykonujące zadania rozpoznania byłyby głównym elementem koncepcji sił uderzeniowych o zasięgu globalnym i realizowałyby różne zadania obrony powietrznej i obrony przed raketami balistycznymi<sup>54</sup>.

Samolot MC2A będzie realizował zadania jako jeden z elementów powietrznych sił uderzeniowych USA, będzie koordynował działania samolotów uderzeniowych i myśliwskich, jak również samolotów bezzałogowych typu Global Hawk i Predator. Umożliwi to prowadzenie precyzyjnej obserwacji sytuacji naziemnej, z możliwością nakładania dynamicznie rozwijającej się sytuacji powietrznej i zagrożeń, a także ze wskazywaniem bardzo ważnych celów do niszczenia. Ścisłe powiązanie informacji napływających z rozpoznania powietrznego i naziemnego powinno pozwolić na prognozowanie rozwoju sytuacji w dalszych działaniach.

MC2A będzie miał możliwość zbioru i obróbki danych z własnych sensorów oraz korelacji ich z danymi uzyskiwanymi z innych środków, samolotów i satelitów. Uzyskaną w ten sposób sytuację zbiorczą (zobrazowanie) będzie przekazywać do Dowódcy Sił Powietrznych (jako pomoc w planowaniu i prowadzeniu operacji), a także do samolotów uderzeniowych<sup>55</sup>.

Obecnie są prowadzone prace nad połączeniem funkcji radarów obserwacji ruchomych celów powietrznych i naziemnych samolotów E-3A AWACS i E-8 JSTARS na jednej platformie, a także nad możliwością wykrywania i śledzenia rakiet - jako podstawowych wymagań programu. W kolejnym etapie przewiduje się możliwość zamontowania aparatury do prowadzenia rozpoznania elektronicznego (RC-135 Rivet Joint).

O efektywność i możliwościach systemu obserwacji i rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego) na przyszłym polu walki zdecydują z pewnością

---

<sup>54</sup> K. Załęski, D. Kołasiński, *Światowe tendencje w rozpoznaniu – platforma rozpoznawcza MC2A*, wyd. cyt.

<sup>55</sup> We wstępnej koncepcji MC2A miał powstać w wyniku modernizacji samolotu *Joint STARS*, prowadzonej szczególnie pod kątem ulepszenia jego głównego radaru (program nazwano *Multiplatform Radar Technology Insertion Program*). Po modernizacji system był w stanie wykrywać rakietę na wysokości do 10 000 stóp; 12 razy poprawiono zdolność rozdzielczą aparatury, uzyskując możliwość rozróżnienia obiektów wielkości około 30 cm.

wykorzystywane urządzenia rozpoznawcze (sensory rozpoznawcze) oraz ich zdolność do pozyskiwania informacji.

Podobnie jak obecnie tak i w najbliższej przyszłości w obserwacji i rozpoznaniu powietrznym (powietrzno-kosmicznym) będzie przede wszystkim wykorzystywana informacja przenoszona przez spektrum elektromagnetyczne. Wynika to bowiem z takich jego cech jak powszechność występowania w przyrodzie, prędkość przemieszczania się fal i duża ilość przenoszonych informacji, a także możliwość uzyskiwania wysokiej rozdzielczości

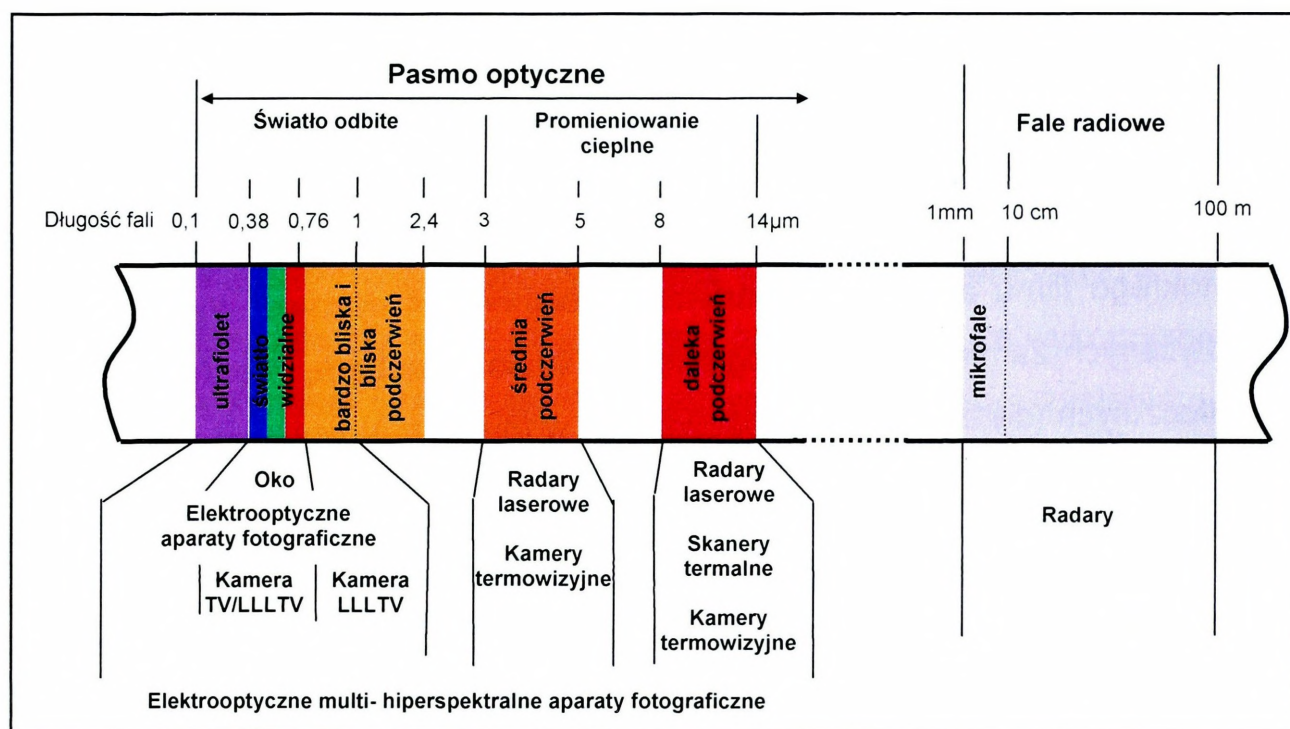
Ze względów praktycznych całe spektrum elektromagnetyczne dzieli się zazwyczaj na dwa duże podzakresy: optyczny i radiowy. Podzakres optyczny leżący między długościami fal od ok. 0,2  $\mu\text{m}$  do 1 000  $\mu\text{m}$  obejmuje ultrafiolet, promieniowanie widzialne oraz podczerwień. Podzakres radiowy obejmuje natomiast dwa pasma: mikrofałe (radarowe) do długości ok. 0,1 m oraz pasmo fal radiowych powyżej długości 0,1 m. Postęp technologiczny spowodował, że wykorzystanie spektrum elektromagnetycznego od szeregu lat staje się coraz bardziej kompleksowe. Opracowano także całą rodzinę urządzeń rozpoznawczych dostosowanych do rejestrowania określonych efektów, charakterystycznych dla danego zakresu. Biorąc pod uwagę powyższy podział pasma elektromagnetycznego można, zatem wyróżnić trzy rodzaje rozpoznania: radiowe, radiolokacyjne i optoelektroniczne. Rozpoznanie optoelektroniczne łączy w sobie od dawna istniejące rozpoznanie optyczne ze stosunkowo nową dziedziną, jaką jest elektronika. Jego podstawą są fizyczne procesy warunkujące przetwarzanie sygnałów elektrycznych na optyczne i sygnałów optycznych na elektryczne oraz procesy wytwarzania, przesyłania, przetwarzania i magazynowania informacji niesionych przez światło<sup>56</sup>.

Przeprowadzone studia literatury przedmiotu wskazują, że w perspektywie najbliższych 15 – 20 lat w systemach rozpoznania optoelektronicznego wykorzystywana będzie nadal jedynie ograniczona część pasma optycznego obejmującego: cały zakres fal ultrafioletowych (długości fali 0,1 – 0,38 $\mu\text{m}$ ), widzialnych (długość fali 0,38 – 0,76 $\mu\text{m}$ ) i ze względu na tłumienie fal podczerwonych w atmosferze, jedynie część pasma podczerwonego. Będą to jedynie trzy zakresy tego pasma o długości fal od 0,76 do 1 $\mu\text{m}$ , od 3 – 5  $\mu\text{m}$  i 8 – 13  $\mu\text{m}$ .

---

<sup>56</sup> K. Booth, S. Hill, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2001, s. 9.

Dzięki możliwości uzyskania znacznie większej rozdzielczości obrazów niż w paśmie radiowym do prowadzenia rozpoznania w poszczególnych zakresach pasma optycznego nadal będą wykorzystywane w siłach powietrznych całe rodziny urządzeń optoelektronicznych<sup>57</sup>. Zakres pasma optycznego charakterystycznego dla różnych rodzajów urządzeń rozpoznawczych przedstawia rys. 18.



Źródło: opracowanie własne

**Rys. 18. Urządzenia rozpoznawcze charakterystyczne dla poszczególnych zakresów pasma optycznego**

W świetle wyników dokonanych analiz można założyć, że względu na charakter pracy i właściwości urządzeń optoelektronicznych w systemach rozpoznania optoelektronicznego sił powietrznych w perspektywie najbliższych 20 lat będą wykorzystywane urządzenia do prowadzenia rozpoznania fotograficznego, telewizyjnego, termowizyjnego oraz laserowego. Będą to prawdopodobnie kolejne generacje elektrooptycznych aparatów fotograficznych, kamer telewizyjnych światła dziennego niskiego poziomu oświetlenia (Low Light Level Television – LLLTV), kamery termowizyjne oraz skanery termalne, a także laserowe urządzenia rozpoznawcze.

<sup>57</sup> Cechą charakterystyczną każdego urządzenia optoelektronicznego jest posiadanie oprócz źródła światła i detektora co najmniej jednego podstawowego elementu optycznego. Takim elementem może być soczewka do ogniskowania światła, proste zwierciadło do kierowania go z jednego miejsca do drugiego lub polaryzator do jego polaryzacji. Tamże, s. 41.

W przypadku dalszego dynamicznego rozwoju aparatów fotograficznych, rozpoznanie fotograficzne będzie w ciągu najbliższych 20 lat różniło się znacznie od tego, które jest realizowane obecnie. Na podstawie dokonanych analiz dostępnych materiałów źródłowych można założyć, że zasadnicze kierunki rozwoju systemów rozpoznania fotograficznego związane będą ze zwiększeniem zasięgu i przedziału wysokości ich wykorzystania oraz zwiększenia rozdzielczości uzyskiwanych materiałów do kilku centymetrów.

Utrwalającą się od szeregu lat tendencją w rozpoznaniu powietrznym jest zastępowanie klasycznych, lotniczych aparatów fotograficznych opartych na technologii mokrego filmu aparatami opartymi na technologii cyfrowej. W aparatach elektrooptycznych zamiast błony fotograficznej stosowane będą zestawy elementów światłoczułych (detektorów) zastosowanych w formie matrycy.

Zastosowanie techniki cyfrowej w tworzeniu obrazów umożliwi w procesie interpretacji wyników rozpoznania możliwość wielokrotnego powiększania obiektów, dokładnego określenia ich współrzędnych geograficznych poprzez porównanie z mapami cyfrowymi oraz dowiązanie celu do innych charakterystycznych obiektów znajdujących się w danym rejonie. Aparaty elektrooptyczne będą również prawdopodobnie zdolne do wyeliminowania zakłóceń powstałych na wskutek turbulencji powietrza. Należy sądzić, że w 2025 roku wyniki rozpoznania będą rejestrowane na nośnikach optycznych, przeglądane w czasie lotu w kabinie załogi lub też przesyłane poprzez radiowe i satelitarne systemy transmisji danych, w czasie rzeczywistym do naziemnych stacji obróbki danych.

Wyniki uzyskane w trakcie dokonywanych analiz materiałów źródłowych pozwalają zauważyć zarysującą się tendencję w zakresie rozwoju elektrooptycznych aparatów fotograficznych, jaką jest rozszerzenie ich potencjalnych możliwości o tworzenie obrazów w zakresie promieniowania podczerwonego. Dzięki wykorzystaniu urządzeń uczulonych na długość fal granicznych promieniowania widzialnego i podczerwonego (najczęściej w zakresie od 0,5 do 1 $\mu$ m) możliwe będzie podczas jednej misji rozpoznawczej sekwencyjne tworzenie obrazów pożądaných obiektów (rejonów) w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni lub też symultaniczne w obu tych zakresach jednocześnie.

Taki sposób tworzenia obrazów pozwoli na wykonywanie zdjęć przy bardzo słabym oświetleniu obiektu lub w całkowitej ciemności. Pozwoli również przeciwdziałać maskowaniu obiektów oraz znacznie utrudni dezinformację ze strony przeciwnika. Ponadto, wyeliminowane zostaną zniekształcenia powodowane przez czynniki atmosferyczne zmniejszające widzialność, takie jak zamglenie czy niewielkie opady. W konsekwencji nowe rozwiązania wpłyną na większą elastyczność wykorzystania urządzeń rozpoznawczych i w większym stopniu uniezależni prowadzenia rozpoznania od warunków atmosferycznych.

Jak wskazują wnioski z przeprowadzonych analiz istotną część optoelektronicznych urządzeń rozpoznawczych będą stanowiły w perspektywie czasowej 10-20 lat również kamery telewizyjne. Należy przypuszczać, że wykorzystywane w najbliższych kilkunastu latach kamery zbudowane będą z wykorzystaniem matryc detektorów najczęściej o zakresie czułości widmowej pokrywającym cały zakres widzialny oraz przylegający do niego wycinek zakresu podczerwonego o długości fal od 0,4 do 1  $\mu\text{m}$ <sup>58</sup>.

Kamery TV światła dziennego montowane będą na śmigłowcach rozpoznawczych, samolotach i bezzałogowych samolotach rozpoznawczych najczęściej w formie bloku (głowicy) obserwacyjnej umożliwiającego wizualizację i rejestrację obrazu obserwowanego rejonu lub obiektu w warunkach dziennych. Do obserwacji obiektów przy bardzo słabym oświetleniu, o poziomie znacznie poniżej czułości ludzkiego oka stosowane będą natomiast kamery telewizyjne niskiego poziomu oświetlenia wykorzystujące dodatkowe wzmacniacze światła połączone z detektorami matrycy cyfrowej. Przeprowadzone analizy wskazują, że do tworzenia obrazów na zasadzie wykorzystania promieniowania podczerwonego wykorzystywane będą urządzenia termowizyjne stanowiące już dziś coraz bardziej atrakcyjniejszą alternatywę dla kamer telewizyjnych niskiego poziomu oświetlenia. W przeciwieństwie do oka ludzkiego, aparatów cyfrowych, kamer telewizyjnych światła dziennego i niskiego poziomu oświetlenia, nie będą wymagały one nawet minimalnego oświetlenia i będą mogły pracować w warunkach absolutnej ciemności. Zaletą urządzeń termowizyjnych będzie z pewnością również mała skuteczność maskowania obiektów za pomocą klasycznych technik, ponieważ np. siatka maskująca

---

<sup>58</sup> K. Chrzanowski, *Wojskowy sprzęt optoelektroniczny*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 10, Poznań 2001, s. 74.

czołg lub inne pojazdy sama też się nagrzewa i wysyła demaskujące promieniowane. Ponadto, urządzenia te będą miały większe zasięgi skutecznej obserwacji w trudnych warunkach atmosferycznych w stosunku do kamer niskiego poziomu oświetlenia. Kamery termowizyjne umożliwią wytworzenie dwuwymiarowego obrazu termalnego niezależnie od tego czy urządzenie lub obserwowane obiekty znajdują się w ruchu czy też w spoczynku<sup>59</sup>. Należy przypuszczać, że w perspektywie najbliższych 20 lat urządzenia te stanowiąc będą nie tylko element systemów celowniczo-nawigacyjnych, lecz również systemów rozpoznawczych załogowych i bezzałogowych statków powietrznych.

Przeprowadzone badania potwierdzają stawiane często hipotezy, że należy liczyć się z szerokim wykorzystaniem do prowadzenia rozpoznania kamer termalnych trzeciej generacji. Cechą charakterystyczną tej generacji będzie podobnie jak w przypadku elektrooptycznych aparatów fotograficznych wykorzystywanie cyfrowych detektorów matrycowych CCD. Wyeliminowanie optyczno-mechanicznych układów przeszukiwania, charakterystycznych dla pierwszych generacji tych urządzeń pozwoli na znaczne uproszczenie ich konstrukcji i umożliwi budowę kamer termowizyjnych o wymiarach porównywalnych z typowymi kamerami video bądź znacznie mniejszymi. Ponadto, dzięki takiemu rozwiązaniu osiągnięta zostanie lepsza czułość tych urządzeń, jakość obrazu oraz znacznie zwiększony zasięg wykrywania<sup>60</sup>.

W przewidywalnej perspektywie czasowej 10 – 15 lat na miejsce obecnie wykorzystywanych kamer termalnych zacznie być wprowadzana w siłach powietrznych części państw, kolejna – czwarta już generacja tych urządzeń. Będą one w przyszłości stanowić standardowe wyposażenie rozpoznawcze. W odróżnieniu od kamer poprzednich generacji nowe systemy będą wykorzystywały prawdopodobnie niechłodzone matryce detektorów, co pozwoli na znaczne obniżenie kosztów tych urządzeń przy jednoczesnym utrzymaniu jakości uzyskiwanych obrazów.

Potencjalne możliwości w zakresie miniaturyzacji kamer termowizyjnych zwiększać mogą zakres ich wykorzystania do systemów rozpoznania optoelektro-

---

<sup>59</sup> Tamże, s. 77.

<sup>60</sup> W. Marud, R. Morchal, *Wykorzystanie termowizji w działaniach bojowych lotnictwa*, AON, Warszawa 2001, s. 30.

nicznego bezzałogowych samolotów rozpoznawczych niskiej i średniej długości lotu. Nie można też wykluczać ich stosowania na miniaturowych BSR.

W odróżnieniu od kamer termowizyjnych skanery termalne będą umożliwiały wytworzenie dwuwymiarowego termalnego obrazu pożądanego obiektu jedynie wówczas, gdy samo urządzenie lub obserwowane obiekty znajdują się w ruchu<sup>61</sup>. Skaner termalny jest bowiem swoistym radiometrem badającym w sposób ciągły pasy terenu poniżej lotu statku powietrznego, na którym jest umieszczony. Taki pas składa się z przylegających do siebie linii skanowania, wciąż na nowo wybieranych poprzecznie do linii lotu. Cecha charakterystyczna skanerów jest ich szeroki kat widzenia, który obecnie wynosi zazwyczaj około 120°.

Ze względu na tłumiące właściwości atmosfery skanery wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania będą pracowały zarówno w zakresie średniej jak i dalekiej podczerwieni. Można założyć jednak, że ze względu na korzystne właściwości propagacji fal najczęściej będzie to pasmo dalekiej podczerwieni w zakresie długości fal od 8 – 14  $\mu\text{m}$ .

Ponadto, prowadzone są prace nad uzyskaniem możliwości skanowania powierzchni ziemi ze średnich i dużych wysokości, a co się z tym wiąże, nad powiększeniem obszaru rozpoznawanego terenu. Podniesie to również poziom bezpieczeństwa załóg na wskutek wyjścia ze strefy rażenia broni strzeleckiej i przenośnych zestawów raketowych. Byłby to znaczący postęp, ponieważ do tej pory jedynym skutecznym sposobem walki z obroną przeciwlotniczą obiektu, oprócz stosowania środków walki radioelektronicznej, było zwiększanie prędkości lotu.

Realnym jest, w perspektywie czasowej 10 – 15 lat, wprowadzenie na wyposażenie sił powietrznych multi- i hiperspektralnych aparatów fotograficznych. Zastosowanie tej nowej technologii umożliwi dzięki jednoczesnemu skanowaniu pożądanego obiektu lub rejonu w 100 – 250 osobno rejestrowanych pasmach spektralnych na wykrywanie i identyfikowanie osób, obiektów naziemnych oraz pojazdów i wyposażenia, które ze względu na maskowanie i ukrycie nie mogłyby być rozpoznane przez monospektralne środki rozpoznania i obserwacji.

Rysującą się tendencją w zakresie rozpoznania optoelektronicznego jest wykorzystywanie urządzeń laserowych. Jedną z najbardziej obiecujących pod tym

---

<sup>61</sup> K. Chrzanowski, *Wojskowy sprzęt optoelektroniczny*, wyd. cyt., s. 77.

względem technologii są LIDARY (LIght Detection And Ranging) stanowiące laserowe odpowiedniki stacji radiolokacyjnych, w których fala radiowa zastąpiona zostanie promieniami laserowymi o zmiennej częstotliwości pracy.

Wykorzystanie pokładowych lub montowanych w podwieszanych zasobnikach urządzeń lidarowych może w niedalekiej przyszłości pozwolić na tworzenie trójwymiarowych map terenu, która w połączeniu z wynikami rozpoznania obrazowego uzyskanymi np. z urządzeń optycznych, termowizyjnych umożliwi dokładne rozpoznanie terenu i określenie znajdujących się tam sił i środków. Możliwe stanie się także wykrycie środków walki skonstruowanych w oparciu o technikę obniżonej wykrywalności takich jak samoloty, śmigłowce, pojazdy gaśnicowe oraz kołowe.

Każdy z omówionych urządzeń rozpoznawczych wyróżnia się spośród innych swoistymi zaletami, ale posiada też pewne wady. Dlatego też z reguły nie będą one wykorzystywane pojedynczo, lecz będą kompleksowane w jednym samolocie lub zasobniku rozpoznawczym.

Można założyć, że jedną z tendencji będzie umieszczanie w zasobnikach rozpoznawczych elektrooptycznych aparatów fotograficznych wspólnie z jednym ze skanerów, najczęściej termalnym, ale czasami również z laserowym. W takiej konfiguracji możliwe będzie zbieranie w podczas jednej misji rozpoznawczej danych w dwóch zakresach: światła widzialnego oraz dalekiej podczerwieni 8 – 14  $\mu\text{m}$ .

### **2.3. Wnioski**

Obecne i przyszłe zagrożenia powietrzne determinują rozwój systemów rozpoznania sił powietrznych. Oprócz klasycznych, trudno wykrywalnych środków napadu powietrznego pojawiają się nowe zagrożenia z powietrza, takie jak: skrzydlate pociski raketowe, taktyczne raketowe pociski balistyczne, bezzałogowe statki powietrzne (samoloty i śmigłowce), czy obiekty typu RENEGATE. Niezbędny jest ciągły rozwój systemów rozpoznania, aby możliwe było wykrywanie wszystkich tych obiektów w całym zakresie prędkości i wysokości lotu.

Funkcjonujące obecnie naziemne systemy rozpoznania sił powietrznych są ciągle udoskonalane i modernizowane oraz wprowadzane są nowe urządzenia, które wyznaczają nowe standardy oraz kierunki rozwoju tych systemów.

Przeprowadzone badania wskazują, że w naziemnych systemach rozpoznania radiolokacyjnego w dalszym ciągu będą funkcjonować w przyszłości radary klasyczne o nowych dużo większych możliwościach oraz radary pozahoryzontalne. Należy przypuszczać, że zostaną też wdrożone radary bi- i multistatyczne, radary mikrofalowe, radary o obniżonej mocy, czyli tzw. „radary ciche” oraz pasywne.

W systemach rozpoznania wyposażonych w radary klasyczne sukcesywnie będzie się dążyć do zwiększania możliwości wykrycia celów wykonanych w technologii *stealth*, rakiet balistycznych, raketowych pocisków skrzydlatych oraz samolotów i śmigłowców bezzałogowych. Będzie się też dążyć do zwiększania dokładności wskazywania współrzędnych oraz zasięgu działania.

Konieczność wykrywania bardzo szybkich celów na małych wysokościach oraz raketowych pocisków balistycznych na maksymalnych odległościach spowodowała rozwój prac badawczych nad radarami pozahoryzontalnymi. W radarach tych wykorzystywać się będzie właściwość rozchodzenia się fal radiowych zakresu dekametrowego (od 100 do 10 m), której podstawową zaletą jest zdolność do rozchodzenia się poza linią widoczności horyzontalnej.

W perspektywie roku 2025 należy przewidywać, że w systemie rozpoznania radiolokacyjnego zostaną też wdrożone radiolokatory bi- i multistatyczne. Ich cechą charakterystyczną będzie wykorzystanie do nadawania i odbioru sygnałów oddzielnych, oddalonych od siebie elementów rozmieszczonych w wielopoziomym systemie radiolokacyjnym.

Nową jakość w systemach rozpoznania radiolokacyjnego tworzą i będą tworzyć radary „ciche” o niskiej mocy emisji i niskim prawdopodobieństwie przechwycenia jego promieniowania elektromagnetycznego. Niska moc impulsowa tego rodzaju stacji, zmienne parametry sygnału i elastyczność wyboru algorytmów przeszukiwania przestrzeni, pozwalają zaliczyć te stacje do trudnowykrywalnych. Obniża to prawdopodobieństwo ich identyfikacji, zakłócenia i zniszczenia.

Coraz szersze zastosowanie znajdzie też w systemach rozpoznania radiolokacyjnego radiolokacja pasywna, zakresu milimetrowego i dwuczęstotliwościowa, uzupełniając i zwiększając możliwości innych radarów. Dalszy rozwój systemów rozpoznania elektronicznego będzie ukierunkowany na:

- objęcie rozpoznaniem całego zakresu częstotliwości widma elektromagnetycznego,
- zautomatyzowanie procesów rozpoznania,
- rozpoznanie wszystkich rodzajów emisji stosowanych w urządzeniach elektronicznych.

W perspektywie roku 2025 naziemne systemy rozpoznania elektronicznego bazować będą na urządzeniach wykorzystujących promieniowanie laserowe. Dla radarów tego typu przewiduje się w przyszłości zadania kontroli rejonu, zbieranie danych o obiektach ze śledzeniem ich ruchu oraz zadania nawigacyjne. Systemy te zapewnią dostarczanie informacji z dużo większej odległości i z dużo większą precyzją oraz z bardzo dokładną aktualizacją danych nawigacyjnych.

Znaczące zmiany zachodzą też w powietrznych systemach rozpoznania. Era miniaturyzacji techniki cyfrowej i laserowej powoduje, że na pokładach samolotów spotykamy coraz bardziej wyrafinowane technologicznie i kosztowne urządzenia, których obsługa wymaga gruntownej wiedzy fachowej. Coraz rzadziej możemy spotkać na pokładach samolotów pojedyncze urządzenia radiolokacyjne, którym przyporządkowano jeden określony cel. Nastąpiła znaczna skala integracji urządzeń i systemów w połączeniu z techniką cyfrową i światłowodową umożliwiają produkcję takich kompleksów.

W rozpoznaniu powietrznym, poza wielofunkcyjnością radarów pokładowych, perspektywicznym kierunkiem rozwoju technologicznego jest po pierwsze cyfrowe przetwarzanie uzyskiwanej informacji oraz jej dystrybucja w czasie realnym i w sposób dyskretny do odbiorców, a drugi kierunek to wykorzystanie radiolokacji do rozpoznania obrazowego, co oznacza zastępowanie fotografowania radiolokacją z syntetyczną projekcją obrazów. Radary SAR są stosowane zarówno do rozpoznania bocznego na dużych platformach wyspecjalizowanych samolotów rozpoznawczych jak i na pokładach samolotów uderzeniowych.

Można założyć, że rozpoznanie elektroniczne prowadzone na potrzeby dowodzenia na szczeblach operacyjnych będzie w perspektywie najbliższych dwudziestu lat ukierunkowane na monitorowanie aktywności w spektrum elektromagnetycznym potencjalnych przeciwników. Zdobywanie informacji o ich zamiarach oraz zabezpieczenie skutecznego użycia sił wojskowych w przypadku eskalacji

kryzysów w konflikt zbrojny. Cechą charakterystyczną rozpoznania elektronicznego prowadzonego dla zabezpieczenia działalności dowództw szczebla operacyjnego oraz decydentów politycznych będzie wysoka intensywność użycia środków rozpoznania elektronicznego w czasie pokoju i w sytuacjach kryzysowych. W świetle dotychczasowych założeń użycia systemów rozpoznania elektronicznego sił powietrznych, pozostających w dyspozycji dowódców szczebla operacyjnego i strategicznego można przewidywać, że również w przyszłości głównymi obiektami rozpoznania pozostaną: systemy łączności radiowej wykorzystywane w sieciach alarmowania i kierowania siłami zbrojnymi oraz systemy rozpoznania radiolokacyjnego obrony powietrznej państw w rejonach niestabilnych politycznie i militarnie bądź państw, które mają wrogie zamiary.

Głównym celem rozpoznania elektronicznego prowadzonego na potrzeby dowódców szczebla operacyjnego i strategicznego oraz decydentów politycznych będzie zapewnienie ciągłości monitorowania sytuacji i wykrywanie anomalii będących symptomami zmian w sytuacji polityczno-militarnej w obszarze zainteresowania. Będzie to pozwalało na skuteczne reagowanie w sytuacjach kryzysowych, między innymi poprzez weryfikowanie informacji pozyskiwanych z innych źródeł.

Operacyjne i strategiczne wykorzystanie powietrznych systemów rozpoznania elektronicznego sił powietrznych będzie prowadzone w perspektywie 15 – 20 lat przede wszystkim przez wysoce wyspecjalizowane samoloty rozpoznania elektronicznego zabudowane na dużych samolotach transportowych lub pasażerskich.

Przenoszone przez wyspecjalizowane samoloty rozpoznania elektronicznego techniczne środki rozpoznania będą umożliwiały realizację zadań bez konieczności wykonywania lotu w przestrzeni powietrznej kontrolowanej przez przeciwnika lub potencjalnie wrogiego państwa. Systemy rozpoznawcze wyspecjalizowanych samolotów rozpoznania elektronicznego cechować się będą zdolnością realizacji rozpoznania w szerokim spektrum częstotliwości radiowych i radiolokacyjnych, dużą dokładnością określania położenia źródeł promieniowania elektromagnetycznego oraz wysoką odpornością na zakłócenia.

Rozpoznanie elektroniczne ukierunkowane będzie na wykrywanie, określanie położenia i zabezpieczanie rażenia ogniowego bądź elektronicznego systemów przeciwlotniczych przeciwnika, w tym zestawów raketowych i artyleryjskich z

naprowadzaniem radiolokacyjnym, jak również zabezpieczających je systemów dowodzenia i rozpoznania radiolokacyjnego. Spektrum rozpoznawanych częstotliwości radiowych i radiolokacyjnych będzie ściśle powiązane z częstotliwościami wykorzystywanymi przez system obrony powietrznej przeciwnika. Dokładność uzyskiwanej informacji z rozpoznania elektronicznego musi zapewnić skuteczne użycie przenoszonych przez samoloty przełamania obrony powietrznej (Suppression of Enemy Air Defens – SEAD) i walki elektronicznej środków rażenia. Zasięg rozpoznania wymagany dla tej grupy środków oraz dokładność rozpoznania będzie wymagać użycia wyspecjalizowanych samolotów zoptymalizowanych do jednoczesnej realizacji zadań rozpoznawczych i ogniowych, przystosowanych do prowadzenia działań również w głębi ugrupowania bojowego przeciwnika.

Najmniej wyrafinowane systemy rozpoznania elektronicznego będą wykorzystywane w siłach powietrznych w pokładowych systemach samoobrony elektronicznej statków powietrznych. Informacje pozyskiwane przez nie będą w sposób zautomatyzowany wykorzystywane do zainicjowania przeciwdziałania lub samoobrony poprzez: użycie pułapek termicznych lub radiolokacyjnych, stosowania zakłóceń aktywnych bądź wykonania lub rekomendowania manewrów przeciwrakietowych albo przeciwartyleryjskich. Zakres częstotliwości pracy systemów rozpoznania elektronicznego będących integralną częścią systemów samoobrony elektronicznej samolotów ograniczał się będzie do częstotliwości wykorzystywanych przez podstawowe, najgroźniejsze systemy przeciwlotnicze przeciwnika.

Coraz wyraźniej zarysowuje się trend włączania w globalną sieć rozpoznania i dowodzenia wyspecjalizowanych samolotów rozpoznania elektronicznego wykorzystywanych na potrzeby zabezpieczenia procesu podejmowania decyzji przez dowódców wojskowych szczebla strategicznego i operacyjnego oraz decydentów politycznych. Dąży się do implementacji wspólnych standardów technicznych, proceduralnych i doktrynalnych zapewniających współdziałanie w czasie niemal rzeczywistym z sensorami bazowania lądowego, powietrznego i kosmicznego. Standardem będzie prawdopodobnie obróbka na pokładzie samolotów rozpoznania elektronicznego danych rozpoznawczych, co pozwolić będzie na dostarczanie odbiorcom przetworzonej syntetycznej informacji uwzględniającej dane z banków informacji na pokładach samolotów rozpoznawczych. Dzięki szerokopa-

smowym łączom danych pracującym w sieci łączności taktycznej (UKF) przetworzone dane rozpoznawcze będą w coraz szerszym zakresie przesyłane w czasie niemal rzeczywistym do wyspecjalizowanych sił obezwładniania systemu obrony powietrznej przeciwnika oraz walki elektronicznej w celu ich użycia i wstępnego określenia obszarów działania.

W długofalowych planach rozwoju systemów rozpoznania elektronicznego szczebla operacyjnego przewiduje się łączenie na pokładzie jednego statku powietrznego funkcji rozpoznania, dowodzenia i aktywnego przeciwdziałania elektronicznego. Analiza danych odbywać się będzie na pokładzie samolotu rozpoznania elektronicznego, natomiast odbiór sygnałów poprzez sieć informacyjną z odbiorników rozmieszczonych na innych statkach powietrznych. Korelacja w czasie niemal rzeczywistym danych z kilku rozmieszczonych w znacznej odległości od siebie i w zróżnicowanym położeniu w stosunku do rozpoznawanych źródeł emisji elektromagnetycznej platform, zapewniac ma dużo bardziej precyzyjne określenie położenia rozpoznawanych obiektów.

Głównym celem użycia powietrznych systemów rozpoznania elektronicznego pozostanie prawdopodobnie zdobywanie informacji zabezpieczających użycie kierowanych przeciwradiolokacyjnych pocisków raketowych oraz zakłócanie pracy środków wykrywania i kierowania ogniem. Przewiduje się, że włączenie sił SEAD i walki elektronicznej we wspólną sieć z samolotami rozpoznania elektronicznego takimi jak RC-135, czy TR-1 (U-2), bezzałogowymi samolotami rozpoznawczymi powietrznymi elementami systemów dowodzenia (AWACS, FAC, ABCCC) oraz systemami radiolokacyjnego rozpoznania pola walki i naprowadzania (JSTARS) ma pozwalać na skuteczniejszą niż dotychczas realizację zadań.

Rozpoznanie optoelektroniczne pozostanie w prognozowanej perspektywie czasowej najistotniejszym sposobem zdobywania informacji o terenie oraz siłach i środkach potencjalnego lub rzeczywistego przeciwnika. Dzięki właściwościom wykorzystywanych w rozpoznaniu optoelektronicznym fal elektromagnetycznych możliwe będzie uzyskiwanie obrazów o wysokiej rozdzielczość szerokiego spektrum obiektów niezbędnej do wykrywania, lokalizowania, a przede wszystkim ich automatycznej identyfikacji.

Standardem w zakresie optoelektronicznego wyposażenia rozpoznawczego stanie się w perspektywie najbliższych 20 lat wykorzystywanie techniki cyfrowej w procesie zbierania danych rozpoznawczych.

Najbardziej perspektywiczną techniką rozpoznawczą w zakresie rozpoznania optoelektronicznego będą: elektrooptyczne aparaty fotograficzne i kamery telewizyjne pracujące w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni, kamery i skanery termalne pracujące w zakresie średniej i dalekiej podczerwieni oraz urządzenia laserowe. Wyposażenie optoelektroniczne perspektywicznych załogowych i bezzałogowych samolotów rozpoznawczych umożliwić będzie najczęściej uzyskanie obrazu danego obiektu zarówno w jednym (np. ultrafiolet, światło widzialne) jak i w dwóch (np. światło widzialne/podczerwień) różnych pasmach spektrum elektromagnetycznego. Technika laserowa umożliwi natomiast tworzenie trójwymiarowych obrazów pola walki oraz znajdujących się tam środków walki. Dzięki temu możliwe będzie zoptymalizowanie procesu analizy obszaru działań bojowych oraz obiektów uderzeń a w konsekwencji zoptymalizowanie sposobu wykonania misji uderzeniowej.

W przyszłości można spodziewać się również integracji omawianych urządzeń w jedno wielowidmowe urządzenie rozpoznawcze, które przez swoją wysoką rozdzielczość, czułość oraz rozszerzony zakres widma znacznie zwiększy możliwości rozpoznawcze. W tym kontekście przełomem w zakresie rozpoznania optoelektronicznego w siłach powietrznych będzie z pewnością wprowadzenie na wyposażenie sił powietrznych urządzeń rozpoznawczych umożliwiających uzyskanie multispektralnego zobrazowania pożądanego rejonu lub obiektu. Taki sposób uzyskiwania obrazu pozwoli bowiem zwiększyć w zasadniczy sposób wiarygodność informacji rozpoznawczej, zmniejszyć możliwości maskowania, znacznie utrudnić dezinformację ze strony przeciwnika oraz w jeszcze większym stopniu uniezależnić prowadzenie rozpoznania od warunków atmosferycznych i pory doby.

## Rozdział 3

### KIERUNKI ROZWOJU NAZIEMNYCH SYSTEMÓW OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

Do przeciwdziałania zagrożeniom powietrznym siły powietrzne tworzą zintegrowany system obrony powietrznej. Jego najważniejszym elementem, oprócz lotnictwa bojowego, są naziemne systemy obrony przeciwlotniczej. W niniejszym rozdziale są prezentowane rezultaty badań, będące rozwiązaniem problemu badawczego: jakie będą kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych?

Z zapisów analizowanych dokumentów NATO wynika, że charakter zagrożeń z powietrza przewidywanych dla rozszerzonej obrony powietrznej w znacznej mierze będzie w prognozowanej przyszłości zbieżny z zagrożeniami przewidywanymi dotychczas dla obrony powietrznej. Przewiduje się jednak, że obok klasycznych środków napadu powietrznego (ŚNP), takich jak samoloty i śmigłowce o wzrastających możliwościach taktyczno-technicznych w zakresie rażenia obiektów naziemnych, nawodnych i powietrznych, pojawiać się będą nowe zagrożenia z powietrza, takie jak taktyczne rakiety balistyczne, rakiety skrzydlate, bezzałogowe aparaty latające czy samoloty cywilne wykorzystywane jako narzędzie ataku z powietrza. Przewiduje się, że wzrost zasięgu środków napadu powietrznego i ich prędkości w połączeniu ze zwiększoną precyzją i siłą rażenia przenoszonych przez nie lotniczych i raketowych środków rażenia będzie wymuszał znaczne zmniejszenie czasu reakcji systemu rozszerzonej obrony powietrznej. Za zasadnicze zagrożenie z powietrza uznaje się użycie, jako nosicieli zaawansowanej technologicznie broni masowego rażenia, szerokiego spektrum statków powietrznych oraz rakiet balistycznych i skrzydlatych. W ocenie rozpoznawczej zagrożenia z powietrza za najbardziej prawdopodobne środki napadu powietrznego uznaje się<sup>62</sup>:

---

<sup>62</sup> *Standing Defence Plan SDP 10901 D „Angry Hasp”, NATO Integrated Extended Air Defence (NATINEAD) in Allied Command Europe (ACE) – Final Draft, December 2002, pkt 1.d. (1) Threat estimate.*

- załogowe statki powietrzne o zwiększonych, w stosunku do dotychczas będących w uzbrojeniu lotnictwa wojskowego, możliwościach taktyczno-technicznych w zakresie rozpoznania i zwalczania obiektów naziemnych, nawodnych i powietrznych,
- bezzałogowe aparaty latające,
- taktyczne rakiety balistyczne,
- rakiety skrzydlate,
- samoloty lotnictwa cywilnego wykorzystywane jako narzędzie ataku z powietrza (RENEGADE).

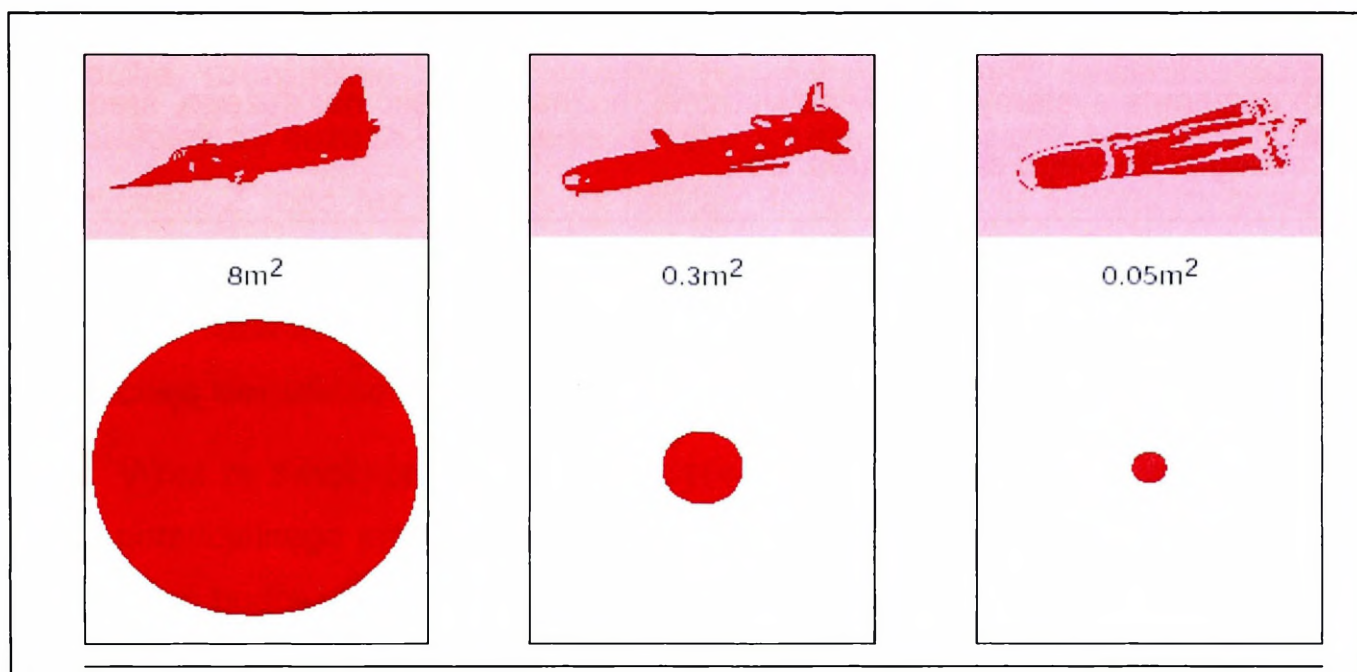
Zagrożenie z powietrza będzie zróżnicowane w zależności od natury, skali i szybkości eskalacji kryzysów polityczno-militarnych w obszarze euroatlantyckim. Wyniki dokonanej oceny zagrożeń pod względem przedmiotowym jednoznacznie wskazują, że największe wyzwanie dla naziemnych sił obrony przeciwlotniczej będą stanowiły rakiety balistyczne.

Trudności w zwalczaniu pocisków balistycznych wynikają między innymi z ich małej skutecznej powierzchni odbicia, którą eksperci amerykańscy oszacowali na  $0,005 \text{ m}^2$ . Dla porównania skuteczna powierzchnia odbicia samolotu myśliwskiego (wielozadaniowego) wynosi około  $8 \text{ m}^2$ . A zatem różnica jest wyraźnie dostrzegalna. Warto zauważyć, że czym większa skuteczna powierzchnia tym obiekt powietrzny (środek napadu powietrznego) jest łatwiejszy do wykrycia. Można zgodzić się z opinią ekspertów amerykańskich, że jeśli nie jest znany kierunek prawdopodobnego uderzenia raketowego, to poszukiwanie pocisku balistycznego w przestrzeni powietrzno-kosmicznej przypomina poszukiwanie igły w stogu siana (rys. 19).

Nie mniej ważne znaczenie ma prędkość, z jaką poruszają się pociski balistyczne. Według autorów opracowania „Ballistic and Cruise Missile Threat” prędkości te dochodzą do 4 – 5 mil/s. Należy jednak zauważyć, że tak duże prędkości osiągają ostatnie stopnie pocisków balistycznych.

Charakteryzując atrybuty pocisków balistycznych nie można pominąć wielofunkcyjnych głowic bojowych. Współczesne pociski balistyczne są zdolne do prze-

noszenia zarówno broni masowego rażenia jak i ładunków konwencjonalnych, w tym także podpocisków.



Źródło: opracowanie własne

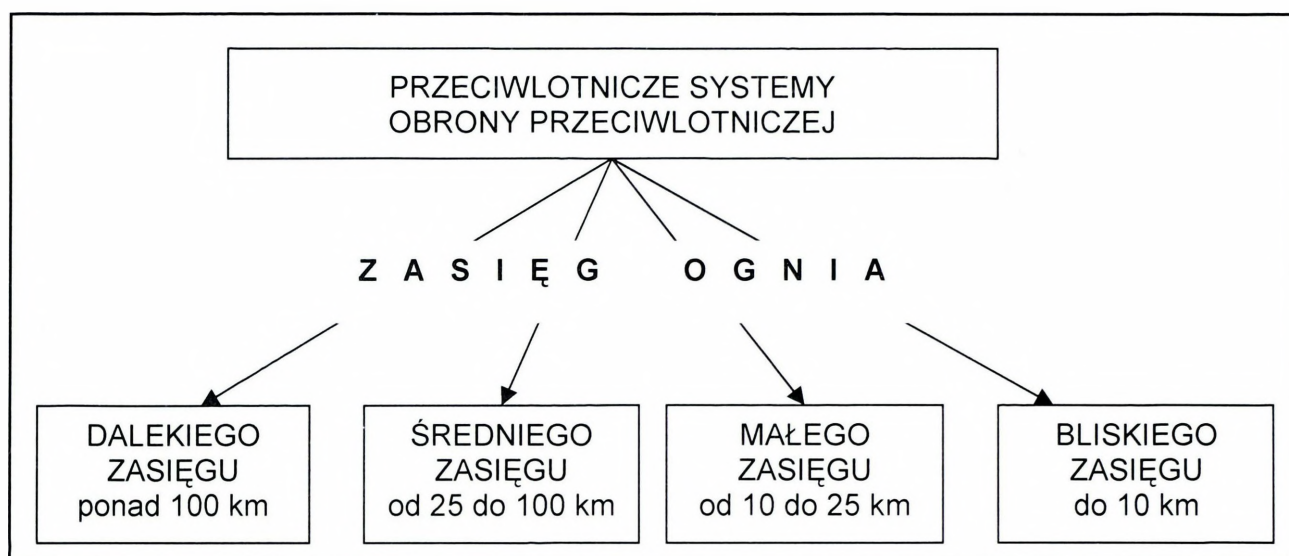
### Rys. 19. Porównanie skutecznych powierzchni odbicia wybranych ŚNP

Zasadniczym wyznacznikiem dla dokonania analizy i oceny zagrożeń z powietrza dla ludności, terytorium i sił zbrojnych Sojuszu Północnoatlantyckiego będzie rozgraniczenie na sytuacje wymagające podejmowania działań wojskowych na podstawie art. 5. Traktatu Waszyngtońskiego, w przypadkach bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa i integralności terytorialnej państw członkowskich Sojuszu oraz działania wojskowe spoza art. 5, w warunkach prowadzenia operacji reagowania kryzysowego. W zależności od powyższych uwarunkowań system rozszerzonej skoordynowanej obrony powietrznej sił połączonych NATO będzie zwalczał środki napadu powietrznego o różnym zaawansowaniu technologicznym, stosujące zróżnicowaną taktykę działania i prowadzące działania o odmiennej intensywności.

### 3.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych dalekiego zasięgu

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że nadal utrzymuje się trend zapoczątkowany jeszcze w latach 70. i 80. ubiegłego stulecia w realizacji programów rozwojowych naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej (przeciwlotni-

czych systemów raketowych) w charakterystycznych podgrupach, różniących się między sobą możliwościami bojowymi, szczególnie zaś przestrzennymi. Przyjmując zatem za kryterium podziału zasięg skutecznego zwalczania celów powietrznych naziemne systemy obrony powietrznej można podzielić na: dużego, średniego, małego i bliskiego zasięgu (rys. 20).



Źródło: Opracowanie własne

**Rys. 20. Podział naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej**

Należy jednakże zwrócić uwagę, że przedstawiony podział, mimo iż znajduje również odzwierciedlenie w realizowanych obecnie programach badawczych i rozwojowych naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej, to coraz częściej staje się mniej wyrazisty. Problem ten dotyczy szczególnie przeciwlotniczych systemów raketowych średniego i dużego zasięgu, czego dobrym przykładem jest S-300. Nowoczesne konstrukcje systemów raketowych mogą bowiem posiadać różne typy przeciwlotniczych rakiet przeciwlotniczych, o różnym zasięgu działania, który zwykle mieści się zarówno w przedziale średnich, jak i dużych odległości.

Analizując programy rozwojowe naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej należy stwierdzić, że większość z nich jest programami długoletnimi. Niektóre zostały zapoczątkowane jeszcze w latach siedemdziesiątych XX wieku. Jako przykład można tu wskazać prace nad amerykańskim przeciwlotniczym systemem raketowym Patriot, czy też rosyjskim S-300<sup>63</sup>. Należy już na wstępie zaznaczyć,

<sup>63</sup> Program budowy tego systemu został zainicjowany w 1965 roku, lecz do 1980 roku nie osiągnięto satysfakcjonujących wyników. Zgodnie z pierwotnymi założeniami system Patriot miał zastąpić starsze konstrukcje zestawów raketowych Hawk i Nike Hercules i z założenia miał posiadać zdolności do zwalczania jedynie konwencjonalnych środków napadu powietrznego (air breathing threats – ABT).

że dominującą rolę w tym względzie odgrywają Stany Zjednoczone i Rosja, która przejęła biura konstrukcyjne po byłym Związku Radzieckim. W ostatniej dekadzie ubiegłego stulecia dostrzegalna była również coraz częściej współpraca międzynarodowa, szczególnie zaś w zakresie budowy naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej dużego i średniego zasięgu mogących niszczyć taktyczne rakiety balistyczne. Z tego też względu w niniejszym opracowaniu scharakteryzowano kluczowe zdaniem autorów programy raketowe w wymienionych państwach oraz ciekawsze rozwiązania międzynarodowe w wyodrębnionych podgrupach, które wyznaczają kierunki ich rozwoju na najbliższe dwa dziesięciolecia.

Wraz ze zwiększającym się zagrożeniem wynikającym z możliwości użycia przez potencjalnego przeciwnika taktycznych rakiet balistycznych zintensyfikowano program budowy systemu raketowego, który miałby większe, w porównaniu do systemu Patriot, zdolności do zwalczania tych specyficznych środków napadu powietrznego. Stąd też zrodziła się w Stanach Zjednoczonych koncepcja naziemnego systemu obrony powietrznej teatru działań (Theater High Altitude Air Defense – THAAD), który ma osłaniać obszar od 20 do 150 razy większy niż Patriot. System THAAD zwiększy zatem możliwości osłony dużych aglomeracji miejskich oraz dużych formacji wojskowych<sup>64</sup>. Przez ekspertów amerykańskich jest on postrzegany jako jedna z ostatnich linii obrony w systemie obrony przeciwrakietowej Stanów Zjednoczonych (powszechnie znanej jako tarcza antyrakietowa), który będzie zwalczał (niszczył) rakiety balistyczne krótkiego i średniego zasięgu w końcowej fazie ich lotu. System ten wyznacza standardy rozwoju w kolejnych dekadach XXI wieku.

System przeciwlotniczy THAAD składa się z naziemnego radaru, pocisków raketowych mogących bezpośrednio zwalczać obiekty powietrzne (tzw. hit – to – kill), wyrzutni raketowych oraz urządzeń łączności zapewniających sprawne funkcjonowanie wszystkich elementów systemu jako całości.

Wyrzutnia zamontowana na pojeździe M1075 może przewozić osiem przeciwlotniczych pocisków raketowych z miejsca stałej dyslokacji do wyznaczonej pozycji startowej. Czas przygotowania do startu pocisków raketowych po zajęciu tej pozycji wynosi 30 min., podobnie jak ponowne załadowanie wyrzutni.

---

<sup>64</sup> W Stanach Zjednoczonych przyjęto, że system będzie osłaniał korpus wojsk lądowych.

Pociski raketowe mogą być odpalane w serii lub pojedynczo. Jest to bardzo istotna zaleta systemu THAAD pozwalająca na zwalczanie rakiet balistycznych metodą strzał – sprawdzenie – strzał (shoot – look – shoot). Po wystrzeleniu do celu pierwszego pocisku, urządzenia stopnia kontroli zniszczenia celu (głowicy rakiety balistycznej) oceniają czy głowica jest zniszczona, jeśli nie zostanie odpalony drugi pocisk raketowy. Taki sposób prowadzenia ognia do rakiet balistycznych jest dostępny dzięki dużym możliwościom przestrzennym systemu THAAD.

Rozwinięte w terenie wyrzutnie są kierowane z taktycznego centrum dowodzenia poprzez stację kontroli wyrzutni. Wyrzutnie systemu THAAD mogą być przewożone drogą lądową, morską i powietrzną. Do transportu powietrznego mogą być wykorzystywane samoloty C-141 i większe.

System THAAD zgodnie z założeniami ma zapewnić niszczenie rakiet balistycznych w odległości dochodzącej do 120 mil, na wysokości maksymalnej 100 mil. Do wykrywania celów opracowany został radiolokator kierowania ogniem TMD – GBR (Theater Missile Defense – Ground Based Radar) o zasięgu w granicach do 500 km, pracujący w zakresie częstotliwości 8 – 20 GHz. Do jego zadań należy również identyfikowanie, klasyfikowanie, śledzenie, oraz przekazywanie informacji o pozycji środka napadu powietrznego przeciwnika do taktycznego centrum operacyjnego baterii THAAD oraz określenie wstępnego wektora dla rakiety przeciwlotniczej, natomiast urządzenie śledzące w podczerwieni zamontowane na pocisku raketowym umożliwia skuteczne naprowadzanie na cel powietrzny. Radar wykrywa zatem obiekt powietrzny, weryfikuje go i inicjuje jego śledzenie. Może klasyfikować obiekty jako konwencjonalne środki napadu powietrznego, taktyczne rakiety balistyczne lub inne. Taktyczne rakiety balistyczne klasyfikuje jako specyficzne rakiety takie, jak ND-1, czy SS-21. Identyfikuje także zagrożenie określając prawdopodobny punkt uderzenia rakiety balistycznej.

Amerykańscy konstruktorzy założyli, że energia kinetyczna pocisku raketowego THAAD będzie wystarczająco duża, aby zniszczyć raketę balistyczną w locie. Pociski raketowe, podobnie jak w większości nowoczesnych przeciwlotniczych systemów raketowych, mogą być odpalane z mobilnej wyrzutni zbudowanej na bazie samochodu ciężarowego.

Dwustopniowy pocisk raketowy systemu THAAD o masie około 900 kg, jak już wspomniano ma niszczyć cel bezpośrednim uderzeniem głowicy bojowej o masie 10 do 25 kg. Posiada ona kombinowany układ naprowadzania, w pierwszej fazie lotu bezwładnościowy współpracujący z GPS, identyczny – lecz z możliwością radiokorekcji – na środkowym odcinku toru lotu, dopiero w fazie ataku do pracy włącza się termiczna głowica samonaprowadzająca. Głowica pocisku, tzw. Kill Vehicle (KV) jest wyposażona w system zmiany kierunku i wysokości (Direct and Attitude Control System – DACS), który pozwala na wykonywanie manewrów w kierunku przechwytywanego celu. Detektor podczerwieni naprowadza KV na cel<sup>65</sup>. Przewidywany punkt przechwycenia celu i dane dotyczące naprowadzania przekazywane są do pocisku raketowego, jeszcze przed jego odpaleniem, przez naziemną stację radiolokacyjną TMD – GBR. Pocisk raketowy ma również zdolność odbierania ze stacji radiolokacyjnej zaktualizowanych danych o celu w trakcie lotu.

Wykonanie misji związanej z niszczeniem środków napadu powietrznego, przede wszystkim zaś raket balistycznych, dowodzenie naziemnymi siłami obrony powietrznej oraz wymiana informacji z siłami połączonymi i jednostkami raketowymi wyposażonymi w systemy raketowe średniego i bliskiego zasięgu powoduje, że system THAAD wymaga odpowiedniego podsystemu dowodzenia i kierowania (BM/C3I) na szczeblu baterii i batalionu (rys. 21). Jednostka dowodzenia koordynuje i synchronizuje planowanie i prowadzenie działań bojowych z pododdziałami i oddziałami zwalczającymi środki napadu powietrznego na mniejszych, w porównaniu do systemu THAAD, wysokościach, z jednostkami na wyższym poziomie dowodzenia oraz połączonymi dowództwami. Segment dowodzenia, kontroli, łączności i rozpoznania składa się z trzech głównych elementów: stacji działań taktycznych (TOS), stacji kierowania wyrzutniami (LCS) oraz grupy wsparcia systemu (SSG)<sup>66</sup>.

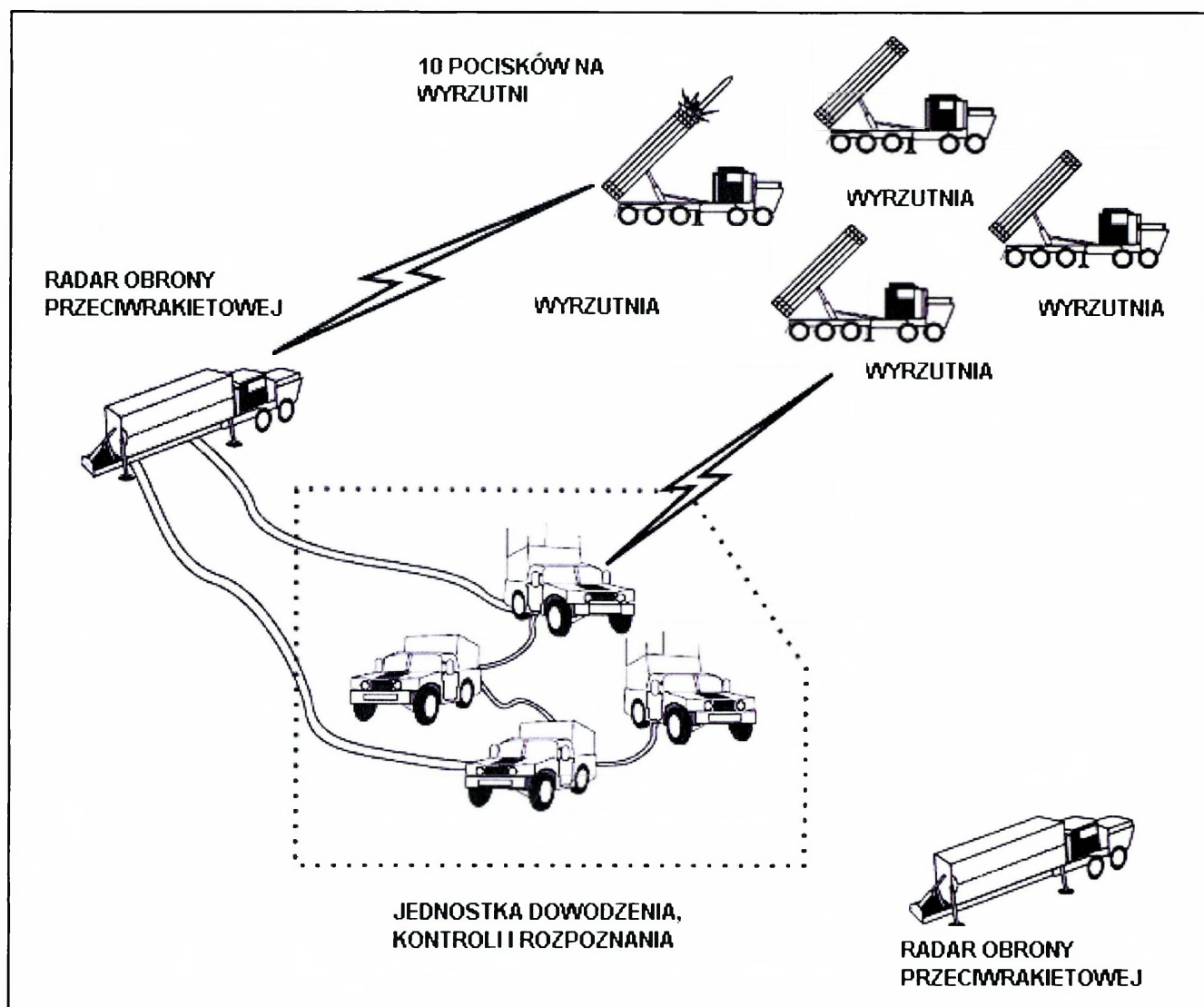
Stacja działań taktycznych jest modułem operacyjnym segmentu dowodzenia, kontroli i łączności posiadającym dwa serwery i dwa identyczne stanowiska pracy (wskaźniki). Stacja ta zapewnia automatyczną wymianę danych oraz informacji przekazywanych głosem ze stacją kontroli pracy wyrzutni. TOS dysponuje

---

<sup>65</sup> R. Maksymiuk, *Obrona przeciwrakietowa Rzeczypospolitej Polskiej*, AON, Warszawa 2008, s. 407.

<sup>66</sup> *FM 3-01.11 Air Defense Artillery Reference Handbook*, Headquarters Department of the Army, Washington D.C., October 2000.

własnym, mobilnym źródłem podtrzymania zasilania w sytuacjach awaryjnych. Ciągniony generator może być stosowany w wypadku zakłóceń w dostawie energii elektrycznej ze stałego źródła jakim jest standardowa sieć energetyczna. Urządzenie to pozwala operatorowi w ciągu 10 do 14 min. na wyłączenie systemu w sposób zorganizowany, bez żadnych uszkodzeń sprzętu<sup>67</sup>.



Źródło: *Ballistic Missile Defense. Issues Concerning Acquisition of THAAD Prototype System, Report to Congressional Committees, United States General Accounting Office, July 1996, s. 96*

### Rys. 21. Ugrupowanie bojowe przeciwlotniczego systemu raketowego THAAD

Stacja kontroli wyrzutni obejmuje pojazd terenowy HMMWV z zamontowanym kontenerem nowego typu S-788 wyposażonym w źródło zasilania energii elektrycznej oraz ciągniony elektrogenerator PU-801. Stacja ta posiada podsystem łączności, kable światłowodowe oraz rozbudowany zestaw łączności wewnętrznej i zewnętrznej.

<sup>67</sup> Tamże.

Grupa wsparcia systemu obejmuje lekki lub średni pojazd taktyczny (LMTV) wyposażony w elektryczny dźwig, zamontowany na skrzyni towarowej pojazdu. Drugim elementem jest TOS i LCS ciągniony generator. Grupa ta jest wykorzystywana także do transportu dodatkowych (innych) środków i wyposażenia niezbędnego do sprawnego funkcjonowania baterii THAAD. Konstruktorzy tego systemu przewidzieli również możliwość przewozu środków maskowania oraz zaopatrzenia dla stanu osobowego baterii. Generator natomiast służy jako awaryjne źródło zasilania dla stacji (centrum) działań taktycznych i stacji kierowania wyrzutniami.

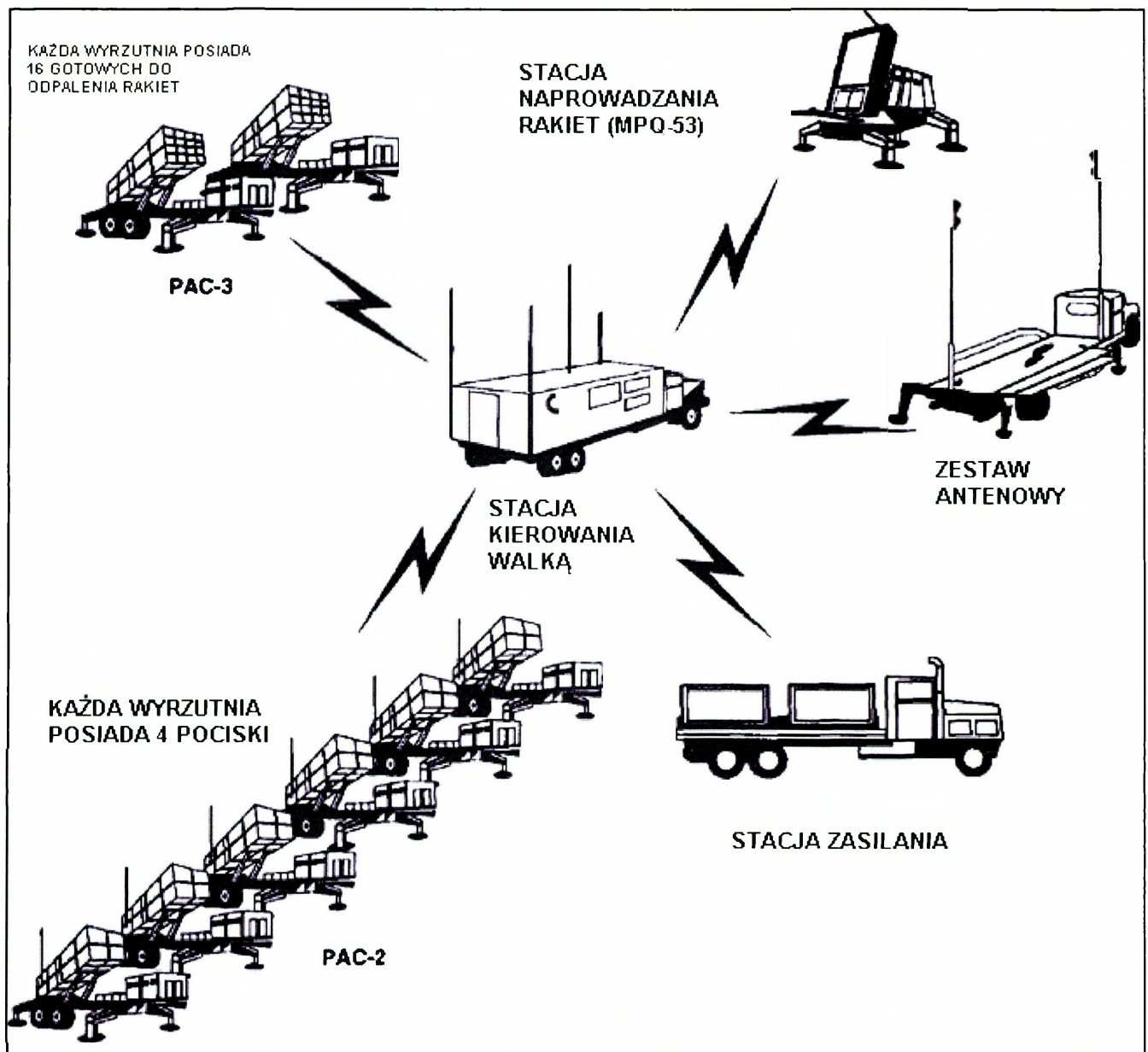
Bateria THAAD, jako podstawowy moduł bojowy (ogniowy), składa się z następujących elementów: pociski raketowe, wyrzutnie, radar, segment dowodzenia, kontroli i łączności (BM/C3I) oraz naziemne elementy wsparcia. System THAAD może wykonywać powierzone zadania w scentralizowanym, zdecentralizowanym systemie dowodzenia lub autonomicznie, co należy uznać za jego niewątpliwą zaletę.

Należy zwrócić uwagę na koszt tego systemu oraz opóźnienia z wdrożeniem go do produkcji seryjnej. Wprowadzona przez departament obrony redukcja budżetu o 2 miliardy dolarów w 1997 roku spowodowała nie tylko wzrost ogólnych wydatków przeznaczonych na budowę i rozwój systemu THAAD do łącznej kwoty 17,9 miliarda dolarów, ale również przesunięcie terminu wprowadzenia do wojsk z 2002 na 2006 rok.

Reasumując, pomimo wykazanych problemów można założyć, że system ten będzie stanowił trzon naziemnych sił obrony powietrznej do 2025 roku. Do tego czasu prawdopodobnie konstruktorzy uporają się z problemami wynikłymi w czasie praktycznych testów systemu i doprowadzą THAAD do pełnej zdolności operacyjnej. Można zatem założyć, że do 2025 roku będzie to podstawowy element obrony przeciwrakietowej naziemnego bazowania. Racjonalna wydaje się również prognoza wskazująca na Patriot PAC-3, jako system przeciwlotniczy współdziałający z THAAD w tworzeniu wielowarstwowego parasola rozszerzonej obrony powietrznej, obejmującej obronę przeciwrakietową.

Oprócz opisanego naziemnego systemu obrony przeciwlotniczej typu THAAD ciągle modernizowane i doskonalone są inne systemy dalekiego zasięgu, takie jak np. Patriot PAC-3, przeznaczone do zwalczania różnorodnych celów powietrz-

nych, w tym rakiet balistycznych. Nie dziwi zatem fakt, że system przeciwlotniczy Patriot PAC-3 przez ekspertów amerykańskich traktowany jest jako uzupełnienie możliwości bojowych scharakteryzowanego wcześniej systemu THAAD. Nowy już w pełni operacyjny system PAC-3 posiada bowiem zaawansowane możliwości zwalczania rakiet manewrujących Cruise, samolotów oraz w odróżnieniu od swych poprzedników (PAC-1, PAC-2), także rakiet balistycznych (rys. 22).

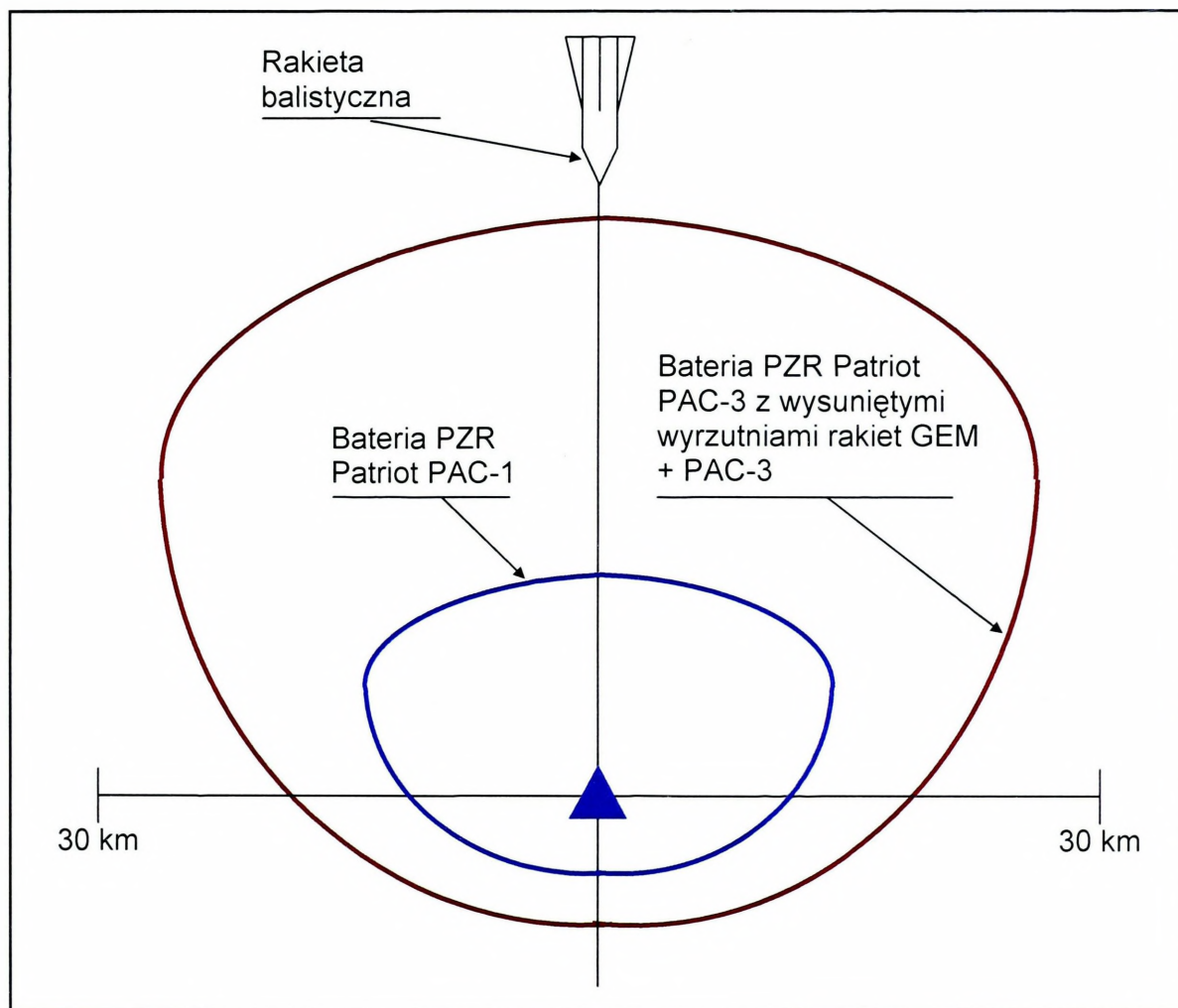


Źródło: *Ballistic Missile Defense. Computation of Number of Patriot PAC-3 Interceptors Needed Is Flawed, Report to Congressional Requesters, United States General Accounting Office, March 1996, s. 3*

**Rys. 22. Typowe ugrupowanie bojowe baterii Patriot PAC-3**

System Patriot PAC-3 składa się z czterech głównych elementów: radaru, centrum dowodzenia, wyrzutni oraz samych rakiet. Warto zauważyć, że rakiet (pocisk) PAC-3 jest zmodernizowaną wersją pocisku PAC-2. Zasadnicza różnica polega na zastosowaniu innego typu głowic bojowych. W wersji PAC-3 wprowadza-

dzono głowicę hit – to – kill, która zwalcza cele powietrzne, szczególnie chodzi tu o rakiety balistyczne, za pomocą energii kinetycznej zderzenia głowicy bojowej z celem. Należy podkreślić, że w wyniku wprowadzonych modernizacji eksperci amerykańscy zakładają zwiększenie dotychczasowego zasięgu rakiety przeciwlotniczej PAC-3 o około 50 %. Rakiety PAC-3 są montowane na mobilnych wyrzutniach w specjalnych kontenerach (rys. 23).



Źródło: "Aviation Week & Space Technology", nr 2, 2003

**Rys. 23. Porównanie możliwości przestrzennych systemów PAC-1 i PAC-3 w zakresie zwalczania rakiet balistycznych**

Każda z wyrzutni może przenosić do 16 rakiet. Wyrzutnie powinny być rozmieszczane w taki sposób, aby obszary odpowiedzialności poszczególnych wyrzutni zachodziły na siebie, zapewniając możliwość obrony obiektów przed uderzeniami środków napadu powietrznego z różnych kierunków.

Warto wspomnieć, że zaznaczona na schemacie stacja kierowania walką jest jedynym elementem systemu wymagającym zaangażowania obsługi bojowych. Stacja ta zapewnia sterowanie pracą wyrzutni raketowych, umożliwia wymianę danych z innymi bateriami systemu Patriot oraz ze stanowiskami dowodzenia

wyższego szczebla. Stacja jest obsługiwana przez trzech operatorów<sup>68</sup>. Programy operacyjne komputera stacji zapewniają sterowanie wszystkimi elementami przeciwlotniczego systemu raketowego, w tym kontrolę radiolokatora podczas jego pracy, wybór wyrzutni do wykonania konkretnego zadania, nadzór nad obiegiem informacji z sąsiednimi bateriami i stanowiskiem dowodzenia brygady (skrzydła) oraz bieżące informacje o stanie poszczególnych elementów systemu. Programy te umożliwiają ocenę sytuacji powietrznej, określenie stopnia zagrożenia oraz kolejności zwalczania celów powietrznych<sup>69</sup>. W zależności od ustalonego rodzaju pracy – samoczynnie wydają komendy do prowadzenia ognia lub przedstawiają propozycje dowódcy<sup>70</sup>.

Reasumując, można przypuszczać, że program naziemnego systemu obrony powietrznej Patriot pozostanie programem otwartym, i kolejne udoskonalone jego wersje będą sukcesywnie wprowadzane do jednostek amerykańskich, oraz niektórych państw europejskich Sojuszu Północnoatlantyckiego. Wyniki uzyskane w trakcie procesu badawczego wskazują bowiem, że Patriot na trwałe wpisał się w architekturę rozszerzonej koordynowanej obrony powietrznej Europy i Stanów Zjednoczonych. Dodatkowym argumentem przemawiającym o słuszności tej tezy są aspekty ekonomiczne. Od momentu rozpoczęcia tego programu do dzisiaj zainwestowano zbyt wielkie nakłady finansowe, by w najbliższej przyszłości się z tego wycofać. Charakterystyczne jest również dążenie do samego obniżenia kosztów produkcji rakiet przeciwlotniczych tego systemu, poprzez zastosowanie tańszego co wcale nie oznacza gorszego ich oprogramowania<sup>71</sup>. Należy podkreślić, że obu scharakteryzowanym pokrótce systemom – THAAD i Patriot PAC-3 – Amerykanie przypisują znaczącą rolę w przyszłej, globalnej obronie przeciwraketowej, tak silnie lansowanej przez Stany Zjednoczone w pierwszej dekadzie XXI wieku

---

<sup>68</sup> *Patriot Missile Defense System, USA*, dostępne z: <http://www.army.technology.com/Project/patriot>

<sup>69</sup> Należy wspomnieć, że oprogramowanie komputera zawiera trzy grupy programów. Oprócz wspomnianego programu operacyjnego stosowane są programy rozruchowe oraz diagnostyczne.

<sup>70</sup> S. Miodek, *Przeciwlotnicze zestawy raketowe nowej generacji*, AON, Warszawa 1996, s. 58.

<sup>71</sup> *Patriot Advanced Capability-3 (PAC-3) System Conducts Successful Development/Operational Test*, dostępne z: <http://www.acq.osd.mil/mda>

Mimo iż przedmiotem rozważań niniejszego rozdziału były przede wszystkim amerykańskie systemy raketowe dalekiego zasięgu, to trzeba pamiętać także o ogromnych dokonaniach w tym zakresie Rosji oraz innych państw. Doskonalony jest także izraelski system raketowy Arrow oraz rosyjskie systemy S-300 PMU-1 (SA-10D) i S-300 W (SA-12). W Rosji prowadzi się też badania naziemnego systemu obrony przeciwlotniczej dużego zasięgu S-400 TRIUMF. Według ekspertów rosyjskich będzie on jednym z głównych filarów obrony powietrzno-kosmicznej w pierwszym ćwierćwieczu XXI wieku.

Cechą charakterystyczną rozwoju naziemnych systemów raketowych obrony przeciwlotniczej dużego zasięgu jest to, że najczęściej doskonalone są i rozwijane programy rozwojowe eksploatowanych już systemów. Dzięki temu oszczędzane są środki finansowe, które osiągają zazwyczaj bardzo duże wartości w sytuacji konstruowania nowych systemów od podstaw. Stosowane w tych systemach nowe rozwiązania techniczne wyznaczają przyszłościowe kierunki rozwoju.

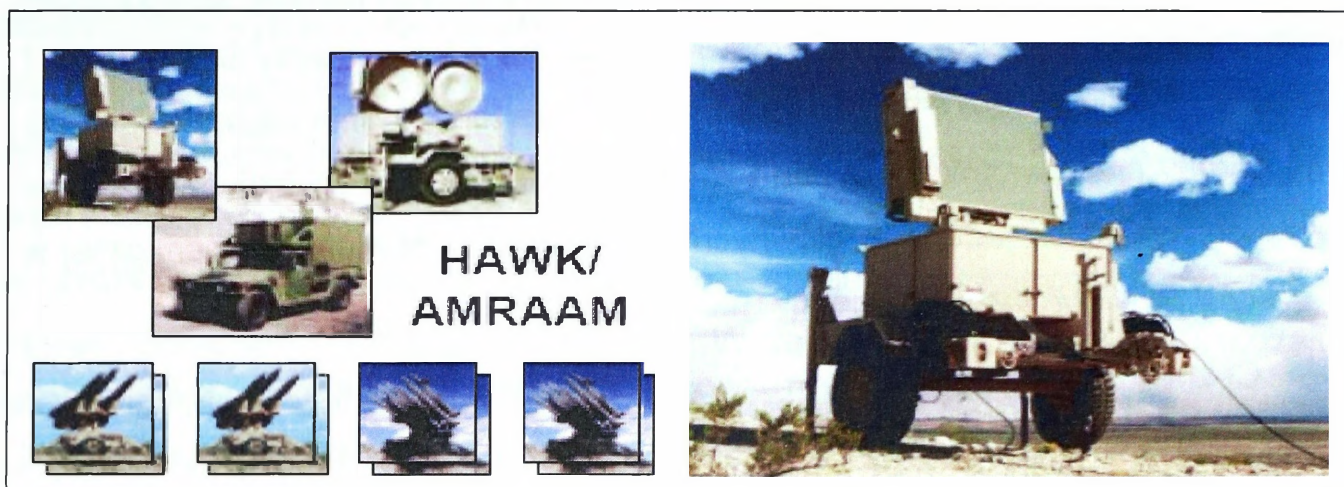
### **3.2. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych średniego zasięgu**

Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej średniego zasięgu wyznaczają programy rozwojowe eksploatowanych obecnie systemów takich jak HAWK – AMRAAM, MEADS czy SAMP/T.

Najnowszym i najbardziej interesującym, w aspekcie przyszłych zagrożeń powietrznych, programem rozwojowym systemu Hawk jest projekt „HAWK – AMRAM” w który, oprócz amerykańskiej firmy Raytheon, zaangażował się także norweski koncern Kongsberg. W skład nowego zestawu wchodzi: stacja radiolokacyjna nowej generacji AN/MPQ-64 (wykrywanie, rozpoznawanie, identyfikowanie i śledzenie), stacja radiolokacyjna AN/MPQ-61 (podświetlanie celów powietrznych), stanowisko dowodzenia na podwoziu samochodu HMMWV (możliwość śledzenia do 50 celów), trójprowadnicowe wyrzutnie pocisków raketowych AMRAAM (rys. 24).

Pociski te posiadają dodatkowe silniki raketowe przez co osiągają prędkość 1320 m/s. Należy zwrócić uwagę, że rakiety te są naprowadzane zarówno za po-

mocą bezwładnościowego układu, jak i komend kierowania. Na końcowym odcinku lotu włącza się natomiast aktywny radiolokator pocisku.



Źródło: *Surface Launched AMRAAM. Tactical Superiority with High Mobility, Presentation Kongsberg Raytheon Electronic System, 2001*

#### **Rys. 24. Koncepcja przeciwlotniczego systemu raketowego „HAWK – AMRAAM oraz jego radar AN/MPQ-64**

System HAWK – AMRAAM jest przystosowany do przewozu transportem lotniczym z wykorzystaniem samolotów C-130, C-160 lub większych. Zastosowanie ośmioprowadnicowych wyrzutni z pociskami AMRAAM pozwoli na zwiększenie jednostki ognia, jak również liczby jednocześnie zwalczanych celów powietrznych<sup>72</sup>.

Zgodnie z przyjętymi założeniami pociski AMRAAM są przeznaczone do zwalczania celów powietrznych poruszających się z dużą prędkością na małych i skrajnie małych wysokościach, na odległościach do 20 km od miejsca ugrupowania systemu. Cykl strzelania w przypadku rakiet AIM-120 AMRAAM oceniono, że jest krótszy niż 2 sek. Szybkostrzelność tego systemu można zatem uznać za bardzo wysoką, co ma szczególne znaczenie w przypadku odpierania zmasowanych uderzeń środków napadu powietrznego. Kombinacja uwzględniająca użycie dwóch różnych rakiet umożliwia także niszczenie środków napadu powietrznego na dalszych odległościach i wyższych wysokościach lotu. Zmodernizowane rakiety systemu HAWK zapewniają także zwalczanie środków powietrznych o małej skutecznej powierzchni odbicia.

Na podstawie przytoczonych charakterystyk systemu można przyjąć, że przeciwlotniczy system raketowy HAWK – AMRAAM będzie eksploatowany w

<sup>72</sup> A. Halama, A. Radomyski, *Wojska obrony przeciwlotniczej*, AON, Warszawa 2004, s. 96.

ciągu najbliższych 25 – 35 lat. Konstrukcja ta wydaje się na tyle ciekawa, iż zasługuje na bardziej wnikliwą ocenę pod kątem ewentualnego wdrożenia do wojsk obrony przeciwlotniczej Sił Powietrznych RP w miejsce przeciwlotniczych systemów raketowych SA-3D.

Dokonana przez analityków amerykańskich ocena systemów raketowych będących w uzbrojeniu wykazała, że także inne systemy nie spełniają wymagań związanych z perspektywiczną obroną powietrzną, w tym także z dużą mobilnością jej naziemnych systemów<sup>73</sup>. Jednym z ważniejszych wymagań sformułowanych dla MEADS była potrzeba zapewnienia dookrężnej obrony, a tym samym możliwości zwalczania szerokiego spektrum środków napadu powietrznego w zakresie od 0 do 360<sup>074</sup>.

Oceny przeprowadzone przez analityków amerykańskich wykazały, że produkcja przeciwlotniczego systemu średniego zasięgu (MEADS) może zostać rozpoczęta prawdopodobnie nie wcześniej niż w 2012 roku<sup>75</sup>. Zgodnie z przyjętymi założeniami, MEADS ma być wysoce mobilnym naziemnym systemem obrony powietrznej, którego możliwości bojowe pozwolą na skuteczną obronę manewrujących jednostek wojsk lądowych oraz obiektów i środków stacjonarnych o dużym znaczeniu wojskowym i cywilnym. System powinien posiadać więc zdolności do obrony obiektów punktowych oraz obszaru przed intensywnymi uderzeniami z powietrza, z jednoczesnym wykorzystaniem taktycznych rakiet balistycznych, rakiet skrzydlatych, niekierowanych pocisków raketowych dużego kalibru, samolotów i śmigłowców najnowszej generacji, bezzałogowych aparatów latających oraz rakiet przeciwradiolokacyjnych, odpalanych z platform powietrznych. System MEAD powinien zapewnić obronę dookrężną przed wymienioną gamą środków napadu powietrznego przeciwnika. Zdaniem ekspertów zajmujących się obroną powietrzną wypełni on dostrzegalną lukę pomiędzy mniejszymi, przenośnymi zestawami raketowymi takimi, jak Stinger i systemami dalekiego zasięgu klasy THAAD. Założenia operacyjnego użycia systemu uwzględniają jego działanie w połączeniu z innymi siłami i środkami obrony powietrznej lub samodzielnie. Ponadto postawiono

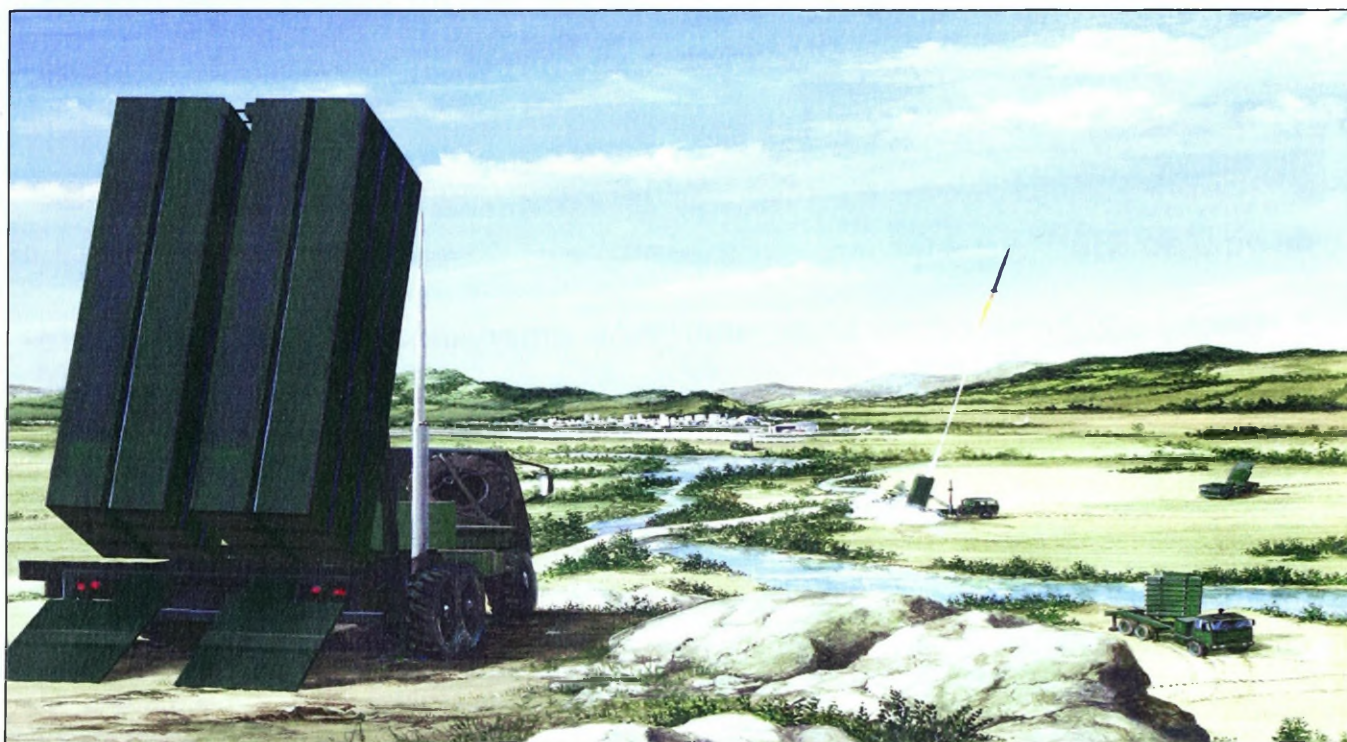
---

<sup>73</sup> *Defense Acquisition. Decision Nears Medium Extended Air Defense System*, United States General Accounting Office, June 1998, s. 1.

<sup>74</sup> Tamże, s. 5.

<sup>75</sup> Warto wspomnieć, że MEADS jest projektem realizowanym przez Stany Zjednoczone (58 %), Niemcy (25 %) oraz Włochy (17 %).

mu wysokie wymagania w zakresie mobilności na poziomie strategicznym. System ma być przystosowany do transportu drogą powietrzną przez samoloty C-130 Hercules lub inne średnie samoloty transportowe. W raporcie do kongresu Stanów Zjednoczonych wykazano, że przerzut batalionu MEADS będzie wymagał o połowę mniejszego wysiłku lotnictwa transportowego w porównaniu do batalionu Patriot (rys. 25).



Źródło: *Reset of the World Missiles*, dostępne z: <http://www.fas.org>

### **Rys. 25. Bateria startowa PZR MEADS na stanowisku startowym**

System MEADS składa się z sześciu głównych elementów: wielofunkcyjnego radaru kierowania ogniem, radaru wykrywania, podsystemu dowodzenia w niektórych opracowaniach nazywanego także centrum dowodzenia (BMC4I), rakiet przeciwlotniczych z kontenerami (obecnie wykorzystuje się PAC-3), wyrzutni oraz samochodów załadowniczych. W typowym scenariuszu odpieranie uderzeń powietrznych (w tym raketowych), jak wyjaśnia Romuald Maksymiuk, radar wykrywania zamontowany na samochodzie terenowym skanuje przestrzeń powietrzną w poszukiwaniu środków napadu powietrznego w zakresie 360<sup>0</sup> i przesyła dane do centrum dowodzenia.

Podsystem dowodzenia łączy wszystkie elementy systemu, a także umożliwia integrację MEADS z całym systemem obrony przeciwraketowej. W sytuacji, gdy zostanie wykryta rakiet balistyczna radar systemu MEAD wytwarza szczegółowy raport ze śledzenia, a podsystem BMC4I przesyła komendy startowe do mo-

bilnych wyrzutni. Każda wyrzutnia jest przystosowana do przechowywania i odpalania rakiet przeciwlotniczych PAC-3. Zgodnie z założonymi na wstępie projektu (programu) wymaganiami odnoszącymi się do wysokiej mobilności systemu należy podkreślić, że istnieje możliwość przerzutu wyrzutni samolotami transportowymi C-130 oraz A-400M. Godne podkreślenia jest także rozwiązanie umożliwiające rozmieszczenie wyrzutni w znacznej odległości od radaru oraz jednostki dowodzenia (BMC4I)<sup>76</sup>.

W 1989 roku Francja wraz z Włochami, w ramach ogólnego programu „Future Surface – to Air Family”, do realizacji idei budowy przeciwlotniczego systemu raketowego średniego zasięgu zawiązała konsorcjum Eurosam GIE. Jednym z kierunków tych szeroko zakrojonych prac jest przeciwlotniczy system raketowy SAMP/T<sup>77</sup>.

Program ten jest wyraźnie ukierunkowany na stworzenie przeciwlotniczego i przeciwraketowego naziemnego systemu obrony powietrznej średniego zasięgu, przeznaczonego do zwalczania szerokiego spektrum środków napadu powietrznego. Głównym elementem tego systemu jest wielofunkcyjny, trójwspółrzędny radiolokator ARABEL z fazową siecią antenową o zasięgu do 100 km, pracujący w zakresie częstotliwości 8 – 12 GHz. Radar ten może prowadzić obserwację przestrzeni powietrznej dookoła ( $0^{\circ}$  do  $360^{\circ}$ ) i w elewacji w zakresie od  $0^{\circ}$  do  $70^{\circ}$  –  $75^{\circ}$ . Cele powietrzne o skutecznej powierzchni odbicia równej  $1\text{ m}^2$  radiolokator ten może wykrywać z odległości 60 do 65 km. Równocześnie jest w stanie obserwować 50 celów powietrznych i naprowadzać na nie do 10 przeciwlotniczych pocisków raketowych. Kąt obserwacji stacji w elewacji  $70^{\circ}$  –  $75^{\circ}$  pozostawia niewielki martwy stożek w przestrzeni powietrznej. Do jego wyeliminowania zastosowano dodatkowy radiolokator Zebra, który śledzi pionowy wycinek w zakresie  $\pm 40^{\circ}$  i ostrzega przed uderzeniem z tego kierunku.

Moduł dowodzenia może kierować jednocześnie pracą sześciu wyrzutni rozmieszczonych w odległości dochodzącej do 10 km. Na każdej wyrzutni przewiduje się miejsce dla ośmiu osiem przeciwlotniczych. Elementy wyrzutni będą za-

---

<sup>76</sup> *Defense Acquisition. Decision Nears Medium Extended AD System*, wyd. cyt., s. 98.

<sup>77</sup> Geneza programu SAMP/T sięga początku lat 80., kiedy to w ramach programu SYRIX Francja prowadziła samodzielne prace nad koncepcją budowy jednolitej rodziny systemów raketowych przeznaczonych do obrony przeciwlotniczej i przeciwraketowej obiektów lądowych i morskich, o możliwie dużej zamienności poszczególnych elementów.

montowane na francuskich samochodach ciężarowych Renault TRM lub włoskich Astra Ivecco<sup>78</sup>

Dwustopniowa rakietka ASTER-30 o masie 450 kg, według ekspertów francuskich, rozwija prędkość do 1 350 m/s i może niszczyć klasyczne środki napadu powietrznego na odległościach dochodzących do 85 km. Warto zwrócić uwagę, że możliwości przestrzenne systemu w niszczeniu rakiet balistycznych są mniejsze w porównaniu z konwencjonalnymi środkami napadu powietrznego, ponieważ maksymalny zasięg rażenia w tym wypadku wynosi jedynie około 30 km. Pocisk rakiety jest odpalany pionowo, co jest niewątpliwą zaletą tego systemu.

Według R. Braybrooke'a, co znajduje również odzwierciedlenie w opracowanych przez producentów materiałów reklamujących swój produkt, system ten będzie zwalczał samoloty rozpoznawcze na odległości sięgającej 70 km, samoloty zakłócające do 100 km oraz manewrujące samoloty odrzutowe w przedziale od 15 do 25 km<sup>79</sup>.

Reasumując można założyć, że SAMP/T będzie zwalczał taktyczne rakiety balistyczne klasy Luna-M (Frog-7) i Toczka. Uzasadniona więc wydaje się ocena, iż system ten posiada wystarczające możliwości w zakresie zwalczania rakiet balistycznych o zasięgu działania mniejszym niż 100 km. Rozwijana wersja tego systemu będzie mogła skutecznie niszczyć rakiety balistyczne (np. SS-1 Scud) odpalane z wyrzutni odległych od systemu o 500 do 600 km. Przewiduje się, że możliwości bojowe kolejnej, przyszłościowej wersji tego systemu pozwolą podjąć skuteczną walkę z raketami balistycznymi o zasięgu od 1 000 do 2 000 km.

### **3.3. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych małego i bliskiego zasięgu**

Prognozując kierunki rozwoju naziemnych przeciwlotniczych zestawów małego i bliskiego zasięgu celowo jest rozpatrzeć programy rozwojowe najbardziej zaawansowanych spośród nich.

---

<sup>78</sup> *Defense Acquisition. Decision Nears Medium Extended Air Defense System*, wyd. cyt., s. 50.

<sup>79</sup> Tamże.

Oceniając możliwości i przydatność systemów raketowych małego zasięgu wykorzystujących pocisk AIM-120 AMRAAM warto zwrócić również uwagę na norweski przeciwlotniczy system raketowy NASAMS. W systemie tym przewidziano wykorzystanie jedynie pocisków AIM-120 AMRAAM, które umieszczono w specjalnych kontenerach na wyrzutni raketowej. Unikalność tego rozwiązania polega na wykorzystaniu jednego typu pocisku zarówno jako uzbrojenia samolotu, jak i omawianego tu przeciwlotniczego systemu raketowego. W tym wypadku uzasadniona jest teza, że taka koncepcja naziemnego systemu obrony powietrznej jest szczególnie racjonalna pod względem ekonomicznym. Stwarza bowiem możliwość nabycia tych systemów nie tylko państwu bogatym, ale także krajom, których budżety na obronę są zdecydowanie mniejsze.

Kolejnym udoskonaleniem jest opracowane przez firmę Kongsberg centrum kierowania ogniem. W skład systemu wchodzi także produkowany przez Raytheon radar AN/MPQ-64, stacja radiolokacyjna wykrywania celów powietrznych TPQ-36 oraz zamontowany na samochodzie ciężarowym system śledzenia wykorzystujący kamery pracujące w podczerwieni.

System ten znajduje się w uzbrojeniu zarówno królewskich sił powietrznych Norwegii (NASAMS-I), jak i ich wojsk lądowych (NASAMS-II). W 2000 roku firma Kongsberg zakontraktowała wyposażenie podobnych jednostek ogniowych dla sił powietrznych Hiszpanii.

Jednym z najpopularniejszych obecnie przenośnych przeciwlotniczych systemów raketowych jest amerykański Stinger. System ten okazał się konstrukcją wyjątkowo udaną i po pomyślnym przeprowadzeniu testów przez General Dynamics w 1980 roku rozpoczęto jego seryjną produkcję. Na przestrzeni kolejnych lat zestaw ten był wielokrotnie modernizowany<sup>80</sup>.

Należy podkreślić, że zestaw Stinger był konstruowany z myślą o zagrożeniach perspektywicznych, wykraczających poza lata 80. i 90. Jest on przenośnym

---

<sup>80</sup> Należy zgodzić się z opinią ekspertów amerykańskich, że wprowadzenie do uzbrojenia zestawu MIM-43A Redeye znacznie wzmocniło obronę i osłonę zarówno zgrupowań wojsk lądowych, jak i obiektów stacjonarnych. Pomimo tej pozytywnej opinii trzeba stwierdzić, że zestawy te posiadały wiele wad. To właśnie one zainspirowały konstruktorów z General Dynamics Pomma Division do podjęcia prac mających na celu ich wyeliminowanie, a tym samym i udoskonalenie zestawu. Ważnym elementem, który miał być wprowadzony do zestawu było urządzenie rozpoznawcze swój – obcy. Uwzględniając trudności, jakie wystąpiły przy opracowywaniu głowicy umożliwiającej przechwycenie celu powietrznego z przedniej półsfery podjęto decyzję o rozpoczęciu prac nad alternatywną wersją zestawu, którą nazwano Stinger.

przeciwlotniczym zestawem raketowym przeznaczonym do zwalczania samolotów odrzutowych, turbośmigłowych oraz śmigłowców na małych wysokościach. Idea konstrukcji zestawu została oparta na zasadzie odpal i zapomnij. Zestaw, podobnie jak inne tego typu systemy, składa się z trzech zasadniczych elementów: pocisku, wyrzutni i urządzenia startowego<sup>81</sup>.

W pocisku zastosowano głowicę samonaprowadzającą się na podczerwień oraz system nawigacji proporcjonalnej. Pocisk jest umieszczony w aluminiowej tubie wyrzutni, która wraz z nim stanowi jeden moduł niewymagający elaboracji i serwisu. Urządzenie startowe w postaci specjalnego uchwytu zawiera niezbędne podzespoły elektroniczne oraz antenę urządzenia rozpoznawczego AN/PPX-1. Do transportu zestawu używa się specjalnego kontenera, który może być przewożony przez różne pojazdy wojskowe.

Zasada działania zestawu polega na tym, że po wzrokowym wykryciu środka napadu powietrznego strzelec nakierowuje wyrzutnię we właściwą stronę, umieszczając go w celowniku optycznym. W ten sposób rozpoczyna proces przechwytywania obiektu powietrznego przez głowicę pocisku raketowego, rozpoznając go za pomocą urządzenia swój – obcy. Następnie operator odpala pocisk w kierunku obiektu uznanego za cel powietrzny.

Oceniając rozwój tej konstrukcji i zainteresowanie nią przez wiele państw można przypuszczać, że system ten będzie wykorzystywany do bezpośredniej obrony przeciwlotniczej (powietrznej) do 2025 roku. Chodzi tu nie tylko o wersje przenośne tych systemów, ale przede wszystkim montowane na różnego typu pojazdach bojowych.

Innym systemem, który wyznacza standardy rozwoju przeciwlotniczych systemów bliskiego zasięgu jest system ADATS. Jest on efektem rozpoczętej pod koniec lat dziewięćdziesiątych współpracy międzynarodowej. Określenie „wielozadaniowy” w pełni oddaje jego wyjątkowe cechy, albowiem został on zaprojektowany z myślą o wykorzystaniu nie tylko do walki ze środkami napadu powietrznego, ale również do zwalczania celów naziemnych. W tym celu zastosowano więc szereg niespotykanych wcześniej rozwiązań konstrukcyjnych. Powyższa koncepcja odzwierciedla tendencję tworzenia maksymalnie kompleksowych i interfunkcyj-

---

<sup>81</sup> A. Halama, A. Radomyski, *Wojska obrony przeciwlotniczej*, wyd. cyt., s. 117.

nych środków obrony wojsk lądowych przed różnymi zagrożeniami<sup>82</sup>. W latach dziewięćdziesiątych ADATS stał się podstawowym samobieźnym środkiem obrony przeciwlotniczej na szczeblu brygady wypełniając tym samym odczuwalną wówczas przez wojska lądowe Stanów Zjednoczonych lukę w tej dziedzinie sprzętu bojowego.

Podstawowym środkiem wykrywania środków napadu powietrznego jest impulsowo-doplerowska stacja radiolokacyjna przeszukiwania przestrzeni powietrznej, której antena wyposażona w układ stabilizujący ją w czasie jazdy zamontowana jest w tylnej części wieży. Stacja ta pracuje w paśmie X i charakteryzuje się bardzo dużą zbieżnością wiązki, dzięki czemu może skutecznie wykrywać cele o małych wymiarach w trudnych warunkach terenowych. Nowoczesne układy cyfrowej syntezy częstotliwości mogą zmieniać ją w krótkim czasie, zachowując stabilność parametrów w różnych warunkach, co znacznie zmniejsza wpływ aktywnych środków przeciwdziałania elektronicznego na pracę systemu. Stacja ta może wykrywać cele nisko lecące z odległości 24 km. Cele zobrazowywane na monitorze dowódcy wozu bojowego mogą być automatycznie klasyfikowane.

Pojedyncza stacja radiolokacyjna systemu może jednocześnie śledzić do sześciu środków napadu powietrznego<sup>83</sup>. Cele naziemne natomiast wykrywa przy użyciu systemu elektrooptycznego produkcji amerykańskiej, składającego się z kamery telewizyjnej i termowizyjnej. System ten służy do precyzyjnego śledzenia celów, w tym także powietrznych w fazie naprowadzania rakiet. Kamera termowizyjna pracuje w paśmie 8 – 12  $\mu\text{m}$ , co umożliwia obserwację w warunkach zapyleń i zadymienia. W warunkach użycia przez przeciwnika silnych zakłóceń elektronicznych może częściowo zastępować stację radiolokacyjną. Pomiar odległości do celów naziemnych odbywa się za pomocą dalmierza laserowego.

Pocisk raketowy systemu wyposażony jest w głowicę bojową podwójnego działania. Jest to przeciwpancerny ładunek kumulacyjny o masie ponad 12 kg. Znajduje się on w obudowie, z której w trakcie wybuchu formowane są odłamki rażące słabiej opancerzone cele naziemne. W silniku raketowym wykorzystano stały, bezdymny materiał napędowy nadający pociskowi w bardzo krótkim czasie

---

<sup>82</sup> ADATS, dostępne z: <http://www.republika.pl/zestawy/adats/adats.htm>

<sup>83</sup> Istnieje możliwość rozszerzenia możliwości obliczeniowych i wtedy system ADATS może śledzić 10 celów powietrznych.

ponad trzykrotną prędkość dźwięku (ponad 1 000 m/s). Prędkość pocisku jest tak duża, że gdyby ADATS był wyłącznie systemem przeciwpancernym, to zbędny byłby ładunek kumulacyjny. Do przebicia pancerza prawie każdego współczesnego, i prawdopodobnie perspektywnego wozu bojowego (czołgu), wystarczyłaby bowiem energia kinetyczna niewielkiego rdzenia<sup>84</sup>. Przewiduje się, że system ten będzie stosowany i ciągle doskonalony w przyszłości.

Za niezwykle interesujące konstrukcje słusznie uznaje się przeciwlotnicze zestawy raketowo-artyleryjskie. Idea zestawów raketowo-artyleryjskich, w literaturze anglojęzycznej określanych mianem hybrydowych, łączy w sobie zastosowanie przeciwlotniczych karabinów maszynowych oraz pocisków raketowych w jednym, mobilnym module bojowym. Należy podkreślić, że pomysł ten został wprowadzony w życie wiele lat temu przez Związek Radziecki. Państwa zachodnie pracę nad tego rodzaju uzbrojeniem rozpoczęły trochę później i przyjęły inną w porównaniu do ZSRR koncepcję, koncentrując się na tworzeniu lekkich systemów montowanych na pojazdach terenowych. Zdaniem ekspertów zarówno wschodnich, jak i zachodnich, za jedną z najciekawszych konstrukcji systemów hybrydowych można uznać Tunguzkę.

Przeciwlotniczy zestaw raketowo-artyleryjski Tunguzka jest przeznaczony do zwalczania środków napadu powietrznego i naziemnych na postoju, w ruchu i z krótkich postojów z zadaniem osłony elementów ugrupowania bojowego oddziałów (pułku zmechanizowanego i pułku czołgów) przed niskolecącymi celami powietrznymi. W skład zestawu zamontowanego na transporterze typu GM-352MTS wchodzi<sup>85</sup>:

- dwie 30 mm armaty przeciwlotnicze,
- cztery rakiety kierowane,
- stacja radiolokacyjna,
- urządzenie rozpoznawcze „swoj – obcy”,
- urządzenia nawigacyjne,
- noktowizor.

---

<sup>84</sup> ADATS, wyd. cyt.

<sup>85</sup> A. Halama, A. Radomyski, *Wojska obrony przeciwlotniczej*, wyd. cyt., s. 121.

Standardowa bateria przeciwlotnicza składa się z 6 wozów bojowych (wyrzutni) oraz 3 pojazdów transportowo-załadowniczych. O wykazywanej przez ekspertów efektywności tego systemu świadczy nie tylko jego siła ognia (np. prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego jedną rakieta oceniana się na 0,65), ale również znaczące możliwości środków radiolokacyjnych (dwa zakresy wykrywania: 20 i 13 km). System ten może otrzymywać także informacje z innych środków i punktów rozpoznania.

Na początku lat dziewięćdziesiątych system ten dodatkowo został wyposażony w elektroniczną aparaturę naprowadzania obejmującą: kamerę telewizyjną, dalmierz laserowy oraz zmodernizowany radiolokator.

Armaty przeciwlotnicze tego systemu mogą niszczyć środki napadu powietrznego przeciwnika na odległości dochodzącej do 4 000 m. Mogą one prowadzić ogień z różną szybkostrzelnością (7 000 do 5 000 strz/min.). Maksymalny zasięg przeciwlotniczych pocisków raketowych wynosi 8 km. Bliższą granicę strefy ognia oszacowano na 2 500 m.

Do niewątpliwych zalet tego systemu można zaliczyć: niewielkie gabaryty; dużą mobilność; zdolność do towarzyszenia manewrowym środkom wojsk lądowych oraz krótkim czasem reakcji na zagrożenia ze strony środków napadu powietrznego. Bardzo ważne znaczenie ma także zdolność systemu do prowadzenia walki w warunkach zakłóceń elektronicznych. Należy zaznaczyć, że państwa zachodnie nie dysponują odpowiednikiem systemu Tunguzka.

Stany Zjednoczone od wielu lat preferują bowiem lekkie, mobilne pojazdy z mieszanym przeciwlotniczym uzbrojeniem bliskiego zasięgu. Warto wspomnieć tu, że podstawową konstrukcją amerykańskiego systemu hybrydowego jest produkowany przez koncern Boeinga Avanger, który montowany jest na pojeździe HMMWV (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle). Zasadniczym uzbrojeniem tego systemu jest 8 gotowych do odpalenia pocisków raketowych Stinger o maksymalnym zasięgu 8 km. Posiada on także 12,7 mm przeciwlotniczy karabin maszynowy (szybkostrzelność 1 100 strz/min. z zapasem 300 sztuk naboju)<sup>86</sup>.

---

<sup>86</sup> R. Braybrook, *Land – based Vshorad and Shorad Systems*, "Armada International", nr 2, 2002, s. 46.

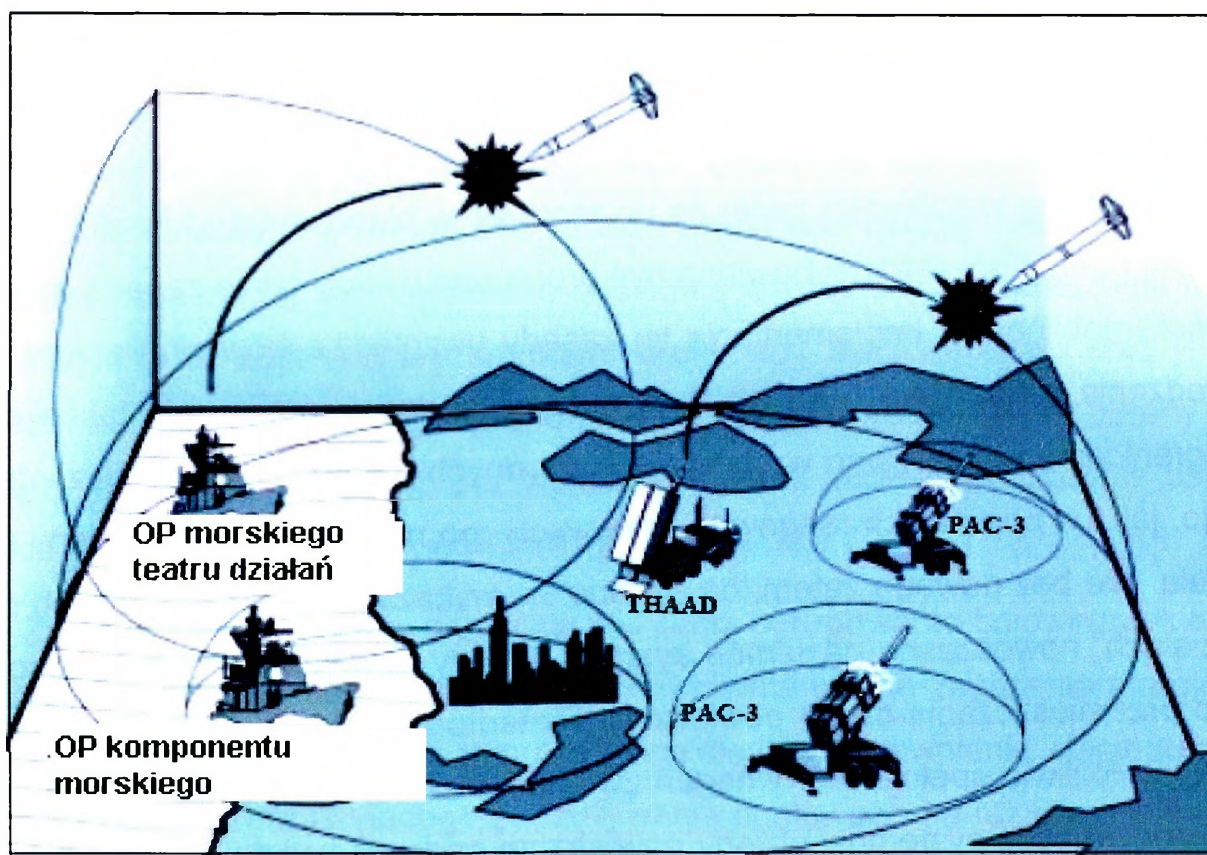
Dużą zaletą tego systemu jest wspomniana mobilność. Jego małe gabaryty pozwalają na przewóz transportem powietrznym. Trzy pojazdy Avanger mogą być przewożone przez jeden samolot transportowy C-130. Natomiast pojedynczy moduł ogniowy może być transportowany przez śmigłowce UH-60 lub CH-47.

Ocenia się, że system Tunguzka, a także inne konstrukcje tej klasy są wyjątkowo perspektywicznymi naziemnymi środkami obrony powietrznej bliskiego zasięgu. Można zatem założyć, że prace rozwojowe nad systemami hybrydowymi będą kontynuowane nawet do 2025 roku. Nad doskonaleniem jakich elementów skoncentrują się biura konstrukcyjne trudno jest jednoznacznie odpowiedzieć. Przypuszcza się, że będą to przede wszystkim zróżnicowane systemy wykrywania środków napadu powietrznego oraz alternatywne sposoby naprowadzania pocisków raketowych.

#### **3.4. Właściwości użycia naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych w perspektywicznej obronie powietrznej**

Przeciwstawienie się perspektywnym zagrożeniom powietrznym, z których z pewnością największym wyzwaniem dla obrony powietrznej będą rakiety balistyczne średniego i krótkiego zasięgu wymaga racjonalnego tworzenia ugrupowań bojowych naziemnych sił obrony powietrznej oraz właściwego do sytuacji ich użycia. Trzeba jednakże zaznaczyć, że będą one jedynie elementem zintegrowanego podsystemu ogniowego obrony powietrznej obejmującego także morskie systemy OP tworzące obronę powietrzną morskiego teatru działań oraz samego komponentu morskiego (rys. 26). Naziemny podsystem rażenia uzupełniać będą samoloty, mogące zwalczać konwencjonalne środki napadu powietrznego w powietrzu, a rakiety balistyczne na ziemi.

Uzasadnione wydaje się założenie, że skuteczne zastosowanie nowoczesnych systemów rażenia musi bazować na wypracowanych wcześniej zasadach. Wydaje się, iż nadal będą obowiązywały sprawdzone do tej pory zasady użycia sił obrony powietrznej, których respektowanie w praktyce powinno umożliwić wykonanie zadań stawianych jednostkom lub zespołom zadaniowym naziemnej OP. Do zasad tych można zaliczyć: komplementarność, zmasowanie, manewrowość oraz współdziałanie.



Źródło: opracowanie własne

**Rys. 26. Idea funkcjonowania systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych w obronie powietrznej**

Uznaliśmy, że jedną z niepodważalnych zasad obowiązujących w przyszłej, skoordynowanej i rozszerzonej obronie powietrznej, w której dominująca rola przypadnie prawdopodobnie naziemnym systemom, pozostanie komplementarność. Istota tej zasady wyraża się w równoważeniu ograniczeń jednego systemu możliwościami innego. A zatem dowódca odpowiedzialny za obronę powietrzną, mając na względzie tę zasadę, obligatoryjnie bierze pod uwagę nie tylko potencjał OP sił powietrznych, ale także innych rodzajów sił zbrojnych i rodzajów wojsk. Takie podejście w naszej ocenie zwiększa prawdopodobieństwo obrony obiektów, a tym samym i wykonania stawianych zadań.

Druga z wymienionych zasad – zmasowanie – polega na skupieniu wysiłku obrony powietrznej w osłonie ściśle określonych obiektów o kluczowym znaczeniu. W praktyce wyraża się to w zaangażowaniu wystarczającego potencjału ogniowego naziemnych sił obrony przeciwlotniczej sił powietrznych oraz środków obrony przeciwlotniczej innych rodzajów sił zbrojnych do skutecznej osłony starannie wyselekcjonowanych obiektów (zarówno wojskowych, jak i cywilnych) przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza. Uzasadniona w tym wypadku wydaje się kon-

statacja, że zasada ta nabiera jeszcze większego znaczenia w perspektywie walki z raketami balistycznymi potencjalnego przeciwnika.

Nie mamy wątpliwości także co do tego, że w planowaniu i funkcjonowaniu przyszłej obrony powietrznej powinna być brana pod uwagę także zasada manewrowości (mobilności). Implementacja tej zasady uwzględnia bowiem konieczność prowadzenia działań nie tylko na terytorium własnego państwa, ale także poza jego granicami, i to zarówno w operacjach zgodnych z art. 5 traktatu waszyngtońskiego, jak i w operacjach reagowania kryzysowego nie objętych ustaleniami tego artykułu. Nie bez powodu zatem, co starano się wykazać we wcześniejszych podrozdziałach, nowoczesne naziemne systemy obrony powietrznej są przystosowane do przemieszczania drogą powietrzną. Ponadto praktyczne respektowanie tej zasady umożliwia spełnienie wymagań związanych z koniecznością zmiany położenia naziemnych systemów obrony powietrznej podczas wykonywania zadań na teatrze działań.

Uwzględniając przyjęte założenia perspektywicznej obrony powietrznej powinna być respektowana także zasada współdziałania. Ścisła koordynacja wysiłku i działań umożliwi bowiem zwiększenie (maksymalizację) skuteczności zaangażowanych jednostek lub zespołów zadaniowych, pozwalając jednocześnie zminimalizować wszelkie zakłócenia powstające od innych działających systemów walki obrony powietrznej.

Maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych nowoczesnych naziemnych systemów obrony powietrznej będzie wymagało ich właściwego ugrupowania w terenie. W tym kontekście uzasadniona wydaje się zatem konstatacja, że wypracowane w ubiegłym wieku wytyczne do tworzenia ugrupowań naziemnych sił obrony powietrznej w niczym nie straciły na wartości, a tym samym można przyjąć, iż będą wykorzystywane także w bliższej perspektywie czasowej. W naziemnych siłach obrony powietrznej państw Sojuszu Północnoatlantyckiego wyodrębniono następujące wytyczne: osłonę okrężną, osłonę głęboko rzutowaną, zwalczanie na podejściach, wzajemne wsparcie, zazębianie się ognia oraz osłonę kierunku<sup>87</sup>. Należy jednak podkreślić, że zastosowanie wspomnianych wytycznych

---

<sup>87</sup> B. Zdrodowski i in., *Słownik pojęć sojuszniczej obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2003, s. 15; M. Marszałek, A. Radomski, *Metodyka pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia brygady raketowej sił powietrznych*, AON, Warszawa 2003; M. Marszałek i in., *Podstawy taktyki wojsk obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2004.

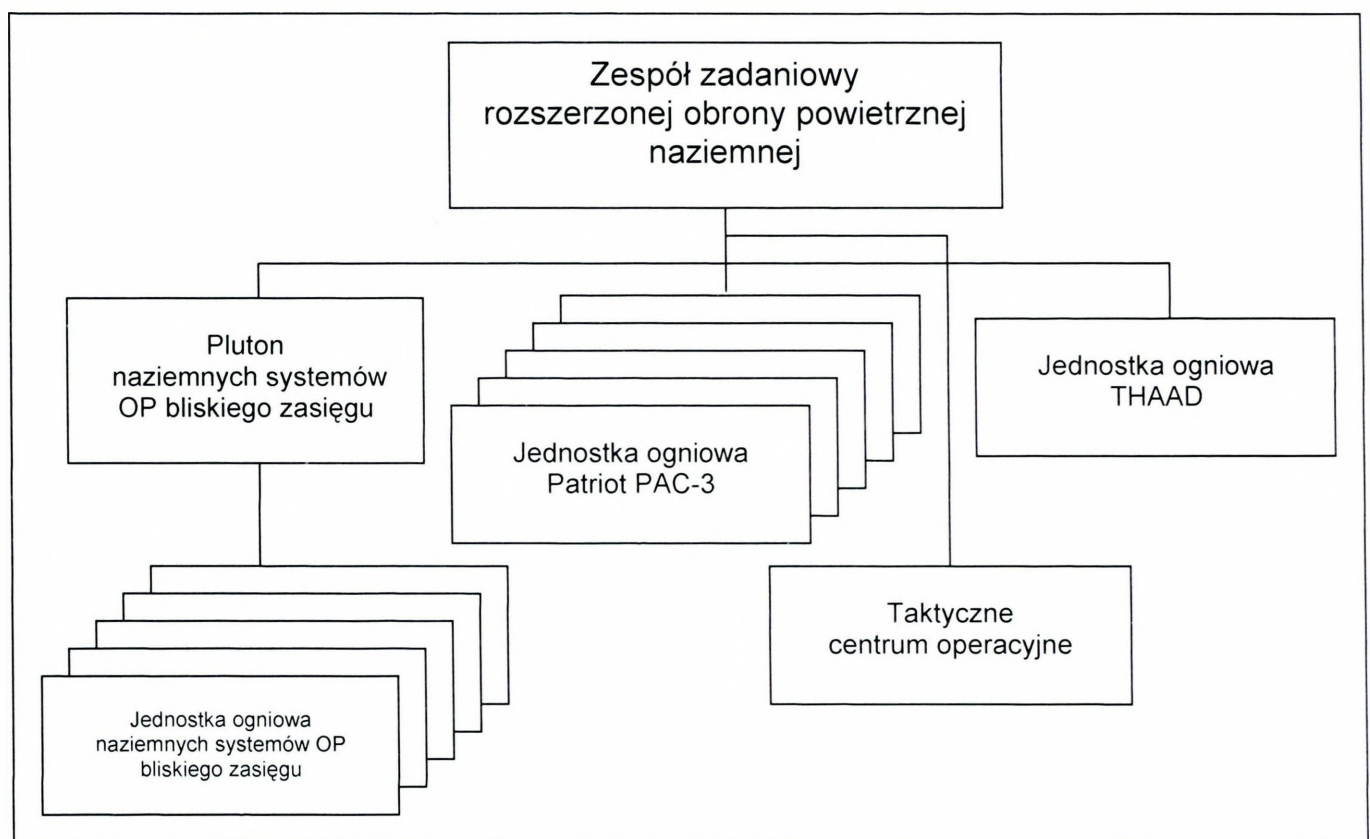
będzie determinowane głównie wnioskami wynikającymi z oceny konkretnej sytuacji w obszarze (regionie) działań oraz specyfiką postawionych zadań. Jednakże bez względu na wymienione uwarunkowania wzajemne wsparcie jednostek lub zespołów zadaniowych powinno być zawsze brane pod uwagę. Naziemne systemy obrony powietrznej, szczególnie te posiadające zdolności do niszczenia rakiet balistycznych, są zbyt drogimi środkami walki, aby świadomie narażać je na zniszczenie. Tworzone zatem ugrupowania bojowe naziemnych sił obrony powietrznej muszą zapewniać oprócz wykonania zadań także ich wzajemną osłonę w walce ze środkami napadu powietrznego przeciwnika.

Zakłada się także, że w wypadku tworzenia ugrupowania bojowego ukierunkowanego na zwalczanie rakiet balistycznych równie ważne znaczenia ma głębokość tego ugrupowania. Dzięki temu możliwe będzie zapewnienie ciągłego, i co nie bez znaczenia, narastającego oddziaływania ogniowego na rakiety balistyczne odpalone ze strony jednoznacznie zdefiniowanego przeciwnika.

Wyjaśniając ideę funkcjonowania perspektywicznej obrony powietrznej nie wolno nie dostrzegać znaczenia zintegrowanego podsystemu dowodzenia i kontroli oraz rozpoznania, bez których podjęcie skutecznej walki z tak szerokim spektrum środków napadu powietrznego nie byłoby możliwe. Jednakże złożoność tej problematyki wymaga przeprowadzenia odrębnych badań. Uwzględniając zatem przedmiot badań, wysiłek badawczy skoncentrowano głównie na perspektywicznych naziemnych systemach obrony powietrznej.

Należy zwrócić uwagę, że artykułowana często w niniejszym opracowaniu konieczność skoncentrowania wysiłku w perspektywicznej obronie powietrznej na niszczeniu rakiet balistycznych nie będzie zwalniała z obowiązku obrony obiektów stacjonarnych o dużej wartości dla państwa czy też Sojuszu Północnoatlantyckiego oraz wojsk przed uderzeniami rakiet skrzydlatych oraz konwencjonalnych środków napadu powietrznego, za jakie powszechnie uznaje się samoloty i śmigłowce. Wyniki uzyskane w procesie badawczym wskazują, że w dotychczasowych rozwiązaniach w tym zakresie dostrzegalne są tendencje do formowania zespołów zadaniowych rozszerzonej naziemnej obrony powietrznej. Zakłada się, że trend ten zostanie utrzymany zarówno w bliższej, jak i dalszej przyszłości.

Skuteczne wykonanie zadań może zapewnić zespół zadaniowy, w którego skład powinny wejść obowiązkowo przeciwlotnicze systemy raketowe mogące niszczyć rakiety balistyczne takie jak THAAD i Patriot PAC-3, lub inne systemy o podobnych lub większych możliwościach bojowych<sup>88</sup>. Wydaje się, iż uwzględniając wspomniane zasady i wytyczne dotyczące przygotowania i użycia naziemnych sił obrony powietrznej racjonalnym rozwiązaniem staje się formowanie bardziej rozbudowanego zespołu zadaniowego (rys. 27).



Źródło: opracowanie własne na podstawie FM 3-01.85, *Patriot Battalion and Battery Operations*, US Army, 2006

### Rys. 27. Przykładowa struktura zespołu zadaniowego obrony powietrznej

Przeprowadzone oceny wskazują, że w skład takiego zespołu zadaniowego powinny wejść także przeciwlotnicze systemy raketowe bliskiego zasięgu, które zapewniałyby bezpośrednią obronę przeciwlotniczą obiektów i wojsk oraz likwidowały zagrożenia wynikające z użycia konwencjonalnych środków napadu powietrznego.

<sup>88</sup> Uwzględniając aktualny stan realizacji programów badawczo-rozwojowych naziemnych systemów OP trudno jest jednoznacznie określić, które z nich będą tworzyły podsystem rażenia w rozszerzonej koordynowanej obronie powietrznej w 2025 roku. Ocenia się jednakże, że możliwości bojowe wymienionych tu systemów są na tyle wysokie, iż będą mogły one funkcjonować co najmniej do 2025 roku, jeśli nie dłużej.

W aspekcie przyszłych operacji nie tylko wojennych, ale także (jeśli nie przede wszystkim) o charakterze reagowania kryzysowego nie bez znaczenia jest fakt, że skład zaproponowanego zespołu zadaniowego umożliwi w razie konieczności jego szybkie przemieszczenie w dowolny region świata. Szybkość reagowania słusznie bowiem uznaje się za jeden z podstawowych czynników determinujących skuteczność osłony obiektów o kluczowym dla sił interwencyjnych znaczeniu.

Przyjmuje się, że system THAAD będzie tworzył pierwszą linię obrony na teatrze działań w odpieraniu uderzeń z wykorzystaniem taktycznych rakiet balistycznych. Systemy te będą prowadziły walkę w ściśle określonej strefie. Natomiast systemom przeciwlotniczym Patriot PAC-3 lub innym systemom o zbliżonych, bądź lepszych możliwościach bojowych zostanie postawione zadanie zwalczania konwencjonalnych środków napadu powietrznego oraz rakiet balistycznych poruszające się na mniejszych wysokościach w porównaniu do tych, na których będą ostrzeliwane przez system THAAD. Systemy te wykorzystując etatowe sensory (środki wykrywania) będą wykrywały, klasyfikowały, identyfikowały i śledziły nadlatujące środki napadu powietrznego, a jeśli zajdzie taka potrzeba niszczyły je.

Można założyć, że zwalczanie konwencjonalnych środków napadu powietrznego (samolotów i śmigłowców) będzie prowadzone sposobem scentralizowanym. Optymalizację ognia oraz wymóg unikania strat własnych ponoszonych od użycia środków walki sojuszników lub własnych zapewni taktyczne centrum operacyjne<sup>89</sup>. Zwalczanie natomiast taktycznych rakiet balistycznych będzie realizowane sposobem zdecentralizowanym bezpośrednio przez jednostki ogniowe. Ponadto przyjmuje się, że w ugrupowaniu bojowym systemy Patriot PAC-3 powinny osłaniać baterię THAAD przed uderzeniami zarówno konwencjonalnych środków napadu powietrznego, jak i rakiet skrzydlatych, których potencjalny przeciwnik może użyć do obezwładnienia naziemnego podsystemu rażenia obrony powietrznej.

Ocenia się, że istotnym przedsięwzięciem wpływającym na efektywność funkcjonowania zespołu zadaniowego będzie koordynacja działań dwóch kluczo-

---

<sup>89</sup> Wyniki z przeprowadzonych badań wskazują, że taktyczne centrum operacyjne może być organizowane na wszystkich szczeblach dowodzenia naziemnymi systemami obrony powietrznej, które posiadają w swoich strukturach sztab. Jako przykład można tu przytoczyć szczebel batalionu, na którym zakłada się funkcjonowanie batalionowego centrum operacyjnego. Przyjmuje się, że taktyczne centrum operacyjne dostarcza podległym mu dowódcom naziemnych sił OP wskazówek i wytycznych w zakresie przygotowania do działań, użycia tych sił oraz rozpoznania.

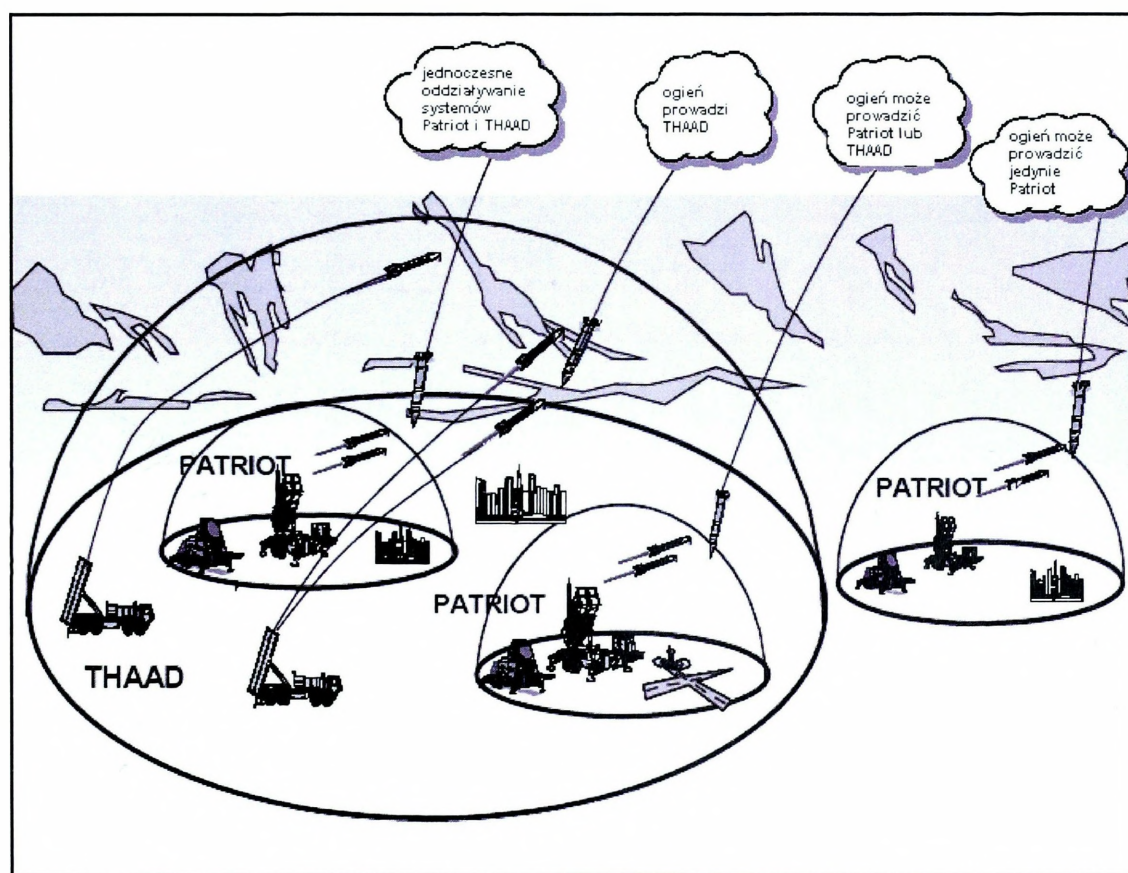
wych systemów – THAAD i Patriot PAC-3, lub ewentualnie ich nowych wersji. Ma to szczególne znaczenie w sytuacji, gdy nadlatujące rakiety balistyczne mogą być zwalczane zarówno przez system THAAD, jak i jednostki ogniowe Patriot. Dzięki koordynacji możliwe stanie się zoptymalizowanie zużycia pocisków raketowych przechwytyjących środki napadu powietrznego przeciwnika oraz zapewnienie pożądanego stopnia osłony bronionym obiektom. W ramach koordynacji walki z rakietami balistycznymi taktyczne centrum operacyjne powinno zapewnić aktualną ocenę możliwości systemów Patriot w zakresie wsparcia działań systemu THAAD.

Wspólne użycie wymienionych naziemnych systemów obrony powietrznej zwiększyłoby możliwości zespołu zadaniowego w walce ze środkami napadu powietrznego potencjalnego przeciwnika, szczególnie zaś raketami balistycznymi. Zakłada się, że system THAAD, lub jego odpowiednik, zagwarantuje skuteczne niszczenie przede wszystkim rakiet balistycznych średniego zasięgu, a jeśli zajdzie taka potrzeba może podjąć także walkę z raketami balistycznymi krótkiego zasięgu (taktycznymi raketami balistycznymi) we wspólnym obszarze działania. Trzeba bowiem podkreślić, że jedną z zasadniczych zalet użycia zespołu zadaniowego jest stworzenie strefy, w której będą mogły oddziaływać jednocześnie dwa różne systemy raketowe starając się niszczyć nadlatujące taktyczne rakiety balistyczne. Można przyjąć, że przeciwlotnicze systemy Patriot PAC-3 lub ewentualne jego odpowiedniki skupią swój wysiłek głównie na obronie obiektów i wojsk przed zagrożeniami wynikającymi z użycia przez przeciwnika rakiet balistycznych krótkiego zasięgu.

W ten sposób naziemne systemy OP wchodzące w skład zespołu zadaniowego stworzą dwuwarstwową rozszerzoną obronę powietrzną. Kombinację tę można uznać za fundamentalną w konstruowaniu tego rodzaju obrony. Właściwe rozmieszczenie wspomnianych systemów obrony powietrznej, lub ich odpowiedników w terenie powinno stworzyć warunki do wielokrotnego prowadzenie ognia, co oznacza iż będzie istniało kilka możliwych wariantów oddziaływania ogniowego do wykrytych środków potencjalnego przeciwnika. Jest to szczególnie ważne w wypadku odpierania uderzeń z zastosowaniem rakiet balistycznych o zróżnicowanym zasięgu działania.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można założyć, że dominującą rolę w dwuwarstwowej obronie powietrznej będzie odgrywał system THAAD, któ-

rego możliwości przestrzenne umożliwiają zwalczanie rakiet balistycznych na dużych wysokościach i odległościach w stosunku do bronionych obiektów. Priorytetowym zadaniem systemu THAAD będzie obrona obiektów przed atakami rakiet balistycznych średniego zasięgu poruszających się po wyższych w stosunku do taktycznych rakiet balistycznych trajektoriach lotu. Natomiast priorytetowymi celami dla systemu Patriot PAC-3, ze względu na jego mniejsze w stosunku do systemu THAAD możliwości bojowe, będą taktyczne rakiety balistyczne. Należy jednak podkreślić, że właściwie zorganizowana obrona teatru działań powinna umożliwić systemom Patriot PAC-3 i THAAD jednoczesne lub kolejne prowadzenie ognia do tych specyficznych środków napadu powietrznego (rys. 23).



Źródło: opracowanie własne na podstawie FM 3-01.85, Patriot Battalion and Battery Operations, US Army, 2006

**Rys. 28. Idea działania naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej w perspektywicznej obronie powietrznej podczas zwalczania rakiet balistycznych**

Osiągnięcie pożądanej efektywności użycia naziemnych systemów obrony powietrznej będzie wymagała wypracowania stosownej taktyki działania tych systemów w walce przede wszystkim z rakietami balistycznymi średniego i krótkiego zasięgu, ale także z rakietami skrzydlatymi, bezzałogowymi aparatami latającymi oraz konwencjonalnymi środkami napadu powietrznego.

Zgodnie z ideą odpierania uderzeń, przedstawioną na rys. 28, główny wysiłek naziemnych systemów obrony powietrznej będzie skoncentrowany na zwalczaniu rakiet balistycznych, które ze względu na możliwość przenoszenia broni masowego rażenia będą dla nich priorytetowymi celami powietrznymi.

Trzeba podkreślić, że idea ta bazuje na scentralizowanym zarządzaniu, obejmującym dowodzenie i kontrolę naziemnych systemów obrony powietrznej oraz zdecentralizowanym wykonaniu zadań postawionych tym systemom. Wykorzystanie procedur zdecentralizowanej kontroli prawdopodobnie znajdzie zastosowanie głównie w walce z raketami balistycznymi średniego i krótkiego zasięgu. Zakłada się także, że naziemne systemy obrony powietrznej bliskiego zasięgu będą prowadziły działania sposobem zdecentralizowanym co z pewnością zwiększy prawdopodobieństwo odparcia uderzenia środków napadu powietrznego poruszających się na małych i bardzo małych wysokościach.

Reasumując ocenia się, iż przedstawione w niniejszym rozdziale najważniejsze aspekty odpierania uderzeń powietrznych z wykorzystaniem rakiet balistycznych są na tyle racjonalne, że nie należy oczekiwać jakiś diametralnych zmian w tym względzie. Możliwe są jednakże pewne zmiany, które mogą być podjęte wprowadzeniem jeszcze nowocześniejszych naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej niż te, które zostały uwzględnione w scharakteryzowanej koncepcji. Mając na względzie intensyfikację działań zmierzających do implementacji założeń globalnego systemu obrony przeciwrakietowej można przypuszczać, że rola naziemnych systemów obrony powietrznej mogących zwalczać rakiety balistyczne znacznie wzrośnie. Systemy te mają bowiem zwalczać rakiety balistyczne na ich ostatnim odcinku toru lotu. Uzasadniona zatem wydaje się konstatacja, że naziemne systemy obrony powietrznej będą tworzyły zarówno pierwszą linię obrony na teatrze działań, jak i ostatnią linię obrony w wypadku wykorzystania ich w globalnej obronie przeciwrakietowej.

### **3.5. Wnioski**

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na sformułowanie tezy, że mimo ciągłego rozwoju nowoczesnych technologii jak do tej pory nie udało się stworzyć systemu rakietowego, którego możliwości bojowe, szczególnie zaś prze-

strzenne byłyby utrzymane na jednakowym poziomie w zakresie wszystkich niezbędnych do skutecznej obrony obiektów i wojsk przedziałach wysokości i odległości. Wydaje się, że w przyszłości trend ten zostanie utrzymany, co oznacza dalszą ewolucję naziemnych systemów rakietowych mogących zwalczać zarówno środki napadu powietrznego na bardzo dalekich odległościach w stosunku do obiektów obrony, jak i w bezpośredniej ich bliskości. Nadal dostrzegalna jest pewna „specjalizacja” systemów, która wskazuje na potrzebę tworzenia wielosystemowych ugrupowań bojowych naziemnych sił obrony powietrznej.

Stąd też w badaniach skoncentrowano się na ocenie i prognozie programów rozwojowych naziemnych systemów obrony powietrznej odzwierciedlających przyjętą na wstępie tego podrozdziału klasyfikację. Należy jednocześnie zwrócić uwagę na długofalowy charakter tych programów, co w praktyce nader często utrudnia określenie, w którym momencie zostały one zakończone, lub kiedy podjęto decyzję o ich kontynuacji. Pomimo wykazanych tu trudności możliwe było jednak wskazanie pewnych cech, którymi charakteryzują się obecnie eksploatowane, oceniane przez ekspertów za najnowocześniejsze naziemne systemy obrony powietrznej. Właściwości te można uznać za wymagania w stosunku do naziemnych systemów obrony powietrznej do 2025 roku. Opierając się na wynikach badań można wyodrębnić następujące cechy perspektywicznych naziemnych systemów obrony powietrznej: wielokanałowość, modułowość, zdolność do funkcjonowania w sieciocentrycznym środowisku pola walki, zdolność do zwalczania statków powietrznych (powietrzno-kosmicznych), w tym trudno wykrywalnych, broni precyzyjnego rażenia oraz rakiet balistycznych o zróżnicowanym zasięgu i rakiet skrzydlatych.

Perspektywiczny naziemny system obrony powietrznej powinien charakteryzować się, oprócz wymienionych wcześniej właściwości, także możliwościami informacyjnego sprzężenia go z dużą liczbą istniejących i opracowywanych, perspektywicznych źródeł informacji, zarówno powietrznego, kosmicznego, jak i naziemnego oraz nawodnego bazowania. Parametry zwalczanych środków napadu powietrznego powinny wartości: prędkości do 4,8 km/s i odległości odpalenia – do 3 500 km<sup>90</sup>.

---

<sup>90</sup> Wskazany przedział prędkości odnosi się do wszystkich typów środków napadu powietrznego, natomiast odległości jedynie do broni precyzyjnego rażenia oraz rakiet balistycznych.

Wielokanałowość będzie jedną z najważniejszych cech przeciwlotniczych systemów raketowych, nie tylko średniego i dalekiego zasięgu, ale również bliskiego zasięgu. Wskazuje ona na liczbę środków napadu powietrznego, które może zwalczać przeciwlotniczy system raketowy w tym samym czasie. Uwzględniając prognozowane zagrożenia powietrzne można stwierdzić, że do 2025 roku w obronie powietrznej będą wykorzystywane jedynie wielokanałowe systemy raketowe, o zróżnicowanych możliwościach przestrzennych. Badania dowiodły, że będzie to możliwe dzięki zastosowaniu w systemach raketowych pocisków raketowych klasy „odpal i zapomnij”. Wykorzystanie przeciwlotniczych pocisków raketowych tej klasy, czego przykładem jest chociażby koncepcja przeciwlotniczego systemu raketowego z pociskami AMRAAM na wyrzutniach, poważnie zwiększyłaby możliwości ogniowe naziemnych sił obrony powietrznej. Jest to szczególnie istotne w przypadku odpierania zmasowanych uderzeń środków napadu powietrznego przeciwnika. Zastosowanie tych pocisków korzystnie wpłynie na efektywność niszczenia celów powietrznych na małych wysokościach, i w zasadzie uniezależnia zdolności tych systemów od warunków terenowych.

Ocenia się, że do 2025 roku zdolność do niszczenia rakiet balistycznych będzie cechą, którą powinny charakteryzować się wszystkie przeciwlotnicze systemy raketowe dalekiego i średniego zasięgu. Uwzględniając perspektywiczne zagrożenia powietrzne, trudno wyobrazić sobie sytuację, w której decydenci odpowiedzialni za obronę powietrzną wyrażą zgodę na rozpoczęcie projektu badawczego jednokanałowego systemu raketowego. Koszty z tym związane są zbyt duże, aby podejmować rozwiązania, które już na wstępie nie są perspektywiczne. Wiodące, realizowane aktualnie programy rozwojowe naziemnych systemów obrony powietrznej z reguły spełniają ten postulat. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że obecnie żaden z tych programów nie jest na tyle zbliżony do przyjętych na wstępie założeń teoretycznych, aby można go było uznać za zamknięty. Powstają więc kolejne coraz to doskonalsze wersje przeciwlotniczych systemów raketowych (np. Patriot PAC-1, PAC-2, PAC-3).

Istotnym przeobrażeniem uległy również poglądy dotyczące mobilności przeciwlotniczych systemów raketowych. Od pewnego okresu w zasadzie wszystkie koncepcje tych systemów starają się spełnić wymagania związane z koniecznością krótkiego czasu przejścia systemów z położenia marszowego w bojowe i

odwrotnie. Należy zwrócić uwagę także na czas reakcji przeciwlotniczych systemów raketowych, który stał istotnym ich parametrem determinującym jakość naziemnych systemów obrony powietrznej. Manewrowość i krótki czas reakcji systemów raketowych na zagrożenia powietrzne są więc kolejnymi cechami, jakimi powinny charakteryzować perspektywiczne systemy. Cechy te są pożądane nie tylko w stosunku do systemów raketowych średniego i dużego zasięgu, ale również i systemów bliskiego zasięgu, które będą wykorzystywane do bezpośredniej obrony obiektów i wojsk. Ocenia się, że wysiłek biur konstrukcyjnych będzie skoncentrowany między innymi na skróceniu wspomnianych czasów, co korzystnie wpłynęłoby na możliwości manewrowe naziemnych systemów raketowych obrony powietrznej. Nabiera to tym większego znaczenia, ponieważ prognozy do 2025 roku wyraźnie wskazują na potrzeby realizowania operacji reagowania kryzysowego, które prawdopodobnie mogą w największym stopniu angażować siły zbrojne Sojuszu Północnoatlantyckiego, lub tworzonych koalicji z udziałem państw członkowskich NATO. Stworzenie obrony powietrznej w tego rodzaju operacjach pociąga za sobą konieczność wykorzystania właśnie systemów o dużych możliwościach manewrowych oraz zdolnościach do niszczenia rakiet balistycznych, co potwierdziły głównie konflikty w rejonie Zatoki Perskiej w 1991 i 2003 roku.

Wspomniane operacje, które z założenia są i będą prowadzone poza terytorium Sojuszu oraz państw tworzących koalicję mogą wymagać stosunkowo szybkiego przerzutu naziemnych systemów obrony powietrznej do obszaru działań. Stąd też wymóg dużej mobilności tych systemów, co wyraża się w ich zdolności do przewozu lotniczymi środkami transportu. Każdy z omówionych w niniejszym rozdziale programów naziemnych systemów raketowych posiada takie możliwości. Zakłada się, że trend w tym względzie zostanie utrzymany do 2025 roku, a nawet dłużej. Problem ten dotyczy szczególnie przeciwlotniczych systemów raketowych średniego i dużego zasięgu, których gabaryty są zdecydowanie większe w porównaniu z systemami małego i bliskiego zasięgu.

Należy zwrócić również uwagę na modułowość perspektywicznych naziemnych systemów obrony powietrznej. Ten wymóg staje się standardem, który będzie wymagany przez użytkowników naziemnych systemów obrony powietrznej i respektowany przez biura konstrukcyjne w rozpatrywanym przedziale czasowym. Decydujące znaczenie w tym względzie będzie miał tzw. podstawowy moduł bo-

owy (ang. fire unit), który będzie w stanie podjąć skuteczną walkę z przeciwnikiem powietrznym zarówno samodzielnie, jak i w ugrupowaniu bojowym oddziału lub związku taktycznego naziemnych sił obrony powietrznej. Można więc założyć, że potencjał bojowy takiego modułu będzie determinował możliwości bojowe tworzonych w przyszłości podsystemów rażenia poszerzonej koordynowanej obrony powietrznej.

Przeprowadzone badania wskazują na prawidłowości występujące w programach rozwojowych przeciwlotniczych systemów raketowych bliskiego zasięgu, które w przyszłości podobnie jak obecnie przewiduje się do bezpośredniej obrony przeciwlotniczej obiektów stacjonarnych i mobilnych lub osłony systemów raketowych średniego i dużego zasięgu. Można przypuszczać, że w perspektywie 2025 roku znaczącą rolę odegrają systemy hybrydowe (raketowo-artyleryjskie). Systemy tego typu, mając wiele zalet, z pewnością zajmą należne im miejsce w perspektywicznej, rozszerzonej obronie powietrznej.

Racjonalnym ze względu na aspekty ekonomiczne rozwiązaniem wydaje się być wprowadzenie systemów raketowych wykorzystujących jako środki rażenia pociski raketowe AMRAAM, o których zaletach wspomniano w niniejszym rozdziale. Systemy te, które zgodnie z przyjętą klasyfikacją należą do grupy małego zasięgu, charakteryzują się o wiele większymi możliwościami bojowymi w porównaniu nawet do zmodernizowanych systemów raketowych drugiej generacji.

W związku z powyższym, w celu organizacji skutecznej obrony powietrznej w przyszłości, uzasadnione będzie tworzenie go w oparciu o naziemne przeciwlotnicze systemy raketowe dalekiego zasięgu o możliwościach bojowych odpowiadających systemom Patriot, MEAD, czy też SA-12. Do obrony bezpośredniej celowo jest zastosować systemy raketowo-artyleryjskie, takie jak np. Tunguzka, czy ADATS, które mogłyby być wykorzystywane nie tylko do obrony obiektów przed atakami z powietrza, ale również stanowiłyby znaczące wzmocnienie w zakresie obrony naziemnej. Wymienione właściwości są szczególnie pożądane w związku z preferowaną przez Sojusz Północnoatlantycki koncepcją użycia naziemnych sił obrony powietrznej nie tylko do obrony własnych granic, ale również w operacjach reagowania kryzysowego, poza terytorium Sojuszu.

## Rozdział 4

### KIERUNKI ROZWOJU LOTNICTWA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

W rozdziale pierwszym dokonano analiz uwarunkowań rozwoju sił zbrojnych i na tym tle rozwoju lotnictwa sił powietrznych w perspektywie czasowej około dwudziestu lat. Uwarunkowania te wskazują, że w prognozowanej przyszłości zmniejszać się będą stany ilościowe lotnictwa, co będzie częściowo rekompensowane wzrostem ich możliwości bojowych. Badania wskazują, że do przeszłości należą długotrwałe działania wojenne o charakterze totalnym, z użyciem tysięcy samolotów wykonujących zmasowane uderzenia. Coraz bardziej charakterystyczne będą działania małymi grupami lub pojedynczymi, trudnowykrywalnymi samolotami, w dowolnych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

Badania, których rezultaty są prezentowane w rozdziale czwartym są rozwiązaniem problemów badawczych: jakie będą kierunki rozwoju zastosowań bojowych załogowego i bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych do 2025 roku?

#### **4.1. Kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych**

W ostatnich kilkunastu latach możemy zaobserwować w działaniach lotnictwa potwierdzającą się prawidłowość – dążenie do zminimalizowania strat własnych samolotów i załóg, ale jednocześnie ograniczanie do niezbędnego minimum strat ludności cywilnej przeciwnika, a nawet strat wśród żołnierzy. Niszczony natomiast jest sprzęt bojowy, infrastruktura czy odcinane jest zaopatrzenie. Tendencja ta będzie zachowana i w przyszłości. Osiągać się będzie te założenia poprzez stosowanie coraz bardziej wyrafinowanego uzbrojenia kierowanego i niekierowanego do zwalczania precyzyjnie wyselekcjonowanych obiektów (celów).

Inną prawidłowością, która wyznacza przyszłe kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych jest zaprzestanie produkcji samolotów wyspecjalizowanych, przeznaczonych do wykonywania jednego, głównego zadania. Powoli zanika i zanikał będzie podział lotnictwa bojowego na lotnictwo myśliwskie, uderzeniowe (szturmowe) czy rozpoznawcze. Ich miejsce zajmą uniwersalne platformy

bojowe, przeznaczone do wykonywania różnorodnych funkcji bojowych, w zależności od zabieranego uzbrojenia i wyposażenia. Są one popularnie nazywane samolotami wielozadaniowymi, co znacznie ułatwia planowanie oraz elastyczność działań, szczególnie na sieciocentrycznym polu walki.

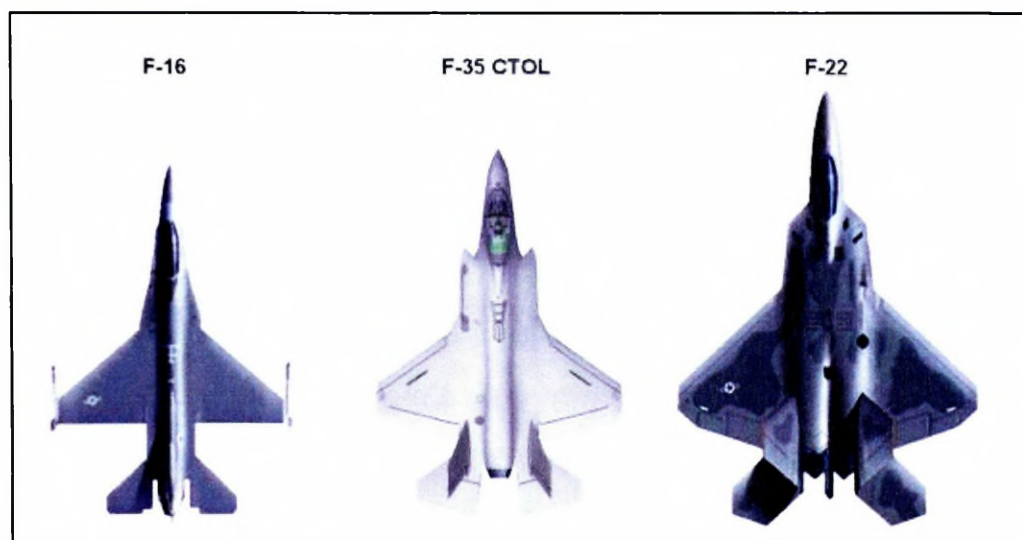
Podkreślić należy, że zwiększy się rola i znaczenie współdziałania między lotnictwem sił powietrznych a innymi uczestnikami walki sieciocentrycznej. To oznacza, że załogowe lotnictwo sił powietrznych musi posiadać możliwość bezpiecznego przesyłania informacji zdobywanej podczas każdego lotu do wspólnej sieci informacyjnej oraz otrzymywania informacji o sytuacji w rejonie działań i informacji decyzyjnej poprzez bezpieczne, kodowane systemy łączności.

Rozwój techniczny i poszukiwanie nowych technologii w lotnictwie wojskowym jest inspirowane wieloma czynnikami. Zasadnicze z nich zostały wymienione wyżej. Wynikają z nich szczegółowe potrzeby taktyczne i związane z nimi parametry techniczne jakimi muszą cechować się konkretne rodzaje samolotów. Badania założeń doktrynalnych i charakterystyk przyszłego środowiska walki lotnictwa pozwalają na określenie następujących głównych kierunków badań i poszukiwania nowych technologii na potrzeby tego rodzaju wojsk w perspektywie czasowej do 2025 r. Po pierwsze ugruntowanym kierunkiem badań jest dążenie do uzyskania jak największej żywotności lotnictwa bojowego w przyszłym środowisku walki, szczególnie w aspekcie użycia na sieciocentrycznym polu walki. W tym obszarze będą rozwijane wdrożenia mające na celu uzyskanie niewykrywalności podczas działań nad terytorium przeciwnika i utrzymanie przewagi nad rozpoznawczymi systemami przeciwnika. Drugim kierunkiem jest zapewnienie samolotom bojowym przewagi taktycznej, technologicznej i informacyjnej nad przeciwnikiem. W tym zakresie będą kontynuowane badania nad systemami wykrywania obiektów powietrznych i położonych na powierzchni, nad systemami zobrazowania sytuacji taktycznej, nad zwiększaniem zasięgu i parametrów techniczno-taktycznych lotniczych środków rażenia oraz badania rozszerzające możliwości współdziałania lotnictwa z innymi środkami walki i rozwijające zakres wykorzystania zewnętrznych systemów wsparcia.

Kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych wyznaczają najbardziej zaawansowane obecnie rozwiązania w obszarze budowy płatowców i silników, technologii stealth, pokładowych urządzeń radiolokacyjnych, zobrazowania

sytuacji i kierowania uzbrojeniem, pokładowych urządzeń i systemów nawigacyjnych, systemów samoobrony samolotów oraz uzbrojenia lotniczego.

Przewiduje się, że płatowiec przyszłościowego załogowego samolotu bojowego będzie stanowił kompromis między właściwościami aerodynamicznymi gwarantującymi odpowiednie charakterystyki pilotażowe, a minimalną masą zdefiniowaną przez wytrzymałość i sztywność konstrukcji. Na obecnym etapie rozwoju techniki lotniczej zmniejszenie masy płatowca uzyskuje się głównie przez dobór optymalnych rozwiązań wytrzymałościowych oraz szersze stosowanie metali lekkich (stopy tytanu) i nowych rodzajów kompozytów (rys. 29).



Źródło: <http://www.usaf.mil>

**Rys. 29. Tendencje zmian w konstrukcji płatowca samolotów wielozadaniowych na przykładzie F-16, F-35 i F-22**

Płatowiec samolotu bojowego w perspektywie najbliższych dwudziestu lat, podobnie jak pozostałe systemy samolotu, będzie wykonany w sposób modułowy. Umożliwi to uproszczenie remontów i przeglądów okresowych przez wykonywanie ich bezpośrednio w bazach lotniczych, a także modyfikowanie samolotu w zależności od generowanych potrzeb przez wymianę całych zespołów. Zasadniczy wpływ na kształt i bryłę płatowca ma uwzględnienie wymagań zachowania balansu między statecznością aerodynamiczną, a zwrotnością oraz wymaganiami lotu naddźwiękowego i gwarantującej supermanewrowość. Zachowanie odpowiedniego kształtu prowadzi w konsekwencji do uczynienia samolotu maksymalnie gładkim i jednocześnie krzywoliniowym zarówno w widoku z boku, jak też z przodu i z tyłu. Dzięki rozpowszechnieniu komputerowych aktywnych układów sterowania, zapewniających sztuczną stateczność i sterowność, istnieje możliwość odchodze-

nia od sprawdzonych opływowych kształtów płatowca, zapewniających naturalną sterowność i stateczność, a podporządkowanie kształtu wymaganiom technologii stealth.

Reasumując, rozwój płatowców samolotów bojowych zmierza w dwóch zasadniczych kierunkach. Pierwszy z nich jest związany z doskonaleniem aerodynamicznym samolotów w celu uzyskania supermanewrowości potrzebnej do uzyskania przewagi w manewrowych walkach powietrznych. Drugi kierunek zmian to podporządkowanie kształtu płatowców samolotów wymaganiom technologii stealth, czyli uzyskaniu właściwości utrudnionej wykrywalności.

Doskonalenie aerodynamiczne płatowców będzie prowadzone dwutorowo. Po pierwsze opracowywany będzie odpowiedni kształt kadłuba i skrzydeł zoptymalizowany do prędkości, zadań manewrowych i potrzeb zabudowy wyposażenia oraz uzbrojenia. Po wtóre opracowywana będzie mechanizacja skrzydła i wektorowanie ciągu, które zapewniają manewrowość w szerokiej rozpiętości prędkości i kątów natarcia.

Przykładem nowego, wysoko manewrowego układu aerodynamicznego i kierunków prac nad aerodynamiką płatowca jest konstrukcja rosyjskiego samolotu Su-37. Ostateczny kształt opracowano po długich badaniach różnych wariantów w tunelach aerodynamicznych. Ta rozwojowa wersja znanego Su-27, wyróżnia się zewnętrznymi powierzchniami sterowymi na wydłużonej przedniej części kadłuba i urządzeniami do odchyłania dysz wylotowych silników w celu wektorowania ciągu.

Samolot prezentuje nowy kształt aerodynamiczny dla samolotów mających manewrować w locie z prędkością poddźwiękową. Przednie usterzenie poziome włączone jest w układ sterowania samolotu i wychyla się w zakresie  $-50 / +10^{\circ}$ . Spełnia ono kilka funkcji. Przede wszystkim, dwa silne wiry odchodzące z jego końców zdmuchują grubą warstwę przyścienną tworzącą się na skrzydle w strefie rozmieszczenia klapoletek, a tym samym zdecydowanie poprawiają charakterystykę stateczności poprzecznej przy dużych kątach natarcia. Wiry te zapobiegają utracie siły nośnej przy silnym manewrowaniu oraz likwidują drgania występujące w tym zakresie lotu, przeszkadzające w pilotowaniu i celowaniu. Przednie usterzenie poziome przesuwają do przodu środek parcia, a tym samym poprawia zwrotność. W locie przy silnej turbulencji powietrza na małej wysokości usterzenie to

jest wykorzystywane do pasywnego i aktywnego tłumienia drgań. Dalszą poprawę zwrotności Su-37 osiągnięto przez zastosowanie cyfrowego układu sterowania czynnego we wszystkich trzech kanałach. Fotel pilota jest bardziej pochylony (do  $30^{\circ}$ ) oraz bardziej miękki, przystosowano go specjalnie do wykonywania lotów długotrwałych przez zastosowanie poduszki masującej. Pilot otrzymał nowy ubiór kompensacyjny PPK-15.

Przed myśliwcami piątej generacji, wyznaczającymi nowe trendy rozwojowe, postawiono zadanie zachowania sterowności przy kątach natarcia  $60 - 70^{\circ}$ . Co więcej, myśliwiec tej generacji powinien być zdolnym do krótkotrwałego wyjścia na kąty natarcia  $100 - 120^{\circ}$  z zachowaniem stateczności, choć bez pełnej sterowności. Osiągnięcie supermanewrowości jest niemożliwe bez użycia sterowania wektorem ciągu. Nawet niewielkie wychylenie dyszy tworzy znaczny moment bez zauważalnych strat ciągu. Zgodne wychylenie dysz dwóch silników pozwala sterować samolotem w kanale podłużnym, zaś różnicowe – w kanałach poprzecznym i kierunkowym. Ponadto, przy wychyleniu wektora ciągu tworzy się dodatkowa supercyrkulacja strug powietrza wokół skrzydła i znacznie zwiększa się siła nośna przy dużych kątach natarcia. Reasumując, wektorowanie ciągu pozwala zachować sterowność przy skrajnie małych prędkościach lotu, gdy stery aerodynamiczne tracą skuteczność.

Z kolei nowy samolot eksperymentalny Rockwell / DASA X-31 wykazuje, że aerodynamicznie myśliwiec przyszłości będzie wyróżniała wielokrotna (np. poczwórna) cyfrowa kontrola lotu (fly – by – wire), znaczna wzdłużna niestateczność statyczna, wieloszczelinowe kłapy i sloty, radar z anteną w części dziobowej, boczne lub dolne wloty silników, radar tylniej pół sfery w stożku ogonowym.

Analizując konstrukcję płatowca samolotu F-22 Raptor można też przewidywać, że w przyszłości w tym zakresie będą trwałe tendencje dążenia do uzyskania jak najmniejszej masy płatowca, przy osiągnięciu wysokiej wytrzymałości – niezbędnej do osiągania naddźwiękowej prędkości na małej wysokości, oraz do uzyskania dobrego stosunku masy własnej do użytkowej. Powszechne stanie się prawdopodobnie szerokie łączenie kompozytów z metalami. Metalowo-kompozytowe elementy konstrukcji takie jak: skrzydła, stateczniki czy usterzenie okazują się lżejsze, odporniejsze na uszkodzenia i podatniejsze w eksploatacji. Kompozyty będą stanowić około 30 % struktury samolotu przyszłości. Bardzo sze-

roko będzie stosowany kosztowny, ale bezkonkurencyjny w lotniczych konstrukcjach – tytan. Ocenia się, że z tego lekkiego i bardzo wytrzymałego metalu będzie zbudowanych ponad 40 % struktury nowoczesnego samolotu. W konstrukcjach dąży się do eliminacji tradycyjnych i bardzo rozpowszechnionych połączeń nitowych. Jest to możliwe dzięki opanowaniu technologii spawania metali lekkich i tytanu. W tym ostatnim przypadku stosuje się spawanie wiązką elektronów w komorach próżniowych. Wiele części tytanowych wytwarza się jako odlewki lub odkuwki. Eliminuje się obróbkę skrawaniem przy wytwarzaniu elementów wytrzymałościowych co obniża koszt wytwarzania i podnosi ich trwałość. Powierzchnie skrzydeł postają najczęściej jako integralne struktury z kompozytów, bez użycia nitów, co zapewnia niezwykle, laminarną gładkość powierzchni (rys.30).



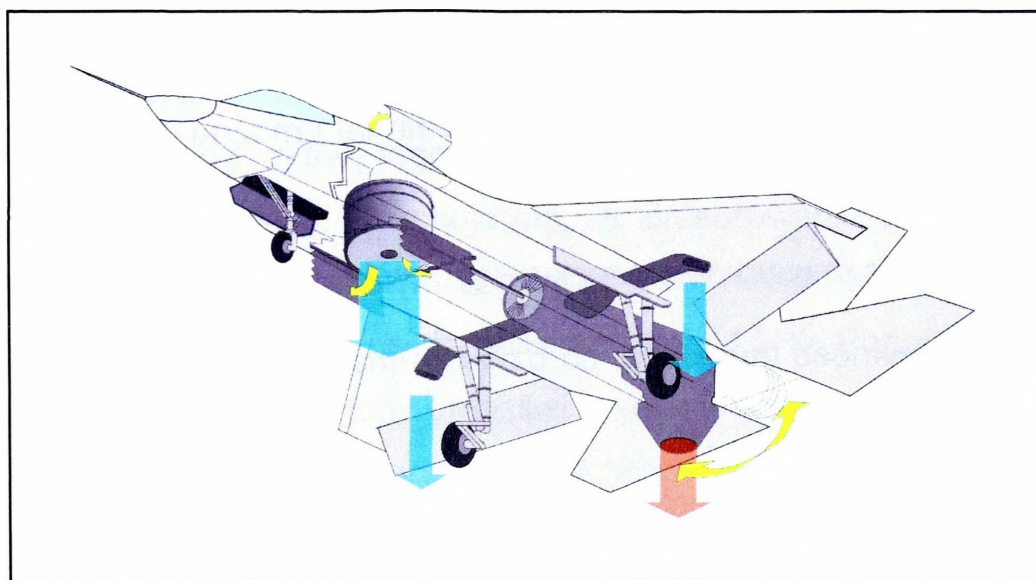
Źródło: <http://www.usaf.mil>

**Rys. 30. Obrys konstrukcji płatowca nowoczesnego samolotu wielozadaniowego na przykładzie F-22**

Komory uzbrojenia budowane jako zamykane, będą rozmieszczane w różnych miejscach kadłuba i skrzydeł, również na górnej powierzchni. Działka zabudowywane są na stałe z boku kadłuba. Kabiny ciśnieniowe i klimatyzowane są zamykane od góry jednoczęściową osłoną wykonaną z poliwęglanu. Są mocowana w ramie tytanowo-glinowej, często osłaniane płytami odpornymi na przebicie. Są otwierane elektrycznie lub hydraulicznie przez unoszenie.

Samoloty nowej generacji wyposaża się w niezwykle skomplikowane, ale niezawodne urządzenia katapultowe. Umożliwiają one katapultowanie na prędkościach naddźwiękowych, na skrajnie małych wysokościach, a nawet na ziemi, podczas postoju lub kołowania po lotnisku.

Bardzo rozbudowane są instalacje i wyposażenie pokładowe. Sterowanie odbywa się przez cyfrowy system aktywny fly – by – wire, oparty na wielokrotnie (potrójnie) sprzężonej sieci, w nowszych konstrukcjach światłowodowej, obsługiwany przez kilka niezależnych komputerów sterujących (np. trzy). Większość instalacji wewnętrznych jest zdwojona. Szczególnie rozbudowane jest zabezpieczenie awaryjne instalacji sterowania, hydraulicznej i elektrycznej. Większość neuralgicznych elementów w tych instalacjach jest dublowana albo posiada kilka zabezpieczeń awaryjnych. Naprawy mają polegać na wymianie zablokowanych elementów przez obsługę u użytkownika (rys. 31).



Źródło: <http://www.globalsecurity.org>

**Rys. 31. Perspektywiczne rozwiązania w zakresie sterowania ciągiem samolotu F-35 JSF**

Tendencje w rozwoju zespołów napędowych wskazują na dwa kierunki. Pierwszy to ekonomiczne dwuprzepływowe napędy jednosilnikowe. Drugi kierunek preferuje dwusilnikowe zespoły napędowe, również wykorzystujące silniki dwuprzepływowe. Wektorowanie ciągu w obydwu przypadkach jest rozwijane. W rozwiązaniach przewidujących docelowo dwa silniki, które przechodzą próby w locie, ruchome dysze wychylają się po  $15^{\circ}$  w górę i w dół. Są też badane rozwiązania z dookólnym odchyleniem dysz wylotowych oraz z odchyleniem strumienia wylotowego przez specjalne powierzchnie odchylające przy stałym położeniu dyszy wy-

lotowej silnika. W większości projektów dysze silników stanowią element aktywnego cyfrowego układu sterowania samolotem.

W samolotach jednosilnikowych w układzie delty bez usterzenia wysokości stosuje się bardzo skomplikowane rozwiązania układu sterowania. W samolocie Rafale, który posiada usterzenie przednie, na krawędzi natarcia zastosowano dwuczęściowe sloty, wykonane ze stopu tytanowo-stalowego. Całość krawędzi natarcia zajmują dwuczęściowe sterolotki, wychylane zgodnie jako ster wysokości lub różnicowo jako lotki. Do startu i lądowania są one wychylane w dół, a powstający moment opuszczający nos jest wówczas rekompensowany odpowiednią zmianą położenia usterzenia przedniego o  $20^{\circ}$ .

Z dostępnych danych wynika, że w ostatnich latach jednoprzepływowe turbinowe silniki odrzutowe zostały całkowicie wyparte z napędu samolotów wielozadaniowych przez turbinowe silniki dwuprzepływowe. Równocześnie wymagania stawiane silnikom samolotów bojowych kolejnej generacji, formułowane przez użytkowników wojskowych, są takie same od wielu lat i można je ująć w czterech punktach:

- jak największa wartość stosunku ciągu maksymalnego do masy silnika,
- duża sprawność termiczna, co oznacza małe jednostkowe zużycie paliwa,
- odporność na zniszczenie, tzw. przeżywalność na polu walki,
- wysoka niezawodność oraz łatwość eksploatacji i obsługi.

Dostępne dane potwierdzają, że rozwój turbinowych silników odrzutowych nadal będzie zmierzał do minimalizacji masy i zużycia paliwa, ograniczenia ich hałaśliwości i toksyczności spalin. Najprawdopodobniej zostanie upowszechniona zasada produkcji modułowej, co znacznie skróci czas przestojów, np. w razie konieczności wymiany sprężarki. Ciągłe rozwijane metody kontroli jakości podczas produkcji, montażu i diagnostyki doprowadzą do automatycznej (i obiektywnej) oceny jakości wykonania i bieżącego stanu silnika jako całości oraz jego zespołów i części. Przyczyni się to do ostatecznej rezygnacji z kosztownego i zawodnego systemu resursów godzinowych i kalendarzowych na rzecz uproszczonej zasady

eksploatacji według stanu technicznego. Zwiększy się przez to radykalnie bezpieczeństwo latania, łatwość i niezawodność działania silników.

Koncepcja jednego zintegrowanego systemu sterowania nie wyklucza stosowania lokalnych komputerów kontrolujących poprawność pracy urządzeń wykonawczych sterowanych przez komputer centralny. Tak więc głównym zadaniem komputera sterującego pracą zespołu napędowego, oprócz bieżącej analizy stanu technicznego silnika (silników), jest zapewnienie jak najszybszej zmiany parametrów jego pracy, a jednocześnie niedopuszczenie do przekroczenia ich wartości dopuszczalnych, nawet w przypadku błędów pilota. Urzeczywistnienie przedstawionych funkcji systemu sterowania pracą silnika pozwoli na pełną optymalizację pracy zespołu napędowego, tj. zapewnienie maksymalnej ekonomiczności w każdych warunkach lotu, zagwarantowanie wymaganej żywotności wszystkich jego podzespołów, a także na wyeliminowanie z procesu sterowania najbardziej zawodnego ogniwa, jakim jest wciąż człowiek.

Wszystkie wymienione przedsięwzięcia wpłyną na wzrost sprawności silnika, a w związku z tym poprawę jego zasadniczych parametrów, jakimi są ciąg oraz jednostkowe zużycie paliwa. Oczekuje się, że zintegrowanie sterowania silnikiem z systemem sterowania samolotem doprowadzi do wzrostu ciągu o 5 – 10 % przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia paliwa o około 15 %. Ponadto zastosowanie odwracacza ciągu podczas lotu umożliwi wyeliminowanie z układu sterowania hamulców aerodynamicznych oraz spadochronu hamującego, co wpłynie na zmniejszenie masy samolotu.

Pomimo wielkiej złożoności konstrukcyjnej, nowoczesne samoloty muszą spełniać wymóg dużej podatności obsługowej. Dąży się do tego, aby wydłużyć czas eksploatacji, zmniejszać ilość godzin potrzebnych do obsługi na godzinę lotu, obniżyć koszty eksploatacji i automatyzuje diagnozowanie sprawności samolotów.

Badania tendencji rozwojowych w zakresie konstrukcji samolotów sił powietrznych wskazują, że w perspektywie najbliższych dwudziestu lat coraz powszechniej stosowana będzie technologia stealth. Technologia ta zakłada trzy sposoby zmniejszenia skutecznej powierzchni odbicia, a mianowicie: dobór odpowiedniego kształtu płatowca, użycie w budowie płatowca materiałów pochłaniają-

cych energię fal elektromagnetycznych i wyeliminowanie wszelkiego rodzaju podwieszonych zewnętrznych. Skuteczna powierzchnia odbicia fal elektromagnetycznych to decydujący o zasięgu wykrywania parametr, który zależy od kształtu statku powietrznego materiału, z jakiego jest on wykonany, ale również od częstotliwości pracy poszukującej stacji radiolokacyjnej oraz przestrzennego usytuowania opromieniowanego obiektu względem aktywnego radaru.

Technologia stealth została uznana za najbardziej rewolucyjną technikę w lotnictwie wojskowym od czasu silnika odrzutowego i skośnego skrzydła. W państwach zachodnich dość powszechnie uważa się, że dzięki zastosowaniu tej technologii uzyska się nową jakość środków lotniczych. Aktualnie osiąga gotowość do działań pierwsza eskadra amerykańskich Sił Powietrznych USA wyposażona w „niewidzialne” samoloty myśliwskie F-22. W konstrukcjach wielu innych samolotów również zastosowano już technologię stealth np. F-35 JSF, Rafale, EFA-2000, MiG-31. Wiele przesłanek jednoznacznie wskazuje, że już w najbliższych latach ruszy proces upowszechniania samolotów tej klasy w siłach powietrznych wielu państw.

Technologia stealth to zbiór wielu rozwiązań technicznych, których kombinacja daje założone efekty. Ogólnie mówiąc – zadaniem technologii stealth jest zmniejszenie prawdopodobieństwa wykrycia statków powietrznych przez nieprzyjaciela. Wiadomo, że wykrycie może nastąpić przez wizualną obserwację, za pomocą stacji radiolokacyjnych, urządzeń elektroniczno-optycznych, urządzeń wykorzystujących promieniowanie obiektu w zakresie podczerwieni, urządzeń rozpoznania radioelektronicznego, a nawet urządzeń akustycznych. Samoloty lub śmigłowce chcąc zachować cechy utrudnionej wykrywalności muszą mieć odpowiednie charakterystyki. Utrudniona wykrywalność opiera się na założeniu, że jeśli nawet statek powietrzny tego typu zostanie wykryty, to nastąpi to zbyt późno, aby nieprzyjaciel mógł na niego oddziaływać aktywnymi środkami obrony powietrznej.

Znaną metodą redukcji skutecznej powierzchni odbicia fal elektromagnetycznych, poza kształtem samolotu, jest zastosowanie w jego konstrukcji materiałów niemetalicznych. Sygnał dający echo obiektu na ekranie stacji radiolokacyjnej powstaje bowiem pod wpływem wysyłanego promieniowania, które indukuje w płatowcu zbudowanym z metalu przepływy elektryczne będące źródłem energii elektromagnetycznej (tak zwanego echa radiolokacyjnego). W wypadku użycia do

budowy kadłuba materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego zaindukują się w nim bardzo małe prądy, co spowoduje, że wytworzone echo radarowe będzie również bardzo małe.

Poza wykrywalnością radiolokacyjną dąży się również do obniżenia poziomu promieniowania podczerwonego samolotu poprzez odpowiednią konstrukcję zespołu napędowego (mieszanie przepływów), rozpraszanie ciepła gazów wylotowych przez dobór kształtu kanału wylotowego i zmniejszanie nagrzewania kadłuba wskutek tarcia. Dąży się również do obniżania poziomu hałasu<sup>91</sup>.

Warunkiem utrudnienia wykrywalności jest niemal zupełnie wyeliminowanie promieniowania elektromagnetycznego samolotów. Wszystkie urządzenia są ekranowane, a na zakresie bojowym nie pracują żadne urządzenia wysyłające sygnały na zewnątrz. Pierwsze samoloty typu stealth nie miały radaru w ogóle. Współcześnie stosuje się w nich tzw. radary szepczące. Niedobór środków radiolokacyjnych kompensuje się systemami elektrooptycznymi np. na samolocie F-117A jest to system FLIR/DLIR.

Ograniczenia właściwości pilotażowych (z powodu nieaerodynamicznego kształtu) i w wyposażeniu awionicznym powodowane technologią stealth powodują, że współczesne samoloty tego typu są środkami walki o wysokiej specjalizacji w zastosowaniu. Przykład F-117A pokazuje, że uderzenie konwencjonalne na wybrany, silnie broniony obiekt punktowy jest praktycznie podstawowym i jedynym, jakie samolot ten może wykonywać<sup>92</sup>. Wiele przesłanek wskazuje, że wkrótce samolot wykonany w technologii stealth będzie miał również właściwości samolotu wielozadaniowego. Generalnie samoloty tego typu będą uzbrajane wyłącznie w kierowane środki rażenia o dużej precyzji i sile niszczącej<sup>93</sup>.

System kierowania ogniem uderzeniowych samolotów stealth będzie zawierał wyłącznie urządzenia pasywne, z wyjątkiem laserowego dalmierza / podświe-

---

<sup>91</sup> Na przykładzie F-117A widać niezbiecie, że jest on stosunkowo cichym samolotem.

<sup>92</sup> W działaniach samolot wykonuje do lotu do celu na średniej lub dużej wysokości z prędkością poddźwiękową. Nie przewiduje się lotu na małej wysokości. Działania maszyny są z zasady ograniczone do pory nocnej i misji pojedynczych samolotów, co w połączeniu z ilością przenoszonych uzbrojenia limituje możliwości porażenia atakowanego obiektu. Głównie jest to obojętność, czyli czasowe wyłączenie z działania, dające możliwość samolotom innego typu możliwość bardziej swobodnego operowania i spotęgowania uderzenia.

<sup>93</sup> Samolot F-117A, dla przykładu, przenosi dwie bomby kierowane laserowo o masie do 1 000 kg, zwykle są to GBU-27 Paveway III. Ładunkiem bojowym bomby jest z reguły bomba penetrująca BLU-113, umożliwiająca porażenie obiektów silnie umocnionych.

tlacza celów. W układzie tym nie ma zatem miejsca na stację radiolokacyjną. Kompleks nawigacyjny samolotów stealth będzie się opierał o precyzyjne układy bezwładnościowe, z platformą z laserowymi żyroskopami i cyfrowym układem przeliczającym. Wysoką precyzję nawigowania zapewni współpraca z systemem GPS / DGPS. Trasy lotów będą tak dobrane (wyliczane przez specjalną komputerową aparaturę naziemną), by nie eksponować samolotów z łatwiej wykrywalnych stron na nieprzyjacielskie posterunki radiolokacyjne i pozycje zestawów przeciwlotniczych, których położenie będzie znane przed lotem.

Na zakresie bojowym nie przewiduje się pracy układów nawigacyjnych o cechach demaskujących samolot (np. TACAN), a praca radiowysokościomierza będzie ograniczana do niezbędnego minimum. Samoloty nie będą wyposażane w dopplerowskie mierniki prędkości i kąta znoszenia, które podnoszą dokładność platformy bezwładnościowej, ale demaskują położenie maszyny, powszechnie systemy nawigacyjne będą wyposażane w odbiorniki GPS / DGPS, umożliwiające dyskretne i precyzyjne wyjście na cel i naprowadzanie środków rażenia.

W celu bezpiecznego nawigowania w kontrolowanej przestrzeni powietrznej, w czasie pokoju samoloty stealth będą wyposażane w transpondery radarowe, umożliwiające śledzenie samolotów przez służby ruchu lotniczego (będą one widoczne wyłącznie na radarach wtórnych). Podczas działań tego rodzaju urządzenia nie będą stosowane. Ciekawą cechą samolotów stealth może być brak jakichkolwiek urządzeń przeciwdziałania radioelektronicznego, z wyjątkiem pasywnego układu ostrzegania przed opromieniowaniem. Praca układów zakłócających demaskowałaby samolot, niwecząc efekt jego utrudnionej wykrywalności. Jest też możliwa opcja odwrotna, w której samoloty stealth będą posiadały najnowocześniejsze, inteligentne systemy osłony elektronicznej sprzężone z systemami ostrzegająco-mylącymi.

Wymagania technologii stealth powodują, że zrzut uzbrojenia powinien odbywać się z wnętrza komory bombowej, bez opuszczania wyrzutni w dolne położenie, co mogłoby demaskować samolot w krytycznym momencie (w zasięgu obrony przeciwlotniczej atakowanego obiektu). Z tego powodu z zestawu środków rażenia mogą być usunięte te, które wymagają opuszczenia komory wewnętrznej przed odpaleniem. Znajdą zastosowanie takie, które umożliwiają zrzut z wnętrza komory bombowej. Dotyczy to również kierowanych pocisków raketowych do ce-

łów powietrznych i powierzchniowych. Przymuszczalnie samoloty stealth będą przystosowywane też do zabierania bomb atomowych.

Na żywotność współczesnych i przyszłych samolotów bojowych znaczący wpływ mają systemy samoobrony samolotów bojowych. Samoobrona samolotów bojowych sprowadza się do ostrzegania i osłony elektronicznej, mylenia stacji radiolokacyjnych naprowadzania przeciwlotniczych pocisków raketowych i głowic samonaprowadzających się pocisków raketowych odpalanych z samolotów różnych typów. W tym celu stosuje się zakłócanie elektroniczne i odpalanie lub holowanie pułapek.

Walka elektroniczna jest prowadzona z wykorzystaniem aktywnych lub pasywnych urządzeń zakłócających, współpracujących z urządzeniami ostrzegającymi o opromieniowaniu. Urządzenia aktywne generują zakłócenia w sposób impulsowy lub ciągły, w zakresie fal elektromagnetycznych o długościach 3 – 10 cm. Odstrzeliwanie lub rozrzut (z wykorzystaniem elektromechanicznych lub pneumatycznych wyrzutników) pasywnych środków walki elektronicznej odbywa się w sposób zaprogramowany, tzn. zgodnie z ich ustaloną ilością i przerwami czasowymi.

Przyszłościowe systemy samoobrony będą podobne do tych, które są opracowane dla samolotów Rafale, F-22 i MiG-31, gdyż obecnie wyznaczają one kierunki przyszłościowych rozwiązań. System Spektra samolotu Rafale jest przymuszczalnie najbardziej zaawansowanym technologicznie systemem samoobrony samolotu bojowego. Spectra jest w pełni zintegrowanym, całkowicie zautomatyzowanym systemem, a jego zaletą jest przede wszystkim zaawansowany, wielospektralny układ ostrzegania o zagrożeniach. Składa się on z części radiolokacyjnej, z czujnikami rozmieszczonymi u nasady skrzydeł i na grzbiecie usterzenia pionowego. Część radiolokacyjna systemu jest w stanie odebrać, przeanalizować, określić kierunek i typ (sklasyfikować) źródła promieniowania radiolokacyjnego, na powierzchni (ziemi lub wodzie) i w powietrzu. System jest w stanie określić położenie kątowe obiektu z dokładnością do zaledwie  $1^{\circ}$  w azymucie i elewacji, a analiza mocy sygnału pozwala na przybliżone określenie odległości do promieniującego środka. Analiza rodzaju pracy znanych stacji radiolokacyjnych (biblioteka danych systemu ma strukturę otwartą – z możliwością jej uzupełniania o nowo wykryte systemy przeciwnika) pozwala na ocenę stopnia zagrożenia. Dodatkowo re-

jestrator wszystkich czujników systemu Spectra pozwala na późniejszą analizę położenia środków radioelektronicznych przeciwnika, czyli w pewnym sensie – prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego przez dowolny samolot Rafale<sup>94</sup>.

W systemie Spectra pracuje termiczny odbiornik wykrywający odpalenie pocisków przeciwlotniczych różnych typów i śledzących ich lot<sup>95</sup>. Elementem systemu Spectra jest też wykrywacz opromieniowania laserowego samolotu, ponieważ współczesne myśliwce coraz częściej stosują dalmierze laserowe w swych pasywnych detektorach optoelektronicznych (nie wyłączając samego Rafale). Oba wspomniane urządzenia pozwalają na precyzyjne śledzenie odpalonego do samolotu pocisku, a komputer Spectry wskazuje pilotowi optymalny moment do wykonania uniku, w momencie gdy pocisk przeciwlotniczy nie jest już w stanie zareagować na niespodziewaną zmianę położenia celu. Dodatkowo Spectra automatycznie steruje pracą czterech wyrzutników flar/dipoli, umieszczonych na grzbiecie kadłuba oraz pracą zasobnika zakłóceń aktywnych. Do zintegrowania całości systemu służy komputer. Kombinacja optymalnego manewru oraz automatycznego użycia pasywnych i aktywnych środków przeciwdziałania daje Rafale niespotykane możliwości przetrwania na polu walki. Jest bardzo prawdopodobne, że tego rodzaju systemy permanentnie doskonałe, będą standardem wyposażenia samolotów bojowych przyszłości przed rokiem 2025.

Rozwój pokładowych urządzeń radiolokacyjnych samolotów bojowych zmierza w kierunku zwiększenia zasięgu wykrywania, odporności na zakłócenia i wielofunkcyjności (rys. 32).

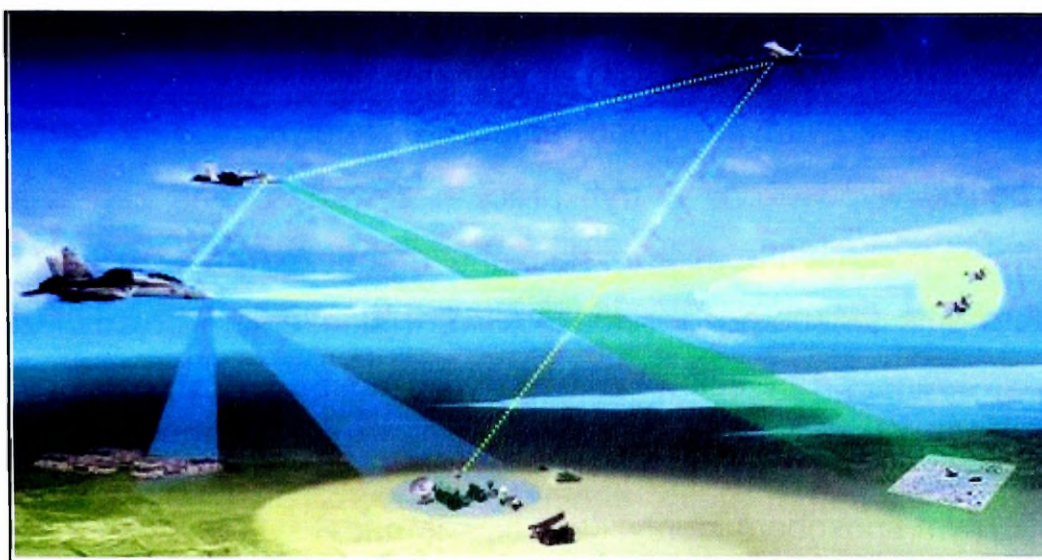
Zakres zastosowań urządzeń radiolokacyjnych na pokładach samolotów bojowych będzie w przyszłości bardzo szeroki. Można tu wyróżnić następujące główne obszary zastosowań tego typu urządzeń:

- rozpoznanie i tworzenie obrazu sytuacji taktycznej w przestrzeni powietrznej,
- realizacja zadań myśliwsko – przechwytyjących,

---

<sup>94</sup> Część elektromagnetyczna systemu nosi nazwę DBEM (Détection et Brouillage Electromagnétique)

<sup>95</sup> Został on opracowany przez firmę MATRA i nosi nazwę DIR (Détection Infrarouge).



Źródło: <http://www.globalsecurity.org>

**Rys. 32. Wykorzystanie wielozadaniowych stacji radiolokacyjnych w realizacji zadań przez samoloty wielozadaniowe F-15 i F-18**

- kierowanie środkami rażenia w relacji w działaniach powietrznych i w relacji powietrze – ziemia,
- poszukiwanie obiektów pływających i zabezpieczanie szturmowania w relacji powietrze – morze,
- wykrywanie niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych i ostrzeganie przed tymi zjawiskami,
- pomoc w nawigowaniu,
- odwzorowanie rzeźby terenu<sup>96</sup>.

Zadania stawiane urządzeniom radarowym przyszłości można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to udaremnienie ataków lotniczych lub raketowych wroga, a druga to kontroli przestrzeni powietrznej w określonym regionie. W tych dwóch przypadkach radar samolotu myśliwskiego zwykle spełnia cztery podstawowe funkcje: poszukiwanie, ocena zagrożenia, identyfikacja celu oraz kierowanie ogniem. Z jednej strony radar pokładowy myśliwca będzie potrzebny do przeszukiwania olbrzymiego obszaru przestrzeni powietrznej w celu wykrycia ewentualnych celów, a z drugiej strony będzie „ukierunkowany” na przechwycenie celu, który już został wykryty i jest precyzyjnie śledzony. Radar powinien posiadać wąską wiązkę

<sup>96</sup> G. W. Stimson, *Introduction to airborne radars*, second edition, SciTech Publishing, Inc., New Jersey 1998, s. 35; A. Witczak, *Wielofunkcyjne radary pokładowe*, „Lotnictwo”, nr 21, Warszawa 1993, s. 29 – 31.

kołową promieniowania, aby przy dużych odległościach był w stanie rozróżnić samoloty przeciwnika w zwartym ugrupowaniu. Radar nowoczesnego samolotu myśliwskiego będzie wyposażony w tryb pracy nazywany oceną zagrożenia. Taki radar pracuje na przemian pomiędzy śledzeniem podczas przeszukiwania (TWS) w celu zachowania świadomości sytuacji (SA), a śledzeniem pojedynczego celu (STT) z wytypowanej grupy celów. W tym trybie musi mieć zapewniony jest wystarczający zasięg i rozdzielczość dopplerowska.

Klasycznym sposobem identyfikacji będzie nadal system swój – obcy (IFF). Interrogator IFF zsynchronizowany z radarem samolotu myśliwskiego wysyła impulsy zapytujące, na które odpowiadają zakodowanym sygnałem transpondera zainstalowanego na wszystkich samolotach własnych. W przyszłości będą zastosowane dodatkowe, niezależne od siebie sposoby identyfikacji. Jednym z nich jest opracowywana w wielu laboratoriach identyfikacja na podstawie cech charakterystycznych danego celu. Wykorzystuje ona fakt, że każdy samolot posiada unikatową charakterystykę swojego echa radiolokacyjnego, na podstawie którego można określić jednoznacznie jego typ, czyli dokonać jego identyfikacji. Jeszcze inna technika identyfikacji wymaga zapewnienia takiego zakresu rozdzielczości radaru pokładowego, aby można było zidentyfikować cel na podstawie jego jednowymiarowego zarysu. Posuwając się krok dalej, przy wykorzystaniu zobrazowania ISAR (Inverse SAR), zamierza się uzyskać zarys dwuwymiarowy śledzonego obiektu powietrznego.

Radary pokładowe będą stosowane w systemach celowniczych. W przypadku działka pokładowego, radar pokładowy będzie wykorzystany do automatycznej selekcji zbliżających się celów, śledzenia w trybie pracy STT, a po uzyskaniu w ten sposób danych o jego odległości, prędkości, azymucie, czy prędkości kątowej, będą one dostarczane do komputera kierowania ogniem. Radar pokładowy będzie zabezpieczał wyprowadzenie myśliwca na kurs spotkaniowy z celem i przy odpowiedniej odległości wypracuje sygnały rozpoczęcia prowadzenia ognia. Uzyskane w ten sposób informacje będą zobrazowane na wskaźniku przeziernym – dzięki temu, pilot nie będzie musiał odrywać wzroku od śledzonego celu.

Pociski raketowe naprowadzane radarowo wykorzystuje się głównie do zwalczania celów znajdujących się poza zasięgiem wzrokowym. Nowoczesne kierowane pociski raketowe typu AMRAAM będą wyposażane w systemy naprowa-

dzania inercyjnego prowadzące pocisk po zaprogramowanej przed odpaleniem trajektorii przechwycenia opartej na danych o celu uzyskanych przez radar myśliwca.

W zakresie realizacji zadań w relacji powietrze-ziemia (morze) wykorzystanie techniki radarowej należy do najbardziej skomplikowanych. Przewiduje się, że podstawowe wymagania będą osiągnięte poprzez zastosowanie najnowocześniejszych stacji radiolokacyjnych i komputerów na pokładach samolotów uderzeniowych. W działaniach taktycznych nieocenioną zaletą radarów pokładowych jest zdolność do obserwacji powierzchni przez warstwy dymu, zamglenia, chmury, czy opady deszczu, a także zdolność do szybkiego przeszukiwania dużych obszarów, zdolność do wykrywania celów na dużych odległościach i możliwość jednoczesnego śledzenia dużej ilości szeroko rozproszonych celów.

Radary SAR będą nadal rozwijane na potrzeby obserwacji i rozpoznania w małych, załogowych i bezzałogowych samolotach rozpoznawczych zdolnych do wykonywania długotrwałych misji. Radary tego typu są w stanie przekazywać poprzez satelity bezpośrednio do uczestników pola walki obrazy (dane operacyjne) o rozdzielczości do 1 stopy<sup>97</sup>. Radar pokładowy jest w stanie wykryć okręty oraz nisko latające samoloty znacznie wcześniej niż radary naziemne lub umieszczone na pokładach okrętów. Zatem, aby zapewnić odpowiednio wczesne ostrzeżenie o zbliżaniu się wrogich statków powietrznych i pocisków oraz zachować ciągłą obserwację morza, umieszcza się takie radary na krążących na znacznych wysokościach samolotach (np. US Navy Hawkeye, US Air Force AWACS).

Radar pokładowy będzie odgrywał kluczową rolę przy wykrywaniu okrętów oraz łodzi podwodnych. Ponieważ prawie wszystkie statki są doskonałym źródłem silnego echa radiolokacyjnego, a zakłócenia od powierzchni morza są znacznie mniejsze w porównaniu z zakłóceniami od gruntu, radar impulsowy, czy impulsowo-dopplerowski, jest w stanie wykryć małe statki nawet na dużych odległościach. W przypadku obserwacji poniżej płaszczyzny wody, radary zapewniają wystarczającą rozdzielczość, która jest szeroko stosowana do wykrywania peryskopów lub innych urządzeń do nurkowania – szczególnie użyteczne jest w tym przypadku zobrazowanie ISAR. Radary pokładowe samolotów uderzeniowych w relacji po-

---

<sup>97</sup> Angielska jednostka miary (1 stopa = 30,48 cm).

wietrze-ziemia będą też wykorzystywane do realizacji zadań nawigacyjnych i rozpoznawczych.

Zbiór funkcji realizowanych przez poszczególne rozwiązania radarów będzie zależny od przeznaczenia samolotu, na którym są montowane. Obejmuje on określony podzbiór przedstawionych powyżej funkcji lub ich modyfikacji. Przykładowo, w radarach samolotów lotnictwa morskiego ulegają rozszerzeniu funkcje związane z wykrywaniem i zwalczaniem obiektów nawodnych. Radary będą posiadać ponad 20 rodzajów pracy. Podstawową modyfikacją będzie połączenie w jeden blok wszystkich układów obróbki cyfrowej oraz udoskonalenie technologiczne poszczególnych elementów cyfrowych, a ponadto z możliwością pracy z dużą częstotliwością powtarzania impulsów. Pozwoli to na uzyskanie tak znacznych zasięgów wykrywania w przedniej półsfery.

Konstrukcja urządzeń radiolokacyjnych będzie modułowa, co ułatwi szybką wymianę poszczególnych podzespołów w razie ich uszkodzenia lub modyfikacji (dzięki temu, w celu unowocześnienia radaru wystarczy zamontować odpowiedni moduł zamiast zakupu nowego urządzenia) oraz znacznie ułatwi montaż na samolocie. Taka konstrukcja radaru ma zapewnić jego nowoczesność przez wiele lat.

Aby uodpornić radar na zakłócenia radioelektroniczne ze strony przeciwnika, urządzenia będą posiadały szereg modułów mających zabezpieczać go przed zakłócaniem. Zapewnienie wszystkich funkcji realizowanych przez radary wielofunkcyjne będzie wymagało zabudowania na płatowcu szeregu urządzeń i systemów współpracujących ze sobą, co spowoduje duży stopień skomplikowania. Wielofunkcyjność współczesnych radarów impulsowo-dopplerowskich klasyfikuje je jako podstawowy element awioniki współczesnego i przyszłego samolotu bojowego.

Radary pokładowe samolotów wielozadaniowych z założenia będą budowane jako radary wielofunkcyjne (wielozadaniowe). Wymaganie wielofunkcyjności radaru pokładowego polega na możliwości realizowania przez niego opisanych w tym rozdziale zadań w relacji powietrze-powietrze i powietrze-ziemia (powietrze-woda), a posiadanie tych możliwości określa radar jako podstawowe źródło informacji współczesnego i przyszłego wielozadaniowego samolotu bojowego. Przewiduje się, że samoloty bojowe będą wyposażane w radary impulsowo-

dopplerowskie (RID) wykonujące ok. 30 zadań, które będą wybierane w zależności od rodzaju wykonywanego lotu (patrolowy, bojowy, na małej wysokości itp.). Będą posiadały zdolności wykrywania celów powietrznych wykonujących lot z przeniżeniem względem nosiciela radaru (na tle ziemi), czy dokładnego odwzorowanie rzeźby terenu, nad którym wykonywany jest lot. Będą posiadały możliwość cyfrowego sterowania w szerokim zakresie częstotliwością powtarzania impulsów, dzięki czemu:

- będą zapewnione duże odległości wykrywania celów powietrznych (powyżej 200 km) stosowane do naprowadzania kierowanych rakiet średniego i dużego zasięgu,
- będzie możliwe określanie parametrów ruchu manewrujących celów powietrznych oraz naprowadzanie kierowanych pocisków rakietowych małego i średniego zasięgu stosowanych w walce powietrznej,
- będą posiadały funkcje przydatne podczas atakowania celów naziemnych i celów obserwowanych na tle ziemi, w tym syntetyczne odwzorowanie powierzchni ziemi (SAR).

W rozwoju lotniczych radarów pokładowych widoczny jest kierunek dążenia do: zwiększenia liczby wariantów wykorzystania radaru (w latach 80-tych było ich 16 w relacji powietrze-powietrze i 9 w relacji powietrze-ziemia, natomiast w radarach przełomu XXI wieku prognozuje się powyżej 30), zwiększenia niezawodności (średni czas pracy do uszkodzenia to 400 – 500 godz.), zwiększenia szybkości działania procesorów (z 7 milionów do około miliarda operacji na sekundę), zmniejszenia średnicy anteny, zwiększenia częstotliwości nośnej impulsów (pasmo J) oraz zmniejszenia mocy wyjściowej generatora promieniowania, co ma na celu stworzenie radaru doskonałego: skutecznego i niewykrywalnego.

Stacje radiolokacyjne samolotów bojowych w perspektywie najbliższych dwudziestu lat będzie wyróżniał tzw. zakres „szepczący” (poniżej poziomu szumów naturalnych). Będą odporne nie tylko na zakłócenia, ale również na tradycyjne metody wykrycia jej pracy. Będą dysponowały nowoczesnymi systemami zobrazowania i wymiany informacji.

Samolot bojowy przyszłości ma być wyposażony w zintegrowany system wyposażenia pokładowego ze wspólnym polem informacyjnym, w skład czego

wchodzi awionika samolotu wraz z systemami kierowania uzbrojeniem, transmisji danych, walki elektronicznej, samoobrony, nawigacji i łączności. Podsystem kierowania uzbrojeniem będzie rozwinięciem systemów stosowanych obecnie i składać się będzie ze współpracujących ze sobą: radaru, czujników optoelektronicznych oraz nabełmowego układu wskazywania celów i prezentacji danych. W związku z tym konstruktorom przedstawiono dwa podstawowe wymagania, które powinien spełniać radar nowego myśliwca<sup>98</sup>: wielokanałowość pracy, czyli jednocześnie naprowadzanie kilku rakiet na kilka odległych celów oraz zapewnienie dookreślonej obserwacji.

Radar będzie wyróżniać duża odporność na zakłócenia oraz możliwość obserwacji ziemi, tj.: tworzenie mapy terenu z zatrzymaniem obrazu i powiększaniem wycinka (rozdzielczość przy kartografowaniu wynosi 15 – 20 m), określanie współrzędnych wybranych obiektów, umożliwianie lotu na małej wysokości z automatycznym omijaniem przeszkód, a także wskazywanie celów rakietom kierowanym powietrze-ziemia. Informacje z radaru przekazywane będą także do systemu nawigacyjnego dla jego korekty.

Stacje radarowe i optoelektroniczne będą obserwowały zarówno przednią jak i tylną półsferę. Zasięg wykrywania systemów optoelektronicznych wyniesie do 100 km w przedniej i tylnej półsferze. Będzie zapewniona możliwość podświetlania promieniem laserowym celów naziemnych, co umożliwi odpalenie w ich kierunku rakiet kierowanych laserowo. Nowością w stacji elektrooptycznej będzie także kanał telewizyjny służący do zwiększenia zasięgu obserwacji wzrokowej (dla rozpoznania celów bez włączania radiolokacyjnej stacji zapytująco-odpowiadającej) oraz do wskazywania celów rakietowym pociskom kierowanym powietrze-ziemia i bombom naprowadzanym telewizyjnie. Najnowszą tendencją w rosyjskich radarach lotniczych jest użycie anten z elektronicznym skanowaniem fazowym. Największą zaletą radarów z anteną z elektronicznym skanowaniem fazowym jest bardzo krótki czas przeszukiwania przestrzeni powietrznej. To umożliwia jednocześnie naprowadzanie rakiet kierowanych powietrze – powietrze na kilka celów bardzo od siebie oddalonych, np. jeden lecący tuż nad ziemią, a drugi na wysokości 30 000 m.

---

<sup>98</sup> P. Butowski, *Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza*, „Nowa Technika Wojskowa”, nr 3, Warszawa 2001, s. 54.

Systemy zobrazowania sytuacji i kierowania uzbrojeniem samolotów odgrywają bardzo ważną rolę w wykonaniu każdego zadania lotniczego, szczególnie zadania bojowego. W najnowszych samolotach bojowych podsystem zobrazowania informacji tworzą: wskaźniki projekcji czołowej oraz od dwóch do czterech monitorów wielofunkcyjnych. Trwają zaawansowane prace nad wdrożeniem celowników nahałmowych. Najistotniejsze informacje celowniczo-nawigacyjne prezentowane są w polu widzenia pilota na wskaźniku przeziernym (HUD). Nowe rozwiązania tych wskaźników umożliwiają prezentację na nich zobrazowań z elektrooptycznych układów obserwacyjno-celowniczych. Z tego względu najnowsze układy optyczne tych wskaźników mają charakter układów dyfrakcyjnych ze zwierciadlanymi powierzchniami holograficznymi, pozwalającymi uzyskać pole widzenia powiększone z około  $20^{\circ}$  nawet do około  $40^{\circ}$ .

Wskaźniki typu HDD (Head Down Display), na ogół dwa albo trzy, montowane są w tablicy przyrządów samolotu i przeznaczone są do zobrazowania: parametrów lotu, informacji celowniczo-nawigacyjnej (także mapy terenu i sygnałów typu composite video), stanu i parametrów pracy istotnych urządzeń instalacji i systemów pokładowych a także sytuacji taktycznej, będącej wynikiem analizy informacji dostarczonej przez radar oraz urządzenia łączności i rozpoznania (rys. 33).



Źródło: <http://www.fas.org>

**Rys. 33. Wskaźniki parametrów lotu i sytuacji taktycznej HUD i HDD samolotu wielozadaniowego Eurofighter Typhoon**

Rozwój komputerów pokładowych o dużej mocy obliczeniowej i dużej pamięci, a także multipleksowych sieci przesyłania danych sprawił, że proste systemy celownicze wyparte zostały przez systemy celowniczo-nawigacyjne, a w przyszłości powszechne staną się zintegrowane pokładowe systemy zobrazowania sytuacji taktycznej i kierowania uzbrojeniem. Umożliwią one jednocześnie wykorzystanie uzbrojenia oraz kompleksowe rozwiązanie zadań nawigacyjnych. Dwa różne zadania mogą być wykonywane przez jeden system dzięki zastosowaniu tych samych czujników, połączeniu algorytmów oraz uogólnieniu aparatu matematycznego poprzez odpowiednie oprogramowanie komputerowe. W skład systemów nawigacyjno-celowniczych będą wchodziły takie elementy jak:

- urządzenia obserwacyjne (radiolokacyjne, telewizyjne, termolokacyjne), które zapewniają przeszukiwanie przestrzeni lub powierzchni ziemi, śledzenie jednego lub kilku celów, oświetlanie celów lub naprowadzanie kierowanych pocisków raketowych,
- sensory zabezpieczające system komputerowy w niezbędną informację celowniczo-nawigacyjną (odległość i prędkość zbliżania, dozwoloną odległość użycia uzbrojenia, wysokość, prędkość, kurs statku powietrznego), obserwacyjną (informacja z obserwacji przestrzeni powietrznej i ziemi, dane pilotażowo-nawigacyjne i celownicze), nawigacyjną (mapy terenu, położenie statku powietrznego, kierunek lotu, wzajemne położenie samolotów w grupie, rozmieszczenie stref ognia obrony przeciwniczej przeciwnika),
- pulpity wprowadzania informacji przedlotowej i operacyjnej,
- system wyliczająco-integrujący, które łączy wszystkie urządzenia w jeden system,
- czujniki systemu nawigacji inercyjnej,
- centrale danych aerodynamicznych,
- radarowe mierniki wysokości,
- radarowo-optoelektroniczny blok wskazywania celów.

System celowniczo-nawigacyjny nowoczesnego samolotu bojowego będzie sprzężony z systemem pilotażowo-nawigacyjnym podczas sterowania lotem sa-

molotu na jego trasie, a w czasie atakowania celu z systemem przygotowania i uruchomienia uzbrojenia oraz z pokładowymi systemami uzbrojenia. Przy współpracy z systemem pilotażowym oraz systemem sterowania uzbrojeniem, system celowniczo-nawigacyjny samolotów myśliwskich zapewnia strzelanie, odpalenie kierowanych pocisków raketowych na dowolnych krzywoliniowych trajektoriach lotu statku powietrznego oraz zapewnia skuteczne bombardowanie. Stwarza on także możliwość manewrowania statkiem powietrznym po odpaleniu kierowanych pocisków raketowych z jednoczesny „oświetlaniem” celu promieniowaniem radiolokacyjnym lub laserowym<sup>99</sup>.

W najnowocześniejszych samolotach wielozadaniowych systemy nawigacyjno-celownicze zostaną zastąpione przez zintegrowane pokładowe systemy zobrazowania sytuacji taktycznej i kierowania uzbrojeniem. Systemy te integrują w sobie zadania nawigacji, pilotażu, użycia uzbrojenia, pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika, kierowania działaniem grupy bojowej, diagnostyki urządzeń pokładowych. Do podstawowych elementów zintegrowanego systemu pokładowego, wykorzystywanych w procesie celowania nowoczesnych samolotów bojowych zaliczyć należy komputer pokładowy, radar pokładowy, optoelektroniczne urządzenie lokacyjne oraz wskaźniki zobrazowania informacji pilotażowej, taktycznej i celowniczej.

Optoelektroniczne urządzenia lokacyjne przeznaczone będą do wykrywania, lokacji oraz śledzenia celu z wykorzystaniem promieniowania podczerwonego IRST (Infra-Red Search and Track). Coraz częściej wykorzystywane są one do termicznego odwzorowania rzeźby terenu, które umożliwia skryte podejście do celu TRS (Terrain Reference System). Do optoelektronicznych urządzeń lokacyjnych zalicza się:

- urządzenia termowizyjne FLIR,
- urządzenia telewizyjne TV i LLLTV,

---

<sup>99</sup> Rosjanie montują na swych najnowszych samolotach wielozadaniowych system bojowo-nawigacyjny RPKB składający się m.in. z żyroskopu laserowego, INS oraz GPS, który umożliwia pełną automatykę lotu (unikanie przeszkód terenowych, lot na niskiej wysokości, atak na cele powietrzne, naziemne / nawodne. Stałym wyposażeniem jest system IRST do wykrywania i naprowadzania kierowanych pocisków raketowych w podczerwieni ("radar" działający w podczerwieni), system TIALD (kamera podczerwona / noktowizor + laserowy znacznik celu) oraz TV system wykrywania i kierowania uzbrojeniem.

- urządzenia laserowe.

Bardzo często lotnicze urządzenia optoelektroniczne, wykorzystywane w procesie celowania i nawigacji, montowane są w podwieszanych zasobnikach. Dzięki odpowiedniej architekturze interfejsów zapewnione jest sprzężenie funkcjonalne podwieszanych zasobników z wbudowanym na stałe wyposażeniem pokładowym samolotu, przede wszystkim komputerem pokładowy oraz radarem.

Nowym kierunkiem rozwoju optoelektronicznych urządzeń lokacyjnych są lokatory laserowe. Porównując je z lokatorami radiolokacyjnymi, charakteryzują się one znacznie większą rozdzielczością. Natomiast w porównaniu z termolokatorami, urządzeniami typu FLIR dają one możliwość zobrazowania trójwymiarowego.

Znaczący wpływ na efektywną pracę pilota jako elementu zintegrowanego systemu pokładowego mają urządzenia wchodzące w skład systemu zobrazowania informacji w kabinie samolotu. Ciągłe doskonalenie i unowocześnianie różnego rodzaju wskaźników (coraz częściej zintegrowanych) ma na celu selekcję i zgrupowanie na jednym wskaźniku informacji istotnej z punktu widzenia realizowanego zadania oraz sytuacji taktycznej, pełniejsze spełnienie wymagań ergonomicznych, a także zwiększenie efektywności kierowania ogniem. Monitory zobrazowania systemów elektroptycznych (o dużym polu widzenia  $20^0 \times 20^0$ ) będą posiadały możliwość wyświetlenia mapy z nałożoną sytuacją taktyczną. Wielofunkcyjne monitory kolorowe będą posiadały funkcję reagowania na dotyk pilota (wybór funkcji z menu). Ponadto w kabinach znajdują się wyświetlacze cyfrowe pozostałości paliwa i kontroli pracy silników (ograniczone do minimum, praca silników będzie kontrolowana automatycznie, wyświetlane będą jedynie sygnały nieprawidłowej pracy). Zobrazowanie informacji w kabinach będzie rejestrowane przez cyfrowe kamery.

Nową tendencją w zakresie wizualizacji danych celowniczo-nawigacyjnych jest zastosowanie dodatkowego wskaźnika kolimowanego typu HLD, bezpośrednio poniżej ekranu wskaźnika przeziernego HUD. Ten nowy typ wskaźnika ma możliwość wyświetlania obrazu radarowego oraz mapy sytuacji taktycznej.

Rozwój współczesnych systemów zobrazowania związany jest ściśle z rozwojem celowników nabełmowych. Mają one coraz większy udział w procesie celowania i rozwój ich nakierowany jest na zapewnienie możliwości celowania w dzień i w nocy dzięki układom, w których na typowe zobrazowanie informacji ce-

lowniczej nakładany jest obraz otoczenia oraz na doskonalenie, ulepszenie rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych

Do podstawowych pokładowych urządzeń nawigacyjnych współczesnego samolotu bojowego należą, między innymi:

- urządzenia systemu nawigacji inercyjnej,
- centrale danych aerodynamicznych,
- urządzenia radiotechnicznego systemu bliskiej i dalekiej nawigacji,
- radiowysokościomierze i radiokompasy,
- odbiorniki (terminale) systemu satelitarnego GPS,
- radary wielozadaniowe do pomiaru wysokości i tworzenia mapy terenu.

Urządzenia te wykorzystywane są do określenia nawigacyjnych parametrów położenia samolotu i pomiaru parametrów jednego ruchu.

System nawigacji inercyjnej, będący jedną z odmian nawigacji zliczeniowej, jest obecnie najczęściej stosowanym systemem nawigacji. Wspólnie z autopilotem zapewnia możliwość wykonania autonomicznego lotu na podstawie programowanej trasy przelotu. Błąd żyroskopowy układów bezwładnościowych nie przekracza obecnie 3 km na godzinę lotu. Jeszcze mniejszymi błędami charakteryzują się układy autonomiczne wykorzystujące żyroskopy laserowe – 1,5 km na godzinę lotu.

Wykorzystanie do celów nawigacji pięciokanałowych odbiorników systemu GPS, współpracujących z satelitami NAVSTAR lub COSPAS realizującymi ciągłą transmisję sygnałów radiowych, umożliwia określenie pozycji samolotu z dokładnością do 15 m (z prawdopodobieństwem 0,5), prędkości z dokładnością 0,1 m/s, kątów pochylenia i przechylenia samolotu z dokładnością do 0,5 minuty kątowej, kursu do 3 minut kątowych a także czasu – z tolerancją rzędu 100 ns. Parametry te są charakterystyczne dla kanału kodowanego P (Precise). Urządzenia systemu GPS są integrowane z układami bezwładnościowymi, dzięki czemu wzrasta odporność całego systemu na zakłócenia (układ bezwładnościowy), przy zachowaniu dokładności określania pozycji samolotu (GPS).

Do wykonywania lotów na małych wysokościach (poniżej 60 m) coraz częściej stosowane są korelacyjne urządzenia nawigacyjne<sup>100</sup>, w których wykorzystuje się przygotowane przed lotem bazy danych, w postaci map cyfrowych odwzorowujących rzeźbę terenu (mapy DTED) i położenie charakterystycznych elementów środowiska naturalnego, tzn. lasów, rzek, jezior, miast itp. (mapy DFAD).

Lotnicze środki rażenia są po awionice najważniejszym elementem wyposażenia współczesnego i przyszłościowego samolotu bojowego i bezpośrednio wpływają na skuteczność prowadzonego ognia i osiągnięte końcowe rezultaty działań bojowych

Zagrożenie, jakie prezentują sobą przeciwlotnicze zestawy raketowe sprawiło, iż pokonaniu ich przeciwdziałania nadaje się dużą rangę. Przez lata wypracowano sposoby przełamania obrony powietrznej. W efekcie ustalono, że tylko kompleks przedsięwzięć obejmujących obezwładnienie elektroniczne naziemnych środków OP przez wyspecjalizowane samoloty walki elektronicznej i towarzyszące mu ogniowe obezwładnienie najgroźniejszych raketowych środków przeciwlotniczych oraz intensywne stosowanie indywidualnych, pokładowych środków walki elektronicznej przez samoloty myśliwsko-bombowe może dać pożądane rezultaty.

Podstawowym środkiem ogniowego przełamania obrony powietrznej przeciwnika są samonaprowadzające się pociski przeciwradiolokacyjne typów: AGM-88 HARM, ALARM, ARMAT. Współpracują one z pokładowymi urządzeniami wypracowania danych (rozbudowane wersje urządzeń ostrzegających o opromieniowaniu), umożliwiającymi skuteczne ich użycie. Tego rodzaju pociski raketowe będą doskonalone i modyfikowane w przyszłości.

Do grupy niekierowanych środków rażenia zalicza się działka pokładowe, bomby różnych typów oraz niekierowane pociski raketowe. Będą one stosowane w coraz mniejszym zakresie, ze względu na ich mniejszą w stosunku do kierowanych środków rażenia, skuteczność. Natomiast intensywnie będą rozwijane kierowane środki rażenia klasy powietrze – powierzchnia. Odpowiedzią konstruktorów uzbrojenia lotniczego na zwiększającą się skuteczność środków przeciwlotniczych stały się bronie klasy stand off, odpal i pozostań z daleka od obiektu ataku (poza zasięgiem obiektowej obrony przeciwlotniczej). Spośród nich wkrótce na czoło wy-

---

<sup>100</sup> Charakterystyczne dla układów kierowania rakiet samosterujących dalekiego zasięgu.

sunęły się taktyczne pociski manewrujące APACHE, AGM-158 JASSM i TAURUS, dysponujące zasięgiem – w zależności od profilu ataku – od 150 do 450 km (rys. 34).



Źródło: <http://www.af.mil>

**Rys. 34. Pocisk skrzydlaty dalekiego zasięgu JASSM w trakcie prób poligonowych**

Znacznie tańszymi środkami bojowymi są amerykańskie, beznapędowe bombowe kasety szybujące klasy AGM-154 JSOW, wyznaczające przyszłościowe kierunki rozwoju. Ich bezwładnościowy układ samonaprowadzania jest korygowany odbiornikiem GPS. Ładunek bojowy (AGM-154A/B) mogą stanowić bomby małych wagomiarów, o różnym przeznaczeniu, w tym wyposażone w autonomiczny moduł samonaprowadzania (termiczny i radiolokacyjny - alternatywnie lub razem w dwukadłubowym bloku). W innej odmianie – AGM-154C – ładunek kasetowy będzie zastąpiony dwustopniowym ładunkiem przeciwbetonowym, z dodatkowym termowizyjnym modułem samonaprowadzania, wchodzącym do pracy w fazie ataku (samonaprowadzanie odbywa się wg cyfrowego obrazu celu wprowadzonego do bloku pamięci AGM-154C przed lotem). Zasięg szybowania – w zależności od wysokości zrzutu – wynosi 25 do 75 km.

Obecnie w bezwładnościowy układ kierowania, korygowany odbiornikiem GPS, coraz częściej są wyposażone także bomby swobodnie spadające. Przykładem jest tu rodzina amerykańskich bomb JDAM, opartych na bombach z rodziny „80”. W kolejnym etapie rozwoju mają one otrzymać rozkładane powierzchnie nośne, co pozwoli im szybować na odległość 15 – 35 km.

Nadal też utrzymano dynamiczny rozwój bomb kierowanych laserowo (GBU-10, GBU-12, GBU-16, GBU-24, BGL 400, BGL 1000) o wagomiarach od 223 do 1 380 kg oraz podobnych do nich kierowanych pocisków raketowych (H-25MŁ, H-29Ł, AS-30L), z bojowymi ładunkami burząco-odłamkowymi lub specjalnymi – przeciwbetonowymi. Równolegle są rozwijane analogiczne bomby i pociski raketowe z telewizyjnym oraz termowizyjnym (droższy) układem samonaprowadzania (AGM-65). Zaletą tych układów jest spełnienie kryterium „odpal i zapomnij”, co pozwala optymalnie łączyć manewr podejścia w rejon odpalenia i prowadzenia ognia z wykonywaniem obronnych manewrów przeciwartyleryjskich i przeciwraketowych.

Systematyczny rozwój rodziny amerykańskich bomb kierowanych GBU-15 doprowadził między innymi do zbudowania odmiany AGM-130, z dodatkowym napędem raketowym i precyzyjnym radiowysokościomierzem, przeznaczonej do zwalczania obiektów przykrytych chmurami. Bomba ta jest wyposażona w termowizyjny układ samonaprowadzania z dodatkowym łączem radiowym, pozwalającym na podstawie ogólnie obserwowanego obszaru przechwycić (wskazać) obiekt ataku i uzyskać wysoką precyzję trafienia (im bomba jest bliżej celu, tym lepsza jakość przekazywanego obrazu). Po zrzucie bomba AGM-130 przechodzi do lotu poziomego na jednej z wcześniej zaprogramowanych wysokości: 900, 600 lub 300 m. Dobór wysokości zależy od spodziewanej dolnej podstawy chmur w rejonie obiektu ataku. Następnie do podtrzymania prędkości na torze lotu jest uruchamiany silnik raketowy. Po wskazaniu przez operatora (z pokładu nosiciela lub innego odpowiednio wyposażonego samolotu) obiektu ataku bomba AGM-130 przechodzi w autonomiczny lot nurkowy, zakończony spotkaniem z celem.

Podstawowym środkiem służącym do walki z przeciwnikiem powietrznym są obecnie kierowane pociski raketowe powietrze – powietrze średniego i małego zasięgu. Mniej popularne są pociski raketowe dalekiego zasięgu (powyżej 100 km), którymi dysponuje obecnie tylko lotnictwo Rosji (R-33 i R-37 na samolotach MiG-31). Większość europejskich państw NATO wprowadziło lub wprowadza jeden typ KPR średniego zasięgu – AIM-120 AMRAAM i jeden typ KPR małego zasięgu – AIM-9 Sidewinder.

Światowe tendencje uniwersalizacji samolotów bojowych (wielozadaniowość) sprawiają, że wszelkie modernizacje konstrukcji starszych, jakie zostały już

przeprowadzone lub są w fazie planowania, zmierzają do przystosowania ich do przenoszenia KPR AIM-120, z aktywnym radiolokacyjnym układem samonaprowadzania.

Podstawowym KPR stosowanym w NATO jest AIM-9 Sidewinder. Planowane jest wprowadzanie do uzbrojenia nowych wersji tych pocisków. Obecnie eksploatowane w NATO warianty tych KPR noszą oznaczenie „L” i „M”. Są to pociski trzeciej generacji, odporne na zakłócenia pasywne starszych generacji, przewidziane do walki z celami o dużych prędkościach, intensywnie manewrującymi. Mogą być odpalane z każdej półsfery w stosunku do celu.

Spośród kierowanych lotniczych środków rażenia najczęściej stosowane są bomby z półaktywnym laserowym systemem naprowadzania. Najczęściej stosowanymi KPR są pociski z telewizyjnymi i termowizyjnymi układami naprowadzania. Czynnikiem decydującym o takim stanie rzeczy jest relatywnie niska cena tych środków bojowych oraz duża elastyczność w ich stosowaniu (np. podświetlanie celów laserem przez drużyny specjalne, inne samoloty itp.).

W najnowszych, wdrażanych obecnie do eksploatacji lotniczych środkach rażenia powietrze – powierzchnia, dominującymi stają się następujące cechy: odpal i pozostań z daleka, odpal i zapomnij, każdy środek rażenia – swój obiekt ataku.

Reasumując, rozwój załogowego lotnictwa sił powietrznych oraz doskonalenie eksploatowanych samolotów lub konstruowanie nowych są bardzo kosztowne i czasochłonne. Wysokie koszty najnowszych rozwiązań technologicznych w lotnictwie powodują, że cena zakupu i eksploatacji nowoczesnych samolotów bojowych będzie często kryterium równie ważnym, jak ich możliwości bojowe.

## **4.2. Kierunki rozwoju bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych**

Uogólnienia, oceny i wnioski zawarte w podrozdziale są wynikiem dociekań badawczych ukierunkowanych na ustalenie uwarunkowań rozwoju bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych do 2025 roku. W oparciu o studia literatury przedmiotu ustalono przewidywane zmiany w zakresie zastosowań bojowych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych w analizowanym okresie. Wskazano również kierunki

technicznego rozwoju bezzałogowych statków powietrznych<sup>101</sup> do 2025 roku oraz dokonano oceny przewidywanego zakresu rozwoju tego rodzaju lotnictwa sił powietrznych. Rozważania ograniczono do tych bezzałogowych statków powietrznych, które znajdują się w składzie lotnictwa sił powietrznych bądź są projektowane przede wszystkim dla jego potrzeb.

W świetle rozwiązań stosowanych obecnie w bezzałogowym lotnictwie sił powietrznych można przyjąć, że w perspektywie najbliższych dwudziestu lat siły powietrzne będą posiadać znaczną ilość bezzałogowych statków powietrznych o dużej bądź średniej długości lotu na średnich i dużych wysokościach, charakteryzujących się zasięgiem porównywalnym z lotnictwem uderzeniowym, na korzyść którego będą realizować znaczącą część swoich zadań bojowych.

W świetle analizy dostępnej, współczesnej literatury przedmiotu można przyjąć, że aktualny zakres zastosowań bojowych bezzałogowych statków powietrznych wchodzących w skład sił powietrznych ogranicza się do realizacji dwóch grup zadań związanych z:

- rozpoznaniem powietrznym,
- uderzeniami ogniowymi na obiekty naziemne i nawodne.

Taki obszar zastosowań bojowych bezzałogowych statków powietrznych będących na wyposażeniu sił powietrznych wynika z dotychczasowego rozwoju konstrukcji bezzałogowych oraz doświadczeń z ich bojowego wykorzystania w trakcie operacji prowadzonych w ostatnich latach<sup>102</sup>.

Biorąc pod uwagę długofalowe plany prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w USA i państwach Europy Zachodniej w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do użytkowania przez siły powietrzne można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, że zakres bojowego wykorzystania lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych ulegnie znaczącemu rozszerzeniu.

---

<sup>101</sup> W literaturze przedmiotu stosowane jest zamiennie szereg terminów opisujących lotnictwo bezzałogowe. Ogólnie w odniesieniu do lotnictwa bezzałogowego używa się określenia „bezzałogowe aparaty latające”. W stosunku do bezzałogowych aparatów latających ze składu sił powietrznych w opracowaniu stosowane jest określenie „bezzałogowe statki powietrzne (BSP)” ze względu na wielkość tych statków powietrznych oraz wymagania formułowane w stosunku do nich przez międzynarodowe organizacje lotnictwa cywilnego w dokumencie „Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030”.

<sup>102</sup> *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030*, Office of the Secretary of Defense, Washington D. C. 2005, s. 41.

W dokumencie koncepcyjnym Departamentu Obrony USA „Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030” opublikowanym 4 sierpnia 2005 roku przyjęto, że w perspektywie następnych dwudziestu pięciu lat prowadzone będą prace mające na celu wprowadzenie do uzbrojenia bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do realizacji następujących grup zadań<sup>103</sup>:

- obserwacji z powietrza i rozpoznania powietrznego,
- obezwładnienia systemu obrony powietrznej,
- uderzeń lotniczych,
- niszczenia środków systemu obrony powietrznej przeciwnika,
- ataku elektronicznego,
- zwalczania sił nawodnych przeciwnika,
- zwalczania okrętów podwodnych,
- walki minowej,
- retranslacji łączności.

W założeniach amerykańskich sił powietrznych opublikowanych w dokumencie „The US Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicles Strategic Vision” nie wyklucza się też prowadzenia w perspektywie najbliższych dwudziestu – dwudziestu pięciu lat prac nad rozwojem dla sił powietrznych bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do realizacji zadań w ramach ofensywnych i defensywnych działań walki o przewagę w powietrzu oraz transportu powietrznego<sup>104</sup>. Należy jednak zaznaczyć, że w odniesieniu do tych zadań przyjmuje się filozofię oczekiwania na wzrost autonomiczności i rozwój sztucznej inteligencji, która mogłaby zwiększyć możliwości użycia bezzałogowych statków powietrznych do realizacji zadań o większym stopniu skomplikowania.

Przyjęta przez USA oraz szereg państw zachodnich filozofia wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych do realizacji zadań obserwacji z powietrza i rozpoznania powietrznego jest ukierunkowana na rozwój i wprowadzenie do

---

<sup>103</sup> Tamże, Appendix A Missions, s. A – 1 do A – 3.

<sup>104</sup> *The US Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicles Strategic Vision*, Secretary of the Air Force, Washington D. C. 2005, s. 22.

uzbrojenia systemów bezzałogowych zoptymalizowanych do realizacji zadań w ramach<sup>105</sup>:

- obserwacji i rozpoznania z dużej (bezpiecznej) odległości od obiektów rozpoznania,
- obserwacji i rozpoznania z przelotem nad obiektami rozpoznania,
- rozpoznania obiektów z penetracją silnie bronionej przestrzeni powietrznej.

Przewiduje się, że długotrwałość lotu bezzałogowych statków powietrznych w połączeniu z dużym pułapem, z jakiego będzie prowadzona obserwacja lub rozpoznanie powietrzne stworzą dogodne warunki użycia pokładowych technicznych środków rozpoznania i zapewnią wystarczająco duży zasięg detekcji oraz identyfikacji obiektów rozpoznania. Pozwalać to będzie w czasie pokoju na prowadzenie obserwacji i rozpoznania powietrznego przez bezzałogowe statki powietrzne obszaru potencjalnie wrogich państw bez konieczności naruszania ich przestrzeni powietrznej. W okresie kryzysu i wojny możliwość prowadzenia rozpoznania Stand off będzie się z kolei przyczyniać do zwiększenia żywotności bezzałogowych platform rozpoznawczych.

Wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych do obserwacji i rozpoznania powietrznego wymagających przelotu nad obiektami rozpoznania przewidywane jest w perspektywicznych koncepcjach operacyjnych dla szeregu zadań rozpoznawczych. W koncepcji Departamentu Obrony USA zakłada się, że bezzałogowe statki powietrzne będą mogły być użyte do nadzorowania akwenów morskich, rozpoznania w operacjach utrzymania pokoju czy w ramach operacji antyterrorystycznych. Za podstawowy warunek prowadzenia rozpoznania z przelotem nad obiektami działań przyjmuje się obezwładnienie systemu obrony przeciwlotniczej przeciwnika w takim stopniu, aby zapewnić bezpieczeństwo platformom rozpoznawczym.

W planach amerykańskich i zachodnioeuropejskich jednoznacznie artykułowany jest postulat rozwoju wyspecjalizowanych bezzałogowych statków powietrznych zoptymalizowanych do prowadzenia rozpoznania wymagającego pene-

---

<sup>105</sup> *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030*, wyd. cyt., s. 41 – 42.

tracji silnie bronionej przestrzeni powietrznej. Aczkolwiek rozpoznanie położonych tam obiektów jest obecnie realizowane przez systemy satelitarne, to w szeregu opracowań teoretycznych podkreśla się, że przewidywalność trajektorii lotów satelitów oraz ich czasu pojawienia się nad określonymi obszarami powodują, że przeciwnik może skutecznie ukrywać kluczowe obiekty, przerywać określone działania czy pozorować różnego rodzaju aktywność. Bezzałogowe statki powietrzne przystosowane do prowadzenia rozpoznania wewnątrz silnie bronionej przestrzeni powietrznej mają zapewnić zdolność do realizacji zadań rozpoznawczych w sposób oraz w czasie zaskakującym dla przeciwnika pojawiając się w głębi jego terytorium bez ostrzeżenia<sup>106</sup>. Stosowanie bezzałogowych platform rozpoznawczych eliminować będzie potencjalne komplikacje spowodowane zestrzeleniem samolotu, utratą załogi lub jej wykorzystaniem przez przeciwnika w celach propagandowych.

Współcześnie realizowany przez bezzałogowe statki powietrzne wchodzące w skład lotnictwa sił powietrznych zakres zadań ogniowych ogranicza się do prowadzenia zwalczania obiektów naziemnych połączonego z ich wcześniejszym rozpoznaniem w warunkach posiadanej przewagi w powietrzu. Relatywnie lekkie uzbrojenie ogranicza możliwość zwalczania przez bezzałogowe statki powietrzne obiektów grupowych lub o dużej rozbudowie inżynierskiej (rys. 35).

Perspektywiczne koncepcje stosowania bezzałogowych statków powietrznych (BSP) do realizacji zadań ogniowych zakładają dwa możliwe scenariusze rozwoju bezzałogowych statków powietrznych:

- przystosowanie rozpoznawczych BSP do realizacji dodatkowo zadań uderzeniowych,
- rozwój wyspecjalizowanych uderzeniowych BSP<sup>107</sup>.

Użycie BSP do realizacji zadań ogniowych ma w perspektywie najbliższych kilkunastu lat przynieść określone wymierne korzyści w porównaniu do wykonywania takich zadań przez lotnictwo załogowe. Jako podstawową korzyść wymienia się zgodnie w szeregu opracowań wyeliminowanie ryzyka utraty załóg lotniczych.

---

<sup>106</sup> Defense Science Board Study on Unmanned Aerial Vehicles and Unhabited Combat Aerial Vehicles, OUSD(AT&L), February 2004, cytowane w: *The U.S. Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicles Strategic Vision*, wyd. cyt., s. 30.

<sup>107</sup> E. Duck, *Future Missions for Unmanned Aerial Vehicles: Exploring Outside the Box*, "Aerospac Power Journal – Summer 2002", dostępne z: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/air-chronicles/api/api02/sum02/phism02.html>

Wskazuje się też na możliwość zwiększenia żywotności samolotów bezzałogowych poprzez ograniczenie skutecznych powierzchni odbicia oraz zmniejszenie wielkości charakterystyk termalnych i akustycznych, a także zdolność wykonywania manewrów z przeciążeniami przekraczającymi odporność ludzkiego organizmu. W amerykańskich założeniach koncepcyjnych przyjmuje się podział zadań ogniowych BSP na dwie zasadnicze grupy:

- realizację zadań uderzeniowych powiązaną z długotrwałym dyżurowaniem w powietrzu oraz rozpoznaniem,
- obezwładnianie systemu obrony powietrznej przeciwnika.



Źródło: <http://www.fas.org>

**Rys. 35. Rozpoznawcze i uderzeniowe bezzałogowe statki powietrzne sił zbrojnych USA we wspólnym locie**

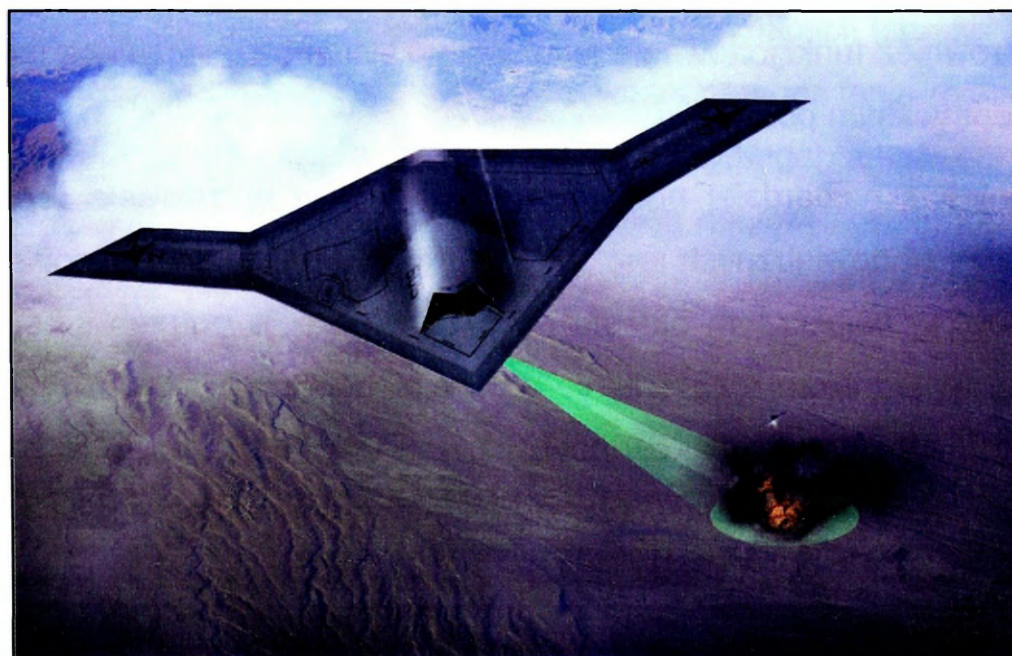
Realizacja zadań uderzeniowych przewidywana jest w warunkach posiadania przewagi w powietrzu oraz w sytuacji konieczności zaatakowania obiektów położonych w głębi ugrupowania przeciwnika, gdzie posiada on przewagę lub panowanie w powietrzu. Stąd też zakłada się, że w przypadku realizacji przez BSP zadań uderzeniowych w przestrzeni powietrznej, gdzie siły własne będą posiadać przewagę bądź panowanie w powietrzu działania uderzeniowe będą prowadzone w formie uderzeń w ramach długotrwałego dyżurowania nad obszarem, gdzie znajdują się potencjalne obiekty uderzeń oraz będą łączone z rozpoznaniem określonych stref. Zauważyć należy, iż te-go rodzaju zdolności operacyjne są już

obecnie w ograniczonym zakresie implementowane w bezzałogowym lotnictwie sił powietrznych USA i stanowią kierunek rozwoju BSP na najbliższe kilka lat.

Osiąganie przez BSP zdolności do atakowania silnie bronionych obiektów stanowi perspektywiczny cel w odniesieniu do rozszerzenia spektrum zadań lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych. W perspektywie kilkunastu najbliższych lat przewiduje się wprowadzenie do uzbrojenia lotnictwa sił powietrznych szeregu państw wyspecjalizowanych bojowych samolotów bezzałogowych zoptymalizowanych do realizacji zadań uderzeniowych w głębi ugrupowania bojowego przeciwnika. Zakłada się, iż dzięki większej żywotności od lotnictwa załogowego, BSP będą stanowić podstawowy środek do atakowania silnie bronionych obiektów uderzeń zastępując częściowo w realizacji tego zadania lotnictwo załogowe.

Perspektywiczne wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych do obezwładniania systemu obrony powietrznej przeciwnika (rys. 36) rozpatrywane jest w szeregu publikacji fachowych w aspekcie dwóch podstawowych sposobów walki z środkami obrony powietrznej przeciwnika, jako:

- zaplanowany, uprzedzający atak na system obrony powietrznej przeciwnika,
- reaktywne obronne zwalczanie środków przeciwlotniczych przeciwnika.



Źródło: <http://www.fas.org>

**Rys. 36. Wykorzystanie bojowego bezzałogowego statku powietrznego do zwalczania naziemnych środków obrony powietrznej przy użyciu impulsu elektromagnetycznego**

Analiza literatury przedmiotu wskazuje, że w koncepcjach rozszerzenia zadań ogniowych BSP rozpatrywanych w perspektywie najbliższych 20 – 25 lat występuje jednak pewien konserwatyzm przejawiający się rezerwowaniem określonej części zadań uderzeniowych wyłącznie dla załogowego lotnictwa sił powietrznych. Przykładem tego może być bezpośrednio wsparcie lotnicze, gdzie przewiduje się użycie wyłącznie załogowego lotnictwa sił powietrznych.

Chociaż doświadczenia z użycia BSP w walce elektronicznej były zbierane już w okresie wojny wietnamskiej oraz operacji w Zatoce Perskiej w 1991 roku, to jednak perspektywiczny zakres wykorzystania systemów bezzałogowych w ramach operacji powietrznych stanowi wyraźne rozwinięcie wcześniejszych założeń doktrynalnych. W amerykańskim dokumencie koncepcyjnym „Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030” wskazuje się na dążenie do rozwoju i wprowadzenia na uzbrojenie lotnictwa sił powietrznych wyspecjalizowanych bezzałogowych samolotów walki elektronicznej zdolnych do realizacji zadań ataku elektronicznego przy użyciu energii elektromagnetycznej pasma radiowego, a w dalszej perspektywie poprzez generowanie impulsu elektromagnetycznego albo impulsu mikrofalowego dużej mocy.

Nowym dla BSP zastosowaniem ma stać się w perspektywie kilku najbliższych lat realizacja zadań związanych z retranslacją łączności, a w dalszej perspektywie również funkcjonowanie jako węzły sieci zabezpieczające użycie wojsk na sieciocentrycznym polu walki.

Jednym z najbardziej nowatorskich pomysłów w zakresie wykorzystania BSP lotnictwa sił powietrznych jest obecnie transport powietrzny, który ukierunkowany ma być w najbliższym okresie na zabezpieczenie potrzeb sił specjalnych. Przewiduje się jednakże rozszerzenie potencjalnego kręgu użytkowników bezzałogowych transportowych statków powietrznych dla zabezpieczenia dostarczania ładunków na lądowiska i zrzutowiska, które są zbyt niebezpieczne dla załogowego lotnictwa transportowego. W zależności od potrzeb BSP przeznaczone do transportu powietrznego mają być wykorzystywane jako systemy jednorazowego użytku lub jak załogowe statki powietrzne – wielokrotnie<sup>108</sup>.

---

<sup>108</sup> *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030*, wyd. cyt., s. 20 – 26 oraz Annex A Missions.

Trendy rozwojowe w zakresie technicznego rozwoju bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych można, analogicznie do lotnictwa załogowego, rozpatrywać w odniesieniu do poszczególnych elementów konstrukcji i wyposażenia, takich jak: płatowiec, zespoły napędowe, awionika czy też wyposażenie specjalistyczne. Przyjęcie takiego podejścia pozwalać będzie na identyfikację tych rozwiązań technologicznych, które w perspektywie najbliższych kilkunastu lat będą odgrywać najważniejszą rolę w rozwoju technicznym lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych.

W oparciu o dokonaną analizę literatury przedmiotu można założyć, iż w perspektywie najbliższych piętnastu do dwudziestu lat utrzyma się swoista dycho-  
tomia w odniesieniu do konstrukcji płatowców bezzałogowych statków powietrz-  
nych. Ze względu na przewidywane środowisko, w którym będzie działał bezzało-  
gowy statek powietrzny oraz zróżnicowanie realizowanych zadań przez poszcze-  
gólne klasy i typy BSP, można przewidywać dwa zasadnicze rozwiązania kon-  
strukcyjne płatowców.

W przypadku bezzałogowych statków powietrznych, które będą optymalizowane do działań we własnej przestrzeni powietrznej albo do użycia w warunkach posiadania przez siły powietrzne przewagi w powietrzu w rejonie wykonywania zadań bojowych podstawowym determinantem w odniesieniu do płatowców pozostanie wymóg zapewnienia maksymalnej długotrwałości lotu na dużych i średnich wysokościach oraz zapewnienie możliwości przenoszenia relatywnie dużego ładunku użytecznego. Zdecydowanie mniejsze wymagania konstrukcyjne dla tej grupy bezzałogowych statków powietrznych będą dotyczyć odporności płatowca na przeciążenia eksploatacyjne oraz oczekiwania w odniesieniu do manewrowości samego statku powietrznego (rys. 37).

Biorąc pod uwagę rozwiązania stosowane w konstrukcji płatowców wyspecjalizowanych bojowych statków powietrznych przewidywanych do realizacji zadań uderzeniowych przeciwko środkom obrony powietrznej przeciwnika najnowszych generacji lub szczególnie silnie bronionym obiektom położonym w głębi jego terytorium, dostrzec można zupełnie odmienne podejście do wymagań stawianych w stosunku do płatowca. W świetle rozwiązań stosowanych w takich bezzałogowych statkach powietrznych, jak amerykańskie bezzałogowe samoloty uderzeniowe X-45 i X-47 oraz w zachodnioeuropejskim projekcie Neuron, można zauważyć

dowe zespoły napędowe, dzięki którym bezzałogowe statki powietrzne lotnictwa sił powietrznych operujące w przestrzeni przykosmicznej byłyby w stanie wykonywać lot przez kilka tygodni lub nawet dłużej wykorzystując w dzień energię z baterii słonecznych, a w nocy z ogniw paliwowych. Dużo bardziej prawdopodobnym rozwiązaniem wydaje się jednak uzupełnianie tradycyjnych, turboodrzutowych, turbiniowych i tłokowych jednostek napędowych bezzałogowych statków powietrznych, przez ogniwa słoneczne i paliwowe generujące dodatkową energię na potrzeby ich pokładowych urządzeń elektronicznych (rys. 38).



Źródło: <http://www.nasa.gov>

**Rys. 38. Prototyp bezzałogowego statku powietrznego Helios napędzanego energią słoneczną**

Ważnym elementem technicznego rozwoju lotnictwa bezzałogowego rozpatrywanym w horyzoncie czasowym 2025 roku jest doskonalenie istniejących technologii stosowanych w pokładowych technicznych środkach rozpoznania bezzałogowych statków powietrznych oraz dążenie do pozyskania nowych, dotychczas niestosowanych technologii do takich zastosowań. W świetle dokonanej analizy rozwiązań stosowanych w obecnie wykorzystywanych przez siły powietrzne bezzałogowych statkach powietrznych można stwierdzić, że techniczne środki rozpoznania stosowane przez lotnictwo bezzałogowe obejmują trzy szeroko zdefiniowane grupy sensorów<sup>109</sup>:

<sup>109</sup> *UAV Systems: Global Perspective, Yearbook 2006 / 2007*, dostępne z: <http://www.uvs-international.org/pages/UAV%20INFO%20-%20Yearbook%202006.html>

- środki rozpoznania optoelektronicznego,
- środki rozpoznania radiolokacyjnego,
- środki rozpoznania elektronicznego.

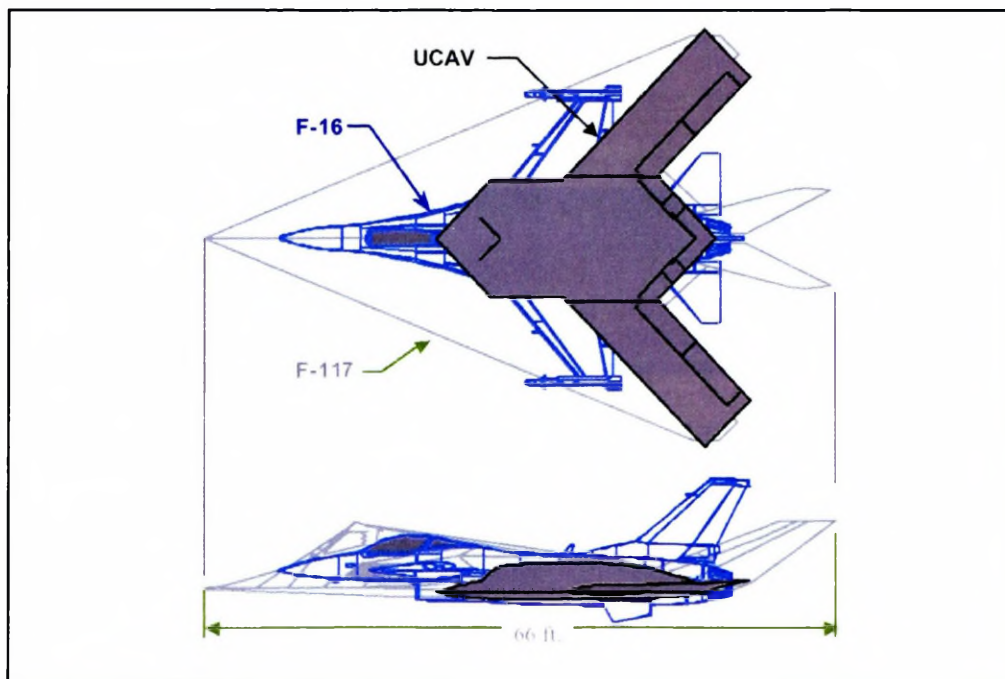
Zaznaczyć trzeba, iż technologie rozpoznania optoelektronicznego nie są obecnie rozwijane oddzielnie dla lotnictwa załogowego i bezzałogowego sił powietrznych, stąd też szereg konkretnych systemów i rozwiązań jest montowanych na platformach załogowych oraz bezzałogowych (patrz rozdział 2).

W dalszym horyzoncie czasowym, w perspektywie do roku 2025 – 2030, przewiduje się rozszerzenie zakresu technicznych środków rozpoznania stosowanych w lotnictwie bezzałogowym sił powietrznych. Spośród szeregu możliwych technik detekcji, jakie mogą być stosowane w pokładowych urządzeniach rozpoznawczych bezzałogowych statkach powietrznych lotnictwa sił powietrznych za najbardziej obiecujące uznawane są:

- multispektralne i hiperspektralne rozpoznanie obrazowe,
- doskonalenie technologii syntetycznej apertury w rozpoznaniu radiolokacyjnym,
- rozpoznanie radiolokacyjne w paśmie UHF / VHF do wykrywania obiektów rozmieszczonych pod pokrywą roślinną koron drzew,
- rozpoznanie lidarowe do wykrywania obiektów rozmieszczonych pod pokrywą roślinną koron drzew,
- obrazowe rozpoznanie lidarowe,
- rozpoznanie lidarowe aerozoli.

Reasumując, systemy rozpoznawcze lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych w ciągu najbliższych 15 – 20 lat nadal będą wykorzystywać przede wszystkim optoelektroniczne i radiolokacyjne techniki detekcji, które mogą zostać uzupełnione o rozpoznanie hiperspektralne oraz lidarowe. Istotnym postępowaniem, w stosunku do obecnie stosowanych w rozpoznawczych statkach powietrznych technicznych środków rozpoznania, będzie w perspektywie kilkunastu najbliższych lat jakościowe zwiększenie możliwości przetwarzania pierwotnych danych rozpoznawczych w spójne zobrazowanie rozpoznawcze w czasie niemal rzeczywistym

tendencję do stosowania rozwiązań aerodynamicznych zwiększających odporność konstrukcji na zniszczenie oraz obniżających wielkość sygatur odbicia w paśmie radiolokacyjnym i termicznym.



Źródło: <http://www.fas.org>

**Rys. 37. Porównanie wielkości płatowca bojowego bezzałogowego statku powietrznego z samolotami załogowymi F-16 i F-22**

W konstrukcji płatowców bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych wykorzystywane będą w perspektywie kilku najbliższych lat prawdopodobnie, przede wszystkim, kompozyty węglowe, co spowodować będzie korzystny stosunek masy płatowca do ogólnego ciężaru statku powietrznego. W pracach rozwojowych prowadzonych w USA testowane są obecnie materiały kompozytowe zawierające kapsułki płynnego kompozytu, które uwalniają się w przypadku kontaktu z powietrzem i wypełniają ubytek w płatowcu. Trwają również badania „samoleczących” materiałów izomerycznych spełniających podobne funkcje.

Analiza współczesnych i perspektywicznych rozwiązań technicznych przewidywanych do zastosowania w bezzałogowych statkach powietrznych wskazuje, że obok płatowców największe przewartościowania będą mieć miejsce w odniesieniu do ich zespołów napędowych. Przewidywać należy rozszerzenie w stosowanych w bezzałogowych statkach powietrznych lotnictwa sił powietrznych będących w uzbrojeniu w latach 2015 – 2025 rodzajów jednostek napędowych, a także zwiększenie sprawności tradycyjnych form napędu. Obok tradycyjnych, dotychczas stosowanych do napędu bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił

powietrznych, silników tłokowych, turbinowych i turboodrzutowych, mogą być w coraz szerszym stopniu stosowane napędy elektryczne, ogniwa paliwowe oraz baterie słoneczne, jak również kombinacje powyżej wymienionych form w ramach hybrydowego zespołu napędowego.

Obserwacja prowadzonych obecnie prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie jednostek napędowych dla bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych planowanych do wprowadzenia do uzbrojenia i bojowego wykorzystania w perspektywie najbliższych kilkunastu lat wskazuje, że w odniesieniu do silników turboodrzutowych dominującym trendem staje się zwiększanie ciągu przy jednoczesnym zmniejszaniu jednostkowego zużycia paliwa oraz masy silnika. W ramach programu „Integrated High Performance Turbine Engine Technology” prowadzonego wspólnie przez agencje DARPA, NASA oraz Siły Zbrojne USA w latach 1988 – 2005 uzyskano zwiększenie promienia taktycznego o 35 % oraz wydłużono czas dyżurowania o 120 % dla bezzałogowego samolotu tylko poprzez zastosowanie w zespole napędowym rozwiązań optymalizacyjnych postulowanych w programie.

W perspektywie najbliższych kilkunastu lat silniki tłokowe projektowane dla bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych mają być stosowane w aparatach latających o masie startowej mniejszej niż 1 000 kg. Silniki tłokowe, zarówno dwusuwowe, jak i czterosuwowe, stosowane w bezzałogowym lotnictwie sił powietrznych spełniają obecnie większość wymagań formułowanych dla jednostkowego zużycia paliwa, niezawodności oraz stosunku masy do mocy.

Ogniwa paliwowe oraz ogniwa słoneczne nie są obecnie rozpatrywane jako podstawowy sposób napędu statków powietrznych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych. NASA prowadziła w 2003 roku badania możliwości zastosowania ogniw paliwowych technologii gazowego wodoru do napędu samolotu bezzałogowego Helios i wykazała, że taki rodzaj napędu osiągał jednostkową sprawność rzędu 80 % wartości dla dwusuwowego silnika spalinowego (500 W/h/kg w stosunku do 600 W/h/kg). Przewiduje się, że doskonalenie technologii ogniw paliwowych opartych o ciekły wodór może w połączeniu z bateriami słonecznymi stworzyć napęd dla bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do realizacji długotrwałych zadań bojowych na bardzo dużych wysokościach. Można zatem założyć, że w perspektywie 2025 roku mogą pojawić się opisane powyżej hybry-

już na pokładzie samolotów bezzałogowych oraz jego natychmiastowa dystrybucja do odbiorców.

Rozszerzanie zakresu zadań lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych będzie generować poważny wzrost wymagań w stosunku do systemów łączności. W lotnictwie bezzałogowym wymiana informacji za pośrednictwem łączy danych będzie nadal niezbędna do sterowania lotem i realizacją zadań bojowych przez naziemne stacje kontroli. Można przewidywać, że w perspektywie najbliższych kilkunastu lat standardem stanie się cyfrowa transmisja danych rozpoznawczych z bezzałogowych samolotów rozpoznawczych sił powietrznych w formie sekwencji video zarówno do organów dowodzenia sił powietrznych szczebla taktycznego, jak i w stale rosnącym zakresie do załogowych samolotów uderzeniowych.

W dalszej perspektywie rozwijania przez siły zbrojne zdolności do prowadzenia działań bojowych zgodnie z założeniami koncepcji walki sieciocentrycznej wymiana danych pomiędzy poszczególnymi elementami ugrupowania bojowego sił własnych, a w tym także samolotami bezzałogowymi, będzie musiała być niemal nieprzerwana. Można z dużym prawdopodobieństwem założyć, że samolot bezzałogowy będzie za kilkanaście lat, działając na sieciocentrycznym polu walki, informował o swoim położeniu organa zarządzania ruchem lotniczym, własne środki ogniowe oraz inne bezzałogowe statki powietrzne spełniające funkcje rozpoznawcze i uderzeniowe. Konsekwencją takich wymagań będzie konieczność ujednoczenia protokołów wymiany danych, stosowanych częstotliwości oraz standaryzacji sprzętu łączności i informatycznego (rys. 39).

Analizy uwarunkowań technicznych związanych z rozwojem bezzałogowych statków powietrznych bezpośrednio wpływające na kształt lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych w roku 2025 wskazują na istnienie szeregu interdyscyplinarnych problemów wykraczających poza stricte techniczną problematykę rozwoju płatowców, zespołów napędowych, wyposażenia rozpoznawczego oraz łączności. Do najistotniejszych spośród nich można zaliczyć problemy związane ze zwiększeniem autonomii działania bezzałogowych statków powietrznych, które przekładać się będą na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu powietrznym oraz kontrolę użycia systemów uzbrojenia przez platformy bezzałogowe. Ważnym

aspektem rozwoju lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych w perspektywie do 2025 r. pozostanie szeroko rozumiana interoperacyjność<sup>110</sup>.



Źródło: <http://www.globalsecurity.org>

**Rys. 39. Artystyczna wizja taktycznego zespołu złożonego ze śmigłowców szturmowych AH-64 i bezzałogowego śmigłowca rozpoznawczego RQ-8 Scout**

Pełna integracja bezzałogowych statków powietrznych w ramach działań wojskowego lotnictwa załogowego prowadzonych w wymiarze wielonarodowym wymagać będzie w ciągu najbliższych kilkunastu lat zwiększenia zakresu standaryzacji technicznej i proceduralnej w wymiarze międzynarodowym. O ile standardy rozwiązań technicznych budowy płatowca i jednostki napędowej będą istotne dla zabezpieczenia logistycznego, to podstawowym obszarem standaryzacji dla lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych będzie w perspektywie najbliższych dwudziestu lat implementacja ujednoczonych rozwiązań w zakresie wymiany informacji.

Z przeprowadzonych badań wynika, że za bardziej prawdopodobne należy uznać to, że lotnictwo bezzałogowe sił powietrznych w perspektywie do 2025 roku tworzyć będą głównie bezzałogowe statki powietrzne przeznaczone do realizacji zadań rozpoznawczych oraz zabezpieczenia dowodzenia. Natomiast trudno oczekiwać masowego wprowadzenia do uzbrojenia lotnictwa sił powietrznych wiodących państw w analizowanym horyzoncie czasowym większej ilości bojowych samolotów bezzałogowych. Bardziej prawdopodobne wydaje się selektywne utrzymywanie w linii niezbyt dużej liczby bojowych samolotów bezzałogowych w celu

<sup>110</sup> *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030*, wyd. cyt., Appendix E Interoperability Standards.

wsparcia działania lotnictwa załogowego oraz zbierania doświadczeń niezbędnych do dalszego rozwoju technologii.

### 4.3. Wnioski

Samolot bojowy XXI wieku będzie „platformą bojową”, wszechstronnie zasilaną informacjami z zewnątrz, zdolną odnaleźć dowolny cel w każdych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy i zaatakować go z dużą precyzją – szeroką gamą przenoszonych środków rażenia. Przed rokiem 2025 zostanie prawdopodobnie wykonany ten istotny krok na drodze do prawdziwego wirtualnego (cyfrowego) świata walki. Perspektywiczny samolot bojowy będzie zbudowany w technologii stealth. Mimo to na jego pokładzie nadal bardzo dużą rolę będzie odgrywać wielospektralny system samoobrony, zdolny w trybie autonomicznym do bieżącej oceny sytuacji i podejmowania przeciwdziałania – stosownie do dynamicznie pojawiających się zagrożeń. Broń precyzyjna w szerokim zakresie będzie uwzględniać takie kryteria jak odpal i pozostań z daleka oraz odpal i zapomnij (co w optymalny sposób pozwala łączyć przedsięwzięcia obrony i ataku na pokładzie samolotu – nosiciela). Kluczem do zwycięstwa w walce zbrojnej, będzie więc przede wszystkim przewaga informacyjna nad przeciwnikiem, skryte wejście w rejon celu (technologia stealth) oraz szybkość i precyzja rażenia.

Zabezpieczenie informacyjne działań lotnictwa wojskowego należy do głównych kierunków badań i przemian jakie stymulują badania i będą kształtowały rozwój techniczny tego rodzaju wojsk. Kierunek ten wyznacza kilka obszarów badań szczegółowych. Sprowadzają się one do zapewnienia własnemu lotnictwu najwyższego z możliwych poziomu bezpieczeństwa poprzez uniemożliwienie przeciwnikowi rozpoznania i wykrycia działań, a z drugiej strony dostarczeniu własnemu lotnictwu jak najszerszej i najaktualniejszej informacji o przeciwniku.

Rośnie rola informacji w walce. Załoga samolotu myśliwskiego i uderzeniowego dysponująca przewagą informacyjną nad przeciwnikiem, automatycznie osiąga nad nim dominację w świadomości sytuacyjnej, dokonując optymalnych wyborów, nie obciążonych brakiem czasu i presją chwili – jest w stanie każdorazowo rozstrzygnąć walkę na swoją korzyść. Przewaga informacyjna, jest bowiem kluczem do bycia dla przeciwnika nieprzewidywalnym, zachowania inicjatywy i

narzucenia mu własnej woli, czyli dysponowania atrybutami, których rola w walce w przeszłości, obecnie i w przyszłości jest nie do przecenienia. Urządzenia radiolokacyjne samolotów bojowych podlegają stałym modyfikacjom, których zasadniczymi celami są:

- wzrost ilości funkcji uzyskiwany poprzez modyfikację algorytmów obróbki sygnału dokonywanej cyfrowo,
- pełna automatyzacja działania stosownie do sytuacji bez konieczności ingerencji pilota,
- uodpornienie na środki walki elektronicznej,
- stałe dostosowywanie do modyfikowanego uzbrojenia,
- zmniejszenie gabarytów i zapotrzebowania energetycznego.

W celu realizacji wyżej wymienionych postulatów współczesne biura konstrukcyjne produkują zintegrowane kompleksy radiolokacyjne, które umożliwiają spełnienie wszelkich wymagań taktyczno-technicznych. Nastąpiła znaczna skala integracji urządzeń i systemów w połączeniu z techniką cyfrową i światłowodową umożliwia produkcję takich kompleksów.

Prawdą jest jednak, że na takie systemy mogą sobie pozwolić kraje wysoko rozwinięte, których budżet wojskowy umożliwia zakup tak drogich urządzeń. Kraje biedniejsze będą w dalszym ciągu modernizowały swoje samoloty, a w szczególności ich awionikę, której głównym elementem są radiolokacyjne systemy nawigacyjno-celownicze.

Współcześnie obserwujemy bardzo dynamiczny rozwój samolotów stealth. Zarysowane kierunki rozwoju tych maszyn wskazują jednoznacznie, że w najbliższych latach trend ten zostanie zachowany, a nawet ulegnie dalszemu przyśpieszeniu. Do lotnictwa bombowego i rozpoznawczego dołączyło szerokim frontem lotnictwo myśliwskie, które przejęło palmę pierwszeństwa w dziedzinie technologii stealth.

Pojawiło się także wiele nowych aspektów technologii stealth. Powszechnie stosowane są celowniki radiolokacyjne z anteną ze skanowaniem fazowym i elektronicznie kształtowaną wiązką o obniżonej wykrywalności, sprzężone z termowizorami. Ich uzupełnieniem są pasywne stacje ostrzegawcze o znacznie zwiększo-

nych możliwościach. Komputerowe metody projektowania w połączeniu z aktywnymi układami sterowania pozwoliły budować maszyny o najbardziej wyszukanych i niekonwencjonalnych kształtach, charakteryzujące się przy tym bardzo dobrymi właściwościami manewrowymi.

Samoloty stealth spowodują redukcję odległości ich wykrycia zarówno przez radary wstępnego poszukiwania jak i śledzenia oraz prowadzenia ognia. Spowoduje to z kolei kurczenie się przestrzeni powietrznej, która jednocześnie może być efektywnie kontrolowana i zarazem efektywnie broniona. W ślad za tym, konsekwencją pojawiających się „dziur” w informacyjnym pokryciu zintegrowanego systemu obrony powietrznej mogą być „korytarze”, które przeciwnik, po rozpoznaniu, może z powodzeniem wykorzystać w celu podejścia do zamierzonych obiektów ataku. Sugeruje to, że najprostszym, chociaż nie najtańszym sposobem, rozwiązania tego problemu będzie wzrost liczby elementów naziemnych oraz powietrznych systemów wykrywania i naprowadzania. Dodatkowo w obawie przed samolotami stealth przeciwnika własna obserwacja przestrzeni powietrznej będzie prowadzona wielospektralnie i obok stacji radiolokacyjnych obejmie między innymi radary laserowe, termolokatory, namierniki akustyczne itp.

W najbliższych latach należy oczekiwać istotnych zmian w sposobach wykorzystania lotnictwa stealth. Po pierwsze zmaleje rola walk powietrznych na dużych odległościach. Będzie to wynikiem niemożliwości wykrywania obiektów stealth na takich dystansach. Walka rozegra się najpierw w technice i technologii. Ten kto w wyścigu tym zostanie w tyle, stanie się w tej konfrontacji przegrany. Oznacza to, że strona przodująca technologicznie będzie się starała rozstrzygnąć wynik starcia powietrznego nim przeciwnik będzie miał możliwość oddziaływania ogniowego.

Konfrontacja stron o podobnym zaawansowaniu technologicznym stealth będzie miała charakter bliskich walk manewrowych. Rozpoczęte walki na średnich odległościach szybko będą przeradzać się w pojedynki manewrowe.

Ważnym kierunkiem rozwoju technologicznego jest doskonalenie lotniczych środków rażenia. Wiele wskazuje na to, że odpalone (zrzucone) lotnicze środki rażenia będą w przyszłości swoistymi mini samolotami kierowanymi odległowo. W tym zakresie dąży się do spożytkowania szerokiego i dokładnego zabez-

pieczenia informacyjnego dla uzyskania precyzji i adekwatności rażenia obiektów wytypowanych do zniszczenia. Poza rozwijaniem precyzji kierowanych środków rażenia dąży się do zwiększania ich zasięgu, po to aby unikać zagrożenia ze strony obrony przeciwlotniczej obiektów ataku.

Ważną tendencją jest integracja i unifikacja systemów komunikowania, wsparcia i walki. Dąży się do uzyskania jak najniższych kosztów produkcji środków walki jakimi są samoloty bojowe. Z tego powodu są i będą konstruowane uniwersalne platformy bojowe, początkowo załogowe, a w nieodległej przyszłości zapewne głównie bezzałogowe, uniwersalnie wyposażone i zdolne do przenoszenia zróżnicowanego uzbrojenia. Integracja systemów ma pozwolić z jednej strony na bardzo szeroką współpracę samolotu z powietrznymi i kosmicznymi systemami wsparcia, a z drugiej zapewnić również zdolność samodzielnego pozyskiwania informacji, wykrywania przeciwnika i precyzyjnego rażenia.

Wyniki badań problematyki rozwoju bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych do 2025 roku zawarte w niniejszym rozdziale pozwalają na sformułowanie szeregu ocen i uogólnień, a na tej podstawie również wniosków, w odniesieniu do wybranych aspektów rozwoju lotnictwa bezzałogowego.

W świetle przeprowadzonych analiz obecnych i perspektywicznych zastosowań bojowych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych można stwierdzić, że w perspektywie do 2025 roku zakres zadań bezzałogowych statków powietrznych ulegnie znaczącemu rozszerzeniu. Należy przewidywać, że obok rozpoznania powietrznego lotnictwo bezzałogowe sił powietrznych będzie zdolne do realizacji zadań ogniowych przeciwko szerokiemu spektrum obiektów uderzeń. Bezzałogowe uderzeniowe statki powietrzne lotnictwa sił powietrznych będą w analizowanym okresie wykorzystywane do zwalczania elementów systemu obrony powietrznej przeciwnika oraz do atakowania szczególnie silnie bronionych obiektów uderzeń, których zwalczanie przez lotnictwo załogowe byłoby zbyt ryzykowne.

Należy przewidywać szersze niż do tej pory wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych do realizacji zadań w ramach walki elektronicznej oraz zabezpieczenia dowodzenia poprzez retranslację łączności. W opracowaniach koncepcyjnych zakłada się możliwość przejmowania przez lot-

nictwo bezzałogowe sił powietrznych części zadań rozpoznawczych i zabezpieczenia łączności dotychczas realizowane przez systemy satelitarne.

Dokonane analizy trendów rozwojowych w odniesieniu do techniki bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych w perspektywie do 2025 roku wskazują, że są one w znacznej mierze zbliżone do prognoz formułowanych dla lotnictwa załogowego sił powietrznych. Charakterystyczną cechą rozwoju technicznego bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych jest utrzymywanie się swoistej dychotomii konstrukcji w zależności od przewidywanego środowiska działania BSP.

BSP, które będą realizować zadania w relatywnie bezpiecznej przestrzeni powietrznej konstruowane są z uwzględnieniem wymogów maksymalizacji długości lotu na dużych i średnich wysokościach oraz przenoszenia jak największego ładunku użytecznego. Dla grupy BSP lotnictwa sił powietrznych przeznaczonych do działań w głębi ugrupowania przeciwnika wyraźnie artykułowanym wymogiem jest obniżenie wykrywalności statku powietrznego oraz zapewnienie jego wysokiej żywotności.

Z wyników przeprowadzonych badań wynika, że w perspektywie 20 lat należy przewidywać dalszy postęp w dziedzinie materiałów stosowanych do budowy BSP lotnictwa sił powietrznych. Obok kompozytów węglowych możliwe wydaje się rozpoczęcie stosowania materiałów izomerycznych, a nawet biopolimerów transgenicznych.

W świetle uzyskanych wyników badań można założyć, iż następować będzie systematyczny wzrost sprawności energetycznej jednostek napędowych stosowanych w BSP. Wysoce prawdopodobne wydaje się również uzupełnianie tradycyjnych zespołów napędowych BSP przez ogniwa paliwowe oraz baterie słoneczne wykorzystywane do zwiększenia długości lotu lub generowania dodatkowej energii dla pokładowych systemów elektronicznych.

Jednym z najistotniejszych aspektów rozwoju technicznego BSP lotnictwa sił powietrznych w horyzoncie czasowym do 2025 roku będzie rozwój i doskonalenie ich systemów awionicznych, w tym przede wszystkim sensorów (technicznych środków rozpoznania). Obok doskonalenia technologii rozpoznania obrazowego, a także rozpoznania obiektów ukrytych pod pokrywą roślinności. Z przeprowadzo-

nych badań wynika, że jakościowy wzrost możliwości sensorów bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych będzie generował w perspektywie najbliższych 20 lat zwiększone wymagania w odniesieniu do systemów łączności BSP. Przewiduje się, że wielkość transferu danych w sieciach łączności sił powietrznych niezbędna do zabezpieczenia użycia lotnictwa bezzałogowego może wzrosnąć kilkadziesiąt razy w stosunku do obecnych standardów. Poszukuje się zatem różnych sposobów zwiększenia możliwości przesyłania danych. Jednym ze sposobów jest wykorzystanie łączności laserowej w relacjach łączności pomiędzy BSP wykonującymi lot na bardzo dużych wysokościach, jako uzupełniania tradycyjnej cyfrowej łączności radiowej w pozostałych relacjach.

Rozwój bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych w perspektywie do 2025 roku wiązać się będzie z koniecznością rozwiązania szeregu interdyscyplinarnych problemów wykraczających poza stricte techniczne aspekty wykorzystania BSP. Do najważniejszych z nich należeć będą: zapewnienie kontroli nad użyciem uzbrojenia przez bezzałogowe statki powietrzne o zwiększonej autonomiczności, integracja lotnictwa bezzałogowego w ramach ruchu lotniczego w przestrzeni kontrolowanej oraz zapewnienie długofalowej interoperacyjności.

Dokonania w ramach badań analiza programów rozwoju statków powietrznych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych do 2025 roku wskazuje, że ten rodzaj lotnictwa nie zastąpi, lecz raczej uzupełni w analizowanym okresie lotnictwo załogowe sił powietrznych. Można przewidywać, że gros bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych stanowić będą samoloty rozpoznawcze. Udział w lotnictwie sił powietrznych bezzałogowych bojowych statków powietrznych w perspektywie najbliższych 20 lat będzie prawdopodobnie niewielki. Wynikać to będzie nie tylko z konieczności kontynuowania prac badawczo-rozwojowych nad tą klasą bezzałogowych statków powietrznych. Można przypuszczać, że alternatywą dla rozwijania bojowych BSP może stać się wprowadzenie do uzbrojenia lotnictwa załogowego nowych generacji lotniczych środków rażenia dalekiego zasięgu zdolnych do długotrwałego dyżurowania w powietrzu. Stąd też najbardziej prawdopodobnym scenariuszem wydaje się wprowadzenie do uzbrojenia relatywnie niewielkiej ilości bojowych bezzałogowych statków powietrznych w celu wsparcia użycia lotnictwa załogowego sił powietrznych.

## Rozdział 5

### KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMU DOWODZENIA SIŁAMI POWIETRZNYMI DO 2025 ROKU

Badania, których rezultaty zaprezentowano w niniejszym rozdziale stanowią rozwiązanie szczegółowego problemu badawczego wyrażonego pytaniem: jakie będą kierunki strukturalnego i technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku?

#### **5.1. Kierunki strukturalnego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku**

Opisane w rozdziale 1 wyniki badań współczesnych uwarunkowań użycia sił powietrznych pozwoliły skonstatować, że aktualnie przedmiotowe systemy dowodzenia dosyć intensywnie przekształcają się w sferach strukturalnych, technicznych i konceptualnych. Głównym motorem napędowym zmian w systemach dowodzenia siłami powietrznymi są nowe możliwości techniczne dowodzenia, które implikują tworzenie adekwatnych do nich koncepcji dowodzenia, a te z kolei kaskadowo wpływają na zmiany struktur i rozmieszczanych w nich organów i środków dowodzenia na różnych typach stanowisk dowodzenia.

Natomiast wyniki analizy literatury przedmiotu badań<sup>111</sup> uzasadniają tezę o wiodącej roli w kreowaniu nowych koncepcji dowodzenia siłami powietrznymi przez ośrodki naukowo-dydaktyczne Sił Powietrznych USA. Wśród tych koncepcji w ostatnich latach daje się zauważyć tendencja do zmiany dotychczasowego podejścia zapisanej doktrynalnie zasady centralizacji dowodzenia i decentralizacji wykonawstwa zadań w siłach powietrznych. Wspomniana zmiana z dużym prawdopodobieństwem wpłynie zarówno na strukturę, jak i wykorzystywane środki dowodzenia siłami powietrznymi. Zatem warta jest pogłębionej analizy i oceny, których wyniki opisane zostały w niniejszym rozdziale.

---

<sup>111</sup> Opracowania wykonane w ramach programu realizowanego w Siłach Powietrznych USA „Command and Control Research”, poświęconemu rozwojowi dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku oraz prace E. A. Smitha, D. S. Albertsa, D. S. Pappa, J. Moffata i innych.

W dokumentach doktrynalnych sił powietrznych USA można odnaleźć zapisy przywołujące zasadę centralizacji dowodzenia i decentralizacji wykonawstwa, jako sprawdzone i niepodlegające dyskusji, efektywne i wydajne narzędzie pozwalające skutecznie wykorzystywać możliwości sił powietrznych. Na przykład w doktrynie użycia Sił Powietrznych USA<sup>112</sup> wciąż można odnaleźć zapis „Scentralizowane dowodzenie i zdecentralizowane wykonawstwo to krytyczna reguła (imperatyw) skutecznego wykorzystania możliwości bojowych sił powietrznych i kosmicznych”<sup>113</sup>.

Jednakże w tym samym dokumencie, jego autorzy zwracają uwagę na fakt wpływu nowoczesnych technologii<sup>114</sup> na kreowanie rosnącej tendencji wzrostowej centralizacji wykonawstwa zadań w siłach powietrznych. Jednocześnie konstatują oni, że przedmiotowa centralizacja nie może być normą dla wszystkich typów operacji powietrznych.

Na strukturę systemu dowodzenia ma wpływ wiele elementów, takich jak rozpiętość dowodzenia, inicjatywa w dowodzeniu, sytuacyjna wrażliwość systemów dowodzenia czy taktyczna elastyczność dowodzenia.

Rozpiętość dowodzenia traktowana jest niniejszej pracy, jako jeden z najważniejszych wyznaczników rozwoju struktur dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku. Decyzja ta wynika przede wszystkim z szerokiej analizy literatury przedmiotu badań, do której często odwołują się autorzy światowej literatury poświęconej, między innymi, rozwojowi struktur dowodzenia<sup>115</sup>. W strukturach dowodzenia siłami powietrznymi daje się zauważyć tendencja wzrostu rozpiętości lub raczej wzrostu możliwej rozpiętości dowodzenia. Możliwości te wynikają przede wszystkim z nowych technologii wykorzystywanych w dowodzeniu, które zdecydowanie poszerzyły możliwości bezpośredniego udziału dowódców w kierowaniu realizacją zadań przez dużą liczbę podwładnych. W latach osiemdziesiątych uznano za możliwe znaczne poszerzenie rozpiętości kierowania poprzez szerokie wprowadzenie do praktyki kierowania organizacjami niedrogiej, a przez to łatwo

---

<sup>112</sup> AFDD 1 *Air Force Basic Doctrine*, November 2003, s. 28.

<sup>113</sup> Tamże.

<sup>114</sup> Tamże oraz por. wnioski z podrozdziału 5.2. Kierunki technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku.

<sup>115</sup> D. Potts, *The Big Issue: Command and Control in the Information Age*, Washington, CCRP, 2003, s. 118.

dostępnej technologii informatycznej. Komputery przejęły obowiązki części średniej kadry kierowniczej odpowiedzialnej za gromadzenie i selekcję informacji, co pozwoliło jednocześnie zwiększyć rozpiętość kierowania<sup>116</sup>.

W dowodzeniu, uznawanym za szczególną formę kierowania<sup>117</sup> także dostrzec można podobne zjawisko. Za jedną z właściwości wyodrębniających dowodzenie siłami powietrznymi uznaje się większą niż w innych rodzajach sił zbrojnych rozpiętość dowodzenia przejawiająca się swoistą centralizacją dowodzenia siłami powietrznymi. Jednocześnie przewiduje się, że do 2025 roku nastąpi najprawdopodobniej kilkudziesięciokrotny wzrost zdolności zbierania, przetwarzania i dystrybuowania informacji w systemach informatycznych i teleinformatycznych automatyzujących dowodzenie siłami powietrznymi.

Wymienione argumenty oraz uwarunkowania wynikające z sieciocentrycznego pola walki (zob. rozdział 1) mogą spowodować ukierunkowanie rozwoju struktur dowodzenia według koncepcji nazywanej w literaturze przedmiotu badań skrajną centralizacją przy kolektywnym kierownictwie. Według tej koncepcji dowodzenie siłami powietrznymi mogłoby być realizowane w strukturze zilustrowanej na rys. 40.

Wskazana struktura dowodzenia wydaje się adekwatna do kierowania siłami powietrznymi w operacjach reagowania kryzysowego prowadzonych z natężeniem maksymalnie stukilkudziesięciu samolotów dziennie. Ponadto misje te powinny charakteryzować znaczna programowalność działań oraz niezbyt duża intensywność użycia siły<sup>118</sup>. Warunki do zastosowania skrajnej centralizacji przy kolektywnym dowodzeniu tworzyły np. działania prowadzone przez ponad dekadę w Iraku, w ramach operacji Northern Watch i Southern Watch, w których najczęściej w przestrzeni powietrznej Iraku jednocześnie nie przebywało więcej niż 10 statków powietrznych<sup>119</sup>.

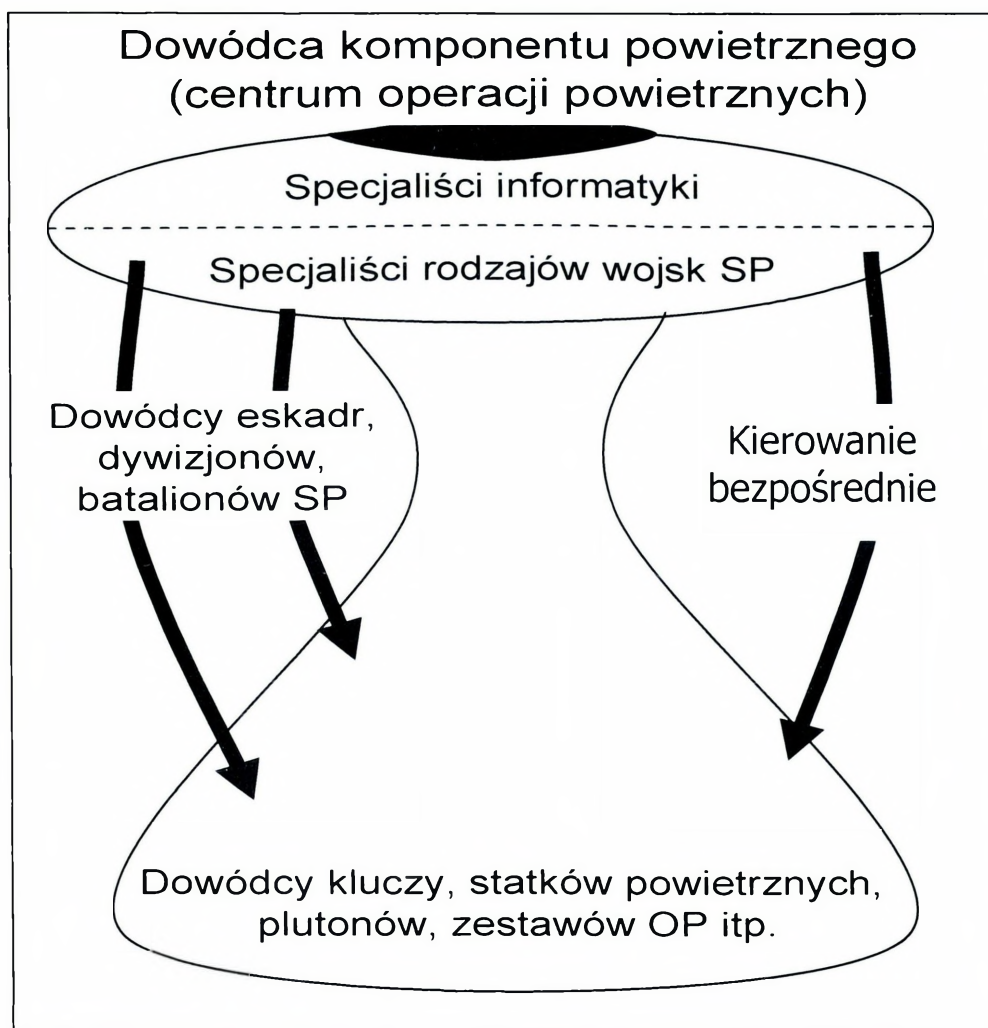
---

<sup>116</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Span\\_of\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/Span_of_control)

<sup>117</sup> Por. definicję dowodzenia w podrozdziale 1.1. Wprowadzenie.

<sup>118</sup> *Użycie lub groźba użycia, fizycznych środków do narzucenia komuś swojej woli. Środki te są używane przez zwarte, uzbrojone i zdyscyplinowane grupy realizujące zadania w misjach ONZ, NATO.* (tłum. autora), *Use of Force and Rules of Engagement*, The Center For Civil-Military Relations Naval Postgraduate School, Monterey, CA, 2007.

<sup>119</sup> J. J. Schaefer III, *Centralized Execution in the U.S. Air Force*, CCRTS, Kansas 2006.



Źródło: opracowanie własne na podstawie R. A. Webber, *Zasady zarządzania organizacjami*, PWE, Warszawa 1996, s. 547

**Rys. 40. Koncepcja struktury dowodzenia siłami powietrznymi w operacjach reagowania kryzysowego o niedużym natężeniu działań (do 2025 roku)**

Trudnym natomiast wydaje się wykorzystywanie opisanej struktury dowodzenia siłami powietrznymi do planowania, organizowania, kierowania realizacją i kontrolowania działań prowadzonych na znacznym obszarze geograficznym i z dużym natężeniem użycia samolotów, wykonujących w większości zadania z użyciem siły. Tego typu działania miały miejsce w Iraku, w czasie operacji Desert Storm, w której w czasie 41 dni wykonano ok. 90 000 samolotowylotów lub w czasie operacji Iraqi Freedom, w której z kolei tylko 21 marca 2003 roku wykonano 1 700 samolotowylotów.

Efektywnej rozpiętości dowodzenia siłami powietrznymi w operacjach o dużej intensywności działań upatruje się w jednoczesnym zwiększeniu: przepływu informacji, delegowania uprawnień, swobody wykonywania zadań przez podwładnych, ilości wiarygodnej, terminowej informacji rozpoznawczej. Zdaniem J. J.

Schaefer III<sup>120</sup>, z którym należałoby się zgodzić, dowódca komponentu powietrznego sił połączonych ma jedynie trzy możliwości spełnienia wymienionych wymagań.

Po pierwsze może on zastosować w pełni, wyłącznie zdecentralizowane wykonawstwo zadań. Sposób ten uznaje się za właściwy w wypadku, gdy uzna on, że centralizacja dowodzenia nie pozwoli uzyskać lepszego efektu zadań realizowanych przez siły powietrzne. Dobrym powodem pełnej decentralizacji wykonawstwa może być także brak technicznych możliwości monitorowania działań i utrzymywania bezpośredniej łączności z wykonawcami przez taktyczny organ dowodzenia, jakim jest Centrum Operacji Powietrznych (COP). Sytuacja taka może powstać zarówno na skutek oddziaływania przeciwnika, jak i w przypadku awarii technicznej wykorzystywanych systemów informatycznych.

Po drugie może on zdecentralizować dowodzenie większością sił, pozostawiając do swojej bezpośredniej dyspozycji część sił, którymi będzie dowodził w sposób zdecentralizowany. O wielkości sił pozostawionych w bezpośredniej dyspozycji dowódcy komponentu sił połączonych powinny decydować możliwości COP w zakresie bieżącego monitorowania działań sił powietrznych, utrzymywania z nimi bezpośredniej łączności oraz kierowania bieżącą realizacją zadań w powietrzu. Stosując ten sposób dowódca komponentu powietrznego powinien kierować się regułą minimalizowania sił bezpośrednio przez niego kierowanych w celu zapewnienia maksymalnej kreatywności w wykonywaniu zadań przez jak największą część podległych sił.

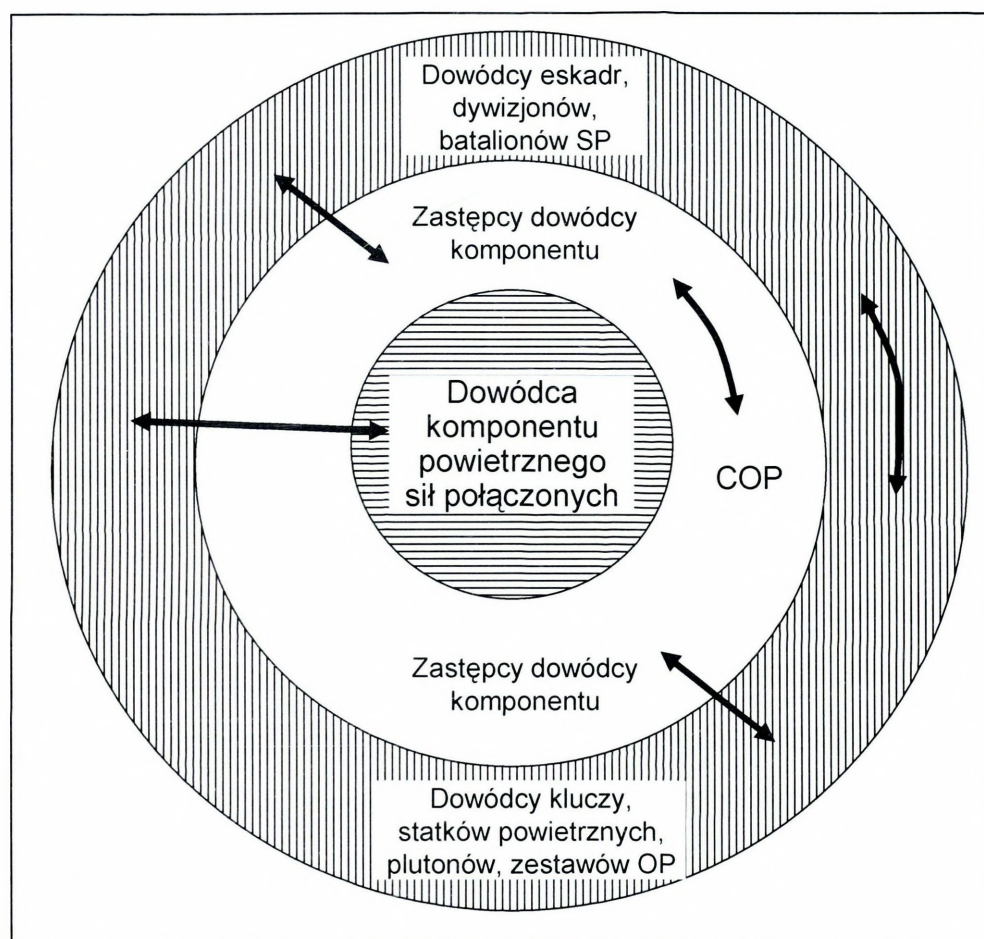
Po trzecie może on, w wypadku pozostawienia sobie części sił do bezpośredniego zcentralizowanego dowodzenia, wyznaczyć swoich zastępców w COP i delegować im uprawnienia do bezpośredniego kierowania walka wspomnianych sił. Jednak sposób ten wprowadza pośredni szczebel dowodzenia, zatem powinien być stosowany jedynie w wypadkach, kiedy jedynie COP dysponuje informacją pozwalającą siłom przewidzianym do zcentralizowanego dowodzenia wykonać postawione przed nimi zadanie.

Sprawną realizację funkcji dowodzenia siłami powietrznymi we wszystkich trzech proponowanych sposobach wydaje się zapewniać struktura dowodzenia

---

<sup>120</sup> Tamże.

siłami powietrznymi o kształcie „demokratyczna organizacja”, którą ilustruje rys. 41. Struktura dowodzenia siłami powietrznymi typu demokratyczna organizacja wydaje się być najbardziej adekwatną do wymagań wynikających z sieciocentrycznych uwarunkowań współczesnego pola walki. Charakter relacji hierarchicznych i funkcjonalnych właściwych dla tego typu struktury tworzy dobre warunki także do realizacji pozostałych zagadnień wpływających na strukturę dowodzenia siłami powietrznymi, a mianowicie: inicjatywy, sytuacyjnej wrażliwości oraz taktycznej elastyczności.



Źródło: opracowanie własne na podstawie R. A. Webber, *Zasady zarządzania organizacją*, wyd. cyt., s. 549

**Rys. 41. Możliwy kształt struktury dowodzenia siłami powietrznymi w roku 2025 w operacjach o zróżnicowanym natężeniu działań**

Przejęcie lub utrzymanie inicjatywy to pożądane, oczekiwane atrybuty dowodzenia siłami powietrznymi. Inicjatywa definiowana jest w wydawnictwach encyklopedycznych<sup>121</sup> w ujęciu psychologicznym jako zdolność i tendencja do rozpoczęcia działania obejmująca wyjście z propozycją takiego działania. Inicjatywę w tym ujęciu charakteryzuje brak ingerencji zewnętrznej nakazującej lub proszącej o takie działanie. Takie ujęcie inicjatywy uzupełnia jej sposób rozumienia w działa-

<sup>121</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Initiative\\_%28disambiguation%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Initiative_%28disambiguation%29)

niach wojskowych, jako tworzenie szeregu zagrożeń, na które zareagować musi przeciwnik.

Można założyć, że możliwości przejęcia oraz utrzymania inicjatywy w działaniach będą jednym z ważniejszych wyznaczników struktur dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku. Źródła inicjatywy, do których zalicza się: sposób postawienia zadania, styl dowodzenia, przygotowanie podwładnych (ich wiedza i umiejętności) do wykonania zadania oraz indywidualne predyspozycje zarówno przełożonego, jak i podwładnych do wykazywania się inicjatywą, wpływają znacząco na możliwy układ relacji hierarchicznych i funkcjonalnych struktur dowodzenia siłami powietrznymi.

Wymienione czynniki pozostają ze sobą w licznych relacjach przyczynowo-skutkowych. Sposób postawienia zadania zależy najczęściej od stylu dowodzenia, rozumianego w niniejszym opracowaniu, jako zbiór trwale stosowanych metod i technik postępowania przełożonego z podwładnymi<sup>122</sup> lub utrwalony sposób oddziaływania przełożonego na podwładnych, tak aby zachowywał się zgodnie z jego wolą<sup>123</sup>.

W dowodzeniu siłami powietrznymi wyróżnia się trzy zasadnicze style dowodzenia przez cele, zadania lub instrukcje<sup>124</sup>. Styl dowodzenia przez cele zostawia najwięcej inicjatywy podwładnym, w otrzymanym zadaniu dowiadują się oni jedynie: kto? co? i kiedy? powinien wykonać. Zatem w ich osobistej inicjatywie pozostaje wybór miejsca i sposobu wykonania zadania. Styl ten uprawia najczęściej przełożony o predyspozycjach demokracji, z dużym zakresem kompetencji intelektualnych. Może go jednak stosować jedynie w wypadku dowodzenia podwładnymi o dużej wiedzy i umiejętnościach, znakomicie przygotowanych do wykonania takiego zadania. Zakres inicjatywy towarzyszący stylowi dowodzenia przez cele sprzyja rozwojowi nowoczesnych struktur dowodzenia siłami powietrznymi zilustrowanych na rys. 40 i 41.

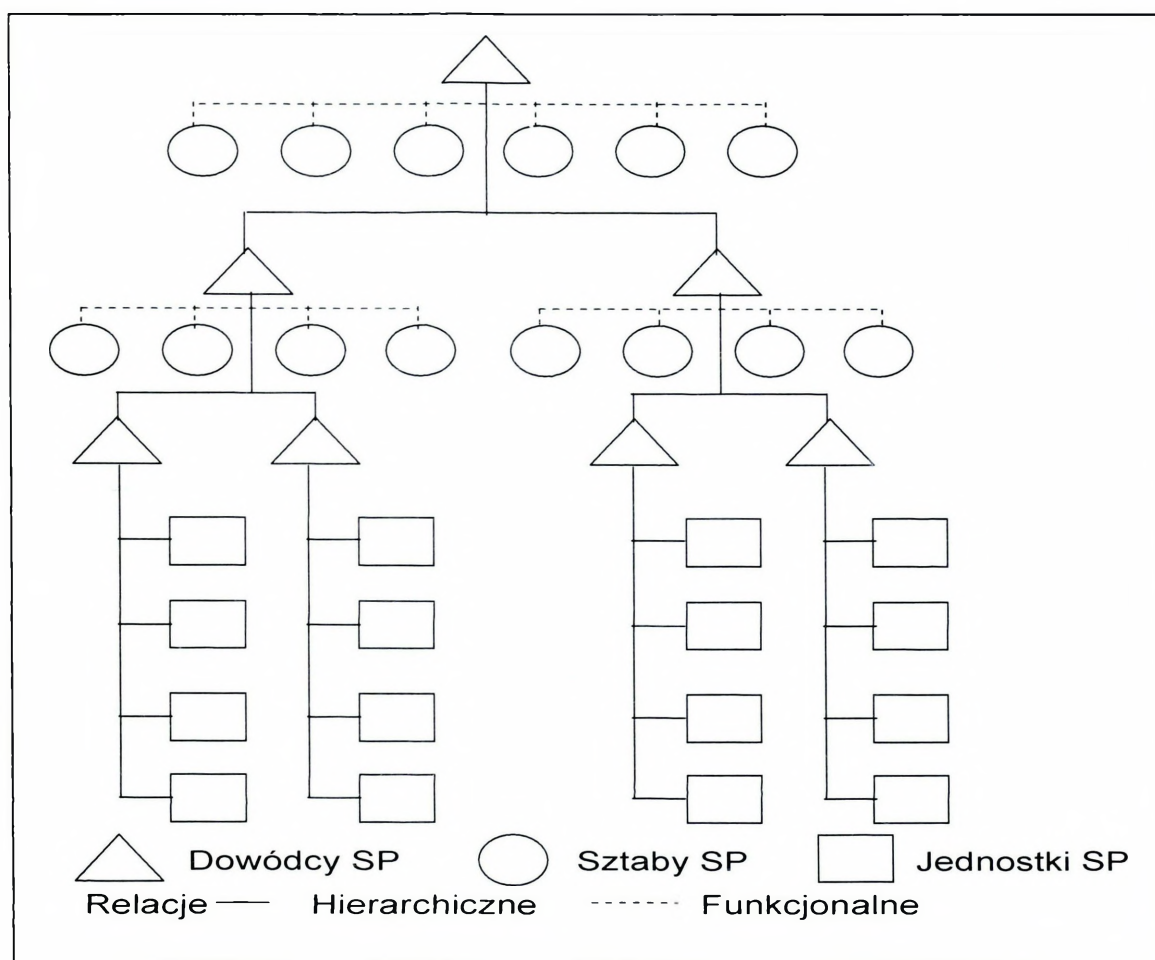
---

<sup>122</sup> T. Pszczołowski, *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978, s. 234.

<sup>123</sup> B. Wawrzyniak, *Szkoła zarządzania*, PWE, Warszawa 1967, s. 80.

<sup>124</sup> E. Zabłocki, *Dowodzenie siłami powietrznymi, cz.1, Podstawowe zagadnienia*, AON, Warszawa 2004, s. 20 – 21.

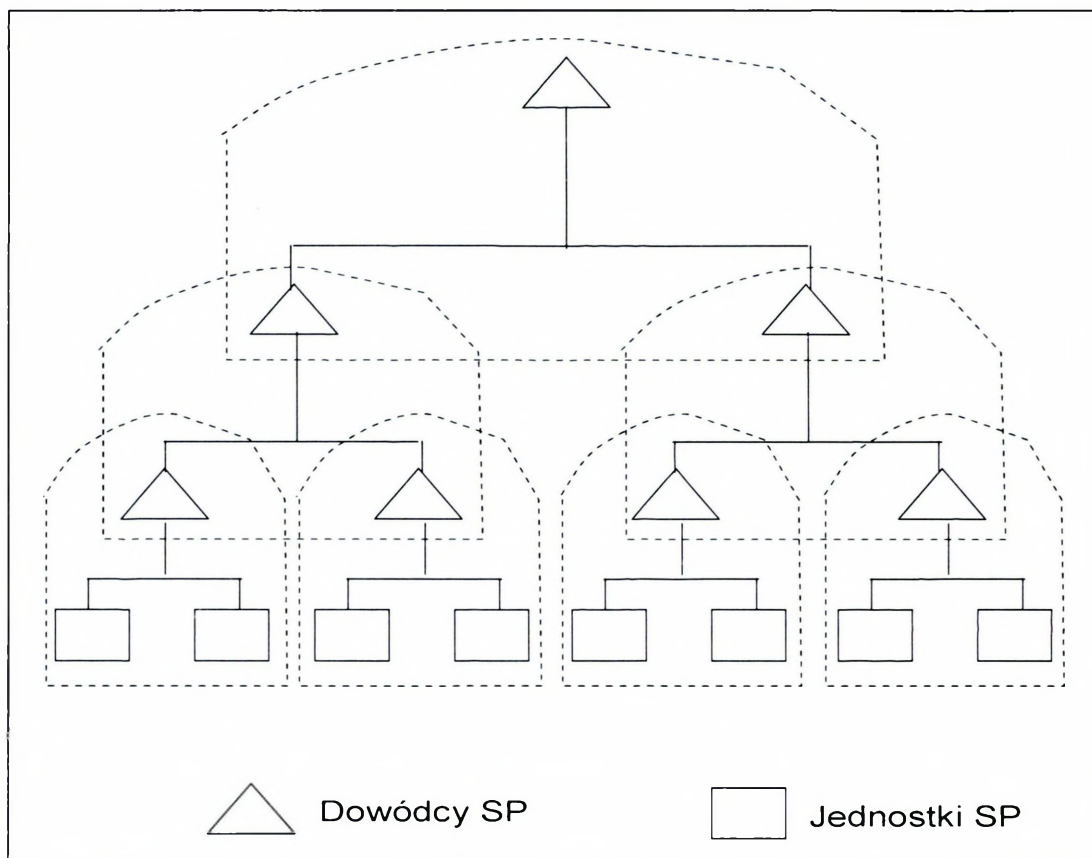
Podobne struktury dowodzenia siłami powietrznymi odpowiadają poziomowi inicjatywy zachowanemu w dowodzeniu przez zadania. W tym stylu dowodzenia w otrzymanym zadaniu dowódcy jednostek sił powietrznych dowiedzą się: kto?, co?, kiedy? i gdzie? ma wykonać. Natomiast w ich osobistej inicjatywie pozostanie sposób wykonania zadania. W perspektywie 2025 roku style dowodzenia przez cele i towarzyszące im struktury dywizjonalne, zespołowe oraz zadaniowe i macierzowe dowodzenia siłami powietrznymi wydają się najbardziej prawdopodobne. Dywizjonalna struktura dowodzenia (rys. 42) daje możliwość grupowania jednostek sił powietrznych na przykład według kryterium celu działania, obszaru działania, charakteru prowadzonych działań. Struktura ta daje dużą samodzielność zgrupowanym według wymienionych kryteriów jednostkom, zachowuje jednak jedność rozkazodawstwa wyrażającą się możliwością centralizacji dowodzenia w miarę potrzeb, chociaż umożliwia decentralizację dowodzenia przez delegowanie uprawnień.



Źródło: opracowanie własne na podstawie A. Stabryła, *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, PWE, Warszawa 1991, s. 21

**Rys. 42. Dywizjonalna struktura dowodzenia siłami powietrznymi**

Inną strukturą dowodzenia siłami powietrznymi, która może mieć zastosowanie do 2025 roku jest struktura zespołowa (rys. 43). Struktura ta wydaje się być szczególnie adekwatna do wymagań sieciocentrycznego pola walki. W jej ramach następuje delegowanie uprawnień nie pojedynczym jednostkom sił powietrznych a całym ich zespołom.



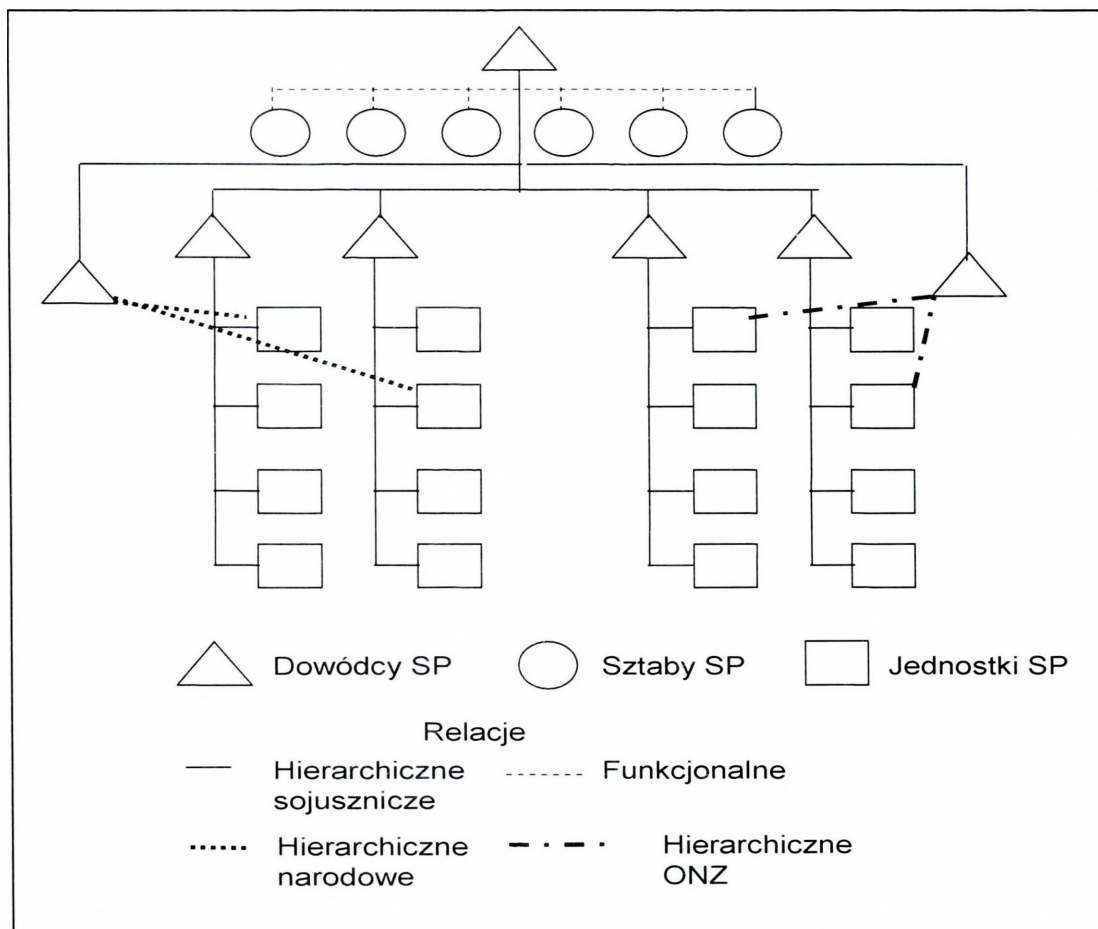
Źródło: opracowanie własne na podstawie A. Stabryła, *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, wyd. cyt., s. 21

### Rys. 43. Zespołowa struktura dowodzenia siłami powietrznymi

Taki charakter struktury powinien sprzyjać samosynchronizacji działań na poziomie modułów bojowych sił powietrznych (grup jednostek), ułatwiać także powinien wysoki poziom współdziałania modułów, a nawet integracji ich działań, co z kolei skutkować powinno oczekiwanym we współczesnych sieciocentrycznych działaniach sił powietrznych dodatnim efektem synergicznym wywołującym zjawisko synergii działań. Scharakteryzowane struktury – dywizjonalna i zespołowa – powinny dobrze sprawdzać się w jednolitym systemie dowodzenia sojuszu.

Natomiast wymagania strukturalne dowodzenia siłami powietrznymi, wynikające z uwarunkowań różnego typu operacji reagowania kryzysowego, realizowanych z koniecznością zachowania wielorakich relacji hierarchicznych dowodzenia (np. sojuszniczej lub koalicyjnej i narodowej albo sojuszniczej, Organizacji Na-

rodów Zjednoczonych i narodowej) najlepiej wydaje się spełniać struktury zadaniowa lub macierzowa dowodzenia siłami powietrznymi. Taką strukturę dowodzenia (rys. 44) siły powietrzne powinny przyjmować w wypadku rosnącej złożoności i zmienności wykonywanych zadań, realizowanych w zmiennym otoczeniu. Struktura zadaniowa pozwala zachować dużą inicjatywę w ramach przydzielonych zadań. Jednak wielorakość podporządkowań hierarchicznych powodować może znaczne opóźnienia w ich realizacji.



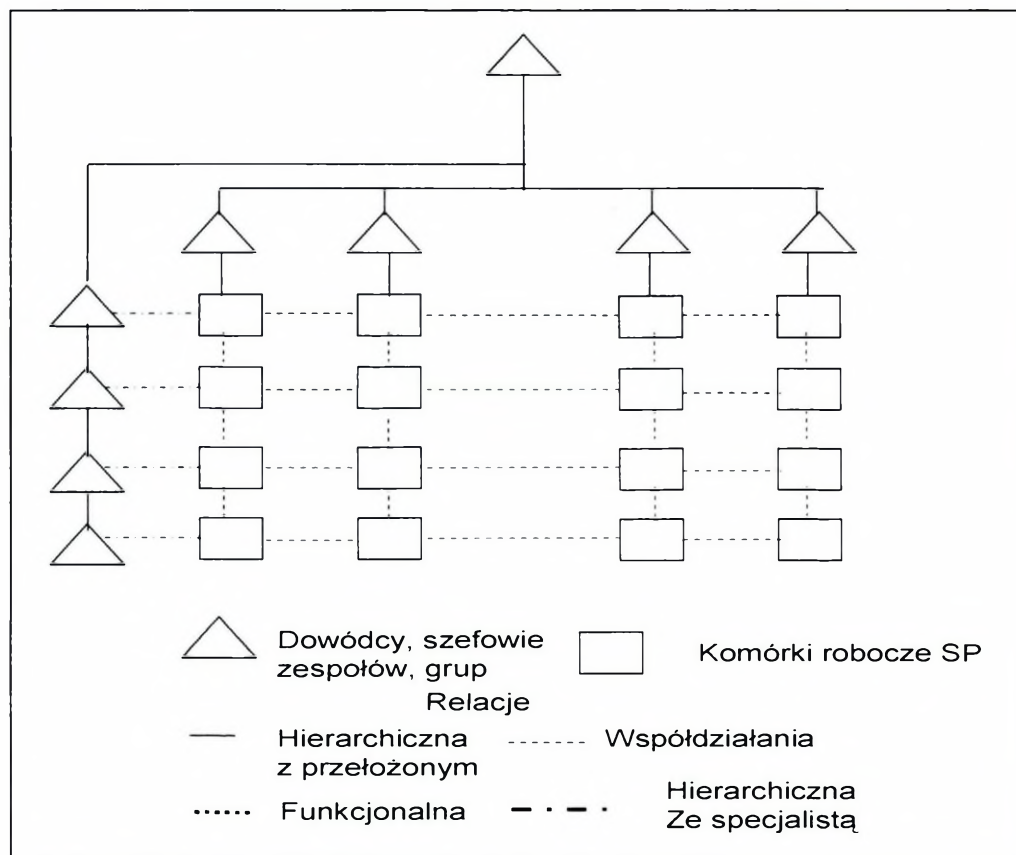
Źródło: opracowanie własne na podstawie A. Stabryła, *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, wyd. cyt., s. 22

**Rys. 44. Zadaniowa struktura dowodzenia siłami powietrznymi**

Z kolei struktura macierzowa (rys. 45) utrwała jeszcze bardziej podwójne podporządkowanie jednostek sił powietrznych, które zachowując jednego stałego przełożonego podlegają jeszcze kierownikom poszczególnych projektów.

Klasycznym przykładem struktury macierzowej jest prawie każda organizacja wewnętrzna organów dowodzenia siłami powietrznymi, w których z jednej strony komórki A<sub>1</sub> do A<sub>9</sub> mają swoich stałych szefów, ale część personelu jednocześnie podlega kierownikom projektów takich, jak na przykład połączona grupa robocza targetingu w komponentie powietrznym JTWG – Joint Targeting Working

Group. Pomimo wykazanych wad, zastosowanie takich właśnie struktur dowodzenia może okazać się w perspektywie 2025 roku często konieczne.



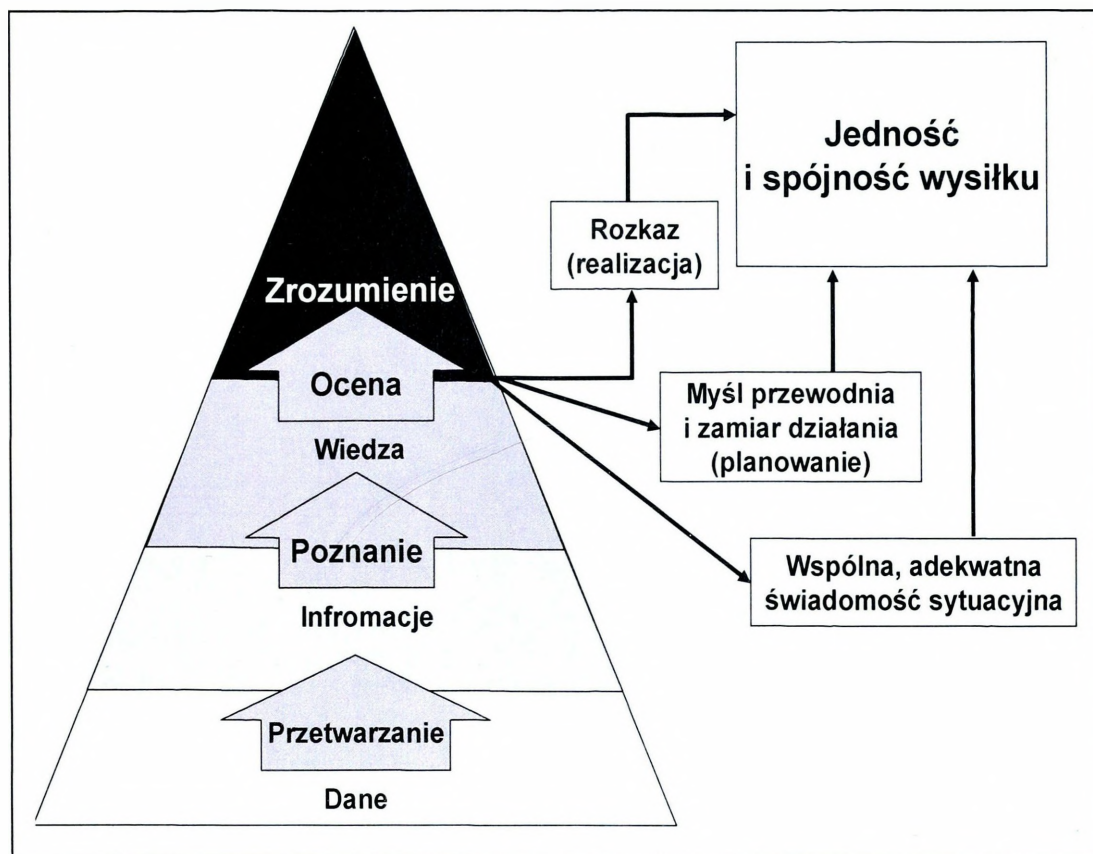
Źródło: opracowanie własne na podstawie A. Stabryła, *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, wyd. cyt., s. 22

**Rys. 45. Macierzowa struktura dowodzenia siłami powietrznymi**

Przyszłe struktury dowodzenia siłami powietrznymi powinny zapewniać im nabieranie cech organizacji uczącej się z różnych źródeł i zdolnych do bardzo szybkiego przetworzenia tej wiedzy w konkretne działania. Właściwość ta ma charakter jednego z atrybutów struktury systemu dowodzenia siłami powietrznymi, nadającego tej strukturze cechy pozwalające tym siłom sprawnie funkcjonować na przyszłym, sieciocentrycznym polu walki. Produktem wyjściowym, właściwym do przyszłych wyzwań w zakresie systemu dowodzenia siłami powietrznymi powinna być oparta na wspólnej świadomości sytuacyjnej jedność wysiłku i spójność zadań realizowanych przez jednostki sił powietrznych.

Istotnym zabiegiem z punktu widzenia wytyczania kierunków rozwoju struktur dowodzenia do 2025 roku jest opisanie i wyjaśnienie nie tylko technicznych, technologicznych możliwości tworzenia wspomnianej świadomości sytuacyjnej, ale i swoista metodyka jej tworzenia. Metodyka ta, właściwie klasyczna dla reguł dowodzenia siłami powietrznymi w sieciocentrycznym środowisku, polega na prze-

tworzeniu pozyskanych z wielu źródeł i sensorów danych i takie ich przetworzenie, aby w rezultacie osiągnąć pełne zrozumienie środowiska, w którym siły powietrzne mają wykonywać bądź też wykonują zadania. Model tworzenia wspólnego rozumienia sytuacji w dowodzeniu siłami powietrznymi przedstawia rys. 46.



Źródło: opracowanie własne na podstawie J. J. Schaefer III, *Centralized Execution in the US Air Force, CCRTS, Kansas 2006, s. 16*

**Rys. 46. Model tworzenia wspólnego rozumienia sytuacji w dowodzeniu siłami powietrznymi**

W utrzymaniu na odpowiednim poziomie wrażliwości struktury dowodzenia siłami powietrznymi na sytuację operacyjną znaczącą rolę odgrywa czas. Najnowsze systemy informatyczne i teleinformatyczne wspomagające i automatyzujące dowodzenie siłami powietrznymi, a opisane w niniejszej pracy w jej trzecim rozdziale, poprawiają znacząco wrażliwość sytuacyjną struktur dowodzenia w aspekcie czasu. Jednak problemu tego całkowicie nie rozwiązują.

Analiza cyklu zwalczania celów wrażliwych czasowo pozwala dostrzec fakt, że w strukturze dowodzenia siłami powietrznymi, w zasadzie poza fazą uderzenia, wszystkie pozostałe mogą być realizowane na różnych szczeblach dowodzenia siłami powietrznymi. Jednak możliwość taka występuje jedynie w wypadku posiadania przez te szczeble wspólnego obrazu sytuacji operacyjnej zasilanej z wielu, wielosensorowych źródeł informacji.

Jeśli warunki te zostaną spełnione uprawdopodobnioną staje się sytuacja, w której obiekt wykrywa i lokalizuje komórka satelitarnego rozpoznania kosmicznego, identyfikację i decyzję podejmuje Centrum Operacji Powietrznych, a zwalczają i ocenia skutki uderzenia dowódca statku powietrznego.

Jednym z istotnych warunków powodzenia tego typu działań jest rezygnacja z ciężkich, tradycyjnych, sztabowo-liniowych struktur dowodzenia siłami powietrznymi na rzecz bardziej nowoczesnych, dostosowanych do nowych możliwości realizacji funkcji dowodzenia w środowisku sieciocentrycznego pola walki. Z punktu widzenia argumentów, jakie dostarcza analiza problemu sytuacyjnej wrażliwości struktur dowodzenia siłami powietrznymi, najbardziej adekwatną do potrzeb zwalczania celów wrażliwych czasowo wydaje się opisana wcześniej struktura demokratyczna, dla działań o zróżnicowanym natężeniu użycia siły. W działaniach o niskim natężeniu użycia siły właściwsza z punktu widzenia wrażliwości sytuacyjnej będzie struktura skrajnej centralizacji przy kolektywnym dowodzeniu.

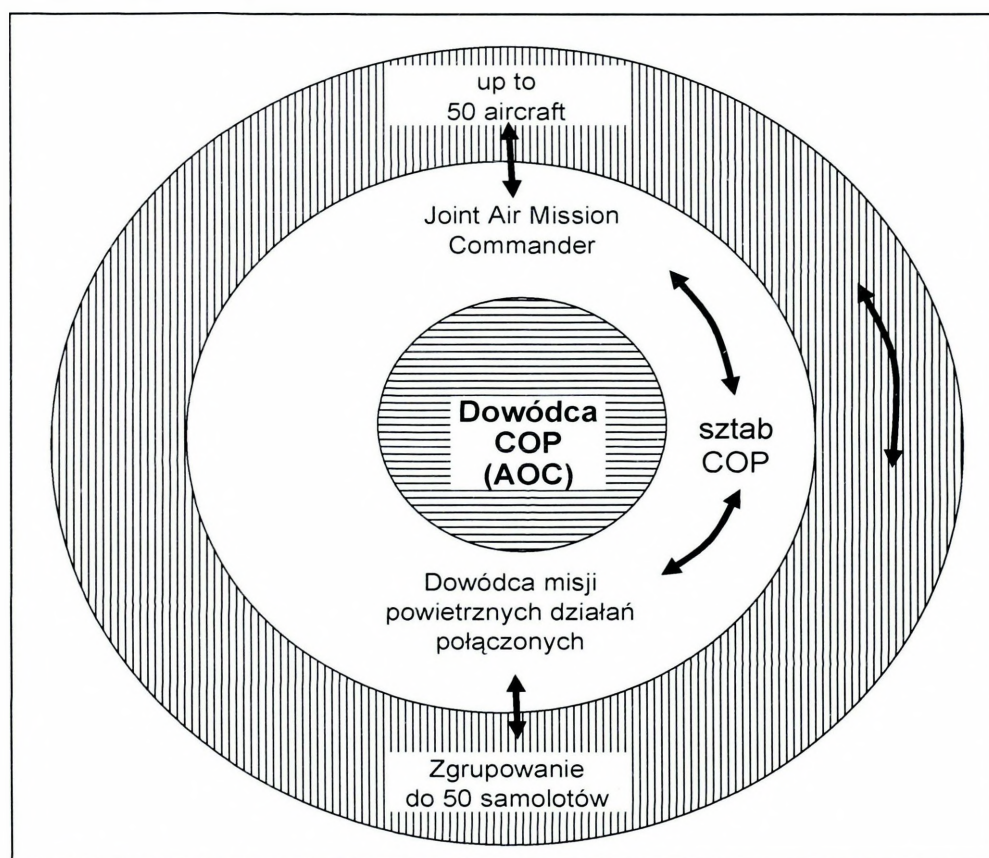
Obecnie dostrzec można tendencję tworzenia i wykorzystywania coraz bardziej wyrafinowanych procedur wykorzystujących nowe możliwości technologiczne sieciocentrycznego pola walki i zwiększające wrażliwość sytuacyjną i elastyczność taktyczną sił powietrznych. Procedury te łatwiej realizować w strukturach dywizyjnych, zespołowych, czy też zadaniowych. Coraz trudniej będzie utrzymać w dowodzeniu siłami powietrznymi tradycyjną strukturę sztabowo-liniową o kształcie piramidy.

Współcześnie w dowodzeniu siłami powietrznymi, często rezygnuje się z tradycyjnego rozumienia imperatywu decentralizacji wykonawstwa, jako jedyne sposobu pozwalającego osiągnąć w dowodzeniu wystarczającą taktyczną elastyczność. Obecnie raczej ważniejsze może okazać się zastosowanie właściwej metody centralizacji dowodzenia. Należy jednak zawsze pamiętać, że każdy z zastosowanych sposobów centralizacji lub decentralizacji tylko wtedy spowoduje efekt taktycznej elastyczności, jeśli z jednej strony zapewni możliwie najpełniejsze zrealizowanie zamiaru dowódcy, z drugiej zaś możliwie minimalnie ograniczy swobodę wykonywanych zadań przez załogi w powietrzu.

Potrzebną elastyczność struktury dowodzenia siłami powietrznymi do dynamicznych zmian zachodzących na polu walki zapewnia ich demokratyczny kształt oraz macierzowy układ relacji hierarchicznych i funkcjonalnych.

Przewiduje się, że sytuacja budowania wspólnego obrazu walki powinna ulec poprawie po włączeniu wszystkich statków powietrznych do sieciocentrycznego systemu samosynchronizacji działań. Uznano jednak, że w perspektywie 2025 roku jeszcze bardzo często korzystać trzeba będzie z Centrum Operacji Powietrznych, jako szczebla dowodzenia siłami powietrznymi najlepiej wyposażonego w wiedzę o charakterze celu, doborze najbardziej właściwego uzbrojenia do jego niszczenia.

Ponadto należy zwrócić uwagę na fakt, że, szczególnie w aspekcie warunkowań i wymagań funkcjonowania systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025, opisanych wcześniej, należy się liczyć w przyszłych działaniach sił powietrznych z ingerencją polityków w ich użycie. Ingerencja taka zawsze związana będzie z centralizacją dowodzenia siłami powietrznymi na poziomie Centrum Operacji Powietrznych (rys. 47).



Źródło: opracowanie własne na podstawie R. A. Webber, *Zasady kierowania organizacjami*, wyd. cyt., s. 549

**Rys. 47. Możliwy kształt struktury dowodzenia siłami powietrznymi z udziałem dowódców misji powietrznych działań połączonych**



Poza przyczynami politycznymi można przypuścić, że wpływ na centralizację dowodzenia siłami powietrznymi wywierać mogą także inne czynniki. Dowódcy sił powietrznych będą chcieli w przyszłych działaniach często łączyć taktyczną elastyczność z ostrożnością w działaniach sił powietrznych. Ostrożność ta nie musi wynikać z przyczyn politycznych, może także być powodowana chęcią zachowania w tajemnicy obiektu uderzenia tak długo jak to możliwe. Możliwe jest także, że w ramach realizacji zasady komplementarności działań dowódcy rezygnować będą z decentralizacji, aby powielanymi zachowaniami załóg statków powietrznych w reakcji na określone zachowania przeciwnika, nie pozwolić przeciwnikowi na wypracowanie standardowych procedur działania.

Wszystkie opisane w niniejszym podrozdziale sposoby centralizowania lub decentralizowania dowodzenia siłami powietrznymi w celu zachowania jak największej taktycznej elastyczności działań tych sił wymagają adekwatnego do nich rozwoju struktur dowodzenia siłami powietrznymi. Liczba i różnorodność sytuacji, w których w perspektywie 2025 roku realizowane będzie dowodzenie siłami powietrznymi skłania do wysnucia wniosku o konieczności budowania maksymalnie elastycznych, demokratycznych struktur dowodzenia siłami powietrznymi.

## **5.2. Kierunki technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku**

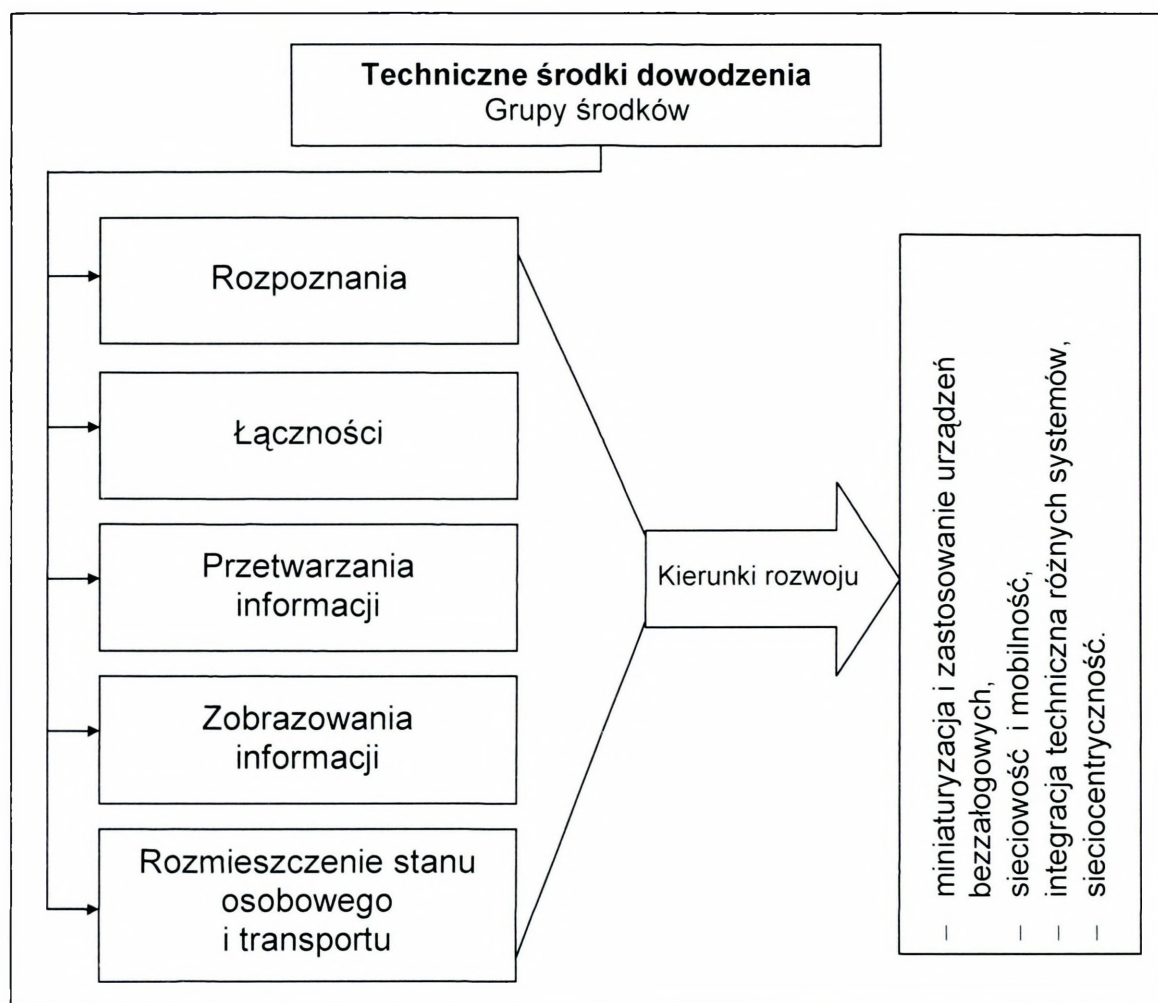
Podstawą wszystkich działań podejmowanych w dowodzeniu siłami powietrznymi jest posiadanie wiarygodnej, terminowej i aktualnej informacji zarówno o przeciwniku, jego potencjalnych i rzeczywistych możliwościach, o warunkach prowadzenia działań jak również o potencjale i możliwościach własnych. Wysoce efektywne i funkcjonalne systemy dowodzenia i zarządzania powinny umożliwiać szybkie pozyskiwanie i gromadzenie informacji, jej analizowanie i przetwarzanie oraz wspomaganie w procesie podejmowania decyzji, a także automatyczne przekazywanie jej wykonawcom. Realizację powyższych zadań wspomagają różnego typu i przeznaczenia techniczne środki dowodzenia, czyli urządzenia mające sprawnie i w sposób ciągły zapewnić przepływ informacji niezbędnych do dowodzenia podległymi siłami<sup>125</sup>. Zasilają one system dowodzenia informacjami, które

---

<sup>125</sup> J. Michniak, *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2005, s. 179.

otrzymują, przenoszą, przetwarzają, gromadzą i przedstawiają. P. Sienkiewicz techniczne środki dowodzenia dzieli na pięć podstawowych grup (rys. 49):

- grupę środków rozpoznania,
- grupę środków łączności,
- grupę środków przetwarzania informacji,
- grupę środków zobrazowania informacji,
- grupę środków rozmieszczenia stanu osobowego i transportu.



Źródło: opracowanie własne podstawie P. Sienkiewicz, M. Szczepaniak, W. Więckowski, Dowodzenie z komputerem. Realia i perspektywy, MON, Warszawa, 1984

**Rys. 49. Ogólna klasyfikacja technicznych środków dowodzenia**

Przełomem w dowodzeniu było zastosowanie na szeroką skalę elektronicznych maszyn cyfrowych. Zastosowanie nowej techniki umożliwiło rozpoczęcie prac nad automatyzacją procesu dowodzenia<sup>126</sup>. Ma to szczególne znaczenie w dowo-

<sup>126</sup> Automatyzacja to znaczne ograniczenie lub zastąpienie (proces zastępowania) ludzkiej pracy fizycznej i umysłowej przez pracę maszyn działających na zasadzie samoregulacji i wykonujących określone czynności bez udziału człowieka. *Słownik wyrazów obcych*, PWN, Warszawa 2002, s. 94.

dzeniu siłami powietrznymi, gdzie czas na podjęcie decyzji jest relatywnie krótki. Dzięki postępowi technologicznemu technicznych środków dowodzenia ma miejsce ewolucja rozwiązań systemowych, związanych ze stosowaniem technologii informacyjnych w dowodzeniu siłami powietrznymi: od tak zwanych transakcyjnych systemów przetwarzania danych, ukierunkowanych przede wszystkim na zadania ewidencyjno-sprawozdawcze, poprzez systemy informowania kierownictwa, przynoszące technologie baz danych, aż do najnowszych systemów wspomaganie decyzji, z bazą modeli prognostycznych, symulujących i optymalizacyjnych<sup>127</sup>.

Coraz szersze zaangażowanie sił zbrojnych sojuszków i doraźnych koalicji państw oraz wyspecjalizowanych agend organizacji europejskich i współpracy regionalnej do prowadzenia operacji reagowania kryzysowego wymuszają zwiększenie stopnia interoperacyjności w obszarze dowodzenia siłami zbrojnymi, w tym także siłami powietrznymi. Poważne wyzwania dla technicznych środków dowodzenia siłami powietrznymi wynikają również z koncepcji walki sieciocentrycznej, która przewiduje wzrost zdolności operacyjnych liczebnie mniejszych sił, wynikający z przewagi informacyjnej i wspólnej świadomości sytuacyjnej wszystkich uczestników działań. Skuteczne użycie wojsk w warunkach sieciocentrycznego pola walki wymagać będzie wysokiej sprawności realizacji procesu dowodzenia i warunkowane będzie, między innymi, dostępnością zaawansowanych technologicznie środków dowodzenia (rys. 50).

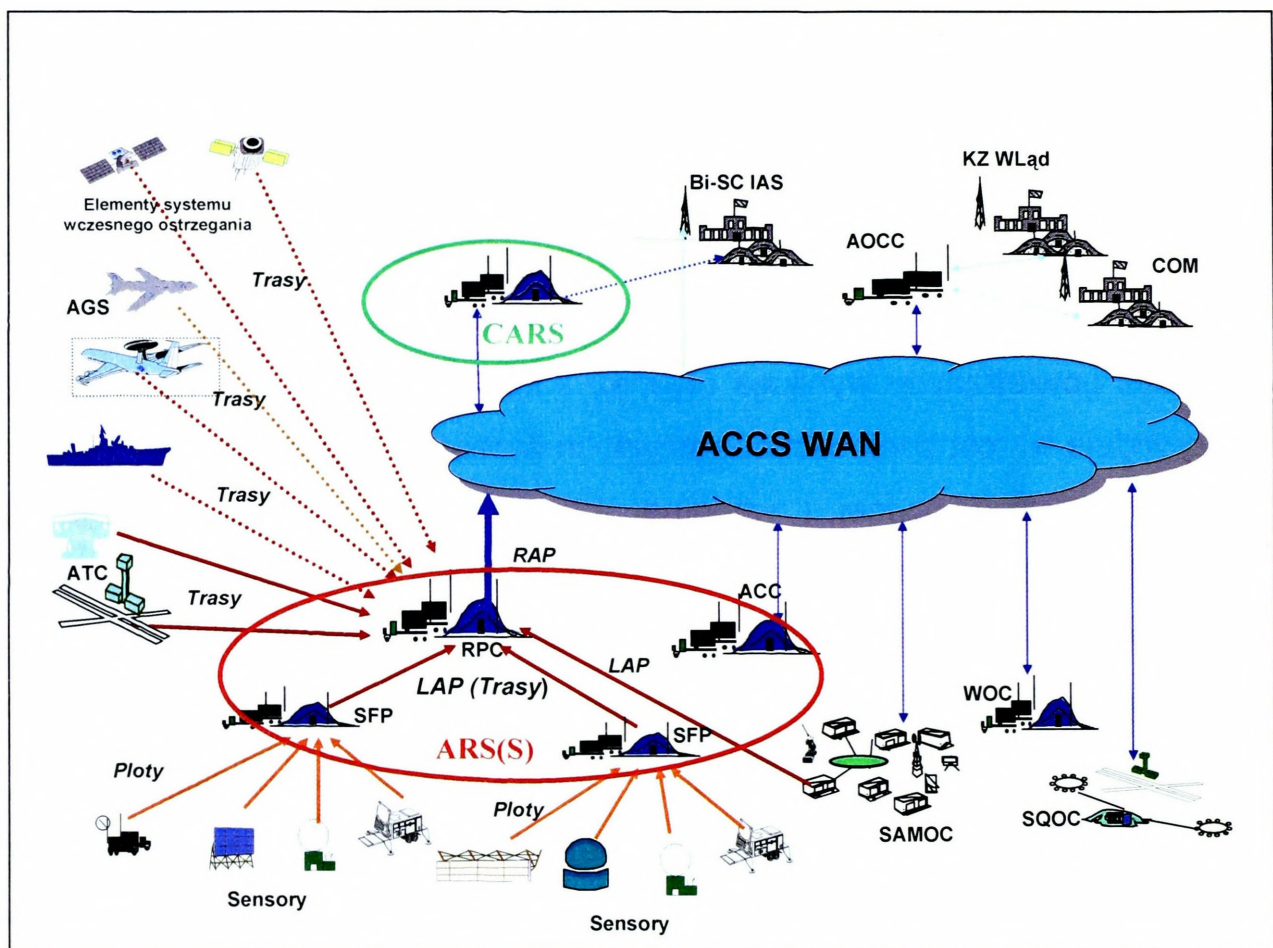
W dowodzeniu siłami powietrznymi bardzo wiele zależy od możliwości zdobycia wiarygodnej i terminowej informacji i przeciwniku i o warunkach działań, szczególnie w aspekcie prowadzenia działań sieciocentrycznych. Można postawić tezę, iż do roku 2025 środki rozpoznania będą rozwijały się w kierunku zwiększenia możliwości prowadzenia rozpoznania z przestrzeni kosmicznej i powietrznej, miniaturyzacji środków rozpoznawczych i stosowania środków bezzałogowych, a wręcz robotów mających cechy sztucznej inteligencji<sup>128</sup>. Istotnym aspektem pozyskiwania informacji rozpoznawczej na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi w horyzoncie czasowym 2025 roku będzie multispektralność zdobywania informacji,

---

<sup>127</sup> Tamże.

<sup>128</sup> Sztuczna inteligencja ma dwa podstawowe znaczenia. W pierwszym znaczeniu jest to hipotetyczna inteligencja realizowana w procesie inżyneryjnym, a nie naturalnym. W drugim znaczeniu jest to nazwa technologii i dziedzina badań naukowych informatyki na styku z neurologią, psychologią i ostatnio kognitywistyką oraz także systemiką, a nawet ze współczesną filozofią, dostępne z: [http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna\\_inteligencja](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja)

jej wysoka wiarygodność oraz dostępność niemal w czasie rzeczywistym dla rozproszonych geograficznie na perspektywicznym sieciocentrycznym polu walki organów dowodzenia sił powietrznych. Ważnym elementem w zasilaniu informacyjnym systemu dowodzenia siłami powietrznymi pozostaną w perspektywie najbliższych 20 lat naziemne systemy radiolokacyjne, które będą dla sił powietrznych w dalszym ciągu ważnym źródłem pozyskiwania informacji o bieżącej sytuacji powietrznej.



Źródło: opracowanie własne

**Rys. 50. Środki techniczne w systemie dowodzenia siłami powietrznymi**

W perspektywie czasowej 2025 roku można przewidywać dalszy wzrost wykorzystania w dowodzeniu siłami powietrznymi satelitarnych systemów rozpoznania. Ze względu na żywotność rozpoznawczych systemów satelitarnych, zawierającą się średnio w przedziale od pięciu do dziesięciu lat, należy sądzić, że w perspektywie do 2025 roku w procesie informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie wykorzystywane co najmniej dwie lub trzy generacje sprzętu o rosnących możliwościach operacyjnych. Wzrastać będzie dostępność środków rozpoznania satelitarnego dla dowodzenia siłami powietrznymi europejskich państw średniej wielkości, które podejmują obecnie intensywne prace

nad stworzeniem narodowych i wielonarodowych konstelacji satelitarnych na potrzeby wojskowe i cywilne.

Nowym trendem w rozpoznaniu satelitarnym staje się rozpoznanie radiolokacyjne o dużej rozdzielczości, które zapewnić będzie organom dowodzenia sił powietrznych dostęp do informacji rozpoznawczej przez całą dobę niezależnie od warunków atmosferycznych. Prace w tym zakresie są prowadzone nie tylko przez państwa o dużym potencjale kosmicznym, ale również przez mniejsze państwa, które nie realizowały dotychczas własnych programów kosmicznych. W zakresie rozwoju środków rozpoznania satelitarnego dojdzie prawdopodobnie do połączenia systemów nowej generacji w system europejski, a uzyskane w ten sposób dane będą udostępniane nie tylko do celów wojskowych, ale również na potrzeby organów kierowania policji i zarządzania w przypadkach katastrof za pośrednictwem centrum satelitarnego. Wymóg integracji jest zawarty w Europejskiej Strategii Bezpieczeństwa. Nowe generacje rozpoznawczych systemów satelitarnych będą stopniowo zastępować dotychczas wykorzystywane systemy.

Rozwój nowych narodowych programów rozpoznania satelitarnego powoduje, że w dowodzeniu siłami powietrznymi w perspektywie do 2025 roku należy liczyć na intensyfikację transatlantyckiej współpracy rozpoznawczo-wywiadowczej na szczeblu bilateralnym i multilateralnym w ramach wzmocnionego Zarządu Wywiadu NATO. W dowodzeniu siłami powietrznymi w operacjach o charakterze reagowania kryzysowego należy przewidywać, że równoległe z pogłębieniem współdziałania europejskich służb bezpieczeństwa na bazie Europolu Unia Europejska przewidziała otwarcie na kooperację z partnerami amerykańskimi<sup>129</sup>. Biorąc pod uwagę korzyści wynikające z rozwoju nowych technologii, dotyczących satelitów i sensorów dostępnych dla systemów dowodzenia sił powietrznych państw europejskich w Europie, a także, aby sprostać współzawodnictwu w produkcji wysokorozdzielczych obrazów, szczególnie rozwijanych w USA, przewiduje się zastąpienie dużych i drogich satelitów, mniejszymi i tańszymi satelitami, zawierającymi tylko po jednym systemie dla pozyskiwania danych. Część z przewidywanych sensorów nie jest jeszcze dostatecznie dopracowana i wymaga dalszych badań.

---

<sup>129</sup> R. Domisiewicz, *Eurowywiad na horyzoncie*, „Polska Zbrojna”, nr 10, Warszawa 2004.

Inne są lub będą wkrótce dostępne lub będą rozwijane w ramach współpracy bilateralnej<sup>130</sup>.

Jakość i dostępność danych rozpoznawczych dla dowodzenia siłami powietrznymi oferowanych przez europejskie systemy rozpoznania satelitarnego w sposób znaczący zwiększy dostępność danych niezbędnych do planowania operacji powietrznych. Wzrastać będzie również szybkość dostępu do danych rozpoznawczych. Należy liczyć się z pojawieniem się w najbliższych latach nowych możliwości komercyjnych systemów satelitarnych w dostarczaniu na potrzeby systemów dowodzenia sił powietrznych zobrazowania radiolokacyjnego o rozdzielczości poniżej 3 m.

W dalszym ciągu w dowodzeniu siłami powietrznymi będą wykorzystywane systemy rozpoznania satelitarnego, oparte o sensory fotograficzne. Standardem będzie przekazywanie przez satelity obrazów optycznych: widzialnych, bliskiej podczerwieni i podczerwieni termalnej. Oprócz systemów obrazowania pracujących w zakresie optycznym, a zatem ograniczonych w pozyskiwaniu informacji rozpoznawczej zachmurzeniem, w dowodzeniu amerykańskimi siłami powietrznymi będą wykorzystywane informacje z systemów rozpoznania satelitarnego LA-CROSS (znane również jako Onyx lub Vega). Rozdzielczość obrazów uzyskiwanych z takich systemów dochodzi do 1 m i mogą one wykrywać obiekty w ruchu (samoloty, samochody), podziemne bunkry i łodzie podwodne w zanurzeniu peryskopowym.

Podsumowując, można stwierdzić, iż w perspektywie do 2025 roku znaczenie systemów rozpoznania satelitarnego jako technicznych środków dowodzenia podgrupy informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie systematycznie wzrastać. Będą one coraz ważniejszym elementem zabezpieczenia funkcjonowania systemu dowodzenia sił powietrznych odgrywając istotną rolę w procesie dowodzenia. Rezultaty działań technicznych środków dowodzenia zasilających informacyjnie system dowodzenia siłami powietrznymi operujących w przestrzeni kosmicznej będą miały zarówno strategiczne, jak i operacyjno-taktyczne znaczenie.

---

<sup>130</sup> Tamże.

Dowodzenie, precyzyjne uderzenia, działania we wszystkich warunkach atmosferycznych, obraz pola walki, nawigacja, ocena działań, odzyskiwanie personelu latającego, żołnierzy i osób cywilnych będzie możliwe lub bardziej skuteczne dzięki znacznemu wykorzystaniu w systemie dowodzenia sił powietrznych informacji pozyskiwanych przez satelitarne środki rozpoznania.

Obecnie prowadzone prace nad satelitarnymi systemami rozpoznania będą w perspektywie kilku najbliższych lat ograniczać do minimum wpływ zakłóceń atmosferycznych na zdolność rozpoznawania obiektów i obszarów ziemi, co będzie pozwalało na nieprzerwane zasilanie informacyjne systemu dowodzenia sił powietrznych. Rozwiązaniem tego problemu w najbliższej przyszłości będą z pewnością kolejne generacje satelitów rozpoznania radiolokacyjnego wyposażone w stacje radiolokacyjne o syntetycznej aperturze (SAR) oraz funkcją wykrywania obiektów ruchomych (GMTI). Prawdopodobnie żywotność tych urządzeń znacznie wzrośnie, dzięki zastosowaniu nowych materiałów konstrukcyjnych, nowych paliw do silników manewrowych poszczególnych satelitów i zastosowaniu wyrafinowanych urządzeń obronnych.

Ważnym elementem technicznych środków rozpoznania zasilających informacyjnie system dowodzenia siłami powietrznymi będą sensory rozpoznawcze przenoszone przez załogowe i bezzałogowe statki powietrzne. W rozpatrywanym horyzoncie czasowym 2025 roku najbardziej prawdopodobnym scenariuszem w zakresie technicznych środków rozpoznania powietrznego wydaje się doskonalenie istniejących technologii stosowanych w pokładowych technicznych środkach rozpoznania załogowych i bezzałogowych statków powietrznych połączone z stopniowym wprowadzaniem do uzbrojenia nowych, dotychczas niestosowanych technologii i technicznych środków rozpoznania powietrznego. Uwzględniając spektrum stosowanych rodzajów technicznych środków rozpoznania, które są obecnie wykorzystywane przez siły powietrzne wiodących państw można sformułować pewne wnioski, co do możliwych kierunków ich rozwoju w perspektywie do 2025 roku. Z dużym stopniem prawdopodobieństwa można założyć, że w najbliższych kilkunastu latach załogowe i bezzałogowe statkach powietrznych wykorzy-

stywane jako źródła informacji dla systemu dowodzenia sił powietrznych będą obejmować trzy szeroko zdefiniowane grupy sensorów obejmujące<sup>131</sup>:

- środki rozpoznania optoelektronicznego,
- środki rozpoznania radiolokacyjnego,
- środki rozpoznania elektronicznego.

Kierunki rozwoju tych środków zostały przedstawione w podrozdziale 2.2.

Podsumowując, techniczne środki rozpoznania lotnictwa załogowego i bezzałogowego, wykorzystywane do informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi w ciągu najbliższych 15 – 20 lat nadal będą wykorzystywać przede wszystkim optoelektroniczne i radiolokacyjne techniki detekcji, które w późniejszym okresie mogą zostać uzupełnione o rozpoznanie hiperspektralne oraz lidarowe. Istotnym postępowaniem, w stosunku do obecnie stosowanych w technicznych środkach rozpoznania powietrznego, będzie w perspektywie kilkunastu najbliższych lat jakościowe zwiększenie możliwości przetwarzania pierwotnych danych rozpoznawczych w spójne zobrazowanie rozpoznawcze w czasie niemal rzeczywistym już na pokładzie statków powietrznych oraz jego natychmiastowa dystrybucja do odbiorców.

Postęp technologiczny stworzył jakościowo zmienione warunki dla zabezpieczenia informacyjnego funkcjonowania systemu dowodzenia siłami powietrznymi w aspekcie realizacji zadań obrony powietrznej oraz kontroli przestrzeni powietrznej. Nowe generacje systemów rozpoznania przestrzeni powietrznej są systematycznie wprowadzane do sił zbrojnych szeregu państw. Wyznaczają one przyszłościowe, przedstawione w podrozdziale 2.1 kierunki rozwoju tych systemów.

W dowodzeniu siłami powietrznymi bardzo ważną rolę odgrywają środki łączności, którymi są różnego rodzaju urządzenia umożliwiające przekazywanie informacji na odległość. Środki te obejmują trzy grupy urządzeń: urządzenia łączności przewodowej, radiowej i radioliniowej. Ważnym aspektem determinującym rozwój środków łączności systemu dowodzenia sił powietrznych w perspektywie najbliższych kilkunastu lat będą rosące potrzeby informacyjne organów dowo-

---

<sup>131</sup> *UAV Systems: Global Perspective*, Yearbook 2006 / 2007, wyd. cyt.

dzenia wynikające z koncepcji prowadzenia walki sieciocentrycznej oraz wzrost zakresu operacji o charakterze ekspedycyjnym. Obok pełnej digitalizacji transmisji danych przez środki łączności wyraźnie zarysowuje się trend zmiany formy informacji przesyłanych pomiędzy poszczególnymi użytkownikami wewnątrz systemu dowodzenia sił powietrznych. W oparciu o doświadczenia ostatnio prowadzonych operacji w Iraku i Afganistanie można przewidywać, że obok informacji tekstowych, w systemie dowodzenia sił powietrznych w perspektywie do 2025 roku będzie systematycznie wzrastać liczba transmisji obrazu i sekwencji video. Dostrzegalny jest również wymóg wymiany coraz większej części informacji w czasie zbliżonym do rzeczywistego, pomiędzy organami dowodzenia sił powietrznych i taktycznymi modułami bojowymi wykonującymi zadania.

Należy przewidywać, że w perspektywicznych systemach łączności telefonicznej na potrzeby systemu dowodzenia sił powietrznych na sieciocentrycznym polu walki to systemy komputerowe będą poszukiwać najlepszych traktów, a jeśli będą niedostępne lub uszkodzone, automatycznie wyszukiwane będą drogi obejścia w ramach dostępnych sieci łączności. Perspektywiczne sieci telefoniczne będą wykorzystywały powszechnie technikę światłowodową, a tam gdzie nie będzie można rozwinąć tradycyjnych kabli będą stosowane połączenia radioliniowe i satelitarne. Dużą wagę przykładana się do zapewnienia bezpieczeństwa połączeń telefonicznych. Stąd też przewiduje się dalszy rozwój urządzeń kryptograficznych, które mają zapewnić bezpieczny przepływ danych. W urządzeniach przewidzianych do użycia w siłach zbrojnych dąży się do tego, aby stały się immanentną częścią tych urządzeń.

W perspektywie roku 2025 można z dużym prawdopodobieństwem założyć, iż rozwój wykorzystania tradycyjnych środków łączności przewodowej na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi, będzie zmierzał bardziej w kierunku zastosowań lokalnych. Natomiast trzeba się liczyć z gwałtownym rozwojem w wykorzystaniu do przesyłania informacji na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi satelitarnych sieci telefonicznych należących do operatorów cywilnych, jak i typowo dedykowanych sieci militarnych. Współczesny telefon komórkowy czy też satelitarny, umożliwia przekazywanie informacji w formie dźwięku, tekstu a nawet obrazów czy filmów. Można też przy pomocy takiego telefonu połączyć się z Internetem. Dlatego też teza, że za kilka lat tradycyjne środki łączności przewo-

dowej będą wykorzystywane jako środki o znaczeniu pomocniczym i do zapewnienia łączności lokalnej np. do zapewnienia łączności wewnętrznej stanowiska dowodzenia wydaje się być tezą bardzo prawdopodobną.

W zakresie rozwoju środków łączności radiowej, jakie mogą znaleźć zastosowanie w przesyłaniu informacji na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie najbliższych kilkunastu lat zauważalnym trendem jest rozszerzenie zakresu częstotliwości, miniaturyzacja urządzeń oraz ich mobilność. Obecnie wszystkie firmy przemysłowe proponują użytkownikowi radiostacje o zmienianym losowo zakresie częstotliwości. Radiostacje o stałych częstotliwościach będą miały raczej zastosowania cywilne. Coraz więcej firm proponuje sprzęgnięcie komputera osobistego i małej przenośnej radiostacji. Jeśli dysponujemy odpowiednim oprogramowaniem to możemy przesyłać dowolne pliki lub teksty między komputerami, które połączone są z radiotelefonami wyposażonymi w odpowiednie moduły transmisji danych (MTD)<sup>132</sup>. Obecnie konstruktorzy nowych urządzeń przeznaczonych do łączności radiowej pracują nad zwiększeniem możliwości szybkiej transmisji danych, a wręcz mówi się o pakietowej transmisji danych. Współczesne i przyszłe radiostacje będą się same orientowały w terenie poprzez integralnie zabudowany GPS lub inne systemy. Tryb pracy Multipleks (jednoczesna i bezkolizyjna transmisja mowy i danych) staje się w tych urządzeniach standardem. Przewiduje się też, że nowoczesne urządzenia tego typu muszą posiadać możliwość łatwego połączenia z taktyczną siecią komputerową oraz możliwość zdalnego zarządzania radiostacją.

Rozwój systemów łączności, które mogą być wykorzystywane w perspektywie kilkunastu najbliższych lat do zabezpieczenia funkcjonowania systemu dowodzenia siłami powietrznymi zmierza też w kierunku integracji urządzeń różnych generacji. Różnorodność metod i środków przesyłu informacji stawia integratorom systemów łączności całkowicie nowe wymagania. Umiejętne połączenie wielu niezależnych rozwiązań sprawia, że systemy integrujące są najbardziej poszukiwanymi produktami na rynkach teleinformatycznych i telekomunikacyjnych.

Jak już wcześniej stwierdzono środkami łączności są różnego rodzaju urządzenia umożliwiające przekazywanie informacji na odległość. W dowodzeniu siła-

---

<sup>132</sup> [http://www.radmor.com.pl/index.php?m\\_id=191&lanq=pl](http://www.radmor.com.pl/index.php?m_id=191&lanq=pl)

mi powietrznymi gdzie zasadniczym środkiem łączności są urządzenia radiowe, załoga samolotu bojowego miała tylko łączność foniczną z siłami własnymi. Informacje o sytuacji bojowej były przekazywane na pokład samolotu w postaci krótkich meldunków głosowych. Były czynione próby z przekazywaniem informacji w innej formie (np. obrazu), ale ograniczenia techniczne powodowały, że informacja inna niż głosowa była przekazywana na pokład statku powietrznego z dużym opóźnieniem. Dopiero rozwój nowych technologii i opracowanie nowych standardów jej dystrybucji tzw. Link-ów<sup>133</sup>, umożliwił jej wymianę pomiędzy elementami pola walki w czasie rzeczywistym, lub zbliżonym do rzeczywistego. W perspektywie do 2025 roku należy oczekiwać pełnego wdrożenia systemów cyfrowej wymiany danych jako podstawowego środka łączności radiowej w dowodzeniu siłami powietrznymi.

Z punktu widzenia dowodzenia siłami powietrznymi ważnym krokiem do przodu jest wprowadzanie systemu cyfrowej wymiany danych Link-16. Kodowa nazwa Link-16 określa cyfrową sieć wymiany danych taktycznych TADIL-J (Tactical Digital Information Link type J), służącą do zapewnienia samolotom lub okrętom, walczącym w danym rejonie, wielostronnego dostępu do rozporządzalnej informacji. Jest on obecnie standardowym taktycznym systemem danych wszystkich rodzajów broni państw NATO, i jako taki nosi oficjalnie nazwę Joint Tactical Information Distribution System (JTIDS). Jednostki realizujące dane zadanie taktyczne tworzą grupę (Network Participation Group – NPG). Sieć TADIL-J jest zamkniętym systemem, obejmującym zarówno stacjonarne i ruchome urządzenia przetwarzania i transmisji danych, jak i specjalne techniki i środki łączności oraz format danych. Sieć TADIL przekazuje dane między systemem rozpoznania (powietrznego, naziemnego, nawodnego), naziemnymi i powietrznymi ośrodkami dowodzenia oraz jednostkami bojowymi (samolotami lub okrętami). Te ostatnie są zwykle jednocześnie źródłami informacji. Ośrodek dowodzenia szczebla taktycznego zapewnia także przekazywanie danych z TADIL-J do sieci informacyjnej dowództwa nadrzędnego.

Uczestnicy wymiany danych wprowadzają do systemu swoje informacje za pośrednictwem łącza radiowego VHF lub UHF. Dane z różnych źródeł tworzą ob-

---

<sup>133</sup> Link – w technologiach komputerowych, inaczej hiperłącze – element nawigacyjny ułatwiający przemieszczanie się między dokumentami bądź różnymi miejscami w tym samym dokumencie (odnośnik do innego pliku).

raz sytuacji taktycznej w konkretnym rejonie. Kompletna informacja, wzbogacona o decyzje organów dowodzenia jest przekazywana drogą radiową zainteresowanym jednostkom. Możliwe jest także przekazywanie danych taktycznych bezpośrednio, na przykład między samolotami ugrupowania wykonującego zadanie.

Umożliwia to polepszenie tzw. świadomości sytuacyjnej uczestników pola walki i stanowią jeden z filarów nowoczesnych koncepcji prowadzenia działań zbrojnych znanych jako walka sieciocentryczna. Można założyć z dużym prawdopodobieństwem, że do roku 2025 systemy TDL będą dalej rozwijane w kierunku miniaturyzacji wykorzystywanych urządzeń i osiągnięcia jeszcze większych prędkości przepływu danych.

Zwiększające się systematycznie potrzeby informacyjne organów dowodzenia siłami powietrznymi będą wymuszać w perspektywie do 2025 roku, podobnie jak ma to miejsce obecnie, wykorzystanie w zabezpieczeniu łączności na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi komercyjnych środków łączności. W operacjach o charakterze ekspedycyjnym będą to prawdopodobnie przede wszystkim satelitarne systemy łączności. Powszechnie podkreślanym w literaturze przedmiotu faktem jest zwielokrotnienie potrzeb w zakresie szybkości transferu danych w sieciach systemów dowodzenia wojsk, w tym również w systemie dowodzenia siłami powietrznymi. Oceniając braki w możliwościach transmisji danych przez wojskowe systemy łączności satelitarnej nieuniknione będzie wykorzystanie cywilnych, komercyjnych systemów łączności do transmisji części danych na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi. Taka sytuacja wymuszać będzie jednak podejmowanie szerszych przedsięwzięć w zakresie ochrony informacji poprzez stosowanie narzędzi kryptograficznych.

W dalszej perspektywie czasowej, do 2025 roku, możliwe będzie stosowanie na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi nowych technicznych środków łączności pozwalających na transmisję danych w niewykorzystywanych dotychczas pasmach spektrum elektromagnetycznego. Prowadzone są obecnie prace badawczo-rozwojowe nad systemami łączności laserowej. Mogłaby ona być stosowana w relacjach łączności powietrze – powietrze na wysokościach powyżej

górną granicę chmur od około 12 000 m<sup>134</sup>. Łączność laserowa ma zapewniać transmisję danych z prędkościami rzędu 3 GB/s. W amerykańskiej agencji rządowej DARPA prowadzone są również wstępne prace nad środkami łączności laserowej działającej w warunkach zachmurzenia zapewniających transmisję danych na odległość od 10 do 12 km<sup>135</sup>.

Innym kierunkiem doskonalenia technicznych środków łączności systemu dowodzenia siłami powietrznymi jest wykorzystywanie do łączności radiowej relacji powietrze – powietrze na dużych wysokościach powyżej 20 000 m pasma radiowego 55 – 65 GHz. Ponieważ sygnał radiowy tego pasma częstotliwości jest silnie tłumiony na mniejszych wysokościach (około 4-5 db/km) zakłada się, że tego rodzaju transmisje nie będą mogły być skutecznie zakłócane z ziemi<sup>136</sup>.

Jedną z właściwości dowodzenia siłami powietrznymi jest duża dynamika działań<sup>137</sup>. Tempo zmian sytuacji w operacjach, bitwach i walkach powietrznych mierzy się w godzinach, minutach a nawet sekundach. Z tego względu występuje duża częstotliwość, z reguły krótkich cykli dowodzenia<sup>138</sup>. Duża dynamika działań wiąże się z nienadążaniem procesów informacyjno-decyzyjnych za ciągle zmieniającą się sytuacją bojową. Sytuacja ta jest mało komfortowa dla decydentów a stres może negatywnie wpływać na jakość podejmowanych decyzji. Rozwiązaniem zmniejszającym negatywne skutki powyższej sytuacji staje się coraz szersze stosowanie technicznych środków dowodzenia automatyzujących niektóre procesy związane z przetwarzaniem i zobrazowaniem informacji.

Współcześnie, każde nowoczesne siły powietrzne wykorzystują w dowodzeniu technologie sieciowe. Sieci komputerowe stanowią komputery lub inne urządzenia połączone ze sobą w celu wymiany danych lub współdzielenia różnych zasobów, na przykład korzystania ze wspólnych urządzeń lub korzystania ze

---

<sup>134</sup> E. Ghashghai, *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, Project Air Force, RAND, Santa Monica, 2004, s. 30 – 31.

<sup>135</sup> *Making Cloudy Days No Problem For Laser Communications*, 2006, dostępne z: [http://www.spacemart.com/reports/Making\\_Cloudy\\_Days\\_No\\_Problem\\_For\\_Laser.htm](http://www.spacemart.com/reports/Making_Cloudy_Days_No_Problem_For_Laser.htm)

<sup>136</sup> E. Ghashghai, *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, wyd. cyt., s. 30.

<sup>137</sup> E. Zabłocki, *Dowodzenie SP. Cz. 1 Podstawowe zagadnienia*, wyd. cyt. s. 33.

<sup>138</sup> Tamże.

wspólnego oprogramowania albo korzystania z centralnej bazy danych przesyłania informacji między komputerami (komunikaty, listy, pliki).

Technologia sieciowa jest praktycznie wykorzystywana w obecnych systemach dowodzenia. Obecnie systemy informatyczne i teleinformatyczne są immanentną częścią każdego, współczesnego systemu dowodzenia. Istotnym aspektem wykorzystania technologii sieciowych w perspektywnych systemach dowodzenia sił powietrznych jest zwiększanie w wymiarze geograficznym rozległości sieci w ramach rozwiązań „reach back capability”. W rozwiązaniach takich przewiduje się realizowanie w perspektywie najbliższych kilkunastu lat przetwarzania pierwotnych danych rozpoznawczych w macierzystych organach dowodzenia rozmieszczonych w miejscach stałej dyslokacji i przekazywanie przetworzonych informacji na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi rozwiniętymi na obszarze operacji. Kolejnym trendem w przetwarzaniu i zobrazowaniu informacji na potrzeby organów dowodzenia siłami powietrznymi staje się integracja w ramach jednego spójnego zobrazowania danych pochodzących z różnych źródeł i dotyczących zróżnicowanych aspektów realizacji zadań bojowych. Przykładem może być korelacja na stanowisku dowodzenia – centrum operacji powietrznych – cyfrowej mapy z prognozą pogody z wyliczonymi komputerowo strefami, w których będzie możliwe wykorzystanie lotniczych środków rażenia z określonymi systemami kierowania (laserowymi, telewizyjnymi czy GPS).

Przetwarzanie informacji w systemach dowodzenia siłami powietrznymi uzależnione będzie od szerebła dowodzenia oraz funkcji, jakie ma spełniać określony organ dowodzenia. Główny wysiłek w pracach badawczo-rozwojowych skupiony jest na tworzeniu zautomatyzowanych systemów dowodzenia, które będą pozwalać na zmniejszanie wielkości obsad organów dowodzenia lotnictwem przy jednoczesnym zwiększaniu wielkości wysiłku lotniczego, dla którego możliwe będzie realizowanie funkcji dowodzenia związanych z planowaniem działań, stawianiem zadań, nadzorem nad ich realizacją oraz oceną rezultatów działań bojowych. Przykładem takich rozwiązań może być NATO-wski program systemu dowodzenia siłami powietrznymi (NATO Air Command and Control System – ACCS), w którego ramach tworzone jest Centrum Operacji Powietrznych zdolne do przerzutu (Deployable CAOC – DCAOC). Przy obsłudze 56 operatorów zautomatyzowane środki przetwarzania informacji DCAOC mają pozwalać na planowanie użycia lot-

nictwa z natężeniem do 1 000 samolotolotów na dobę oraz stawianie zadań, nadzorowanie ich realizacji i ocenę rezultatów działania<sup>139</sup>. NATO planuje stworzenie dwóch zdolnych do przerzutu DCAOC, a zatem można przewidywać, że w perspektywie do 2025 roku systemy DCAOC będą wykorzystywane w działaniach sił powietrznych NATO w ramach operacji prowadzonych poza terytorium sojuszu.

Automatyzacja przetwarzania i zobrazowania informacji wkracza w coraz szerszym stopniu do praktyki dowodzenia w siłach powietrznych na szczeblach taktycznych. Dynamicznie rozwijają się zautomatyzowane systemy wspomaganie planowania misji bojowych dla załóg lotnictwa uderzeniowego. W oparciu o bazy danych organów dowodzenia sił powietrznych oraz ustalenia dokumentów rozkazodawczych systemy takie pozwalają organom dowodzenia jednostek lotnictwa oraz załogom lotniczym na zaplanowanie sposobu wykonania zadania bojowego, użycia pokładowych środków rozpoznania oraz użycia uzbrojenia. Rezultaty planowania są dostępne w formie danych cyfrowych wprowadzanych do pokładowych systemów nawigacyjno-celowniczych statku powietrznego. Możliwa jest także wizualizacja rezultatów planowania oraz ich wydruk.

Można przewidywać, że w perspektywie najbliższych kilkunastu lat, do 2025 roku, upowszechniać się będzie stosowanie na taktycznych szczeblach wykonawczych w systemie dowodzenia siłami powietrznymi wielu państw systemów automatyzacji planowania realizacji misji bojowych o dużych możliwościach

We wskazanej perspektywie czasowej należy spodziewać się intensywnych prac nad szerszym, praktycznym wykorzystaniem w systemach automatyzacji procesów dowodzenia siłami powietrznymi tzw. sieci neuronowych. Sztuczne sieci neuronowe są tworem człowieka, ale działaniem naśladują to, co natura stworzyła i rozwijała przez miliony lat - strukturę nerwową potrafiącą odbierać docierające sygnały i efektywnie przetwarzać je na użyteczną informację. Ich wykorzystanie w procesie dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie kilkunastu najbliższych lat będzie wiązać się z dwoma czynnikami: umiejętnością generalizacji problemów i predykcji informacji oraz nieograniczoną dostępnością rozproszonych w sieciach systemu dowodzenia sił powietrznych komputerów o ogromnej mocy obliczeniowej.

---

<sup>139</sup> K. Nesbitt, *Deployable Operations Capability. The NATO Air Command and Control System*, "JAPCC Journal", Edition 2, 2005, s. 30.

Coraz większą popularność i zainteresowanie sieci neuronowe w dużej mierze zawdzięczają m.in. zdolności równoległego przetwarzania informacji, zdolności do uczenia się oraz uogólniania nabytej wiedzy, stanowiąc pod tym względem system sztucznej inteligencji<sup>140</sup>. Głównym zadaniem badań nad sztuczną inteligencją w drugim znaczeniu jest konstruowanie maszyn i programów komputerowych zdolnych do realizacji wybranych funkcji umysłu i ludzkich zmysłów niepoddających się prostej numerycznej algorytmizacji. Istnieją dwa podstawowe podejścia do pracy nad sztuczną inteligencją. Po pierwsze to tworzenie modeli matematyczno-logicznych analizowanych problemów i implementowanie ich w formie programów komputerowych, mających realizować konkretne funkcje uważane powszechnie za składowe inteligencji. W tej grupie, tzw. podejścia symbolicznego, są np. algorytmy genetyczne, metody logiki rozmytej i wnioskowania bazującego na doświadczeniu. Z kolei po drugie, to podejście subsymboliczne polegające na tworzeniu struktur i programów „samouczących się”, bazujących na modelach sieci neuronowej i sieci asocjacyjnych, oraz opracowywanie procedur „uczenia” takich programów, rozwiązywania postawionych im zadań i szukania odpowiedzi na wybrane klasy „pytań”.

W perspektywie kilkunastu najbliższych lat należy przewidywać pogłębianie się zarysowujących się obecnie trendów w wizualizacji informacji na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi. Nie tak dawno go zasadniczych środków zobrazowania informacji w dowodzeniu siłami powietrznymi zaliczano głównie dokumenty bojowe, w tym tradycyjne mapy, planszety, aparaturę zapisującą dźwięk, filmy, zdjęcia, itp<sup>141</sup>. Bez zastosowania nowych technologii środki te z pewnością pozostałyby w dotychczasowej, tradycyjnej formie. Ale osiągnięcia współczesnej informatyki przyczyniły się do rozwoju także tej grupy technicznych środków dowodzenia, co już obecnie wyraźnie uwidacznia się w praktyce dowodzenia siłami powietrznymi.

Analiza literatury, doświadczenia zebrane w czasie ćwiczeń pozwalają postawić tezę, iż tradycyjne, „papierowe” dokumenty powszechnie są i będą zastępowane ich elektronicznymi odpowiednikami. Drukowane będą jednak przetworzone, dostosowane do potrzeb konkretnego użytkownika czy decydenta treści

---

<sup>140</sup> [http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna\\_inteligencja](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja)

<sup>141</sup> P. Sienkiewicz i in., *Dowodzenie z komputerem*, MON, Warszawa 1984.

dokumentów, a nie ich całość. Obecnie i w perspektywie roku 2025 rozwój tej formy zobrazowania informacji będzie zmierzał do opracowania bardziej nowoczesnych standardów i ich powszechnego wdrożenia do systemu dowodzenia sojuszu<sup>142</sup>. Rozwój elektronicznych form dokumentów zmierza w kierunku pełnej automatyzacji ich opracowywania<sup>143</sup>.

Nowe programy, współpracując z cyfrowymi mapami terenu, umożliwią automatyczne odwzorowanie sytuacji opisanej w dokumencie. W procesie przygotowywania map cyfrowych wykorzystywane są zobrazowania Ziemi w postaci zdjęć lotniczych i scen satelitarnych poparte następnie zwiadem terenowym.

W minionych latach do zobrazowania informacji powszechnie stosowano różnego typu planszety ze szkła organicznego. Urządzenia te umożliwiały graficzne zobrazowanie sytuacji powietrznej i naziemnej. Obraz był ręcznie nanoszony na szkło organiczne przez operatorów (planszeczistów). Pod koniec XX wieku możliwość powszechnego zastosowania osiągnięć informatyki pozwoliła na szerokie zastosowanie w systemach dowodzenia siłami powietrznymi tzw. zobrazowania wielkoformatowego (rys. 51). Rozwiązanie to było możliwe po opracowaniu rzutników komputerowych o wysokiej rozdzielczości i specjalistycznych programów graficznych oraz odpowiednio wydajnych procesorów. Informacja jest pokazywana w czasie rzeczywistym, a przedstawiana jest przy użyciu umownych znaków graficznych i kolorów na tle cyfrowej mapy obszaru działań. Obecne systemy przedstawiają sytuację w dwóch wymiarach.

W przyszłości możliwe będzie przedstawianie sytuacji i w trzecim wymiarze, dzięki rozwojowi holografii, która zajmuje się technikami uzyskiwania obrazów przestrzennych (trójwymiarowych).

Od wielu lat można zauważyć dwa trendy w rozwoju środków rozmieszczenia stanu osobowego i transportu w systemie dowodzenia siłami powietrznymi – budowanie dużych, umocnionych podziemnych stanowisk dowodzenia oraz tworzenie ich mobilnych odpowiedników. Rozwój obiektów stacjonarnych zmierza do zastosowania wszystkich, aktualnie dostępnych rozwiązań technicznych mających wpływ na żywotność takich obiektów.

---

<sup>142</sup> Obecnie stosuje się standard AdatP-3.

<sup>143</sup> Informacja z firmy FILBICO, szkolenie w Wydziale Lotnictwa i Obrony Powietrznej w dniu 7 listopada 2007.



Źródło: <http://www.caoc3.com>

**Rys. 51. Zobrazowanie wielkoformatowe na jednym ze stanowisk dowodzenia siłami powietrznymi Sojuszu**

Praktyka dowodzenia siłami powietrznymi w szeregu państw wskazuje, że nadal są wykorzystywane rozbudowane inżynieryjnie, umocnione stanowiska dowodzenia pełniące funkcje centralnych organów dowodzenia siłami powietrznymi. Niejednokrotnie tego rodzaju stanowiska dowodzenia rozmieszczane są wewnątrz masywów skalnych, które zapewniają im kilkudziesięciometrową osłonę przed lotniczymi lub raketowymi środkami rażenia. Nowym zjawiskiem obserwowanym w krajach arabskich jest stosowanie technik górniczych w budowie nowych, głęboko osadzonych obiektów na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi<sup>144</sup>. Pozwala to na maskowanie położenia powstających w ten sposób obiektów przed rozpoznaniem satelitarnym oraz uzyskiwanie wysokiej odporności na uderzenia konwencjonalnych środków rażenia.

Stacjonarne umocnione obiekty zabezpieczające funkcjonowanie organów dowodzenia siłami powietrznymi będą w perspektywie kilkunastu najbliższych lat mogły funkcjonować zupełnie odizolowane od otoczenia przez bardzo długi okres czasu i realizować funkcje dowodzenia nawet w warunkach użycia broni masowego rażenia. Takie obiekty sprawdzają się w terytorialnych systemach obrony powietrznej, lecz mimo wszystko są dość łatwe do rozpoznania i zniszczenia. Dłate-

<sup>144</sup> E. M. Sepp, *Deeply Buried Facilities: Implications for Military Operations*, AU, Maxwell AFB, 2000, s. 10.

go też, w dalszym ciągu będą organizowane obiekty zapasowe i pozorne mające zmylić potencjalnego przeciwnika. Ważnym aspektem utrzymywania stacjonarnych obiektów zabezpieczających funkcjonowanie systemu dowodzenia sił powietrznych są wysokie koszty. Powoduje to, że nie dąży się obecnie do zwiększania ilości umocnionych obiektów dla rozmieszczenia elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi, ale poszukuje innych sposobów zwiększania żywotności systemu. Odstępstwem od takiej reguły są organa dowodzenia siłami powietrznymi rozmieszczone w bezpośredniej bliskości potencjalnych przeciwników, które mogą być narażone na bezpośredni atak raketowy czy powietrzny w wypadku eskalacji sytuacji kryzysowych. W takich sytuacjach, czego potwierdzeniem mogą być bazy amerykańskie w Korei Południowej czy krajach Zatoki Perskiej, nadal dąży się do stosowania pełnej rozbudowy inżynieryjnej obiektów zabezpieczających funkcjonowanie organów dowodzenia sił powietrznych.

Zmiana charakteru zagrożeń militarnych uwidoczniła znaczenie zwiększenia mobilności organów dowodzenia siłami powietrznymi. Okazało się, że siły powietrzne muszą dysponować w ramach swojego systemu dowodzenia mobilnymi stanowiskami dowodzenia zarówno szczebla operacyjnego, jak i taktycznego. Mobilność osiąga się poprzez zastosowanie środków transportu lądowego, powietrznego i morskiego. Dąży się do unifikacji środków transportowych. Jest to możliwe poprzez rozwijanie „kontenerowych stanowisk dowodzenia”. Kontenery są przystosowane do przerzutu drogą lądową, powietrzną i morską. Przykładem wprowadzenia tej koncepcji w życie jest stworzenie przez Sojusz Północnoatlantycki mobilnego wielonarodowego centrum operacji powietrznych. W podstawowej konfiguracji DCAOC ma składać się z jedenastu standardowych kontenerów, z czego: siedem mają stanowić kontenery tworzące pomieszczenia pracy bojowej, dwa kontenery mają mieścić środki łączności, a dwa inne mają być przeznaczone do zabezpieczenia logistycznego<sup>145</sup>.

Analogiczne podejście znalazło zastosowanie w amerykańskich koncepcjach zapewnienia mobilności organom dowodzenia siłami powietrznymi szczebla centrum operacji powietrznych. W ramach programu modułowego centrum operacji powietrznych (Modular Air Operations Center – MAOC) opracowano standardowe, przystosowane do przerzutu moduły (określane również jako transportowa-

---

<sup>145</sup> K. Nesbitt, *Deployable Operations Capability*, wyd. cyt., s. 30.

ne schrony), z których po połączeniu ma powstawać w pełni funkcjonalne stanowisko dowodzenia<sup>146</sup>.

Wraz z rozwojem techniki lotniczej pojawiła się idea umieszczenia elementów systemu dowodzenia w przestrzeni powietrznej, co w latach 60. XX wieku zaowocowało opracowaniem systemu AWACS. Miniaturyzacja technicznych środków rozpoznania oraz możliwości szerokopasmowej transmisji informacji do naziemnych organów dowodzenia systemu dowodzenia siłami powietrznymi będą prawdopodobnie powodować odchodzenie od budowy w przyszłości nowych generacji powietrznych stanowisk dowodzenia. Należy jednak liczyć się z ciągłą modernizacją obecnie użytkowanych powietrznych elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi.

### 5.3. Wnioski

Wyniki badań opisane w niniejszym rozdziale uzasadniają tezę, że kierunek rozwoju struktury dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku wytyczały będą:

- zakres zadań sił powietrznych, a w tym przewaga działań w ramach operacji reagowania kryzysowego o niskim natężeniu użycia siły oraz gotowość do prowadzenia intensywnych działań na dużym obszarze z wysokim natężeniem użycia siły,
- szybki, ciągły rozwój techniki i technologii dowodzenia siłami powietrznymi w kierunku coraz większej swobody i programowalności (sieciocentryczności) działań sił powietrznych,
- ciągły rozwój wiedzy i umiejętności personelu sił powietrznych,
- rozwijanie się stylów większej swobody dowodzenia siłami powietrznymi,
- uelastycznienie rozpiętości dowodzenia,
- utrzymanie, a najprawdopodobniej wzrost bezpośredniego wpływu polityków na dowodzenie siłami powietrznymi.

---

<sup>146</sup> Powyższy projekt jest szerzej omawiany w: *Contingency Theater Automated Planning System* (CTAPS), dostępne z: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/chaps.htm>

Analiza i ocena zarysowanego spektrum czynników wpływających na przyszłe struktury dowodzenia siłami powietrznymi pozwala wysnuć należycie uprawdopodobnione przypuszczenie, że praktycznie, ale także teoretycznie niezwykle trudne byłoby przyjęcie jednej uniwersalnej sformalizowanej struktury dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie 2025. Natomiast racjonalnym, naukowo uzasadnionym działaniem wydaje się poszukiwanie struktur organizacji dowodzenia siłami powietrznymi o swobodnym kształcie. Strukturę taką wyraża kształt ameby, elastycznie zmieniającej swój wygląd w zależności od potrzeb.

Bardziej precyzyjnie prawdopodobny przyszły zbiór relacji hierarchicznych i funkcjonalnych rozpięty pomiędzy organami dowodzenia siłami powietrznymi rozmieszczonymi na różnych typach stanowisk dowodzenia wszystkich szczebli organizacyjnych, konstytuujący system dowodzenia siłami powietrznymi jako całość ukierunkowaną na osiągnięcie celów walki i operacji oraz innych działań sił powietrznych<sup>147</sup> opisuje forma wielopostaciowa struktury dowodzenia siłami powietrznymi.

Struktura wielopostaciowa uwzględnia przede wszystkim wpływ wszystkich wyspecyfikowanych czynników wpływających na system, a zatem i na strukturę dowodzenia do 2025 roku. Zakłada ona w centrum struktury względnie trwałe zespoły kierownicze – dowódca regionalny, narodowy dowódca sił powietrznych z różnymi specjalistami – sztab dowódcy sił powietrznych. Centrum to otaczają stabilne struktury dywizjonalne, doraźne zespoły i struktury zadaniowe oraz macierzowe, struktury o kształcie demokratycznym i te ze skrajną centralizacją dowodzenia przy kolektywnym kierownictwie. Każda z nich powinna zostać zaprojektowana odpowiednio do aktualnego zbioru wymagań dla systemu dowodzenia siłami powietrznymi.

Wielopostaciowa, o kształcie ameby, struktura dowodzenia siłami powietrznymi powinna zapewnić sprawne dowodzenie tymi siłami w 2025 roku. Nie oznacza to jednak odnalezienia w badaniach jedynie słusznego rozwiązania postawionego problemu, a jedynie racjonalny, i jak się wydaje należycie uargumentowany wariant takiego rozwiązania. Poszukiwania najbardziej adekwatnych do potrzeb Sił

---

<sup>147</sup> Zob. podrozdział 2.1.

powietrznych struktur dowodzenia nimi mają charakter ciągły i nie powinny być przerywane.

Techniczny rozwój środków dowodzenia systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie przebiegał w perspektywie do 2025 roku w zróżnicowany sposób dla poszczególnych podgrup środków zdobywania, przesyłania, przetwarzania i zobrazowania informacji, a także środków rozmieszczenia stanów osobowych i transportu. Dynamicznie wykorzystywane będą w systemie dowodzenia siłami powietrznymi nowe technologie informacyjne zapewniające osiągnięcie zdolności operacyjnych niezbędnych do skutecznego użycia potencjału lotniczego w warunkach perspektywicznego sieciocentrycznego pola walki.

W grupie technicznych środków rozpoznania zasilających informacyjnie system dowodzenia siłami powietrznymi należy przewidywać w perspektywie do 2025 roku doskonalenie urządzeń rozpoznawczych wykorzystujących radiolokacyjne, radioelektroniczne oraz optoelektroniczne techniki detekcji. W dalszej perspektywie nie można wykluczyć stopniowego wykorzystywania na potrzeby systemu dowodzenia sił powietrznych technicznych środków rozpoznania multispektralnego i hiperspektralnego oraz lidarowego. Miniaturyzacja urządzeń rozpoznawczych pozwolić będzie na szersze ich przenoszenie nie tylko przez samoloty załogowe, ale w coraz szerszym stopniu również przez bezzałogowe aparaty latające. Postęp technologiczny w dziedzinie komercyjnych i militarnych systemów satelitarnych będzie pozwalał na szersze niż dotychczas wykorzystanie do informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi środków rozpoznania kosmicznego, w tym rozpoznania radiolokacyjnego w trybie pracy syntetycznej apertury oraz wykrywania obiektów ruchomych.

Techniczny rozwój środków łączności związanych z systemem dowodzenia siłami powietrznymi ukierunkowany będzie na zwiększanie możliwości transmisji danych cyfrowych w szerokopasmowych relacjach łączności oraz zwiększanie stopnia bezpieczeństwa łączności. Pomimo, że w perspektywie najbliższych 20 lat będą wykorzystywane wszystkie dotychczas stosowane typy łączności, to należy przewidywać zróżnicowanie stopnia ich zastosowania w dowodzeniu siłami powietrznymi. Cyfrowe systemy łączności przewodowej będą wykorzystywane przede wszystkim do zabezpieczenia lokalnej łączności fonicznej i przesyłania danych w ramach tego samego organu dowodzenia sił powietrznych. Relacje

łączności dalekiego zasięgu będą w coraz większym stopniu zabezpieczane przez systemy satelitarnej łączności radiowej. W dalszej perspektywie czasowej, około 2025 roku, można założyć, że w relacjach łączności radiowej powietrze – powietrze stosowane będą laserowe systemy transmisji danych.

Zasadniczym kierunkiem rozwoju środków przetwarzania i wizualizacji informacji w systemach dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie do 2025 roku jest dążenie do automatyzacji procesów planowania działań bojowych, stawiania zadań oraz wspomaganie planowania sposobu realizacji tych zadań na szczeblach taktycznych. Systemy przetwarzania danych mają zapewniać znaczące zmniejszenie obsad etatowych stanowisk dowodzenia przy jednoczesnym zwiększaniu wielkości sił, dla których mogą być realizowane funkcje dowodzenia.

Rozszerzeniu ulegać będą w perspektywie najbliższych kilkunastu lat możliwości stosowania rozwiązań sieciowych w systemach przetwarzania i wizualizacji informacji systemu dowodzenia siłami powietrznymi, dzięki czemu rozszerzać się będą możliwości realizacji funkcji dowodzenia przez rozproszone geograficznie elementy funkcjonalne poszczególnych organów dowodzenia lotnictwa oraz oddalone od siebie różne organa dowodzenia.

Wzrost znaczenia operacji o charakterze ekspedycyjnym powoduje rozwój mobilnych oraz przystosowanych do transportu elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi. Wprowadzane są i będą do uzbrojenia modułowe, zautomatyzowane systemy dowodzenia pozwalające na elastyczne konfigurowanie stanowisk dowodzenia siłami powietrznymi różnego rodzaju, w zależności od potrzeb konkretnych operacji. Ten kierunek zmian będzie intensywnie kontynuowany.

## ZAKOŃCZENIE

Badania, których rezultaty są zawarte w niniejszym opracowaniu teoretycznym nt. „Studium przyszłości sił powietrznych. Synteza wyników badań” są rezultatem czteroletnich badań tej problematyki. W swoich dociekaniach naukowych zespół badawczy koncentrował się na problemach związanych z rozwojem głównych systemów sił powietrznych – systemu rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, lotnictwa oraz systemu dowodzenia, w prognozowanym okresie do 2025 roku.

Celem badań w ramach niniejszego studium teoretycznego było ustalenie uwarunkowań użycia sił powietrznych oraz opracowanie kierunków rozwoju ich systemów rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, lotnictwa i systemu dowodzenia w perspektywie czasowej do 2025 roku.

Przeprowadzone badania dowiodły, że w założonej perspektywie czasowej dalszej ewolucji będą podlegać zagrożenia bezpieczeństwa w aspekcie militarnym, co będzie miało wpływ na koncepcje użycia i rozwoju sił zbrojnych. Obecnie ocenia się, że prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego na dużą skalę jest bardzo niskie, natomiast zagrożeniem dla funkcjonowania państw i społeczeństw będzie w dalszym ciągu międzynarodowy terroryzm, lokalne konflikty zbrojne o podłożu religijnym, etnicznym czy ekonomicznym, niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia, upadek struktur państwowych czy cyberterrorizm. W układzie sojuszniczym oraz europejskim (Unia Europejska) nakłada to na państwa członkowskie obowiązek takiego przekształcania sił zbrojnych, aby były one gotowe nie tylko do obrony własnego terytorium (państwa, grupy państw lub sojuszu), ale również gotowe do użycia w różnych punktach kuli ziemskiej w operacjach reagowania kryzysowego, z reguły z dala od terytorium sojuszu i naszego kraju.

Z przeprowadzonych analiz jednoznacznie wynika, że w perspektywie najbliższych dwudziestu lat udział sił zbrojnych w operacjach reagowania kryzysowego będzie podstawowym obszarem ich zarówno bojowego, jak i niebojowego zastosowania. Siły powietrzne, z racji swojego globalnego zasięgu, szybkości reagowania i użycia oraz możliwości dotarcia w przestrzeni powietrznej do dowolnego rejonu ziemi, będą odgrywać bardzo ważną rolę w przyszłych operacjach. Ich

zadania, co do swej istoty i charakteru będą podobne do tych, które siły powietrzne realizują obecnie, zmieni się jednak sposób ich wykorzystania i zmniejszeniu ulegnie czas reakcji.

Z oceny przyszłościowych koncepcji rozwoju i użycia sił zbrojnych wynika, że w perspektywie 2025 roku działania militarne będą prowadzone według założeń walki sieciocentrycznej. Podstawą prowadzenia tej walki będzie posiadanie, poprzez rozległą sieć informacyjną spinającą wszystkie siły biorące udział w danej operacji, przewagi informacyjnej nad przeciwnikiem, dzięki czemu zapewniona zostanie, zarówno dowódcom różnych szczebli, jak i wojskom świadomość informacyjna. Poprzez to możliwe będzie uprzedzanie przeciwnika i użycie własnych sił tam gdzie to będzie potrzebne i wtedy, kiedy będzie to potrzebne. Siły powietrzne, dzięki wspomnianym wyżej właściwościom, będą odgrywać znaczącą rolę w działaniach sieciocentrycznych dostarczając informacji poprzez sensory rozpoznawcze rozmieszczone w przestrzeni powietrznej, jak i na ziemi i w wodzie oraz oddziaływując ogniowo i elektronicznie platformami bojowymi zarówno z powietrza, jaki i z ziemi.

Wymienione wyżej zagrożenia bezpieczeństwa determinują rozwój naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych. Funkcjonujące obecnie naziemne systemy rozpoznania radiolokacyjnego będą ciągle modernizowane i udoskonalane, wprowadzane będą też do uzbrojenia nowe urządzenia, które będą wyznaczać przyszłe standardy i kierunki rozwoju. W radarowych systemach rozpoznania dążyć się będzie do zwiększenia możliwości wykrywania obiektów powietrznych wykonanych w technologii stealth, rakiet balistycznych czy skrzydlatych oraz samolotów i śmigłowców bezzałogowych. W perspektywie najbliższych dwudziestu lat naziemne systemy rozpoznania elektronicznego bazować będą zarówno na ciągle udoskonalanych, obecnie stosowanych urządzeniach rozpoznania elektronicznego oraz na urządzeniach laserowych, co zapewni wykrywanie i rozpoznanie celów z dużo większych odległości i z dużo większą precyzją.

Badania dowiodły, że znaczące zmiany zachodzą też będą w powietrznych systemach rozpoznania. W systemach tych, przenoszonych przez załogowe i bezzałogowe statki powietrzne sił powietrznych, będą stosowane wielofunkcyjne radary, urządzenia rozpoznania elektronicznego i optoelektronicznego. Powietrzne rozpoznanie elektroniczne ukierunkowane będzie na wykrywanie, określanie poło-

żenia, określanie charakterystyk oraz zabezpieczenie rażenia ogniowego środków OPL, systemów rozpoznania radarowego i elektronicznego oraz łączności. Powietrzne rozpoznanie optoelektroniczne pozostanie najistotniejszym sposobem zdobywania informacji. Standardem będzie pełne wykorzystanie techniki cyfrowej w kamerach telewizyjnych światła widzialnego oraz w podczerwieni, a także skanerów termalnych i urządzeń laserowych. Dążyć się będzie, aby wskazane wyżej urządzenia rozpoznawcze były zintegrowane w jedno wielowidmowe urządzenie, a informacja przez nie rejestrowana była przesyłana do odbiorców w czasie bieżącym.

Uogólniając przeprowadzone badania dotyczące naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych należy stwierdzić, że ich rozwój będzie w perspektywie najbliższych dwudziestu lat uwarunkowany potrzebą przeciwdziałania zmieniającym się zagrożeniom powietrznych. Jak się jednak ocenia, obok klasycznych środków napadu powietrznego, takich jak samoloty i śmigłowce rosnących możliwościach taktyczno-bojowych pojawiać się będą nowe zagrożenia z powietrza, takie jak rakiety balistyczne, rakiety skrzydlate, bezzałogowe aparaty latające, czy samoloty cywilne uprowadzone przez terrorystów do wykonania ataku na ważne obiekty na ziemi lub wodzie.

Przeciwdziałanie temu rozszerzającemu się spektrum zagrożeń to nowe wyzwanie dla obrony powietrznej, a szczególnie dla jej podsystemu rażenia, w skład którego wchodzi lotnictwo myśliwskie, naziemne systemy obrony przeciwlotniczej oraz środki przeciwdziałania elektronicznego. Naziemne systemy obrony przeciwlotniczej będą się nadal rozwijać w kierunku zwiększania ich zasięgu, skrócenia czasu działania oraz zwiększenia skuteczności zwalczania zarówno samolotów, śmigłowców i środków bezzałogowych, jak i rakiet balistycznych oraz rakiet skrzydlatych. Nie jest możliwe ani celowe budowanie w przyszłości jednego, uniwersalnego naziemnego systemu obrony powietrznej. Nadal niezbędna będzie specjalizacja tych systemów w ramach zasięgu oddziaływania, czyli przeciwlotniczych systemów raketowych dalekiego, średniego, małego i bliskiego zasięgu.

Koncepcja wykorzystania naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych wynika z prognozowanych misji sił zbrojnych, zarówno RP jak i Sojuszu. Mogą one być użyte zarówno do obrony terytorium Sojuszu, jak i do udziału w operacjach reagowania kryzysowego lub stricte militarnych poza nim. Szerokie

spektrum zastosowań naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej, w tym poza obszarem Sojuszu powoduje, iż część z nich powinna spełniać wymagania modułowości oraz mobilności w celu szybkiego przemieszczania w rejon działań, który może być bardzo odległy od miejsc stałego bazowania.

Najważniejszą częścią sił powietrznych jest lotnictwo. Badania dowodzą, że w perspektywie 2025 roku lotnictwo sił powietrznych będzie odgrywać bardzo ważną rolę, posiadając w przyszłości na wyposażeniu sensory rozpoznawcze dostarczające do wspólnej sieci informacyjnej informacje i dane zdobywane z powietrza oraz platformy bojowe przeznaczone głównie do rażenia różnorodnych celów znajdujących się w powietrzu, na ziemi, wodzie lub pod wodą. Zadania lotnictwa sił powietrznych na przyszłym polu walki pozostaną w swej istocie niezmiennie, ewoluować będą natomiast sposoby ich realizacji

Do 2025 roku na wyposażenie lotnictwa sił powietrznych w coraz szerszym zakresie wchodzić będą bezzałogowe aparaty latające, które przejmą większość zadań rozpoznawczych oraz stopniowo będą używane do zwalczania celów naziemnych i nawodnych a także celów powietrznych. Załogowe lotnictwo sił powietrznych wyposażane będzie w samoloty wielozadaniowe, będące w swej istocie platformami bojowymi przeznaczonymi do wykonywania różnorodnych misji – powietrze – powietrze, powietrze – ziemia (woda), lub do wykonywania zadań rozpoznawczych. Przystosowanie do tych misji następować będzie poprzez podwieszenie odpowiedniego uzbrojenia lub odpowiednich zasobników.

W konstruowaniu nowych załogowych i bezzałogowych statków powietrznych dążyć się będzie do tego, aby utrudnić ich wykrycie i zwalczanie w powietrzu oraz zapewnić wysoką skuteczność wykonania zadań. W konstrukcjach nowych załogowych i bezzałogowych statków powietrznych zostaną zastosowane najnowsze rozwiązania konstrukcyjne i najnowsze osiągnięcia technologiczne, takie jak technologia stealth, utrudniająca wykrycie celów powietrznych, zmiany w konstrukcjach płatowców i silników umożliwiające osiągnięcie wysokiej manewrowości, a także rozwiązania techniczne zapewniające osiąganie bardzo dużych wysokości oraz długotrwałości lotu. Wyposażenie nawigacyjno-celownicze zapewni precyzyjne nawigowanie oraz możliwość wykonywania wszystkich zadań w każdych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

Osiągnięcie wysokich rezultatów działań przez siły powietrzne będzie możliwe w sytuacji posiadania odpowiedniego do zakresu ich użycia systemu dowodzenia. W związku ze zmniejszaniem się liczebności sił powietrznych zmniejsza się i będzie się zmniejszać liczba dowództw i stanowisk dowodzenia. System dowodzenia siłami powietrznymi zmieniać się będzie w taki sposób, aby był on zdolny do dowodzenia zarówno siłami uczestniczącymi w operacjach na terytorium kraju, sojuszu czy koalicji, jak i poza nim. Wymusza to zatem konieczność posiadania mobilnych dowództw i stanowisk dowodzenia gotowych do przemieszczenia się w rejony, gdzie prowadzone będą operacje.

W systemie dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie najbliższych dwudziestu lat będą zachodzić zmiany zarówno strukturalne, jaki spowodowane wprowadzaniem nowych rozwiązań technicznych. Zakłada się, że uelastycznienie dowodzenia siłami powietrznymi osiągnie się poprzez różne stopnie centralizacji (pełną centralizację, częściową centralizację, pośrednią centralizację lub decentralizację z samosynchronizacją). Zakładać również należy utrzymanie, a najprawdopodobniej wzrost, bezpośredniego wpływu gremiów politycznych na dowodzenie siłami powietrznymi.

Analiza szerokiego spektrum czynników wpływających na przyszłe struktury dowodzenia siłami powietrznymi pozwala przypuszczać, że w perspektywie 2025 roku nie będzie jednej, uniwersalnej i sformalizowanej struktury dowodzenia siłami powietrznymi. Z badań wynika, że przyszły system dowodzenia siłami powietrznymi powinien stanowić całość ukierunkowaną na osiągnięcie celów walki i operacji oraz innych działań sił powietrznych. Najpełniej zapewnia to forma wielopostaciowa struktury dowodzenia siłami powietrznymi.

Zakłada się, że w centrum struktury wielopostaciowej znajdował się będzie względnie stały zespół kierowniczy – dowódca regionalny, narodowy dowódca sił powietrznych z różnymi specjalistami – sztab dowódcy sił powietrznych. Centrum to będą otaczać stabilne struktury dywizjonalne, doraźne zespoły i struktury zadaniowe oraz macierzowe, struktury o kształcie demokratycznym, jak i te ze skrajną centralizacją dowodzenia przy kolektywnym kierownictwie. Każda z nich powinna zostać zaprojektowana odpowiednio do aktualnego zbioru wymagań dla systemu dowodzenia siłami powietrznymi.

Techniczny rozwój środków dowodzenia systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie przebiegał w perspektywie do 2025 roku w zróżnicowany sposób. W systemie dowodzenia sił powietrznych powszechnie wykorzystywane będą nowe technologie informacyjne zapewniające osiągnięcie zdolności operacyjnych niezbędnych do skutecznego użycia potencjału sił powietrznych w warunkach perspektywicznego, sieciocentrycznego pola walki. Z kolei wzrost znaczenia operacji o charakterze ekspedycyjnym wymusi rozwój mobilnych oraz przystosowanych do transportu elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi.

Reasumując podkreślić należy, że badania przeprowadzone w ramach niniejszego studium teoretycznego mają użyteczny i uniwersalny charakter. Dążono do osiągnięcia w miarę uniwersalnych odpowiedzi na problemy badawcze, które w dalszej kolejności mogą mieć bardzo konkretne zastosowania, zarówno w odniesieniu do rozwiązań wprowadzanych w Siłach Powietrznych RP, jak i w szerszym, np. sojuszniczym ujęciu.

Badania ukierunkowane przedstawionymi we wstępie założeniami badawczymi pozwoliły na rozwiązanie problemów badawczych oraz osiągnięcie celu badań. Badania prowadzone różnymi metodami potwierdziły podstawowe założenia hipotez roboczych. Niniejsze studium teoretyczne nt.: „Studium przyszłości sił powietrznych. Synteza wyników badań” jest prognozą rozwoju podstawowych systemów sił powietrznych do 2025 roku, opartą na ukierunkowanych dociekaniach naukowych. Ustalenia zawarte w pracy powinny być twórczo pogłębiane oraz uzupełniane i doprecyzowane w przyszłości, a także stanowić podstawę, bazę merytoryczną do dalszych badań w tym zakresie.

## BIBLIOGRAFIA

### Opracowania zwarte:

1. "Aviation Week & Space Technology", nr 2, 2003.
2. "Jane's International Defense Review", nr 2, 1997.
3. „Defender on National Defense Technologies”, nr 1, 2003.
4. *A Secure Europe In a Better Word. European Security Strategy*, Brussels 2003.
5. *AFDD 1 Air Force Basic Doctrine*, November 2003.
6. Afinow W., *Takticzeskaja i operatiwnaja bezpilotnaja razwiedywatelnaja awiacja waaruzonnych sił USA*, „Zarubieżnoje wojennoje oborenije”, nr 6, 1997.
7. *AFTTP(I) 3-2.3:Multi Service Tactics, technics and Procedures for Time Sensitive Targets*, Air Land Sea Application Center, Langley AFB, 2004.
8. *AJP-3.3 Joint Air & Space Operations Doctrine*, NAS, Brussels 2002.
9. *AJP-3.4 Non Article 5 Crisis Response Operations*, NSA, Brussels 2004
10. Alberts D., Garstka J., Stein F., *Network Centric Warfare*, DoD C4ISR Cooperative Research Program, Washington D. C. 2000.
11. *Ballistic Missile Defense. Computation of Number of Patriot PAC-3 Interceptors Needed Is Flawed, Report to Congressional Requesters*, United States General Accounting Office, March 1996.
12. *Ballistic Missile Defense. Issues Concerning Acquisition of THAAD Prototype System, Report to Congressional Committees*, United States General Accounting Office, July 1996.
13. Bartoszcze J., Kowalski Z., *Konflikty ograniczone*, „Myśl Wojskowa”, nr 2, Warszawa 2005.
14. Booth K., Hill S., *Optoelektronika*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2001.
15. Braybrook R., *Land – based Vshorad and Shorad Systems*, „Armada International”, nr 2, 2002.
16. Butowski P., *Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza*, „Nowa Technika Wojskowa”, nr 3, Warszawa 2001.
17. Chrzanowski K., *Wojskowy sprzęt optoelektroniczny*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 10, Poznań 2001.
18. Cieślak E., *Perspektywiczne implikacje operacyjne użycia lotnictwa wojskowego na początku XXI wieku*. Materiały z konferencji, „Zeszyty Naukowe AON”, nr 3, Warszawa 2005.
19. Czarnecki W., Chmur S., *Przyszłość sił zbrojnych RP – miejsce Polski w Euroatlantyckich strukturach bezpieczeństwa*. Materiały z konferencji naukowej „Polska wizja przyszłego pola walki. Wymagania i potrzeby”, Warszawa 2004.

20. *Defense Acquisition. Decision Nears Medium Extended Air Defense System*, United States General Accounting Office, June 1998.
21. *Defense Science Board Study on Unmanned Aerial Vehicles and Unhabited Combat Aerial Vehicles*, OUSD(AT&L), February 2004.
22. Domisiewicz R., *Eurowywiad na horyzoncie*, „Polska Zbrojna”, nr 10, 2004.
23. Engelmann P., *Introduction to Space Systems of the US Air Force*, wykład przeprowadzony w dniu 19 marca 2002 roku w Akademii Dowodzenia Bundeswehry w ramach seminarium nt. „Militarne wykorzystanie przestrzeni kosmicznej”.
24. *FM 3-01.11 Air Defense Artillery Reference Handbook*, Headquarters Department of the Army, Washington D.C., October 2000.
25. *FM 3-01.85, Patriot Battalion and Battery Operations*, US Army, 2006.
26. Ghashghai E., *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, Project Air Force, RAND, Santa Monica, 2004.
27. Halama A., Radomyski A., *Wojska obrony przeciwlotniczej*, AON, Warszawa 2004.
28. Hołdanowicz G., *NATO AGS A.D. 2004 = TIPS*, „Raport”, nr 5, Warszawa 2004.
29. Hypki T., *Informacja bez ryzyka*, „Skrzydła Polska”, nr 2, Warszawa 1996.
30. Kagan M., *Unmanned Aerial Vehicle Relays Pictures to Airborne Radar*, „Signal”, 5/1999.
31. Karpowicz J., Cieślak E., *Istota operacji pokojowych i ich wsparcie przez lotnictwo sił powietrznych*, WSOSP, Dęblin 1999.
32. Karpowicz J., *Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju*, WSOSP, Dęblin 2001.
33. Konopka L., *Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości*, „Myśl Wojskowa”, nr 2, Warszawa 2004.
34. Kozub M., *Użycie lotnictwa sił powietrznych w rozwiązywaniu problemów bezpieczeństwa na początku XXI wieku (część II)*, „Myśl Wojskowa”, nr 5, Warszawa 2004.
35. Marszałek M. i in., *Podstawy taktyki wojsk obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2004.
36. Marszałek M., Radomski A., *Metodyka pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia brygady raketowej sił powietrznych*, AON, Warszawa 2003.
37. Marud W., Morchal R., *Wykorzystanie termowizji w działaniach bojowych lotnictwa*, AON, Warszawa 2001.
38. Materiały pokonferencyjne „*Współczesne i przyszłe zagrożenia bezpieczeństwa a rozwój sił zbrojnych*”, „Zeszyty Naukowe AON”, Dodatek specjalny, Warszawa 2008.
39. Michniak J., *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2005.

40. Miodek S., *Przeciwlotnicze zestawy raketowe nowej generacji*, AON, Warszawa 1996.
41. Morehouse J., *Time Critical Targeting*, Headquarter US Air Force, 2007.
42. Nesbitt K., *Deployable Operations Capability. The NATO Air Command and Control System*, "JAPCC Journal", Edition 2, 2005.
43. Nowacki G., *Kosmiczne systemy wsparcia informacyjnego Stanów Zjednoczonych i Federacji Rosyjskiej*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 12, Poznań 2003.
44. Perryman G. F., *Shortening the decision cycle*, "Intelligence & Reconnaissance Journal", 2003.
45. Potts D., *The Big Issue: Command and Control in the Information Age*, Washington, CCRP, 2003.
46. Pszczołowski T., *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978.
47. Schaefer J. J. III, *Centralized Execution in the US Air Force*, CCRTS, Kansas 2006.
48. Sepp E. M., *Deeply Buried Facilities: Implications for Military Operations*, AU, Maxwell AFB, 2000.
49. Sienkiewicz P. i in., *Dowodzenie z komputerem*, MON, Warszawa 1984.
50. Sienkiewicz P., Szczepaniak M., Więckowski W., *Dowodzenie z komputerem. Realia i perspektywy*, MON, Warszawa, 1984.
51. *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 1992.
52. *Słownik wyrazów obcych*, PWN, Warszawa 2002.
53. Stabryła A., *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, PWE, Warszawa 1991.
54. *Standing Defence Plan SDP 10901 D „Angry Hasp”*, NATO Integrated Extended Air Defence (NATINEAD) in Allied Command Europe (ACE) – Final Draft, December 2002.
55. Stimson G. W., *Introduction to airborne radars*, second edition, SciTech Publishing, Inc., New Jersey 1998.
56. *Strategia bezpieczeństwa narodowego RP*, Warszawa 2003.
57. *Strategia bezpieczeństwa narodowego RP*, Warszawa 2007.
58. *Strategia wojskowa RP*, MON, Warszawa 2004.
59. *Strategic Vision: The Military Challenge By NATO's Strategic Commanders*, August, Washington D. C. 2004.
60. *Surface Launched AMRAAM. Tactical Superiority with High Mobility*, Presentation Kongsberg Raytheon Electronic System, 2001.
61. Szpakowicz R., *Wojna w Iraku a koncepcja wojny sieciocentrycznej*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 11, Poznań 2003.
62. *The all – seeing ale above*, "Jane's International Defense Review", 2002.

63. *The Alliance's Strategic Concept Approved by the Heads of State and Government Participating In the Meeting of the North Atlantic Council*, Washington D. C. 1999.
64. *The US Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicles Strategic Vision*, Secretary of the Air Force, Washington D. C. 2005.
65. *The US Air Force Transformation Flight Plan*, 2004.
66. Tirpak J., *The Space Based Radar Plan*, "Air Force Journal", 2002.
67. *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030*, Office of the Secretary of Defense, Washington D. C. 2005.
68. *Use of Force and Rules of Engagement*, The Center For Civil-Military Relations Naval Postgraduate School, Monterey, CA, 2007
69. Wawrzyniak B., *Szkola zarządzania*, PWE, Warszawa 1967.
70. Webber R. A., *Zasady zarządzania organizacjami*, PWE, Warszawa 1996.
71. Witczak A., *Wielofunkcyjne radary pokładowe*, „Lotnictwo”, nr 21, Warszawa 1993.
72. Zabłocki E., *Dowodzenie siłami powietrznymi. Cz. 1 Podstawowe zagadnienia*, AON, Warszawa 2004.
73. Zajas S., Glen A., Nowak J., *System dowodzenia siłami powietrznymi. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2007.
74. Zajas S., Karpowicz J., Cieślak E., *Lotnictwo sił powietrznych. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2006.
75. Zajas S., Karpowicz J., Groszek Z., *Studium przyszłości sił powietrznych. System rozpoznania i walki elektronicznej 2025*, AON, Warszawa 2004.
76. Zajas S., Karpowicz J., Szpyra R., *Uwarunkowania rozwoju sił powietrznych 2025*, AON, Warszawa 2004.
77. Zajas S., Makowski P., Marszałek M., *Naziemne systemy obrony powietrznej. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2005.
78. Załęski K., Kołasiński D., *Światowe tendencje w rozpoznaniu – platforma rozpoznawcza MC2A*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej”, nr 8, Poznań 2003.
79. Zdrodowski B. i in., *Słownik pojęć sojuszniczej obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2003.

#### **Opracowania dostępne ze stron Internetowych:**

1. ADATS, dostępne z: <http://www.republika.pl/zestawy/adats/adats.htm>
2. Duck E., *Future Missions for Unmanned Aerial Vehicles: Exploring Outside the Box*, "Aeropsace Power Journal – Summer 2002", dostępne z: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/phisum02.html>
3. *Early Warning and Control System*, Alenia Marconi Systems Limited 2002, dostępne z: <http://www.amsiv.com>

4. *Global Engagement – A Vision for the 21st Century Air Force*, dostępne z: <http://www.ldtic.mil/jointvision>
5. *Making Cloudy Days No Problem For Laser Communications*, 2006, dostępne z: <http://www.spacemart.com/reports/MakingCloudyDaysNoProblemForLaser.htm>
6. *MASTER – A Multi-Function 3D Radar*, dostępne z: <http://www.thalesraytheon.com>
7. *Patriot Advanced Capability-3 (PAC-3) System Conducts Successful Development/Operational Test*, dostępne z: <http://www.acq.osd.mil/mda>
8. *Patriot Missile Defense System, USA*, dostępne z: <http://www.army.technology.com/Project/patriot>
9. *Relocatable Over-the-Horizon Radar (ROTHR) for Homeland Security, Raytheon Company 2004*, dostępne z: <http://www.raytheon.com>
10. *Reset of the World Missiles*, dostępne z: <http://www.fas.org>
11. *UAV Systems: Global Perspective*, Yearbook 2006 / 2007, dostępne z: <http://www.uvs-international.org/pages/UAV%20INFO%20-%20Yearbook%202006.html>

#### **Strony Internetowe:**

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/Initiative\\_%28disambiguation%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Initiative_%28disambiguation%29)
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Span\\_of\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/Span_of_control)
3. <http://www.af.mil>
4. <http://www.caoc3.com>
5. <http://www.combataircraft.com/special.asp>
6. <http://www.fas.org>
7. <http://www.fas.org/irp/program/collec.htm>
8. <http://www.fas.org/irp/program/collect/outrider.htm>
9. <http://www.globalsecurity.org/military/world/europe/a321-ags.htm>
10. <http://www.globalsecurity.org>
11. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/chaps.htm>
12. <http://www.nato.int/docu/pr/2002/p02-127e.htm>
13. [http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna\\_inteligencja](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja)
14. [http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna\\_inteligencja](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja)
15. [http://www.radmor.com.pl/index.php?m\\_id=191&lang=pl](http://www.radmor.com.pl/index.php?m_id=191&lang=pl)
16. <http://www.thalesraytheon.com/business-and-products/products/radars/multi-missions-radars/master-a.html>
17. <http://www.usaf.mil>

