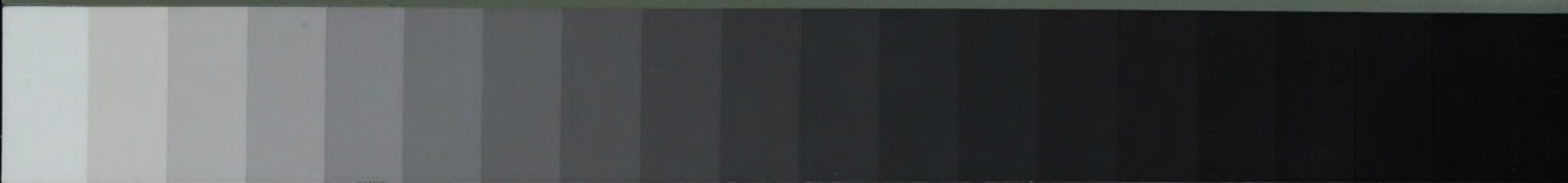


A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



119

**AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ**  
**WYDZIAŁ BEZPIECZEŃSTWA NARODOWEGO**

**METODY OCENY WYBRANYCH NORM  
TAKTYCZNYCH UŻYCIA WOJSK  
OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ**

Praca naukowo-badawcza



WARSZAWA

**75028**



# **AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ**

WYDZIAŁ BEZPIECZEŃSTWA NARODOWEGO



Płk dr hab. Piotr MAKOWSKI

Płk dr hab. Maciej MARSZAŁEK

## **METODY OCENY**

# **WYBRANYCH NORM TAKTYCZNYCH UŻYCIA WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ**

II.3.2.1.0



	1	2	3	A
4 Tytuł: METODY OCENY WYBRANYCH NORM TAKTYCZNYCH UŻYCIA WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ				
5 Rozpoczęto: 20.02.2009 Zakończono: 20.12.2009	6 Kart: 73		7	
8			9	

Recenzent: dr. hab. inż. Andrzej GLEN

Zespół autorski:

Płk dr hab. Piotr MAKOWSKI opracował: Wstęp, rozdział 1, podrozdziały 2.1, 2.4, 3.2, zakończenie i załącznik.

Płk dr hab. Maciej MARSZAŁEK opracował: podrozdziały: 2.2, 2,3 oraz 3.1.

## Spis treści

	str.
WSTĘP.....	5
1. UŻYCIE WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ SIŁ POWIETRZNYCH	8
1.1. Przeznaczenie, zadania i sposoby działań WOPL .....	8
1.2. Specyfika planowania użycia WOPL SP .....	12
2. WYKORZYSTANIE WYBRANYCH NORM TAKTYCZNYCH UŻYCIA WOPL SP .....	17
2.1. Norma taktyczna a możliwości bojowe .....	17
2.2. Ważniejsze normy taktyczne użycia WOPL.....	21
2.3. Ocena metod określania możliwości ogniowych WOPL .....	28
2.3.1. Metoda analityczna .....	28
2.3.2. Metoda grafoanalityczna.....	30
2.3.3. Metoda symulacyjna .....	31
2.3.4. Metoda oparta na teorii masowej obsługi .....	34
2.3.5. Metoda stosunku sił .....	37
2.3.6. Metoda stosunku średnich czasów .....	39
2.4. Określanie odstępów między stanowiskami startowymi dywizjonów raketowych.....	40
3. WYKORZYSTANIE METOD ANALITYCZNYCH DO OKREŚLANIA NORM TAKTYCZNYCH UŻYTECZNYCH DO FORMOWANIA ZGRUPOWAŃ WOPL .....	44
3.1 Procedura określania możliwości ogniowych.....	44
3.2. Propozycja metody uwzględniania przeciwdziałania ogniowego lotnictwa	60
3.2.1. Założenia i podstawy teoretyczne metody obliczania strat naziemnych środków walkach z samolotami SEAD.....	60
3.2.2. Propozycja obliczania strat WOPL .....	63
3.2.3. Proponowany algorytm określania wybranych norm taktycznych.....	66

ZAKOŃCZENIE.....	67
BIBLIOGRAFIA.....	69
ZAŁĄCZNIK.....	70

## **WSTĘP**

Racjonalne wykorzystanie na polu walki potencjału wojsk obrony przeciwlotniczej sił powietrznych (WOPL) wymaga wszechstronnej oceny możliwości bojowych oraz znajomości norm taktycznych ich użycia. Ocena ta jest potrzebna, jako znaczący składnik strumienia informacji, na podstawie którego przebiega proces generowania możliwych do realizacji wariantów działań i wyboru spośród nich tego, który ma zostać wdrożony, planowania i stawiania zadań, w tym także wypracowywania decyzji w czasie odpierania przeciwnika powietrznego.

W przeszłości, gdy istniał jeszcze dwubiegunowy podział świata pomiędzy dominującymi potęgami militarnymi takimi jak NATO i Układ Warszawski możliwe było prognozowanie pewnej niewielkiej liczby prawdopodobnych scenariuszy operacyjno-taktycznych ewentualnego konfliktu zbrojnego. W scenariuszach tych obie strony z dużą dokładnością były w stanie ocenić przeciwnika. Zatem, istniały przesłanki do określania konkretnych norm taktycznych i operacyjnych użycia lotnictwa. W obecnych warunkach, kiedy nie identyfikuje się otwarcie potencjalnego przeciwnika, a Strategia Wojskowa przewiduje kilka scenariuszy przyszłych konfliktów militarnych trudno posługiwać się jednym konkretnym zestawem norm taktycznych. Co więcej można przypuszczać, że istniejące metody ich określania wymagają weryfikacji i doskonalenia w aspekcie nowych uwarunkowań.

W ostatnich latach, pomimo ogólnych trendów rozbrojeniowych panujących na Świecie siły powietrzne wielu państw wzbogaciły się o kolejne nowe generacje przeciwlotniczych zestawów raketowych. Pojawienie się w ugrupowaniu środków napadu powietrznego podgrup taktycznego przeznaczenia desygnowanych do walki ze zgrupowaniami wojsk obrony przeciwlotniczej zmusza do uwzględniania w ocenie ich skuteczności ogniowej także i potencjalnych strat poniesionych przed realizacją zadań związanych z odpieraniem nalotu grup uderzeniowych.

Biorąc pod uwagę zmienność uwarunkowań bojowego wykorzystania zarówno współczesnych środków napadu powietrznego i przeciwlotniczych zestawów raketowych wynikających z rozwoju ich możliwości taktycznych i technicznych, **określono cel badań**, którym było po pierwsze dokonanie oceny roli, jaką pełnią

obecnie normy taktyczne w planowaniu użycia WOPL, po drugie dokonanie weryfikacji istniejących metod ich określania w świetle nowych uwarunkowań, a także zaproponowanie w stosunku do wybranych metod rozwiązań doskonalących.

Dedukcyjna strategia badawcza wyznaczała zbiór metod i technik badawczych oraz porządek ich stosowania.

W ujęciu problematyki efektywności posługiwałem się elementami sprawdzonej, w tych zastosowaniach, analizy systemowej. Była ona potrzebna w części diagnostycznej, w formułowaniu założeń metodycznych, koncepcji i kierunków badań. Analiza systemowa, zwłaszcza jej identyfikacyjne walory w wyróżnianiu systemów walki i ich podsystemów, jest godnym naśladowania wzorcem skutecznie stosowanym w naukach wojskowych. Dlatego powielanie tych kanonów, ale tylko w opisie, jest już dziś chyba zbędne. Była ona pomocna w ocenianiu badanej, zastanej rzeczywistości i sformułowaniu problemów badawczych.

Istota proponowanych udoskonaleń metod określania wybranych wskaźników możliwości bojowych, a konsekwencji norm to już stricte badania operacyjne w zastosowaniach. Stosowane metody<sup>1</sup> oceny możliwości bojowych WOPL są ściśle związane z rozwojem matematyki, a także narzędzi wspomagających prowadzenie kalkulacji taktyczno-operacyjnych, w tym zwłaszcza komputerów. Metody matematyczne są tylko aparatem pozwalającym tworzyć jedynie ilościowe modele rzeczywistości, mniej lub bardziej adekwatne do niej, wykorzystywane przez specjalistów wojskowych do rozwiązywania problemów taktycznych. Właściwe ich wykorzystanie wymaga głębokiej znajomości przez użytkownika zjawisk współczesnego pola walki (taktyki) i samych metod, zwłaszcza w aspektach założeń upraszczających leżących u ich podstaw.

Niemożliwe byłoby uzyskanie nowych wartości w przedmiocie badań, gdyby nie wesprzeć analizy synteza. Z kolei synteza ta była wspomagana intuicyjnym

---

<sup>1</sup> Pod pojęciem metody należy rozumieć całokształt ogólnych założeń badawczych, wytycznych w postępowaniu naukowym lub sposób ujmowania badanych faktów. W znaczeniu ogólnym jest to sposób postępowania, świadomy i powtarzalny wybór działania. Encyklopedia powszechna – PWN 1973r.

generowaniem hipotetycznych rozwiązań cząstkowych problemów, weryfikowanych z kolei na gruncie analizy.

# 1. UŻYCIE WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ SIŁ POWIETRZNYCH

Zanim zdefiniowane zostanie pojęcie normy taktycznej WOPL SP wydaje się potrzebnym przedstawienie istotnych z punktu widzenia celu badań podstawowych informacji o użyciu omawianych wojsk.

## **1.1. Przeznaczenie, zadania i sposoby działań WOPL**

WOPL SP przeznaczone są do zwalczania środków napadu powietrznego przeciwnika (ŚNP) w powietrzu. Na ogół realizują zadania wspólnie z lotnictwem oraz siłami i środkami OPL WLąd i MW.

W czasie konfliktu wojska OPL SP realizują zadania bojowe w ramach Narodowego Systemu Obrony Powietrznej oraz Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej NATO (NATINADS), osłaniając nakazane obiekty i strefy.

WOPL SP są zorganizowane w związki taktyczne, oddziały i pododdziały. Związkiem taktycznym wojsk OPL SP jest brygada raketowa obrony powietrznej (BR OP), oddziałem WOPL SP jest pułk raketowy OP (pr OP). Podstawowym pododdziałem taktyczno-ogniowym BR i pr OP jest dywizjon raketowy (dr OP) oraz dywizjon ogniowy (do). Dywizjon raketowy jest przeznaczony do niszczenia ŚNP przeciwnika w powietrzu. Może wykonywać zadania samodzielnie lub w ugrupowaniu ZT (oddziału).

Planując użycie WOPL SP stosuje się następujące zasady<sup>1</sup>:

- Zmasowania (Mass).
- Komplementarności (Mix).
- Mobilności (Mobility).
- Integracji (Integration).

---

<sup>1</sup> Regulamin działań taktycznych sił powietrznych, D.D. 3.3.

Zasada zmasowania polega na skupieniu wysiłku obrony przeciwlotniczej do osłony ważnych obiektów i stref. Osiągana jest przez zaangażowanie większego potencjału ogniowego do skutecznej osłony priorytetowych obiektów kosztem innych.

Zasada komplementarności polega na stosowaniu różnorodnych systemów uzbrojenia i wykrywania w celu równoważenia ograniczeń jednego systemu możliwościami innego poprzez tworzenie wielowarstwowej strefy ognia. Stosowanie tej zasady utrudnia pokonanie systemu obrony powietrznej przez przeciwnika.

Zasada mobilności polega na zwiększeniu żywotności bojowej wojsk OPL SP poprzez zapewnienie możliwości przemieszczania się w trakcie wykonywania zadania.

Istota współczesnej OP jest zasada integracji polegająca na ścisłej koordynacji wysiłku i działań jednostek WOPL, lotnictwa i środków walki elektronicznej wszystkich rodzajów sił zbrojnych (komponentów) w celu osiągnięcia maksymalnej skuteczności w realizacji zadań przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa siłom własnym. Stosowanie zasady integracji minimalizuje możliwość zakłóceń własnych środków.

Planując ugrupowanie WOPL SP oraz ich rozmieszczenie w zintegrowanej OP, bierze się pod uwagę następujące wskazówki (Air Defence Employment Guidelines):

- Osłona okrężna (Balanced Fires);
- Osłona głęboko urzutowana (Defence in Depth);
- Zwalczanie na podejściach (Early Engagement);
- Wzajemne wsparcie (Mutual Support);
- Zazębianie się stref ognia (Overlapping Fires);
- Osłona kierunku (Weighted Coverage).

Osłona okrężna. Przeciwlotnicze zestawy raketowe są rozmieszczane w taki sposób, aby można było uzyskać jednakowe natężenie ognia na wszystkich kierunkach.

Osłona głęboko urzutowana. Systemy uzbrojenia są rozmieszczane tak, aby przeciwnik podchodząc do obiektu ataku narażony został na nasilające się oddziaływanie ogniowe systemów OP.

Zwalczanie na podejściach. Systemy uzbrojenia rozmieszczane są w sposób umożliwiający zwalczenie ŚNP zanim osiągnie on rubież wykonania zadania.

Wzajemne wsparcie. Ogniem jednego przeciwlotniczego zestawu raketowego można zwalczać cele w martwej strefie sąsiedniego zestawu. Zazębienie się stref ognia. Strefy ognia dwóch systemów uzbrojenia częściowo się pokrywają.

Ośłona kierunku polega na koncentracji ognia na najbardziej prawdopodobnych kierunkach podejścia przeciwnika powietrznego.

W planowaniu działań uwzględnia się możliwość stosowania przez przeciwnika aktywnych i pasywnych zakłóceń elektronicznych. Właściwe przygotowanie sił i środków wojsk OPL SP do pracy w warunkach zakłóceń obniża efektywność ich stosowania przez przeciwnika.

Ugrupowanie obiektowe przyjmowane jest w celu bezpośredniej obrony przed uderzeniami z powietrza szczególnie ważnych obiektów, w tym baz lotniczych.

Ugrupowanie strefowe tworzone jest w celu bezpośredniej obrony przed uderzeniami z powietrza strefy, w której znajdują się grupy ważnych obiektów lub zgrupowania wojsk operacyjnych.

Ugrupowanie bojowe wojsk OPL składa się z ugrupowań bojowych ZT, oddziałów i pododdziałów WOPL SP. Ugrupowanie bojowe może być jednorodne lub mieszane (CLUSTER).

CLUSTER to mieszane ugrupowanie bojowe, zapewniające wysoką efektywność obrony, zwiększające możliwości bojowego oddziaływania oraz odporność na oddziaływanie środków zakłóceń elektronicznych przeciwnika.

Działania bojowe WOPL SP realizowane są przez związki taktyczne (BR OP), oddziały (pr OP) i pododdziały (dr OP) podporządkowane w zakresie dowodzenia taktycznego (TACOM) pod Połączone Centrum Operacji Powietrznych (CAOC)<sup>1</sup>. W zakresie kierowania taktycznego (TACON) podlegają pod ośrodki dowodzenia i naprowadzania (ODN/CRC).

ZT (oddział) wojsk OPL SP realizuje zadania obrony obiektów oraz wojsk operacyjnych prowadząc walkę z ŚNP w wyznaczonej przez CAOC strefie użycia pocisków raketowych (Missile Engagement Zone - MEZ) lub w strefach użycia

przeciwlotniczych zestawów raketowych bliskiego zasięgu, przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych i artylerii przeciwlotniczej (Short Range Air Defence Zone - SHORADEZ).

Priorytet w zwalczaniu celów powietrznych w strefie MEZ mają WOPL SP.

Wyróżnia się trzy metody prowadzenia działań przez pododdziały, oddziały i związki taktyczne wojsk OPL SP:

- Scentralizowaną.
- Zdecentralizowaną.
- Autonomiczną.

Metodę scentralizowanego prowadzenia działań wykorzystują dowódcy szczebla dowodzenia posiadającego uprawnienia na poziomie taktycznego kierowania (TACON), ODN/CRC. Scentralizowane kierowanie walką polega na pełnym skoordynowaniu wysiłków środków ogniowych (a także organicznych środków rozpoznania) według woli kierującego. Scentralizowane prowadzenie działań jest możliwe przy posiadaniu zautomatyzowanych systemów dowodzenia umożliwiających przesyłanie obrazu sytuacji powietrznej (Recognized Air Picture - RAP), dokumentów rozkazodawczych, komend i meldunków.

Metoda zdecentralizowana występuje wówczas, gdy uprawnienia do identyfikacji i uprawnienia do zwalczania delegowane są na stanowisko dowodzenia pododdziałami wojsk OPL SP (SAMOC). Stanowisko dowodzenia pododdziałami wojsk OPL SP musi posiadać odpowiednie możliwości w zakresie sprawowania delegowanych uprawnień. Zastosowanie tej metody działań może wynikać z dużej intensywności działań ŚNP lub utraty łączności w relacji ODN/CRC - SAMOC.

Autonomiczna metoda prowadzenia działań zezwala dowódcy pododdziału wojsk OPL SP na podejmowanie wszelkich, decyzji związanych z kontrolą systemów uzbrojenia oraz ze zwalczaniem celów powietrznych. Metoda autonomiczna znajduje zastosowanie jedynie w wyjątkowych sytuacjach, najczęściej w przypadku utraty łączności z nadrzędnymi stanowiskami dowodzenia.

Walka ze ŚNP przeciwnika może być prowadzona jednym z trzech sposobów jakim jest:

- Ześrodkowanie ognia;
- Rozśrodkowanie ognia;
- Samodzielne prowadzenie ognia.

Ześrodkowanie ognia polega na skoncentrowaniu ognia kilku dywizjonów raketowych do najważniejszego celu.

Rozśrodkowanie ognia dywizjonów raketowych OP stosuje się, kiedy konieczne jest zniszczenie kilku celów w całej głębokości strefy MEZ, a także gdy ze względu na sytuację niecelowe lub niemożliwe jest ześrodkowanie ognia.

Samodzielne prowadzenie ognia przez dywizjony raketowe stosuje się do odparcia zmasowanych nalotów, głównie na małych wysokościach, z różnych kierunków jednocześnie, oraz przy silnym przeciwdziałaniu elektronicznym przeciwnika, uniemożliwiającym scentralizowane kierowanie walką dywizjonów raketowych ze stanowiska dowodzenia pododdziałami wojsk OPL SP (SAMOC). Sposób ten stosuje się także w przypadku utraty łączności z nadrzędnym stanowiskiem dowodzenia.

## **1.2. Specyfika planowania użycia WOPL SP**

W czasie wojny, planowanie działań bojowych jest z reguły prowadzone w deficycie czasu i w warunkach dynamicznie zmieniającej się sytuacji, stąd wszelkie oceny sytuacji niezbędne do generowania planów użycia wojsk wymagają między innymi oceny możliwości bojowych stron biorących udział w operacjach i walkach. Deficyt czasu często uniemożliwia prowadzenie wszechstronnych kalkulacji i zmusza do posługiwania się normami operacyjno-taktycznymi.

Efektem pracy szczebla operacyjnego jest plan operacji, którego najistotniejszym elementem z punktu widzenia użycia WOPL SP jest propozycja **podziału przestrzeni powietrznej** i ustalenie zasad jej wykorzystywania przez wszystkich użytkowników.

Po ustaleniach między dowódcami poszczególnych komponentów sił zbrojnych wydawany jest przez szczebel operacyjny sił powietrznych (np. *AIRNORTH*) rozkaz o kontroli przestrzeni powietrznej (*ACO*), z reguły na dobę działań. Determinuje on sposób wykorzystania przestrzeni powietrznej, a w wypadku WOPL przesądza o kilku

alternatywnych miejscach rozmieszczenia **MEZ**. Wymiary tych stref są **określane jako norma taktyczna**.

Podstawowym dokumentem rozkazodawczym, który otrzymuje dowódca szczebla taktycznego - połączonego ośrodka dowodzenia działaniami powietrznymi - CAOC (*Commbined Air Operations Centre*), jest dyrektywa operacyjna (*AOD*). Jest ona podstawą do wypracowania decyzji i szczegółowego planowania działań defensywnych (obrony powietrznej) i ofensywnych sił powietrznych.

Przygotowanie walki w systemie OP, a zwłaszcza planowania działań bojowych WOPL wymagać będzie rozważenia szeregu prawdopodobnych wariantów działań przeciwnika i możliwości przeciwdziałania im. Trzeba zaznaczyć, iż ocena przeciwnika powietrznego opierać się będzie na prawdopodobnych przesłankach, stąd ocena efektywności określonego wariantu – wnioskowanie o potencjalnych efektach i stratach - często bywa dokonywana za pomocą **norm taktycznych** dotyczących skuteczności ogniowej WOPL.

W okresie przygotowania działań na szczeblu CAOC podejmowane decyzje o użyciu WOPL mogą w ogólnym przypadku dotyczyć:

- rejonów skupienia głównego wysiłku obrony;
- podziału wysiłku WOPL na kierunki zagrożenia w sektorach odpowiedzialności podległych Ośrodków Dowodzenia i Naprowadzania - ODN;
- organizacji podsystemu dowodzenia WOPL;
- organizacji podsystemu rozpoznania przeciwnika powietrznego WOPL.

**Co konsekwencji sprowadza się do wyznaczenia MEZ w sensie określenia ich położenia, wymiarów, składu oraz czasu osiągnięcia gotowości do działań.**

Do podejmowania decyzji w omawianym zakresie przydatne są normy pozwalające wnioskować o efektywności bojowej MEZ, wymaganym jej składzie oraz normy dotyczące przemieszczania i osiągania zdolności bojowej przez ZT, oddziały i pododdziały WOPL.

Na szczeblu Brygady (SAMOC) w ogólnym wypadku planuje się warianty ugrupowania w MEZ, a w szczególności:

- organizację podsystemu dowodzenia w MEZ;
- organizacji podsystemu rozpoznania w MEZ;
- organizację podsystemu ognia w MEZ.

Podobnie i na tym szczeblu dowodzenia wykorzystuje się podczas kreowania wariantów działań normy taktyczne dotyczące użycia wojsk własnych w sytuacjach gdy dokładniejsza ocena możliwości bojowych jest utrudniona.

Jednym z elementów oceny czynników gdzie normy taktyczne użycia WOPL są i powinny być stosowane jest ocena sił własnych. Dokonuje się ją w celu oszacowania potencjału bojowego własnego związku taktycznego oraz jednostek wspierających. Ocena ta jest prowadzona w aspektach rzeczowych, czasowych i przestrzennych w odniesieniu do wariantów środowiska działań (teren, pogoda, pora doby, ludność). Ocena ta powinna umożliwić:

- określenie szczególnych wymagań i innych czynników wpływających na możliwość realizacji zadań przez osłaniane jednostki wojsk lądowych lub inne obiekty;
- wymianę informacji na temat opracowywanych wariantów działania wojsk własnych z uwzględnieniem punktu ciężkości OP.

W wyniku oceny sił własnych należy wyciągnąć wnioski dotyczące ugrupowania pododdziałów raketowych, ich użycia oraz postawienia im zadań na miarę posiadanych możliwości bojowych.

Ocenę wojsk własnych realizowaną przez sekcję planowania można podzielić na następujące czynności:

- ocenę potencjału dysponowanego;
- ocenę silnych i słabych stron OP;
- ocenę jednostek wojsk lądowych oraz innych obiektów stanowiących potencjalne elementy osłony.

Ocena własnego potencjału obejmuje następujące problemy:

- ocenę składu wojsk raketowych, środków przydzielonych (wszystkich sił pozostających w dyspozycji dowódcy BR w chwili rozpoczęcia działań);

- ocenę sił OP przełożonego działających na korzyść BR (jeśli takowe występują);
- ocenę położenia (rejonów rozmieszczenia) obecnych i planowanych własnych środków OP w aspekcie realizacji osłony w wyodrębnionych etapach działań bojowych;
- stan osobowy – wykształcenie, przygotowanie do realizacji nakazanych zadań, doświadczenie bojowe;
- aktualny stan i kategoria gotowości bojowej oraz termin osiągnięcia gotowości do obrony nakazanych rozkazem bojowym obiektów;
- możliwości bojowe związku taktycznego, ze szczególnym wyartykułowaniem możliwości ogniowych w zakresie:
  - liczby posiadanych zestawów i liczby kanałów celowania (KC);
  - możliwości prowadzenia rozpoznania;
  - wrażliwości własnych sił OP na rozpoznanie przeciwnika oraz uderzenia ŚNP przeciwnika;
  - stanu ukończenia w ludzi i sprzęt.
  - stan i możliwości logistycznego zabezpieczenia funkcjonowania związku taktycznego WOPL w nowym rejonie działań.

Ocena silnych i słabych stron systemu osłony MEZ powinna być oceniana w aspekcie:

- stanu wykształcenia;
- możliwości rozpoznania przeciwnika powietrznego;
- charakterystyki obiektów osłony;
- możliwości wsparcia logistycznego (głównie zaś jego ograniczeń);
- problematyki współpracy cywilno-wojskowej<sup>1</sup>.

Wybór priorytetowych obiektów do osłony powinien zostać przeprowadzony w stosunku do wszystkich wariantów wypracowanych przez sekcję planowania, ze szczególnym wyeksponowaniem w nich miejsca i roli prognozowanych obiektów osłony<sup>2</sup>. Daje to podstawę do wygenerowania wniosków w zakresie:

---

<sup>1</sup> A. Radomyski, *Metodyka i treść pracy sekcji OPL...*, dz. cyt., s. 21.

<sup>2</sup> A. Glen, *Obrona przeciwlotnicza według poglądów NATO*, AON, Warszawa 1998, s. 70.

- sposobu działania obiektów osłony w czasie działań (w przypadku, gdy jest to obiekt mobilny);
- priorytetów OP w kolejnych etapach działań;
- sposobów zapewnienia ciągłości osłony w toku działań;
- zakresu i możliwości współdziałania z osłanianymi obiektami<sup>1</sup>.

Analiza wymienionych zadań planistycznych i decyzyjnych realizowanych w systemie dowodzenia siłami powietrznymi pozwala jednak wnioskować o potrzebach ich wspomagania w zakresie oceny sytuacji. Swoistym kryterium oceny podejmowanych decyzji planistycznych mogą być **normy taktyczne**. Jako punkt wyjścia przyjęto że niezależnie od okresu (przygotowania, prowadzenia) działań WOPL w systemie OP normy wspomagające ocenę sytuacji powinny przede wszystkim ułatwiać:

- wyznaczanie granic przestrzeni powietrznej, gdzie niszczenie ŚNP przeciwnika jest możliwe w danej sytuacji operacyjno-taktycznej;
- ocenę oczekiwanego rezultatu walki ze ŚNP przez zgrupowanie WOPL w określonych MEZ;
- projektowanie MEZ, a w tym:
  - ułatwiać ocenę potrzebnej liczby sił WOPL do realizacji zadania zniszczenia nakazanej liczby ŚNP przeciwnika w MEZ o określonych rozmiarach;
  - ułatwiać określanie wymiarów MEZ w zależności od możliwego
- ocenę wykonalności zadań związanych z tworzeniem zgrupowań WOPL i zabezpieczenia ich działań.

---

<sup>1</sup> Pułki przeciwlotnicze w działaniach operacyjnych i taktycznych, AON, Warszawa 1999, s. 147.

## 2. WYKORZYSTANIE WYBRANYCH NORM TAKTYCZNYCH UŻYCIA WOPL SP

### 2.1. Norma taktyczna a możliwości bojowe

Pojęcia: norma taktyczna i możliwości bojowe poddano analizie identyfikacyjnej w pierwszym etapie zadania niniejszego badawczego, w opracowaniu „Metody określania wybranych norm taktycznych użycia lotnictwa myśliwskiego w obronie powietrznej, AON 2008”.

Pojęcie norma taktyczna było istotne dla zdefiniowania przedmiotu badań i jednocześnie jako ważna kategoria języka taktyki i sztuki operacyjnej wymagało doprecyzowania zwłaszcza, gdy w literaturze przedmiotu nie poświęcono temu zagadnieniu zbyt wiele miejsca.

W poszukiwaniu znaczenia słowa norma, najbliższym jego odpowiednikiem wydaje się być wymóg (wymaganie). A postępowanie w zgodzie z normami kojarzy się zazwyczaj z respektowaniem standardów, wymogów, oczekiwań danego środowiska – przyjętego systemu wartości. Taka interpretacja normy ma szersze znaczenie i jest bliska znaczeniu pojęcia zasada, którą można ogólnie postrzegać jako:

- dyrektywy, określone wymagania wskazujące porządek postępowania lub cechy struktur (np. organizacyjnych);
- normy (kryteria), postulujące tok postępowania.

Postrzeganiu normy taktycznej towarzyszy podobnie jak w przypadku wskaźników możliwości bojowych określenie jednostki organizacyjnej uzbrojenia, której owa norma dotyczy. Ponadto warunki prowadzenia działań przez tę jednostkę wynikające z sytuacji taktycznej traktowane są, jako typowe. Z reguły z brzmienia samej nazwy normy taktycznej można wnioskować o jej istocie, która polega na charakteryzowaniu w kategoriach liczbowych potencjalnych zdolności danej jednostki w realizacji typowego zadania. Rodzaj normy wynika z potrzeb planowania użycia owej jednostki organizacyjnej jej miejsca i roli w generowanym wariantcie działań



taktycznych. Zatem zarówno normy taktyczne jak i wskaźniki możliwości bojowych są istotne w formułowaniu ocen ex ante (prospektywnych)<sup>1</sup>.

**Norma taktyczna to wymóg skonkretyzowany w formie określonej wartości wskaźnika możliwości bojowych, właściwy danej jednostce potencjału bojowego oszacowany dla typowych warunków operacyjno-taktycznych, którego spełnienie jest uważane, jako warunek efektywnej (akceptowalnej) realizacji zadań taktycznych (działania).**

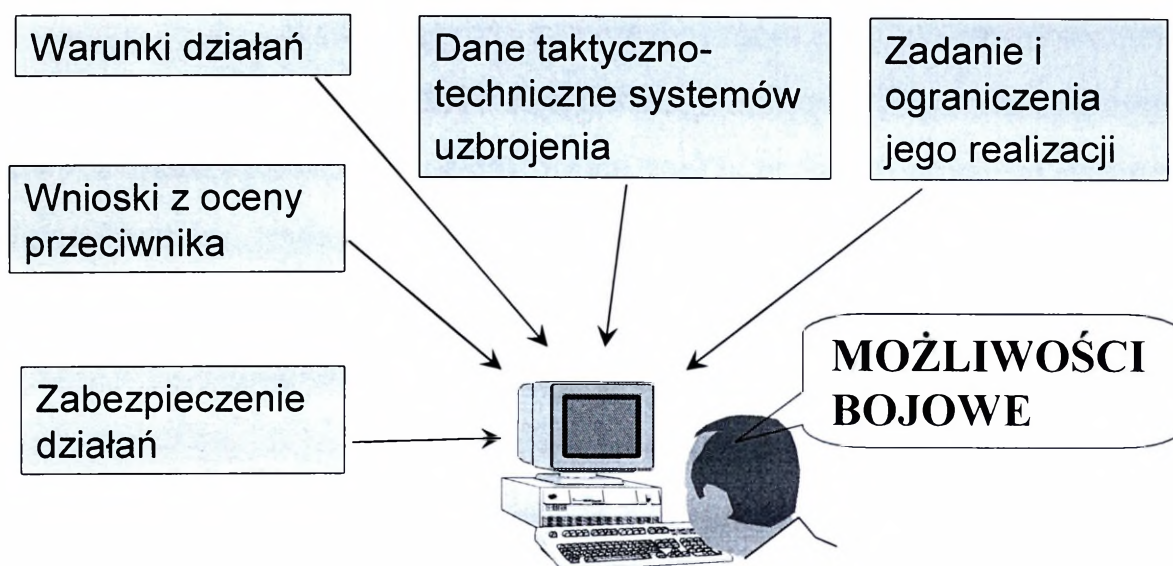
Z kolei poprzez pojęcie możliwości bojowe np. WOPL rozumie się całokształt ich potencjalnych zdolności do realizacji zadań bojowych<sup>2</sup> w określonych warunkach taktycznych, atmosferycznych, w zależności od pory roku i doby. Inaczej mówiąc, możliwości bojowe lotnictwa pozwalają wnioskować o realności lub rezultatach wykonania zadań przez WOPL pod warunkiem zaistnienia w przyszłości prognozowanej sytuacji. Ich znajomość służy zatem do uświadomienia, mogącej zaistnieć, obiektywnej rzeczywistości, towarzyszącej użyciu WOPL w obronie powietrznej.

Możliwości bojowe charakteryzuje się za pomocą wskaźników możliwości bojowych. Są one najczęściej miarami liczbowymi (niektóre z nich mają reprezentacje graficzne odpowiadające określonym obszarom przestrzeni – rejonu działań WOPL) zdolności do wykonania zadań bojowych (taktycznych) lub określonych ich etapów. Wskaźniki te posiadają swoje definicje i wynikające z nich metody (metodyki) ich określania. Konkretnie wartości wskaźników możliwości bojowych są określane (wyliczone) na podstawie dostępnych informacji, które stanowią dane wejściowe omawianych, odpowiednich metod. Ogólną ideę prognozowania (określania) możliwości bojowych przedstawia rys. 2.1.

---

<sup>1</sup> Wybiegających w przyszłość w odróżnieniu do ocen ex post formułowanych w odniesieniu do przeszłości.

<sup>2</sup> Przy czym, pojęcie zadań bojowych jest tu dość istotne, gdyż chodzi o konkretne zadania stawiane bezpośrednim wykonawcom grupom taktycznego przeznaczenia, załogom statków powietrznych, w odróżnieniu od definicji efektywności, gdzie mówi się o celu działań.



Źródło: opracowanie własne.

Rys.2.1. Ogólna idea antycypowania możliwości bojowych

Wskaźniki możliwości bojowych WOPL są kryteriami brany pod uwagę podczas wyborów rozwiązań cząstkowych, przyjmowanych w procesie syntezy wariantów działań bojowych lotnictwa, bo informują:

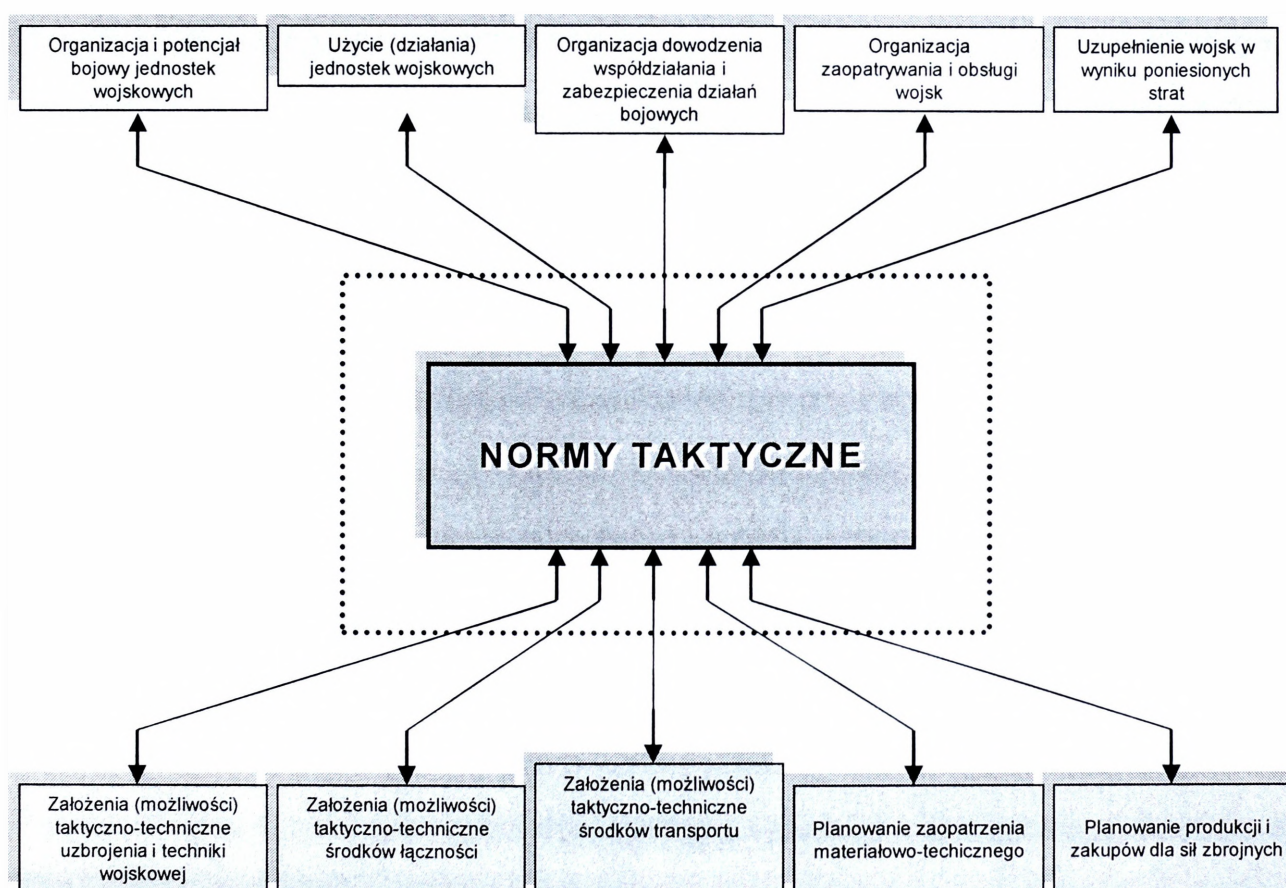
- co jest możliwe, a co nie jest możliwe;
- w jakim stopniu można zadanie (jego etap) wykonać?

Dowodzi tego praktyka sztabowa. Taki jest również sens ich stosowania w tejże praktyce. Zatem są one pomocne nie tylko w ocenianiu wariantów działań poprzez wzgląd na ich skuteczność (efektywność), ale także i podczas oceny ich wykonalności (w aspektach czasowych i przestrzennych). Trzeba zauważyć, że wykonalność to warunek konieczny, lecz niewystarczający do tego, by wariant działań był efektywny. Możliwości bojowe wyznaczają dziedzinę decydowania – granice przestrzeni decyzyjnej – dla rozpatrywanych wariantów działań bojowych, a jest to jedno z podstawowych zadań analizy efektywności.

Jaka jest zatem różnica pomiędzy normami taktycznymi, a możliwościami bojowymi. Na podstawie poczynionych spostrzeżeń można stwierdzić, że wskaźniki możliwości bojowej różnią się konkretyzacją sytuacji operacyjno-taktycznej

i szczegółowością zadania. Normy taktyczne dotyczą typowych sytuacji taktycznych i typowych zadań – np. wynikających z przeznaczenia. Są w pewnym sensie „uśrednionymi” wartościami wskaźników możliwości bojowych. Wyliczane są zwykle dla wyjściowych potencjałów jednostek organizacyjnych uzbrojenia sił własnych i potencjału przeciwnika.

Ponadto normy operacyjne i taktyczne odgrywają ważną rolę w wielu innych dziedzinach funkcjonowania SZ co zilustrowano na rys.2.2.



Źródło: na podstawie P. SKWORZEC materiały z wykładu

Rys. 2.2. Relacje pomiędzy normami, a wybranymi dziedzinami funkcjonowania sił zbrojnych

### Wnioski:

W wypadku określania norm taktycznych WOPL można wykorzystywać istniejącą teorię określania możliwości bojowych, ale trzeba pokonać dodatkowe trudności wynikające z potrzeby określenia wspomnianych uwarunkowań będących atrybutem

omawianej typowej sytuacji taktycznej. Ponadto w wypadku wystąpienia istotnych różnic pomiędzy sytuacją rzeczywistą a modelową, dla której oszacowano wartość norm taktycznych zakres ich stosowania może być bardzo ograniczony.

## **2.2. Ważniejsze normy taktyczne użycia WOPL**

Normy taktyczne użycia WOPL podobnie jak wskaźniki możliwości bojowych można podzielić według kryterium aspektu charakteryzującego realizację zadania.

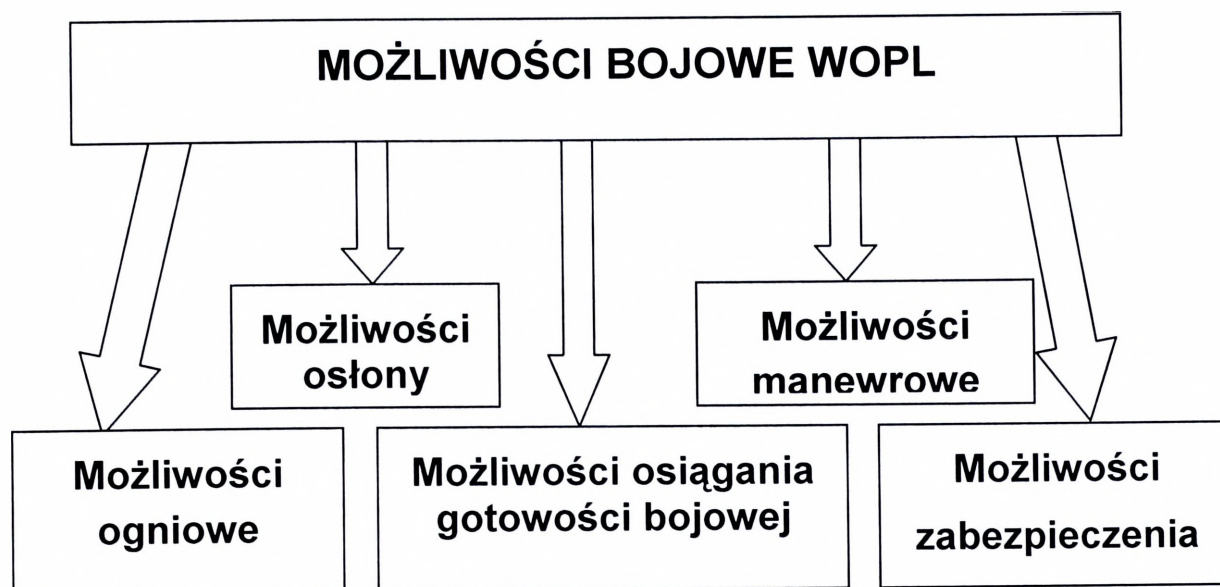
Wówczas mamy do czynienia z normami charakteryzującymi przestrzeń, czas i skuteczność realizacji zadań. Możliwości bojowe WOPL (ich pododdziałów, oddziałów, związków taktycznych) w dotychczas prezentowanym ujęciu składają się z możliwości ogniowych, możliwości osłony (obrony), możliwości osiągnięcia gotowości bojowej (gotowości do startu rakiet), możliwości manewrowych oraz możliwości zabezpieczenia w rakiety (rys.2.3.).

**Możliwości ogniowe** określa oczekiwana liczba zniszczonych celów powietrznych w nalocie (uderzeniu ŚNP), przy zużyciu określonego limitu rakiet i amunicji przeciwlotniczej. W ogólnym znaczeniu pod pojęciem możliwości ogniowych należy rozumieć zdolność przygotowanych do walki oddziałów (ZT), do niszczenia przeciwnika powietrznego w różnych warunkach<sup>1</sup>. Możliwości ogniowe mogą być również określane, jako zdolność niszczenia maksymalnie możliwej liczby celów powietrznych przy zużyciu zapasu rakiet znajdujących się na stanowiskach startowych. Innymi słowy, możliwości ogniowe to oczekiwane straty, które pododdziały, oddziały i ZT mogą zadać przeciwnikowi w określonym czasie, w różnych warunkach. Umownie można podzielić je na możliwości potencjalne, które charakteryzują zdolność rażenia celów powietrznych (samolotów, środków bezpilotowych, rakiet, pocisków, itp.) danym zapasem gotowych do strzelania rakiet i możliwości ogniowe w odniesieniu do konkretnej sytuacji bojowej, np. do czasu uderzenia przeciwnika<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Taktyka wojsk raketowych OPK. Podręcznik. DW OPK, Warszawa 1984, s. 52.

<sup>2</sup> S. Miodek, Wojska raketowe WLOP, AON, Warszawa 1994, s. 72.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. MARSZAŁEK, Metoda określania możliwości bojowych Wojsk Obrony Powietrznej, rozprawa doktorska AON 1999.

Rys.2.3. Składowe możliwości bojowych WOPL

**Możliwości osłony** (obrony) charakteryzują zdolność pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych wojsk raketowych do utworzenia, po rozwinięciu ugrupowania bojowego ciągłej strefy ognia z określoną krotnością przykrycia strefami ognia pododdziałów raketowych.

**Możliwości rozpoznania** określają zdolność wykrywania z określonym prawdopodobieństwem obiektów powietrznych, ich identyfikacji oraz jednoczesnego śledzenia. **Możliwości manewrowe** charakteryzują: zdolność przejścia wojsk OPL z położenia marszowego w bojowe (i odwrotnie), możliwości marszowe, możliwości przeniesienia wysiłku ogniowego na kolejne cele powietrzne<sup>1</sup>.

Zarówno możliwości ogniowe, jak i możliwości osłony zależą od stref ognia przeciwlotniczych zestawów raketowych (PZR). Wymiary strefy ognia określają możliwości niszczenia celów powietrznych przez PZR (pododdział raketowy - dywizjon, baterię).

Pod pojęciem **możliwości osiągnięcia gotowości bojowej** (można spotkać się również z określeniem - gotowości do startu rakiet) wojsk raketowych należy rozumieć zdolność pododdziałów, oddziałów (ZT) wojsk raketowych do osiągnięcia

<sup>1</sup> Obrona przeciwlotnicza wojsk, (red. R. Kuriata), AON, Warszawa, 1996, s. 22.

gotowości do prowadzenia walki. Sam termin gotowości bojowej rozumiany jest jako stopień przygotowania wojsk do wykonywania przydzielonych im zadań bojowych. Zgodnie z ogólnym pojęciem gotowości bojowej w wojskach raketowych OP gotowość bojowa postrzegana jako ciągła zdolność ich pododdziałów, oddziałów i ZT do terminowego rozpoczęcia walki i wykonania zadania bojowego.

Pod pojęciem **możliwości manewrowych** wojsk raketowych należy rozumieć zdolność ich pododdziałów, oddziałów (ZT) do wykonania manewru, a więc przemieszczenia w nowy rejon działań bojowych oraz przenoszenia ognia na inne cele.

**Możliwości zabezpieczenia w rakiety** to zdolność pododdziałów, oddziałów, ZT WR SP do przechowywania, przygotowywania i dostarczania na stanowiska startowe rakiet gotowych do strzelania.

**Wskaźnikami możliwości ogniowych** wojsk raketowych, a w zasadzie ich pododdziałów, oddziałów (ZT) są:

- skuteczność strzelania - $P_1$  i  $P_n$ ;
- oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych;
- efektywność bojowa;
- czas cyklu strzelania;
- gęstość ognia;
- liczba strzelań.

Skuteczność strzelania przeciwlotniczymi raketami kierowanymi (PRK), to zdolność zestawu raketowego i jego obsługi do wykonania zadania bojowego. Strzelanie uważa się za skuteczne, jeżeli cel zostanie rażony do tego stopnia, że nie będzie zdolny do wykonania swego zadania. W rozważaniach teoretycznych nad konstrukcją i zastosowaniem przeciwlotniczego zestawu raketowego (PZR) oraz spodziewanymi rezultatami strzelania przyjęto posługiwać się wartościami liczbowymi, które nazwano wskaźnikami skuteczności strzelania. Skuteczność strzelania zależy głównie od:

- właściwości i możliwości taktyczno - technicznych przeciwlotniczych zestawów raketowych;

- przygotowania składu osobowego (obsług bojowych);
- podatności celu na zniszczenie;
- warunków prowadzenia strzelania;
- wybranej metody strzelania.

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu jedną rakieta (P1) jest podstawowym wskaźnikiem skuteczności (efektywności) podczas strzelania pododdziału raketowego do celu pojedynczego. Prawdopodobieństwo to w zależności od warunków spotkania rakiety z celem (położenia punktu spotkania w strefie ognia, wielkości i kierunku wektorów prędkości rakiety i celu w momencie spotkania, wzajemnego ich położenia, itp.) określone jest następującymi czynnikami: błędami naprowadzania rakiety do celu, charakterystykami zadziałania zapalnika, parametrami ładunku bojowego rakiety oraz charakterystykami wrażliwości celu. Z powyższego wynika, że prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego przez pododdział raketowy (dywizjon, baterię) stanowi uogólnioną charakterystykę pracy układu kierowania rakieta, radiozapalnika, wrażliwości celu oraz skuteczności zadziałania ładunku bojowego. Zależy ono od wysokości i prędkości lotu celu, typu celu, jego parametru kursowego, odległości strzelania, przeciwdziałania (ogniowego, radioelektronicznego itp.) celu, niezawodności eksploatacyjnej zestawu raketowego oraz jakości przygotowania zestawu i raket do strzelania<sup>1</sup>.

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego serią raket (Pn) określa możliwość zniszczenia celu choćby jedną rakieta z wystrzelonych (z serii). Dzieje się tak dlatego, że podczas strzelania kilkoma raketami (serią) zniszczenie celu każdą rakieta jest zdarzeniem niezależnym.

Oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych wyraża liczbę celów powietrznych, jaką może zniszczyć pododdział raketowy (PZR) przy strzelaniu do celu grupowego.

**Gęstość ognia (Go)** jest ilością strzelań na minutę, którą może wykonać ugrupowanie bojowe wojsk obrony przeciwlotniczej podczas odpierania uderzenia

---

<sup>1</sup> S. Miodek. Wojska raketowe WLOP. Oddział (związek taktyczny) WR. Skrypt. AON, Warszawa, 1994, s. 75.

przeciwnika powietrznego. Obliczana jest według kierunków i dla zadanej szerokości frontu uderzenia oraz charakteryzuje możliwości systemu ognia w ostrzeleniu środków napadu powietrznego uderzających na osłaniany obiekt z dowolną gęstością nalotu. Gęstością ognia jednego pododdziału przeciwlotniczego jest odwrotność cyklu strzelania, który jest właściwością różnorodnych zestawów przeciwlotniczych. Średnia gęstość ognia ugrupowania bojowego WOPL z dowolnego kierunku uderzenia środków napadu powietrznego jest sumą średnich gęstości ognia wszystkich pododdziałów uczestniczących w niszczeniu celów do zadanej rubieży

**Czas cyklu strzelania ( $T_c$ )**, stanowiący sumę czasów ostrzelenia i przeniesienia ognia na inny (kolejny) cel określa czas potrzebny na ostrzelenie jednego celu powietrznego i przeniesienie ognia na cel następny.

**Czas ostrzelenia celu powietrznego**, jest czasem liczonym od momentu odpalenia pierwszej rakiety do momentu spotkania się ostatniej rakiety z serii z celem powietrznym.

**Efektywność bojowa** w najprostszym przypadku określana jest jako iloraz oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych do liczby celów wchodzących w strefę ognia (biorących udział w nalocie);

**Liczba strzelań** (wynikająca z zapasu gotowych do strzelania rakiet oraz wariantu uderzenia środków napadu powietrznego) określa ile odpaleń rakiet w kierunku do celu powietrznego może wykonać pododdział (PZR) posiadając na swoim stanowisku startowym konkretną liczbę gotowych do strzelania rakiet.

**Wskaźniki możliwości osłony (obrony) WOPL są:**

- sektor osłony pododdziału raketowego;
- front osłony;
- powierzchnia osłaniana przez pododdział raketowy.

Sektor<sup>1</sup> osłony pojedynczego pododdziału raketowego jest to sektor, w którym zapewnione jest zwalczanie celów powietrznych, przed rubieżą wykonania zadania, lecących w kierunku bronionego obiektu (zespołu obiektów, wojsk). Stanowi więc wycinek przestrzeni, w granicach której możliwe jest zwalczanie środków napadu powietrznego wykonujących lot w kierunku bronionego obiektu lub pododdziału raketowego. Wielkość kątowa sektora osłony pododdziałem raketowym związana jest z odległością ugrupowania bojowego pododdziału raketowego od bronionego obiektu. Poza tym, sektor osłony jest funkcją odległości od dalszej poziomej granicy strefy ognia i maksymalnego kąta kursowego celu (zależności te występują pod postacią maksymalnego parametru kursowego celu)<sup>2</sup>.

Front osłony pododdziału raketowego stanowi szerokość pasa bojowego oddziaływania pododdziału i równa jest podwójnemu parametrowi kursowemu celu powietrznego w odniesieniu do konkretnej wysokości lotu.

Powierzchnia osłony jest to powierzchnia „przykryta” strefami ognia pododdziału, oddziału (ZT) wojsk raketowych.

**Podstawowym wskaźnikiem możliwości manewrowych** jest czas manewru ( $T_m$ ), który jest sumą czasu niezbędnego na zwinięcie przeciwlotniczego zestawu raketowego, czasu sformowania kolumny marszowej, czasu wykonania marszu oraz czasu rozwinięcia zestawu na nowym (zapasowym) stanowisku startowym. Dlatego też wskaźnikami składowymi czasu manewru są:

- czas zwijania sprzętu bojowego;
- czas formowania kolumny;
- czas marszu;
- czas rozwijania sprzętu bojowego;

Możliwość osiągnięcia **gotowości bojowej** określana jest takimi wskaźnikami jak: czas osiągnięcia wzmożonej gotowości bojowej lub pełnej gotowości bojowej oraz

---

<sup>1</sup> Pojęcie „**sektor**” wywodzi się z łacińskiego słowa „sector” to znaczy odcinający, oddzielający. W słowniku współczesnego języka polskiego „sektor” to wyodrębniona część jakiejś przestrzeni, obszaru, terenu. Sektor to również wycinek, część powierzchni figury krzywoliniowej ograniczona dwiema prostymi wychodzącymi z punktu położonego wewnątrz figury oraz łukiem leżącym między nimi

<sup>2</sup> S. Miodek. Użycie oddziału (związku taktycznego) wojsk raketowych Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej. AON, Warszawa, 1995, s.142.

czasy określające przejście pododdziałów raketowych z gotowości bojowej nr 3 do gotowości bojowej nr 1 (tzw. stopnie gotowości bojowej).

Zarówno czasy charakteryzujące możliwości manewrowe (z wyjątkiem czasu marszu) jak i czasy gotowości bojowej mają charakter normatywny **są ściśle określone, jako wynik uogólnionych badań empirycznych**. W związku nie ma potrzeby ich kalkulowania w czasie planowania działań.

Podstawowym wskaźnikiem **możliwości zabezpieczenia w rakiety** jest czas zgromadzenia odpowiedniej liczby rakiet w pododdziale, oddziale (ZT) wojsk raketowych (tzgr). Wskaźnikami składowymi są wszystkie czasy charakteryzujące proces przygotowania rakiet na potoku technologicznym oraz dostarczania ich do pododdziałów raketowych lub na stanowisko startowe pododdziału (dotyczy to dywizjonów raketowych usamodzielnionych - posiadających w swej strukturze organizacyjnej baterię techniczną lub pluton techniczny). Tak więc można przyjąć następujące wskaźniki składowe:

- czas napełnienia jednej rakiety sprężonym powietrzem za pomocą dystrybutora ( $t_{\text{napeł1}}$ );
- czas napełnienia jednocześnie dwóch rakiet sprężonym powietrzem z jednego dystrybutora powietrza ( $t_{\text{napeł2}}$ );
- czas napełnienia jednocześnie czterech rakiet sprężonym powietrzem z jednego dystrybutora powietrza ( $t_{\text{napeł4}}$ );
- czas uzbrojenia, obejmujący uzbrojenie rakiet pironabojami, połączenie złącz mechanizmu wykonawczo - zabezpieczającego (MZW) i ustawienie przekroju krytycznego dysz silników startowych ( $t_{\text{uzbr}}$ );
- czas założenia pokrowców na samochód transportowo – załadowczy ( $t_{\text{ZSTZ}}$ );
- czas wykonania kompleksowego (S-125M) sprawdzenia rakiet przez ruchomą stację kontrolno - pomiarową. Czas ten liczony jest od rozpoczęcia podłączenia rakiety do stacji do odjazdu rakiety na kolejne stanowisko technologiczne ( $t_{\text{RSKP}}$ );
- czas dowozu rakiet na stanowiska startowe dywizjonu raketowego ( $t_{\text{dow}}$ ).

Czasy te określa się zazwyczaj empirycznie.

W **konkluzji** można stwierdzić, że wymienione wskaźniki możliwości **manewrowych, gotowości bojowej i zabezpieczenia** są dobrze zdefiniowane, a określanie ich wartości metodami doświadczalnymi zapewnia ich wiarygodność. W kalkulacjach operacyjno-taktycznych informują czy realizacja planowanego wariantu użycia WOPL jest możliwa, czy też nie.

W wypadku wybranych wskaźników możliwości ogniowych zgrupowań mieszanych WOPL, ich wiarygodność i wykorzystanie zależy od metody ich określania. Gdyż bez znajomości założeń leżących u podstaw metody określania wskaźnika czy też normy taktycznej istnieje możliwość popełnienia błędów. Zwłaszcza, gdy wykorzystywana metoda i związany z nią model nie uwzględnia nowych uwarunkowań wynikających z rozwoju techniki i taktyki użycia ŚNP.

### **2.3. Ocena metod określania możliwości ogniowych WOPL**

W literaturze przedmiotu wymienia się metody określania możliwości ogniowych WOPL takie jak metoda:

- analityczna (kalkulacyjna),
- grafoanalityczna,
- symulacyjna,
- oparta na teorii masowej obsługi,
- stosunku średnich czasów,
- stosunku sił.

Możliwości ich wykorzystania, ograniczenia oraz zalety i wady przedstawił w rozprawie doktorskiej nt „Metoda określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej” M. Marszałek.

#### **2.3.1. Metoda analityczna**

Do najbardziej popularnych metod określania możliwości bojowych zalicza się metodę analityczną (często zwaną również kalkulacyjną lub najprostszą). Metoda ta niezależnie od stopnia zaawansowania wykorzystywanej techniki, zapewnia głównie

liczbowa ocenę możliwości bojowych, a prognozowane na jej podstawie rezultaty mają charakter oceny przybliżonej. Metoda analityczna jest aparatem wykorzystywanym przez specjalistów wojskowych do rozwiązywania określonych zadań operacyjno - taktycznych. W praktycznej działalności sztabów pododdziałów, oddziałów (ZT) spotykamy się głównie z określaniem możliwości bojowych, które utożsamiane są z wielkością strat zadanych przeciwnikowi powietrznemu (liczba zniszczonych celów). Jest to pośrednia ocena efektywności obrony obiektów przy założeniu, że wzrost strat zadanych przeciwnikowi powoduje zmniejszenie strat bronionych obiektów. Od dłuższego już czasu metoda analityczna (kalkulacyjna) jest najbardziej znaną i rozpowszechnioną w wojskach metodą określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, WOPL oraz w mniejszym stopniu pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych. Metoda ta oparta jest głównie na teorii prawdopodobieństwa. Stanowi formalny aparat umożliwiający określenie możliwości bojowych na różnych szczeblach dowodzenia. Wymaga jednak od oficerów bardzo dobrego przygotowania merytorycznego oraz doświadczenia. Przeprowadzone badania wykazały, że ten sam problem taktyczny, dotyczący określenia możliwości bojowych ZT WOPL rozwiązywany przez oficerów o zróżnicowanej wiedzy teoretycznej i różnym doświadczeniu dawał różne, czasami wręcz odmienne wyniki. Metoda ta, jak każda ma zarówno swoje zalety jak i wady. Będą one różne w zależności od rodzaju wojsk, którego możliwości bojowe będziemy określali.

Posługiwanie się tą metodą jest jednak bardzo czasochłonne w związku z tym ograniczone jest jej zastosowanie.

W przypadku stosowania metody analitycznej do rozwiązywania zadań operacyjno - taktycznych w WOPL, wyłania się bardzo istotny mankament tej metody dotyczący nie uwzględniania w obliczeniach rubieży wykonania zadania przez ŚNP przeciwnika. Fakt ten ma bardzo istotny wpływ na wiarygodność uzyskiwanych wyników. Dlatego też, obliczana w procesie określania możliwości bojowych (ogniowych) liczba strzelań, jaką może wykonać pododdział, oddział (ZT) jest z reguły wielkością zawyżoną, nie odpowiadającą rzeczywistym możliwościom. Rozbieżność ta wynika przede wszystkim z tego, że wspomniana liczba strzelań obliczana jest wyłącznie w

odniesieniu do określonego czasu (czas nalotu ŚNP przeciwnika), a nie do nakazanej rubieży (rubieży wykonania zadania).

### 2.3.2. Metoda grafoanalityczna

Można stwierdzić istnienie kilku „odmian” metody grafoanalitycznej. W ogólnym wypadku, metoda ta podobnie jak opisana wcześniej metoda kalkulacyjna również oparta jest na prawach matematyki, łącząc jednocześnie w sobie elementy graficzne i kalkulacje matematyczne. Metoda grafoanalityczna polega na graficznym rozegraniu walki z przeciwnikiem powietrznym poprzez dokonanie podziału własnych sił na konkretne cele powietrzne.

W odniesieniu do WOPL, a w zasadzie ich pododdziałów, oddziałów (ZT) metoda ta umożliwia określenie liczby strzelań pododdziałów (dywizjonów) w stosunku do rubieży wykonania zadania przez środki napadu powietrznego przeciwnika. Dotyczy to zarówno uderzenia ŚNP na broniony przez pododdział obiekt, jak i samego uderzenia ŚNP na dywizjon raketowy. Istota tej metody wyraża się w bardziej szczegółowej, niż w metodzie analitycznej, ocenie czynnika czasu, co w praktyce polega na określaniu liczby ostrzelanych celów poprzez kolejne analizowanie możliwości ostrzelania każdego celu przez pododdział raketowy.

Prawdopodobieństwo zniszczenia jednego środka napadu powietrznego przeciwnika można wyznaczyć korzystając z zależności:

$$P_{\dot{S}NP} = 1 - (1 - P_z)^n \quad [1]$$

gdzie:

$P_z$  - prawdopodobieństwo zniszczenia ŚNP przeciwnika w jednym oddziaływaniu (np. jeden atak samolotu myśliwskiego dwiema raketami, ostrzelanie celu 1, 2 lub 3 raketami);

$n$  - liczba niezależnych oddziaływań (ataków) środków walki WOPL dla zniszczenia jednego ŚNP.

Niezbędną liczbę oddziaływań środków walki WOPL do zniszczenia jednego ŚNP wyznacza się, korzystając z zależności:

$$n = \frac{\log(1 - P_{g\dot{S}NP})}{\log(1 - P_z)} \quad [2]$$

gdzie:

$P_{g\dot{S}NP}$  - zakładana wartość gwarantowanego prawdopodobieństwa zniszczenia celu przeciwnika.

Podczas grafoanalitycznego rozegrania walki z przeciwnikiem powietrznym uwzględnia się:

- położenie i ważność osłanianych obiektów (do zwalczania celów powietrznych zmierzających na te obiekty należy przydzielić stosunkowo większe siły WOPL);
- ugrupowanie wojsk własnych (oddziałów, związków taktycznych w strefie odpowiedzialności ODN
- czasy startu i wyjścia samolotów myśliwskich na określone rubieże i wysokości oraz czas ich naprowadzania i walki;
- możliwości przestrzenne i ilościowe punktów naprowadzania;
- cykle strzelania dywizjonów raketowych (pododdziałów raketowych) i artylerii przeciwlotniczej;
- inne czasowe, przestrzenne i ilościowe wskaźniki dające się uwzględnić i porównać.

Najważniejsze w wykonywaniu tych czynności jest to, aby w każdej kombinacji stosować te same kryteria w rozgrywaniu walki z przeciwnikiem powietrznym. Stosowanie innych kryteriów i wskaźników uniemożliwi dokonanie porównań otrzymanych rezultatów walki i sformułowanie wniosków dotyczących określenia (wyboru) najbardziej prawdopodobnego wariantu nalotu  $\dot{S}NP$  lub najlepszego ugrupowania wojsk własnych w danej sytuacji operacyjno - taktycznej.

### **2.3.3. Metoda symulacyjna**

Symulacja jest eksperymentowaniem za pomocą modelu w celu chronologicznego wygenerowania historii stanów tegoż modelu, a która jest uważana za historię stanów modelowanego systemu. Rozwojowi informatyki dotrzymuje kroku rozwój metod

symulacyjnych. Ich twórcy i orędownicy starają się „wypełnić nimi” wszelkie potrzeby systemu dowodzenia, którym nie sprostały metody analityczne. Nie sposób zatem pominąć je milczeniem.

Chciałbym odnieść się do pewnej grupy metod symulacyjnych przeznaczonych do oceny rezultatów działań bojowych i gier wojennych, u zasad działania których jest stochastyczny (losowy)<sup>1</sup> charakter determinowania cząstkowych wyników działań i bieżące ich uwzględnianie w czasie eksperymentu symulacyjnego (w tym sensie są deterministyczne). Można zaryzykować tezę, że w klasie współczesnych symulatorów działań bojowych innych nie ma.

Zauważmy na wstępie, że kryterium w podejmowaniu decyzji jest prognozowany, najbardziej prawdopodobny rezultat, a nie jeden z możliwych. Jest to istota podejścia probabilistycznego w ilościowych rozważaniach o efektywności i chyba nie wymyślono do tej pory niczego lepszego.

Główną zaletą symulacji działań bojowych jest uwzględnianie czasu i możliwość badania stanów w dowolnym momencie tych działań. Możliwe oddziaływania stron są identyfikowane w czasie i przestrzeni poprzez sprawdzanie szeregu warunków, których wiele zależy od decyzji podejmowanych przez uczestników eksperymentu, występujących w roli decydentów zgodnie z kompetencjami, jakie posiadają w rzeczywistych systemach dowodzenia. Dowódca ma okazję zapoznać się z możliwym rozwojem sytuacji na polu walki, będącym skutkiem jego decyzji, zanim w rzeczywistości wprowadzi ją w życie. Każdy wynik symulacji może być inny, bo losowy jest charakter zidentyfikowanych pojedynków lub oddziaływań. Trzeba zaznaczyć, że w wypadku dużej liczby takich losowań, zachodzących w określonych, symulowanych stanach walki, wyniki symulacji nie powinny od siebie znacznie odbiegać. Tak może być podczas symulowania działań bojowych dużej liczby jednorodnych środków walki (np. czołgów i BWP w czasie walki pułków i dywizji zmechanizowanych).

---

<sup>1</sup> Wykorzystują generatory losujące o zaprogramowanych rozkładach prawdopodobieństwa do określenia wyników cząstkowych w wybranych stanach, momentach czasowych.

W wypadku nalotu zmasowanego mamy do czynienia wbrew pozorom z pojedynczymi oddziaływaniami samolotów w walkach powietrznych i pojedynczymi oddziaływaniami (pojedynekami) samolotów z naziemnymi środkami OP, gdyby je rozpatrywać w określonych momentach czasu<sup>1</sup>. Grupowe walki powietrzne z udziałem dziesiątek samolotów przeszły już chyba do historii. Tendencje w uzbrojeniu sił powietrznych jednoznacznie wskazują na ograniczenia liczby samolotów bojowych przy jednoczesnym wzroście ich wartości bojowej. Z tego powodu to, co jest bardzo dobrym rozwiązaniem dla prospektywnej oceny rezultatów walki ogólnowojskowej, może okazać się nie tak udaną ideą w wypadku sił powietrznych. Co jest główną przyczyną tego stanu rzeczy? Otóż przy niewielkiej liczbie oddziaływań i pojedynków otrzymanie najbardziej prawdopodobnej realizacji symulacji (a taka tylko nas interesuje w procesie decyzyjnym) jest mało prawdopodobne<sup>2</sup>. Informuje nas o tym prawo wielkich liczb Bernoulliego (twierdzenie Czebyszewa<sup>3</sup>). Trzeba by dla każdego symulatora i eksperymentu symulacyjnego wyznaczać im właściwe parametry dokładności symulacji. Pozwoliłoby to stwierdzić: ile potrzeba wykonać powtórzeń danego eksperymentu, aby - dla określonego poziomu ufności - oszacować przybliżony, przeciętny rezultat symulacji (wartość oczekiwaną) - czyli zastosować metodę Monte Carlo w odniesieniu do wyników symulacji. Aby tego dokonać, symulacja powinna być zdeterminowana, jeśli chodzi o ewentualne decyzje ćwiczących podejmowane w czasie eksperymentu (wszystkie decyzje powinny być podjęte z góry i wprowadzone jako dane).

Z kolei eliminacja losowania wymusza decyzję o wyniku zdekodowanych, elementarnych walk i oddziaływań wedle jakiegoś kryterium, zwykle przewagi lub skuteczności. Wtedy niewielka przewaga powodowałaby wygraną w elementarnym

---

<sup>1</sup> Biorąc pod uwagę, że w zmasowanym nalocie (COMAO) może wziąć udział średnio do 10÷15 grup uderzeniowych samolotów, a straty wynoszą kilka procent, to i sumaryczna liczba oddziaływań nie może być duża.

<sup>2</sup> Przy wyrzuceniu np. jednocześnie ogromnej liczby monet istnieje duże prawdopodobieństwo, że wynik niewiele będzie się różnił od wartości oczekiwanej – 50% wyrzuconych orłów. W wypadku wyrzucenia kilku monet różnice mogą być znaczne. Miarą tej różnicy może być odchylenie standardowe, które w wypadku rozkładu normalnego jest proporcjonalne do pierwiastka z liczby doświadczeń symulacyjnych. Chcąc zatem zwiększyć dokładność symulacji dwukrotnie, trzeba czterokrotnie zwiększyć ich liczbę.

<sup>3</sup> S.M. Jarmakow, Metoda Monte Carlo i zagadnienia pokrewne, PWN 1976, s.19.

pojedyńku lub pozytywny skutek oddziaływania. „Opłacałoby się” zatem tworzyć „minimalne przewagi” i pewnie wygrywać kolejne starcia (ale tylko w czasie symulacji). Prowadzi to do nonsensu, który nie ma nic wspólnego z rzeczywistością.

Reasumując, w wypadku sił powietrznych omawiane symulatory są ze wszech miar potrzebne w procesie szkolenia, jako „obiektywni rozjemcy” podczas ćwiczeń i gier wojennych, ale nie powinny być jedyną formą oceny efektywności w procesie dowodzenia.

Opracowanie stosownego programu badań w celu identyfikacji określonych norm taktycznych wydaje się być problemem łatwym do rozwiązania, pod warunkiem dysponowania zweryfikowanym symulatorem. Kluczową trudnością jest ocena wiarygodności symulatorów operacyjno-taktycznych odwzorowujących zjawiska pola walki. Traktując symulatory, jako narzędzia pomiarowe w badaniach naukowych istnieje potrzeba oszacowania ich dokładności. Z przyczyn oczywistych oszacowanie błędów systematycznych poprzez porównanie stanów modelu i rzeczywistości jest praktycznie nieosiągalne.

#### **2.3.4. Metoda oparta na teorii masowej obsługi**

Do określania możliwości bojowych pododdziałów i ZT WOPL wykorzystywana jest również metoda oparta na teorii masowej obsługi. Dotyczy to szczególnie WOPL sił powietrznych i pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych OP. Zastosowanie teorii masowej obsługi do badania problemów związanych z określaniem możliwości bojowych (efektywności użycia) jest uzasadnione w związku z charakterem pracy bojowej pododdziałów, oddziałów (ZT) tych wojsk oraz właściwościami strumienia celów pojawiających się w ich strefie działań. Wykorzystanie teorii masowej obsługi do określania możliwości bojowych jest możliwe, gdy realne jest stosunkowo dokładne prognozowanie wariantów uderzeń przeciwnika powietrznego na obiekty osłaniane przez środki OP<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Cz. Gozdecki., E.T Zawada.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1978, s. 216.

Systemy obsługi mogą być jednokanałowe i wielokanałowe. W pierwszym przypadku napływające zgłoszenia (jednostki) są obsługiwane kolejno, względnie na podstawie ustalonego priorytetu. Jeżeli kanał obsługi jest zajęty, to napływające jednostki tworzą kolejkę. W drugim wypadku jednostki oczekują w kolejce tylko wtedy, gdy wszystkie kanały są zajęte.

Ze względu na rodzaj urządzeń wchodzących w skład systemu obsługi można wyróżnić systemy:

- jednorodne;
- niejednorodne.

W praktyce jednak mamy do czynienia z systemami niejednorodnymi, a więc ugrupowaniami składającymi się z różnych typów środków ogniowych.

Sam proces obsługi w systemie może składać się z kilku faz. System o takich cechach nazywany jest wielofazowym. System wojsk rakietowych SP należy traktować, jako wielofazowy, ponieważ cele powietrzne są najpierw wykrywane i śledzone przez stacje radiolokacyjne (pierwsza faza), następnie na podstawie danych z rozpoznania radiolokacyjnego na stanowiskach dowodzenia ZT WOPL SP analizuje się sytuację powietrzną, ocenia się możliwości pododdziałów i podejmuje decyzję do zwalczania ŚNP przeciwnika (druga faza). Zwalczanie celów powietrznych przez pododdziały rakietowe stanowi trzecią fazę obsługi.

Systemy obsługi masowej można podzielić na:

- systemy obsługi ze stratami, których najważniejszą charakterystyką jest prawdopodobieństwo odmowy obsługi;
- systemy obsługi bez strat, których najważniejszą charakterystyką jest oczekiwana liczba długości serii;
- systemy typu mieszanego, dla których charakterystyki mogą być wykorzystywane oba powyższe kryteria<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Cz. Gozdecki., E.T. Zawada.: Wybrane metody statystyczne w programowaniu wojskowym. Wydawnictwo MON. Warszawa, 1978

W systemie ze stratami każda nowo przybyła jednostka nie czeka w kolejce na obsługę, lecz opuszcza go nie będąc obsłużona. Przykładem takiego systemu jest np. system ZT WOPL SP, w którym czas przebywania celu w strefie ostrzału jest krótki i współmierny z czasem niezbędnym dla ostrzelania celu. Cele nie wykryte przez środki radiolokacyjne i nie ostrzelane przez środki ogniowe pokonują strefę obrony powietrznej i przenikają w głąb terytorium.

Celem prognozowania jest badanie relacji, jakie mogą zachodzić między **strumieniami zgłoszeń** wchodzących i wychodzących oraz przewidzenie ujemnych skutków w wypadku niekorzystnego ich kształtowania się, a na tej podstawie podjęcie odpowiednich decyzji. Zasadnicze znaczenie dla prognozowania ma opis matematyczny procesu obsługi, obejmujący zależności funkcyjne między zmiennymi (parametrami).

Do opisu tego procesu wykorzystuje się wzory z zakresu teorii masowej obsługi<sup>1</sup>, oparte na zastosowaniu rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Strumień zgłoszeń wchodzących może być opisany funkcją  $X(t)$ , określającą liczbę zgłoszeń wymagających obsługi w przedziale czasu  $(0, t)$ . Wartość funkcji  $X(t)$  jest zmienną losową dla każdej wartości  $t$ . Cechą szczególną tej funkcji jest to, że przyjmuje dla każdego  $t$  liczbę naturalną łącznie z zerem. Prawdopodobieństwo nadejścia do systemu obsługi w czasie  $t$  dokładnie  $k$  zgłoszeń:

$$P\{X(t) = k\} \quad [3]$$

Może być określone pod warunkiem, że wspomniana funkcja będzie znana.

Strumienie zgłoszeń z założenia powinny charakteryzować się następującymi właściwościami:

- prawdopodobieństwo tego, że w małym odstępie czasu wpłynie do systemu więcej niż jedno zgłoszenie, jest nieskończenie małe, czyli w dowolnej chwili przybywa do systemu nie więcej niż jedno zgłoszenie;

---

<sup>1</sup> Wspólną cechą wszystkich zadań związanych z masową obsługą jest przypadkowy charakter badanych zjawisk. Ilość zgłoszeń na obsługę i wielkości przedziałów czasowych między nimi przy przybywaniu do systemu są przypadkowe. Czas obsługi, a w niektórych systemach z ograniczonym czasem oczekiwania również czas oczekiwania, podlegają także wahaniom przypadkowym. Wahania przypadkowe wspomnianych wielkości nie noszą charakteru niewielkich zaburzeń.

- liczba zgłoszeń w przedziale czasowym  $(0, t)$  zależy od długości tego przedziału, lecz nie zależy od liczby zgłoszeń w poprzednich przedziałach;
- prawdopodobieństwo napływu określonej liczby zgłoszeń w ciągu pewnego odstępu czasu zależy nie od tego, jaką chwilę przyjęto za początkową, lecz od długości przedziału.

Porównanie tych założeń z typowymi modelami zmasowanego nalotu ŚNP, w których nie ma przypadkowych odstępów i odległości w ugrupowaniu fal i rzutów grup taktycznego przeznaczenia mocno ogranicza stosowanie tej metody do omawianych celów

Możliwość zastosowania metody teorii masowej obsługi do określania możliwości ogniowych ZT WOPL SP ograniczona jest także takimi warunkami jak:

- odpowiednią długotrwałość nalotu ŚNP przeciwnika przy zachowaniu średniej określonej gęstości wchodzenia celów w strefy ognia pododdziałów raketowych;
- w ugrupowaniu bojowym ZT są pododdziały jednego typu;
- wszystkie pododdziały raketowe uczestniczą w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.

### **2.3.5. Metoda stosunku sił**

Do wyznaczania ilościowo-jakościowego stosunku sił, w zależności od konkretnych potrzeb, posiadanej informacji i dysponowanego czasu mogą być stosowane różne metody. Najczęściej stosowane są trzy metody określania tego stosunku.

Pierwsza z nich, polega na porównaniu prawdopodobieństw zniszczenia przez ŚNP przeciwnika zgrupowań wojsk, obiektów w jednym nalocie (uderzeniu) - z prawdopodobieństwami wymaganymi, tzn. umożliwiającymi zadanie strat w granicach 30 - 35%. Taki poziom zadanych strat zapewnia w zasadzie obezwładnienie głównych obiektów i w rezultacie gwarantuje osiągnięcie przez przeciwnika powietrznego założonych celów walki. Określony w taki sposób stosunek sił uwzględnia prawdopodobne obiekty uderzeń i cel działania ŚNP przeciwnika. Do jego

wyznaczenia potrzeba jednak wielu informacji, a sam proces obliczeń jest niezwykle złożony. Dlatego jego realizacja jest praktycznie możliwa tylko w oparciu o zastosowanie techniki mikrokomputerowej. W związku z tym metoda ta jest traktowana, jako narzędzie badawcze, a nie jako metoda użytkowa, szczególnie w warunkach prowadzenia działań bojowych.

Druga metoda, oparta jest na porównaniu wartości oczekiwanej liczby ŚNP przeciwnika, które zdołały pokonać obronę powietrzną i dotrzeć do głównych obiektów uderzeń, z ogólną ich liczbą w jednym nalocie (uderzeniu). Otrzymany w ten sposób stosunek nie daje możliwości uzyskania informacji o stopniu realizacji celu przez każdą z walczących stron, a jedynie wyraża skuteczność pokonania przez ŚNP przeciwnika systemu OP w jednym zmasowanym uderzeniu. Stąd metoda ta może być w praktyce zastosowana przede wszystkim do analizy możliwości pokonywania przez ŚNP systemu obrony powietrznej.

Trzecia metoda ma charakter głównie jakościowy. Istotą tej metody jest określanie wartości bojowych dysponowanych sił i sił wspierających OP oraz ŚNP przeciwnika i wzajemnym ich porównaniu. Punktem wyjścia w tej metodzie jest wyznaczenie wartości użytkowej poszczególnych typów sprzętu bojowego i czynników charakteryzujących sprawność oraz wyszkolenie załóg. Wartość użytkową sprzętu bojowego określa się na podstawie porównania wybranych parametrów taktyczno - technicznych danego typu uzbrojenia z odpowiednimi charakterystykami egzemplarza wzorcowego i obliczeniu średniej arytmetycznej z tych wielkości. Sprawność oraz wyszkolenie załóg ocenia się na podstawie średniej arytmetycznej wartości jakościowych stanu moralno - psychicznego, przygotowania specjalistycznego i możliwości psycho - technicznych poszczególnych obsłóg sprzętu bojowego. Każdą ze składowych wyznacza się w oparciu o ustalony jej wzorzec<sup>1</sup>.

Powyższa metoda może być stosowana przy porównaniu odpowiednich typów uzbrojenia zarówno własnych, jak i przeciwnika, bez dowiązania ich do jakiegokolwiek sytuacji operacyjno - taktycznej. **Dlatego powszechnie uważa się, że nie stanowi ona**

---

<sup>1</sup> T. Obroniecki.: Określanie ilościowo - jakościowego stosunku sił obrony przeciwlotniczej do środków napadu powietrznego oraz jego wykorzystanie na szczeblu operacyjnym. Rozprawa doktorska. ASG WP. Warszawa, 1983, s. 112.

właściwego narzędzia do określania stosunku sił w walce, gdzie uwzględnia się przeciwstawne cele walczących stron oraz wyjątkowo złożone warunki działania w powietrznym wymiarze. Warto jeszcze wspomnieć, że odwoływanie się do kategorii potencjału bojowego budzi na ogół uzasadnione wątpliwości co do sposobu jego określania.

### **2.3.6. Metoda stosunku średnich czasów**

Metoda stosunku średnich czasów znalazła zastosowanie jedynie w WOPL SP. Pozwala ona w prosty sposób i w stosunkowo krótkim czasie określić prognozowane rezultaty działań bojowych oddziału (ZT) w odniesieniu do różnych warunków działania środków napadu powietrznego przeciwnika. Umożliwia ona również analizę efektywności wojsk raketowych SP w kilku przyjętych wariantach działania, różniących się składem i rozmieszczeniem w terenie pododdziałów raketowych. **Wadą metody jest nieuwzględniania przeciwdziałania ze strony środków napadu powietrznego na dywizjony raketowe.**

Obliczanie liczby strzelań do celów powietrznych, możliwych do wykonania przez pododdziały raketowe realizowane jest przy uwzględnieniu uśrednionych wartości czasów cyklu strzelania i czasu przebywania celów w strefie startu. Uproszczeniem tu jest założenie, według którego pododdziały raketowe zwalczając ŚNP przeciwnika strzelają jednakową liczbą rakiet w serii.

Zastosowanie metody stosunku średnich czasów wymaga :

- określenia 2 - 3 możliwych wariantów działań środków napadu powietrznego przeciwnika;
- określenia dla każdego wariantu działań przeciwnika powietrznego pododdziałów raketowych, przez których strefy ognia przechodzą trasy lotu celów;
- określenia długości nalotu i obliczenie średnich cykli strzelania pododdziałów raketowych, przez strefy ognia których przechodzą trasy lotu celów;

- obliczenia maksymalnej liczby strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały raketowe biorące udział w odpieraniu uderzenia środków napadu powietrznego;
- oceny rezultatów oddziaływania (strzelania) i określenie wartości oczekiwanej liczby rażonych celów w każdym nalocie.

Wymaga to dużego stopnia konkretyzacji badanych ugrupowań co jest sprzeczne z ideą uogólnienia jakiej powinna odpowiadać norma taktyczna. Ponadto największą jej wadą jest niemożność odzwierciedlenia zastosowanych przez ŚNP powietrznego przeciwnika sposobów i środków przeciwdziałania (np. ogniowego czy też zakłóceń radioelektronicznych).

#### **2.4. Określanie odstępów między stanowiskami startowymi dywizjonów raketowych**

We współczesnych warunkach stanowiska startowe pododdziałów przeciwlotniczych są obiektami uderzeń lotnictwa przeciwnika. Analiza dotychczasowych konfliktów zbrojnych, pozwala postawić tezę, że ataki te będą najczęściej wykonywane przy użyciu rakiet przeciwradiolokacyjnych (powietrze-ziemia) wykorzystując maksymalne zasięgi tych rakiet. W tych warunkach zasada wysokiej żywotności jest jednym z najważniejszych czynników przy planowaniu ugrupowania bojowego wojsk. Wysoką żywotność elementów ugrupowania bojowego zapewnia się przez racjonalne rozmieszczenie stanowisk pododdziałów przeciwlotniczych, ich wzajemne przykrycie ogniowe, stanowisk dowodzenia i stanowisk technicznych w ogólnym systemie obrony przeciwlotniczej.

Jak pokazują doświadczenia poprzednich konfliktów zbrojnych, wzajemne przykrycie ogniowe jest jednym z ważniejszych bardzo skutecznym czynnikiem zachowania wysokiej żywotności ugrupowania. Obliczenia i doświadczenia działań bojowych potwierdzają, że podczas wykonywania uderzeń na ugrupowanie bojowe systemów przeciwlotniczych rubież wykonania zadania (RRWZ) wynosi 3-4 km, a przy wykorzystaniu rakiet przeciwradiolokacyjnych nawet do 60 km i więcej. Wzajemne przykrycie ogniowe dywizjonów jest możliwe przy następujących maksymalnych odstępach między dywizjonami:

- przy uderzeniu skrzydłowym, gdy kierunek uderzenia przechodzi przez dwa dywizjony:

$$\text{ISO max} = \text{ddg} - \text{RRWZ}; \quad [4]$$

- przy uderzeniu frontalnym gdy kierunek jest prostopadły do odstępów między dywizjonami i przechodzi przez stanowiska startowe jednego z dywizjonów:

$$\text{ISO max} = \text{Pmaxg} \quad [5]$$

gdzie:  $\text{ddg}$  – gwarantowana odległość ostrzelenia celu;

$\text{Pmaxg}$  – maksymalny parametr kursowy przy prowadzeniu gwarantowanych strzelań.

Środki bezpośredniej obrony przeciwlotniczej dywizjonów można rozmieszczać na stanowiskach startowych, jeżeli ich zasięgi strzelania są większe niż RRWZ ( $\text{dstrz} > \text{RRWZ}$ ). Jeżeli ten warunek nie jest spełniony, należy rozmieszczać je za RRWZ na najbardziej prawdopodobnym kierunku ataku dywizjonu z małych wysokości.

Aby uniknąć możliwości obezwładnienia kilku pododdziałów raketowych jednym uderzeniem bronią niekonwencjonalną, należy zachować warunek:

$$\text{Imin} .> \text{Rraż.} + 3\delta \quad [6]$$

gdzie:

$\text{Imin}$  - minimalny odstęp między sąsiednimi pododdziałami przeciwlotniczymi;

$\text{Rraż.}$ - promień rażenia dywizjonu ładunkiem niekonwencjonalnym;

$\delta$  - średni kwadratowy błąd trafienia bomby w stanowisko startowe pododdziału przeciwlotniczego.

Odstępy powinny chronić przed zniszczeniem więcej niż jeden dywizjon podczas wybuchu ładunków niekonwencjonalnych, znajdujących się na pokładach środków napadu powietrznego (samolotów, raket) zestrzelonych w rejonie ugrupowania wojsk obrony przeciwlotniczej. Przy założeniu, że moc ładunku jądrowego na pokładzie zniszczonego samolotu wynosi 1 MT odstępy między dywizjonami powinny wynosić 14 – 18 km. Ponadto ustalono doświadczalnie, że 86 % pierwszych stopni raket spada na odległościach:

- SA 3D - 0,4 – 4 km;
- SA 4 - 0,5 – 4 km;
- SA 5 - 0,9 – 3,5 km.

Przy założeniu, że odstępy powinny wynosić 6 – 10 km, nie istnieje niebezpieczeństwo uszkodzenia sąsiedniego dywizjonu spadającymi pierwszymi stopniami rakiet.

Przedstawiona wyżej analiza wszystkich czynników, mających wpływ na ustalenie wielkości odstępów między dywizjonami, wskazuje, że decydującymi czynnikami są: potrzebna gęstość ognia i odporność systemu ognia oraz dowodzenia na zakłócenia radioelektroniczne.

Ugrupowanie bojowe Brygady Rakietowej OP, zależnie od postawionego zadania i rodzaju osłanianego obiektu, może być w stosunku do obiektu dookrężne, sektorowe lub zajmować wydzielony pas osłony oraz składać się z jednego lub dwu rzutów.

Odległość stanowisk startowych pododdziałów przeciwlotniczych określa się na podstawie oceny prawdopodobnych wariantów działania przeciwnika powietrznego, analizy tabel współczynników charakteryzujących możliwości ogniowe ugrupowania bojowego do rubieży postawienia zadania o raz przeznaczenia dywizjonów, wchodzących w skład mieszanego ugrupowania wojsk obrony przeciwlotniczej.

Ważnymi parametrami ugrupowania bojowego wojsk obrony przeciwlotniczej są odstępy między stanowiskami startowymi dywizjonów raketowych (ISO). Odstępy między stanowiskami startowymi są bezpośrednio zależne od liczby dywizjonów w brygadzie ( $K_d$ ) i promieniu ugrupowania bojowego (RSO) i mogą być obliczone według zależności:

$$ISO = \frac{2\pi RSO}{K_d}; \quad [7]$$

Odstępy między stanowiskami startowymi dywizjonów raketowych powinny zapewnić odpowiednią gęstość ognia, ograniczyć możliwości przeciwnika w jednoczesnym zakłóceniu kilku dywizjonów przez jeden samolot z aparaturą zakłóceń, umożliwić wzajemną osłonę ogniową dywizjonów oraz wykluczyć możliwość

zniszczenia dwóch sąsiednich dywizjonów jednym wybuchem broni z ładunkiem niekonwencjonalnym.

Wymienione warunki w różny sposób wpływają na ustalanie odstępów między dywizjonami raketowymi. Na przykład zmniejszenie odstępów powoduje korzystne zagęszczenie ognia i niekorzystne zmniejszanie odporności na zakłócenia radioelektroniczne. Jeden samolot może zakłócić więcej dywizjonów). Ponadto znaczne zbliżenie stanowisk startowych do siebie zwiększa ich żywotność przez wzajemną osłonę, a jednocześnie w warunkach użycia broni jądrowej zwiększa się prawdopodobieństwo obezwładnienia większej liczby dywizjonów jednym uderzeniem. Dlatego przed podjęciem decyzji o tworzeniu ugrupowania wszystkie wymienione czynniki powinny być dokładnie przeanalizowane.

Określenie odstępów między stanowiskami startowymi dywizjonów raketowych z uwzględnieniem potrzeb gęstości ognia. Odstępy między dywizjonami powinny zapewniać gęstość ognia  $G_o$  nie mniejszą niż oczekiwana gęstość nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika  $G_n$ . Niezbędnym jest zachowanie zależności  $G_o \geq G_n$ .

Wtedy, kiedy strefy ognia sąsiednich dywizjonów stykają się, a przeciwnik będzie wykonywał uderzenie z gęstością nie większą niż gęstość ognia jednego dywizjonu, to odstępy między dywizjonami określa się według zależności:

$$ISO=2P_{max} ; [8]$$

gdzie:  $P_{max}$  - maksymalny parametr kursowy strefy ognia dywizjonu raketowego na określonej wysokości.

Jeżeli gęstość nalotu jest większa od gęstości ognia jednego dywizjonu, niezbędne jest zwiększanie liczby dywizjonów uczestniczących w odpieraniu uderzenia. Liczbę dywizjonów można zwiększyć przez stworzenie dwu i więcej warstwowych stref ognia sąsiednich dywizjonów.

By zwiększyć gęstość ognia  $n$  - razy, należy  $n$  - razy zmniejszyć odległości między stanowiskami startowymi dywizjonów raketowych.

Odległość stanowiska dowodzenia brygady od stanowisk startowych dywizjonów raketowych jest uwarunkowana operatywnością i niezawodnością kierowania ogniem.

### 3. WYKORZYSTANIE METOD ANALITYCZNYCH DO OKREŚLANIA NORM TAKTYCZNYCH UŻYTECZNYCH DO FORMOWANIA ZGRUPOWAŃ WOPL

#### 3.1 Procedura określania możliwości ogniowych

Jednym z ważniejszych zadań planistycznych jest wyznaczenie składu i wymiarów strefy odpowiedzialności zgrupowania WOPL typu MEZ, a w szczególności mieszanych ugrupowań bojowych typu CLUSTER.

Istota wykorzystania metody analitycznej do realizacji omawianego zadania polega na określeniu dla typowego modelu nalotu ŚNP oczekiwanej liczby rażonych celów  $M_C$  - **akceptowalnej** z punktu widzenia realizacji zadań obrony powietrznej. Posługując się tym wskaźnikiem, można określić niezbędną liczbę sił i środków potrzebnych do odparcia prognozowanego uderzenia środków napadu powietrznego przeciwnika. Drugim warunkiem jest porównanie gęstości ognia ugrupowania z gęstością nalotu ŚNP.

Otrzymane wartości niezbędnej liczby przeciwlotniczych zestawów raketowych (PZR), które powinny się znaleźć w tzw. pasie uczestnictwa podczas odpierania prognozowanego nalotu ŚNP wyznaczają potrzebną gęstość ugrupowania (mierzoną stosunkiem liczby PZR do szerokości pasa uczestnictwa). Omawiana gęstość jeśli możliwa jest do osiągnięcia wobec ograniczeń wymienionych w podrozdziale 2.4, może stanowić **wartość normatywną** pozwalającą wnioskować o wymiarach MEZ lub przy danych jego wymiarach o składzie i liczbie niezbędnych PZR do wykonania zadań obrony powietrznej.

Chcąc określić możliwości ogniowe pododdziału raketowego (oddziału) raketowych SP w konfrontacji z prawdopodobnym uderzeniem ŚNP, należy postępować zgodnie z określonym sposobem postępowania. Niezmiernie istotną, z punktu widzenia wiarygodności, wielkością wyjściową, która jest jednocześnie jednym z podstawowych wskaźników możliwości ogniowych pododdziału

rakietowego jest prawdopodobieństwo rażenia celu jedną rakieta (P1) i seria rakiet (Pn)<sup>1</sup>.

Wielkości te określane są jednak wyłącznie dla konkretnych warunków (np. tylko stosowania zakłóceń radioelektronicznych), nie uwzględniając kompleksowego wykorzystania większej liczby środków i sposobów przeciwdziałania naziemnym środkom rażenia (np. lot celu powietrznego na małych wysokościach pod przykryciem zakłóceń radioelektronicznych). Pewną propozycją rozwiązania problemu jest wprowadzenie tzw. współczynnik złożoności. Współczynnik ten uwzględnia właściwości pracy bojowej w warunkach założonej sytuacji bojowej (powietrznej). Złożoność sytuacji wynika z jednoczesnego stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych i celów pozornych (Kzakł), manewru przeciwrakietowego (Km) oraz wykonywania lotów na małych wysokościach (KstMW)<sup>2</sup>. Współczynnik złożoności wyrażany jest następującą zależnością matematyczną:

$$K_{zl} = K_{zakł} + K_m + K_{stMW} \quad [9]$$

gdzie:

Kzl - współczynnik złożoności;

Kzakł - współczynnik uwzględniający pracę bojową pododdziału rakietowego (dywizjonu rakietowego) przy stosowaniu przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych;

Km - współczynnik uwzględniający manewr przeciwrakietowy;

KstMW - współczynnik uwzględniający efektywność walki na małych wysokościach;

Wartości liczbowe poszczególnych współczynników, jakie przyjmuje się z reguły do obliczeń przedstawiono w tabeli 1.

---

<sup>1</sup> Wartości prawdopodobieństw P<sub>1</sub> i P<sub>n</sub> powinny uwzględniać uwarunkowania występujące na współczesnym polu walki, takie jak: loty ŚNP na małych wysokościach, manewry tych środków, stosowanie zakłóceń radioelektronicznych.

<sup>2</sup> <sup>2</sup> Biuletyn szkoleniowy Nr 7 Wojsk Rakietowych i Artylerii Obrony Powietrznej Kraju. DWOPK, Warszawa, 1977, s. 101.

TABELA 1<sup>1</sup>

Współczynniki odzwierciedlające sposoby i środki oddziaływania ŚNP na WOPL

NAZWA WSPÓŁCZYNNIKA	WARTOŚĆ LICZBOWA
Zakłócenia	0,6x /2
Manewr przeciwrakietowy	0,7x
Efektywność walki z celami na małych wysokościach	0,9x
Złożoności	0,38

Korzystając z danych wyjściowych można obliczyć wartość poziomej odległości do dalszej granicy strefy startu korzystając ze wzoru:

$$d_{ds} = d_d + V_c \cdot t_{lr} \quad ; \quad [10]$$

gdzie:

$d_{ds}$  - pozioma odległość do dalszej granicy strefy startu;

$d_d$  - pozioma odległość do dalszej granicy strefy ognia;

$V_c$  - prędkość lotu celu powietrznego;

$t_{lr}$  - czas lotu rakiety do dalszej granicy strefy ognia.

Analogicznie oblicza się poziomą odległość do bliższej granicy strefy startu z następującej zależności:

$$d_{bs} = d_b + V_c \cdot t_{lr}; \quad [11]$$

gdzie:

$d_{bs}$  - pozioma odległość do bliższej granicy strefy startu;

$d_b$  - pozioma odległość do bliższej granicy strefy ognia;

$V_c$  - prędkość lotu celu powietrznego;

<sup>1</sup> Tamże, 102.

<sup>2</sup> X - oznacza wartość uśrednioną.

$t_{lr}$  - czas lotu rakiety do bliższej granicy strefy ognia.

Na podstawie obliczonych wcześniej poziomych odległości do dalszej i bliższej granicy strefy startu określa się czas przebywania celu powietrznego w strefie startu korzystając z następującego wzoru:

$$T_{ps} = \frac{d_{ds} - d_{bs}}{V_c} \quad [12]$$

gdzie:

$T_{ps}$  - czas przebywania celu powietrznego w strefie startu pododdziału raketowego;

$d_{ds}$  - pozioma odległość do dalszej granicy strefy startu;

$d_{bs}$  - pozioma odległość do bliższej granicy strefy;

$V_c$  - prędkość lotu celu powietrznego.

Mając obliczony czas przebywania pojedynczego celu powietrznego w strefie startu pododdziału raketowego oraz znając w wyniku przeprowadzonej oceny przeciwnika czas trwania nalotu oblicza się liczbę strzelań, jaką może wykonać pododdział raketowy w odniesieniu do przyjętego wariantu nalotu (uderzenia ŚNP przeciwnika):

$$N_{strz} = \frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1 \quad [13]$$

gdzie:

$N_{strz}$  - liczba strzelań, jaką może wykonać pododdział raketowy w stosunku do przyjętego wariantu nalotu ŚNP przeciwnika;

$t_n$  - czas nalotu<sup>1</sup>;

$T_{ps}$  - czas przebywania celu w strefie startu;

$T_c$  - czas cyklu strzelania.

---

<sup>1</sup> Czas ten mierzony jest od momentu wejścia pierwszego celu w strefę startu pododdziału raketowego do momentu wyjścia z tej strefy ostatniego celu.

W powyższej zależności „1” uwzględnia, że strzelanie do pierwszego celu jest wcześniej przygotowane i nie przeznaczają się go z łącznego czasu oddziaływania<sup>1</sup>.

W zależności [13], określającej liczbę strzelań występuje zmienna nazywana cyklem strzelania. Cykl strzelania nie jest wielkością stałą, a zmienia się, między innymi, w zależności od prędkości i wysokości lotu środków napadu powietrznego. Uśrednione wielkości tych współczynników są obliczone i określone w instrukcjach pracy bojowej dla poszczególnych przeciwlotniczych zestawów raketowych (np. patrz tabela 2).

TABELA 2

Czasy cyklu strzelania w zależności od wysokości lotu ŚNP przeciwnika<sup>2</sup>

Hc Typ PZR	0,3	5	10	15	20
S - 125M	59	62	63	64	
S- 200WE	140	170	190	203	210

Wartości podane w tabeli wyrażone są w sekundach i nie uwzględniają czasu przeładowania wyrzutni.

Chcąc obliczyć dokładny czas cyklu strzelania ( $T_c$ ) pododdziału raketowego (przeciwlotniczego zestawu raketowego) można skorzystać z zależności:

$$T_c = T_o + T_p \quad [14]$$

gdzie:

$T_c$  - czas cyklu strzelania;

$T_o$  - czas ostrzelenia celu powietrznego;

$T_p$  - czas przeniesienia ognia na kolejny cel powietrzny.

<sup>1</sup> Taktyka wojsk raketowych WOPK. Podręcznik, OPK, Warszawa 1980, s. 86.

<sup>2</sup> Taktyka WR WOPK, DW OPK, Warszawa 1984, s. 100 - 102.

Jak wynika z poprzedniego wzoru czas cyklu strzelania jest sumą czasu ostrzelania i przeniesienia ognia. Zachodzi więc konieczność obliczenia tych wskaźników składowych cyklu strzelania.

Czas ostrzelania celu powietrznego<sup>1</sup> można obliczyć ze wzoru:

$$T_o = t_{st} + (n-1) \cdot t_o + t_{lr} \quad [15]$$

gdzie:

$T_o$  - czas ostrzelania celu powietrznego;

$t_{st}$  - czas opóźnienia startu rakiety;

$t_o$  - tempo strzelania serii rakiet;

$t_{lr}$  - czas lotu rakiety, np. do dalszej granicy strefy ognia.

Czas przeniesienia ognia określany jest z zależności:

$$T_p = t_k + t_{obr} + t_{prz} + t_{pw} \quad [15]$$

gdzie:

$T_p$  - czas przeniesienia ognia;

$t_k$  - czas wydania komendy do przeniesienia ognia na inny cel;

$t_{obr}$  - czas obrotu anten stacji naprowadzania rakiet (SNR) w kierunku na cel;

$t_{prz}$  - czas przechwycenia celu powietrznego;

$t_{pw}$  - czas przygotowania danych wyjściowych do strzelania.

W związku z tym, że pododdział raketowy może wykonać tylko tyle strzelań ile pozwala mu na to przygotowany zapas gotowych do strzelania rakiet, należy określić tzw. maksymalną liczbę strzelań ( $N_{strz(max)}$ ). Wskaźnik ten oblicza korzystając z danych wyjściowych się z następującej zależności:

$$N_{strz_{max}} = \frac{Q}{n_{sr}} \quad [16]$$

gdzie:

---

<sup>1</sup> Czas ten liczony jest od momentu odpalenia pierwszej rakiety do momentu spotkania się ostatniej rakiety z serią z celem powietrznym.

$N_{strz\ max}$  - maksymalna liczba strzelań, jaką może wykonać pododdział raketowy przy danym zapasie gotowych do strzelania rakiet;

$Q$  - zapas gotowych do strzelania rakiet, będących w pododdziale raketowym;

$n_{\text{sr}}$  - średnie zużycie rakiet przez pododdział raketowy na jedno strzelanie.

Bardzo często mamy do czynienia z sytuacją kiedy przyjęty wariant uderzenia ŚNP przeciwnika umożliwia wykonanie pododdziałowi raketowemu znacznie więcej strzelań niż to wynika z posiadanego zapasu gotowych do strzelania rakiet. Określając zatem możliwości bojowe pododdziału raketowego należy porównać te wskaźniki. Wartość przyjęta do dalszych obliczeń nie może być większa od maksymalnej liczby strzelań, a więc musi być spełniona nierówność:

$$N_{strz} \leq N_{strz\ max} \quad [17]$$

Oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych (we wcześniejszych publikacjach można się spotkać z nazwą nadzieja matematyczna rażonych celów) jest podstawowym wskaźnikiem skuteczności strzelania pododdziału raketowego do celu grupowego. Oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych ( $M_c$ ) oblicza się korzystając z zależności:

$$M_c = N_{strz} \cdot P_n \quad [18]$$

gdzie:

$N_{strz}$  - liczba strzelań jaką może wykonać pododdział raketowy;

$P_n$  - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $n$  - raketami

Jak wynika z powyższego wzoru, wskaźnikami cząstkowymi (składowymi) oczekiwanej liczby rażonych celów są: liczba strzelań i prawdopodobieństwo rażenia celu  $n$  - raketami. Przedstawiony wzór jest podstawową zależnością, która może być wzbogacona w przypadku stosowania przez przeciwnika środków przeciwdziałania o współczynnik złożoności. W takim przypadku wzór ten przybierze następującą postać<sup>1</sup>:

$$M_c = K_{zl} \cdot N_{strz} \cdot P_n \quad [19]$$

---

<sup>1</sup> Biuletyn Wojsk Rakietowych i Artylerii Obrony Powietrznej Kraju. Warszawa, 1977, s. 100.

Natomiast wartość prawdopodobieństwa  $P_n$  (w odniesieniu do PZR będących na wyposażeniu WR SP, może wynosić  $P_1$ ,  $P_2$  lub  $P_3$ ), należy odczytać z tabel określających te wartości (instrukcje pracy bojowej) i wstawić ją do wzoru. W niniejszym opracowaniu wielkości prawdopodobieństw przedstawiono w tabeli 3.

TABELA 3

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu w zależności od warunków strzelania<sup>1</sup>

Lp.	Warunki strzelania	S -125 M		S - 200 WE		
		$P_1$	$P_2$	$P_1$	$P_2$	$P_3$
1.	Do celów pojedynczych nie manewrujących, na wysokościach średnich bez zakłóceń	0,8	0,96	0,8	0,96	—
2.	Do celów szybko lecących	0,4	0,6	0,6	0,84	0,94
3.	Do celów nisko lecących	0,6	0,84	0,6	0,84	0,94
4.	Do celów manewrujących: - po starcie PRK - w rejonie punktu spotkania	0,6	0,84	0,8	0,96	—
		0,4	0,64	0,5	0,75	0,88
5.	Do nosicieli zakłóceń biernych (pasywnych)	0,6	0,84	0,8	0,96	-
6.	Do nosicieli zakłóceń czynnych i kombinowanych	0,4	0,64	0,8	0,96	—
7.	Do celów lecących na granicznie małych wysokościach	0,6	0,84	—	—	—

Można uwzględnić również tzw. współczynnik wojsk raketowych (KWR), który odzwierciedla uczestnictwo danego pododdziału raketowego w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika, gotowość bojową tego pododdziału, techniczną niezawodność posiadanego w wyposażeniu przeciwlotniczego zestawu raketowego oraz techniczną niezawodność środków automatyzacji dowodzenia. Tak więc wzór na oczekiwaną liczbę rażonych celów przez pojedynczy pododdział raketowy może mieć postać<sup>2</sup>:

$$M_c = K_{WR} \cdot K_{zl} \cdot N_{strz} \cdot P_n \quad [20]$$

<sup>1</sup> Taktyka wojsk raketowych OPK. Podręcznik, DWOPK, Warszawa 1984, s. 81.

<sup>2</sup> Tamże, s. 101.

W celu pełniej znajomości możliwości ogniowych pododdziału raketowego pożądana jest znajomość gęstości ognia. Porównanie jej z gęstością nalotu ŚNP przeciwnika jest istotnym wskaźnikiem możliwości odpierania uderzenia przez pododdział raketowy. Gęstość ognia pododdziału raketowego można obliczyć z zależności:

$$G_o = \frac{1}{T_c} \quad [21]$$

gdzie:

$G_o$  - gęstość ognia pododdziału raketowego;

$T_c$  - czas cyklu strzelania.

Efektywność bojową pododdziału raketowego można obliczyć ze wzoru:

$$E_b = \frac{M_c}{N_c} \quad [22]$$

gdzie:

$M_c$  - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez pododdział raketowy;

$N_c$  - liczba celów powietrznych wchodzących w strefę ognia pododdziału raketowego.

Znając możliwości ogniowe pojedynczego pododdziału raketowego (dla różnych przeciwlotniczych zestawów raketowych, występujących w ugrupowaniu bojowym oddziału, ZT) można przystąpić do określenia tych możliwości dla oddziału (ZT) wojsk raketowych SP. W odniesieniu do oddziału (ZT) podstawowym wskaźnikiem możliwości ogniowych jest oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych. Dlatego chcąc określić i ocenić możliwości ogniowe oddziału (ZT), dąży się przede wszystkim do wyznaczenia tego wskaźnika, a dopiero w następnej kolejności wskaźnika efektywności bojowej. Istotne znaczenie dla prowadzonych obliczeń (kalkulacji) ma skład, w jakim występuje oddział (ZT). W przypadku ugrupowania jednorodnego kalkulacje są o wiele prostsze niż w stosunku do ugrupowania niejednorodnego (mieszanego). Sam tok postępowania w zakresie określania możliwości ogniowych ZT jest podobny, do sposobu określania możliwości

ogniowych pododdziału raketowego. Wynika to głównie z faktu, że określanie możliwości ogniowych pojedynczego pododdziału raketowego jest elementem cząstkowym procesu określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) wojsk raketowych SP. Istotny wpływ na wiarygodność otrzymywanych wyników ma przyjęcie odpowiednich, nie zawyżonych danych wejściowych zarówno własnych, jak i wynikających z oceny przeciwnika.

Podstawą określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) wojsk raketowych SP jest sprecyzowanie liczby pododdziałów raketowych, które mogą wziąć udział w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika. Na podstawie oceny przeciwnika powietrznego uzyskujemy między innymi takie dane jak: szerokość frontu uderzenia; wysokość lotu ŚNP przeciwnika; prędkość lotu ŚNP; czas trwania nalotu (uderzenia) przeciwnika. Wspomnianą liczbę pododdziałów raketowych mogących wziąć udział w walce określa się graficznie lub analitycznie, na podstawie tzw. pasa uczestnictwa (często można się również spotkać z nazwą „pas bojowego oddziaływania”).

Matematycznie pas uczestnictwa (bojowego oddziaływania) można obliczyć korzystając z następującej zależności:

$$L_{ucz} = L_n + 2P_{c(max)} \quad [23]$$

gdzie:

$L_{ucz}$  - pas uczestnictwa pododdziałów raketowych w walce z ŚNP przeciwnika;

$L_n$  - szerokość frontu uderzenia ŚNP przeciwnika;

$P_{c(max)}$  - parametr maksymalny.

Korzystając z danych wejściowych takich, jak: liczba pododdziałów raketowych występujących w ugrupowaniu bojowym oddziału (ZT), typy przeciwlotniczych zestawów raketowych będących w ich wyposażeniu, liczba rakiet znajdująca się w poszczególnych pododdziałach raketowych, przyjęty przez dowódcę oddziału (ZT) rodzaj strzelania oblicza się maksymalną liczbę strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały wyposażone w PZR:

A) jednego typu:

$$N_{strz} = \frac{Q}{n_{sr}} \cdot N_{dr} \quad [24]$$

gdzie:

Q - liczba gotowych do strzelania rakiet znajdujących się w pododdziałach raketowych;

$n_{sr}$  - średnie zużycie rakiet podczas jednego strzelania;

$N_{dr}$  - liczba pododdziałów raketowych w ugrupowaniu bojowym oddziału (ZT) wyposażona w PZR jednego typu;

B) różnego typu (ugrupowanie mieszane):

gdzie:

$$N_{strz(\max(ZT))} = \sum_k^n N_{strz_{\max i}} + \sum_n^k N_{strz_{\max j}} \quad [25]$$

n - liczba przeciwlotniczych zestawów raketowych jednego typu;

k - liczba przeciwlotniczych zestawów raketowych drugiego typu;

$N_{strzi}$  - liczba strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały raketowe wyposażone w PZR jednego typu;

$N_{strzj}$  - liczba strzelań, jaką mogą wykonać pododdziały raketowe wyposażone w PZR drugiego typu.

Następnie bazując na danych uzyskanych w wyniku oceny przeciwnika powietrznego oblicza się liczbę strzelań jaką może wykonać oddział (ZT) w odniesieniu do konkretnego wariantu uderzenia przeciwnika powietrznego. W zależności od składu oddziału (ZT) liczbę strzelań oblicza się ze wzorów:

A) dla oddziału (ZT), którego pododdziały raketowe wyposażone są w PZR jednego typu:

$$N_{strz(ZT)} = \left[ \frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1 \right] \cdot N_{dr} \quad [26]$$

gdzie:

$t_n$  - czas nalotu, czyli czas liczony od momentu wejścia pierwszego celu w strefę startu, do momentu wyjścia z tej strefy ostatniego celu;

$T_{ps}$  - czas przebywania celu w strefie startu;

$T_c$  - czas cyklu strzelania;

$N_{dr}$  - liczba pododdziałów raketowych wyposażonych w PZR jednego typu, biorących udział w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.

B) dla oddziału (ZT) wyposażonego w PZR różnego typu (ugrupowanie mieszane):

$$N_{strz(ZT)} = \left[ \frac{t_n + T_{psi}}{T_{ci}} + 1 \right] \cdot N_{dri} + \left[ \frac{t_n + T_{psj}}{T_{cj}} + 1 \right] \cdot N_{drj} \quad [27]$$

gdzie:

$N_{dri}$  - liczba pododdziałów raketowych wyposażonych w PZR jednego typu;

$N_{drj}$  - liczba pododdziałów raketowych wyposażonych w PZR drugiego typu.

Tak samo jak w przypadku określania możliwości ogniowych pododdziału raketowego należy również porównać wartości liczby strzelań oddziału (ZT) wynikającej z przyjętego wariantu uderzenia ŚNP przeciwnika z maksymalną liczbą strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT), zgodnie z nierównością:

$$N_{strz(ZT)} \leq N_{strz \max(ZT)} \quad [28]$$

Jeżeli zakłada się, że przeciwnik powietrzny zastosuje kompleksowe środki przeciwdziałania, należy określić współczynnik złożoności, zgodnie z wartościami liczbowymi zawartymi w tabeli 1.

Obliczanie oczekiwanej liczby rażonych celów powietrznych rozpatruje się podobnie jak w przypadku określania maksymalnej liczby strzelań i liczby strzelań wynikającej z wariantu uderzenia ŚNP przeciwnika. Należy uwzględnić skład i wyposażenie pododdziałów raketowych. Dodatkowo korzystając z wniosków z oceny przeciwnika powietrznego zachodzi konieczność uwzględnienia sposobów wykonania uderzeń przez ŚNP przeciwnika oraz stosowane środki przeciwdziałania. W obliczeniach powinno się uwzględnić również współczynnik wojsk raketowych

(KWR). W związku z tym oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych oblicza się z zależności:

A) W przypadku uderzenia ŚNP przeciwnika na dużych i średnich wysokościach, bez wykonywania manewrów i bez stosowania zakłóceń radioelektronicznych w odniesieniu do ugrupowania jednorodnego:

$$M_{c(ZT)} = K_{WR} \cdot N_{strz(ZT)} \cdot P_n \cdot N_{dr} \quad [29]$$

gdzie:

KWR - współczynnik wojsk raketowych;

Nstrz(ZT) - liczba strzelań, jaką może wykonać oddział (ZT) wojsk raketowych SP;

Pn - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego serią rakiet;

Ndr - liczba pododdziałów raketowych uczestniczących w odpieraniu uderzenia.

B) Dla ugrupowania mieszanego oddziału (ZT), warunki uderzenia ŚNP przeciwnika jak wyżej:

$$M_{c(ZT)} = (K_1 \cdot M_{c1} + K_2 \cdot M_{c2}) \cdot K_{jak} \quad [30]$$

Zależność tą można rozwinąć jak poniżej:

$$M_{c(ZT)} = (K_1 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz1} \cdot P_{n1} + K_2 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz2} \cdot P_{n2}) \cdot 1,3 \quad [31]$$

gdzie:

K1 - liczba zestawów raketowych jednego typu (np. S - 125M);

Mc1 - oczekiwana liczba rażonych celów przez pododdziały raketowe wyposażone w zestawy raketowe pierwszego typu;

Nstrz1 - liczba strzelań jaką oddać pododdziały raketowe uzbrojone w zestawy raketowe pierwszego typu;

K2 - liczba zestawów raketowych drugiego typu;

Mc2 - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez pododdziały raketowe uzbrojone w zestawy raketowe drugiego typu (np. Osa AK);

$N_{strz2}$  - liczba strzelań, jaka mogą wykonać pododdziały raketowe uzbrojone w zestaw raketowe drugiego typu;

$K_{jak}$  - współczynnik jakości, uwzględniający rodzaj ugrupowania bojowego (dla jednorodnego ugrupowania  $K = 1$ , a dla niejednorodnego  $K = 1,3$ )

C) Dla ugrupowania jednorodnego w przypadku strzelania do celów manewrujących pod przykryciem zakłóceń radioelektronicznych i do celów działających na małych wysokościach:

$$M_{c(ZT)} = K_{WR} \cdot K_{zl} \cdot N_{strz} \cdot P_n \cdot N_{dr} \quad [32]$$

gdzie:

$K_{WR}$  - współczynnik wojsk raketowych;

$K_{zl}$  - współczynnik złożoności;

$N_{strz}$  - liczba strzelań jaka mogą wykonać pododdziały raketowe;

$P_n$  - prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $n$  - raketami (serią raket);

$N_{dr}$  - liczba pododdziałów raketowych uczestniczących w odpieraniu uderzenia ŚNP przeciwnika.

D) Dla ugrupowania niejednorodnego, warunki uderzenia jak wyżej:

$$M_{c(ZT)} = (K_1 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz} \cdot K_{zl} \cdot P_{n1} + K_2 \cdot K_{WR} \cdot N_{strz2} \cdot P_{n2}) \cdot 1,3 \quad [33]$$

Mając obliczoną oczekiwaną liczbę rażonych celów powietrznych przez oddział (ZT) oraz znając z oceny przeciwnika liczbę środków napadu powietrznego biorących udział w uderzeniu, można obliczyć efektywność bojową oddziału (ZT) wojsk raketowych z następującego wzoru:

$$E_{b(ZT)} = \frac{M_{c(ZT)}}{N_c} \quad [34]$$

gdzie:

$M_c$  - oczekiwana liczba rażonych celów powietrznych przez oddział (ZT);

$N_c$  - liczba celów powietrznych ostrzelanych przez oddział (ZT) lub liczba celów wchodzących w strefę ognia oddziału (ZT).

Bardzo ważnym zagadnieniem w czasie określania możliwości ogniowych oddziału (ZT) jest znajomość gęstości ognia. Gęstość ognia w zależności od warunków uderzenia ŚNP przeciwnika oraz rodzaju ugrupowania bojowego oddziału (ZT) można obliczyć korzystając z jednej z podanych niżej zależności:

A) W przypadku ugrupowania jednorodnego:

$$G_{o(ZT)} = G_o \cdot N_{dr} \quad [35]$$

gdzie:

$G_o$  - gęstość ognia pojedynczego pododdziału raketowego;

$N_{dr}$  - liczba pododdziałów raketowych, biorących udział w odpieraniu nalotu.

B) W przypadku ugrupowania niejednorodnego:

$$G_{(ZT)} = \sum_{i=1}^n G_{oi} + \sum_{j=1}^k G_{oj} \quad [36]$$

gdzie:

$n$  - liczba przeciwlotniczych zestawów raketowych jednego typu;

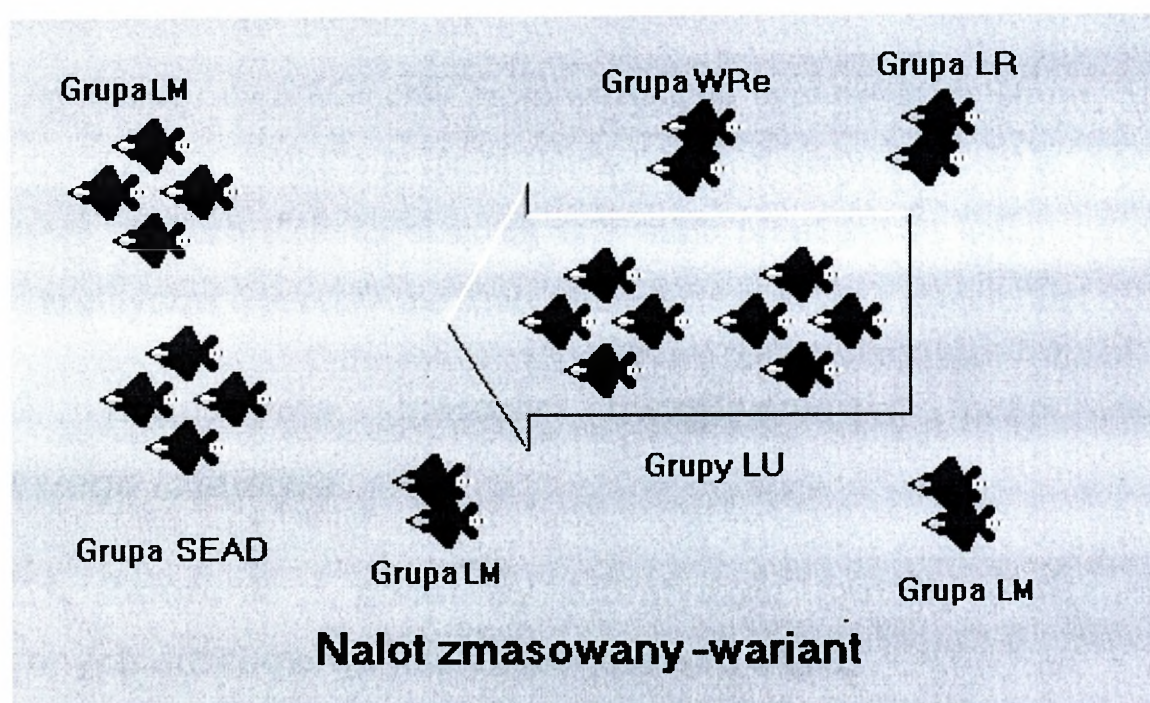
$k$  - liczba przeciwlotniczych zestawów raketowych drugiego typu;

$G_{oi}$  - gęstość ognia pojedynczego pododdziału raketowego wyposażonego w PZR pierwszego typu;

$G_{oj}$  - gęstość ognia pojedynczego pododdziału raketowego wyposażonego w PZR drugiego typu.

W **konkluzji**, można stwierdzić, iż przytoczona procedura określania oczekiwanej (przeciętnej) liczby zniszczonych ŚNP jest powszechnie znana, ale z przyjętych w niej założeń wynika, że może być stosowana do kalkulacji skuteczności WOPL jedynie w odniesieniu do zadań zwalczania grup uderzeniowych, niepodejmujących walki z naziemnymi środkami OP.

Podstawową formą użycia ŚNP w konflikcie zbrojnym są połączone działania powietrzne COMAO (Commbined Air Operation), które integrują wysiłek wielu rodzajów lotnictwa. W rejonie obiektów uderzeń działania te mają charakter zmasowanego nalotu grup uderzeniowych wszechstronnie zabezpieczonych działaniami podgrup taktycznego przeznaczenia. (rys 3.1.1).

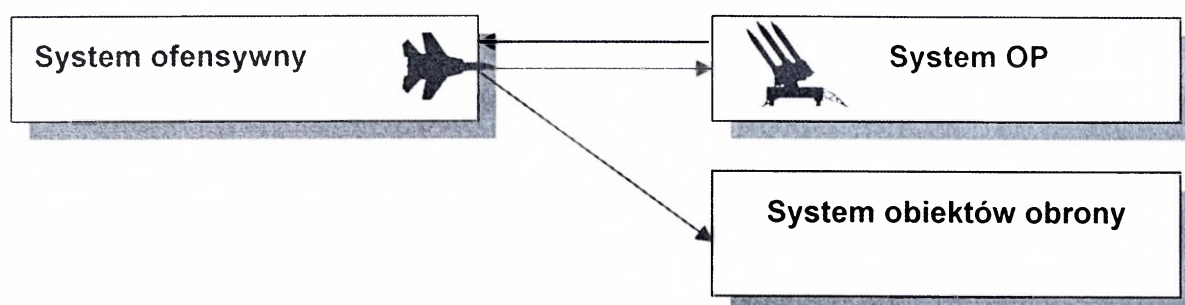


Rys. 3.1.1. Wariant ugrupowania nalotu zmasowanego

Źródło: opracowanie własne na podstawie ATP-33B *Tactical Air Doctrine*, 1980.

Wyznaczanie w ugrupowaniach bojowych lotnictwa podgrup taktycznego przeznaczenia, a w tym specjalizowanych podgrup przeznaczonych do obeszładniania naziemnych środków OP (SEAD) istnieje potrzeba uwzględnienia w omawianej procedurze strat poniesionych w walce z samolotami SEAD. Relacje walki między

systemami ofensywnym i defensywnym można przedstawić według schematu, jak na rysunku 3.1.3., gdzie grot strzałki wskazuje na możliwość zwalczania.



Rys. 3.1.3. Relacje walki w obronie powietrznej

W tej sytuacji uwzględnienie przeciwdziałania ogniowego ze strony ŚNP, które poprzedza z reguły walkę z grupami uderzeniowymi sprowadza się to powiększenia normatywnych liczb PZR uzyskanych w wyniku prowadzenia kalkulacji omawianą metodą analityczną o oczekiwane straty poniesione w walce z samolotami SEAD.

## ***3.2. Propozycja metody uwzględniania przeciwdziałania ogniowego lotnictwa***

### **3.2.1. Założenia i podstawy teoretyczne metody obliczania strat naziemnych środków walkach z samolotami SEAD**

Rozwiązania problemu, polegającego na syntezie sprawnej i praktycznej metody określania rezultatów walk powietrznych można poszukiwać między innymi w oparciu o znany dorobek metod prowadzenia kalkulacji operacyjnych, zwłaszcza dotyczący modeli dynamiki walki oraz metod operacyjnych stosowanych do kalkulowania rezultatów działań bojowych lotnictwa [12]. W istniejących jednak formach, żadna ze znanych mi propozycji, jakie zawiera wspomniana teoria zagadnienia, nie może być wykorzystana praktycznie bez koniecznych modyfikacji i założeń. Do najbardziej znanych metod, wykorzystywanych w planowaniu działań lotnictwa taktycznego SP

SZ RP jest tzw. metoda graficzno-analityczna, którą opisano szczegółowo w pozycji [12], rozdział 2.

Średnie prawdopodobieństwo zwycięstwa w walce i składy walczących stron wystarczają do obliczenia oczekiwanych rezultatów starcia określonych przeciwstawnych potencjałów omawianą metodą. Jej nazwa jest zwyczajowa, pochodzi od wykorzystywania specjalnie opracowanych wykresów i zasad posługiwania się nimi. Wykresy opracowano na podstawie, znanego z teorii prawdopodobieństwa, wzoru Bernoulliego, służącego do określania prawdopodobieństwa określonej liczby sukcesów przy „zero-jedynkowym” rozkładzie zdarzeń i danych takich jak: liczba prób oraz prawdopodobieństwo sukcesu w jednej próbie. Omawianą zależność można przedstawić w formie poniższego zapisu:

$$P_G = \sum_{i=m}^{K_c} \frac{K_c!}{i!(K_c - i)!} \cdot p_\Sigma^i \cdot (1 - p_\Sigma)^{(K_c - i)} \quad [37]$$

gdzie:

$P_G$  – prawdopodobieństwo gwarantowane wykonania zadania (dystrybuanta);

$K_c$  – liczba zaatakowanych PZR ze składu części MEZ znajdujących się w pasie uczestnictwa podczas zwalczania nalotu z prawdopodobieństwem sukcesu  $p_\Sigma$ ;

$p_\Sigma$  - sumaryczne prawdopodobieństwo zniszczenia określonego PZR we wszystkich planowanych atakach przez określony typ samolotu SEAD;

**$m$  – liczba rażonych PZR (z  $P_G$ ) - wartość poszukiwana.**

Interesujące nas straty –  $m$ , dla przyjętego  $P_G$  i obliczonego  $K_c$  i  $p_\Sigma$ , można wyliczyć na podstawie powyższej zależności, np. wykorzystując procedurę programową, której kod źródłowy zawiera załącznik 1<sup>1</sup>.

W MEZ mogą być (obezwładniane (niszczone) ) PZR różnego typu. Wówczas straty ogólne można obliczyć stosując zależność [37] dla każdego typu oddzielnie. efekty z zależności

Przyjmijmy założenia upraszczające modelu walki samolotów SEAD z PZR:

---

<sup>1</sup> Przedstawiona w załączniku 1, procedura ma nieco szersze możliwości, bo pozwala wyliczać także potrzebne liczby samolotów do wykonania zadania zniszczenia określonej liczby celów z danego składu celu grupowego. Ponadto, wydruk jest kopią fragmentu kodu źródłowego programu znanego p.k. „Kaseta”.

1. Znana jest liczba samolotów SEAD i ich uzbrojenie w rakiety przeciwradiolokacyjne oraz model nalotu ŚNP.
2. Znane są liczby PZR każdego typu biorące udział w walce
3. Znana jest liczba rakiet odpalanych w serii (lub salwie) do jednego PZR każdego typu.
4. Ataki wykonywane są przez obie strony bez kontroli wyników możliwie z dużej odległości do możliwie maksymalnej liczby celów elementarnych (samolot SEAD, PZR) jednocześnie.
5. Wykrycie ugrupowania SEAD umożliwia atak PZR na granicy dalszej strefy ognia (jako efekt wykorzystania informacji w zintegrowanym zautomatyzowanym systemie rozpoznania radiolokacyjnego).
6. Wykrycie PZR przez SEAD następuje bezzwłocznie po rozpoczęciu emisji promieniowania przez systemy naprowadzania rakiet.
7. Atak następuje w możliwie jak najwcześniej od momentu wykrycia.
8. Znane są średnie prawdopodobieństwa rażenia podczas elementarnych oddziaływań<sup>1</sup> obu stron i średnie czasy cyklu strzelania.
9. Obie strony dokonują racjonalnego podziału wysiłku ogniowego oddziaływania na wykryte cele elementarne.
10. Ugrupowanie PZR różnego typu w MEZ jest równomierne.
11. Dla samolotów SEAD priorytet posiadają PZR o lepszych parametrach przestrzennych.
12. Potencjał MEZ znajdujący się w pasie uczestnictwa pozwala teoretycznie ostrzelać wszystkie samoloty SEAD.

Do dalszych rozważań przyjmijmy dodatkowe oznaczenia:

- NN - liczba samolotów SEAD atakowanych przez PZR;
- $C_{SEAD \max}$  - maksymalna liczba ostrzelanych celów elementarnych - PZR, przez samolot SEAD;

---

<sup>1</sup> Elementarne oddziaływanie jest tu rozumiane jako przyjęte w planowanej (prognozowanej) taktyce wykorzystania środków rażenia, czyli serii lub salwy.

- $P_{SEAD\ i}$  - prawdopodobieństwo sukcesu w elementarnym oddziaływaniu samolotów SEAD w stosunku do i-tego typu PZR;
- $K_i$  – liczba PZR i-tego typu ze składu części MEZ znajdująca się w pasie uczestnictwa.
- $K_{cij}$  – liczba j - razy zaatakowanych PZR i – tego typu ze składu części MEZ znajdujących się w pasie uczestnictwa podczas zwalczania nalotu z prawdopodobieństwem sukcesu  $p_{\Sigma\ SEAD}$ ;
- $K_{a_{ij}}$  – liczba j - razy zaatakowanych samolotów SEAD przez PZR i – tego typu ze składu części MEZ znajdujących się w pasie uczestnictwa podczas zwalczania nalotu z prawdopodobieństwem sukcesu  $p_{\Sigma\ SEAD}$ ;
- $j_{max}$  - maksymalna liczba ześrodkowanych oddziaływań elementarnych;
- $C_{i\ PZRmax}$  - maksymalna liczba ostrzelanych celów elementarnych – samolotów SEAD, przez PZR i-tego typu;
- $P_{i\ PZR}$  - prawdopodobieństwo sukcesu w elementarnym oddziaływaniu i-tego PZR.
- $p_{\Sigma\ PZR}$  - sumaryczne prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu SEAD przez PZR we wszystkich planowanych atakach;
- $p_{\Sigma\ SEAD\ i}$  - sumaryczne prawdopodobieństwo zniszczenia PZR i-tego typu przez samoloty SEAD we wszystkich planowanych atakach;
- $T_{c\ PZR\ i}$  - czas cyklu strzelania PZR i-tego typu;
- $T_{c\ SEAD\ i}$  - czas cyklu strzelania samolotu SEAD do PZR i-tego typu
- $m_i$  - **liczba rażonych PZR i tego typu (z  $P_G$ ) - wartości poszukiwane.**

### 3.2.2. Propozycja obliczania strat WOPL

W pierwszym przybliżeniu założymy pesymistycznie, nie uwzględniając głębokości ugrupowania MEZ, następujący algorytm podziału wysiłku SEAD zgodnie z założeniem 11:

Jeśli  $K_1 > C_{SEAD\ max}$  to zaatakowane zostaną niewszystkie PZR pierwszego typu.

Jeśli  $K_1 < C_{SEAD \max}$  oraz  $(C_{SEAD \max} - K_1) < K_2$  to zaatakowane zostaną wszystkie PZR pierwszego typu i niewszystkie PZR drugiego typu itd. Postępując według wskazanej zasady można określić dla każdego i-tego typu PZR wartość liczby zaatakowanych PZR jeden raz -  $K_{c,i,1}$ . Dokonując rozdziału pozostałych „wolnych kanałów celowania” można określić iteracyjnie wartości  $K_{c,i,2}, K_{c,i,3}, \dots, K_{c,i,j}$ .

W analogiczny sposób dokonujemy podziału wysiłku PZR na wykryte samoloty SEAD określając wartość  $K_{a,ij}$  oraz  $j_{\max}$  - maksymalną liczbę ześrodkowanych oddziaływań elementarnych.

W tej sytuacji proponujemy oszacować  $p_{\Sigma \text{ SEAD } i}$  - sumaryczne prawdopodobieństwo zniszczenia PZR i-tego typu przez samoloty SEAD we wszystkich planowanych atakach, określone jako średnią ważoną uwzględniającą różne liczby oddziaływań  $j$  na podstawie zależności:

$$P_{\Sigma \text{ SEAD } i} = \frac{\sum_{j=1}^{j_{\max}} K_{c,i,j} [1 - (1 - p_{SEAD,i})^j]}{\sum_{j=1}^{j_{\max}} K_{c,i,j}}; \quad [38]$$

Oszacowanie  $p_{\Sigma \text{ PZR } i}$  - sumaryczne prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu SEAD przez PZR i-tego typu we wszystkich planowanych atakach w sposób analogiczny:

$$P_{\Sigma \text{ PZR } i} = \frac{\sum_{j=1}^{j_{\max}} K_{a,i,j} [1 - (1 - p_{PZR,i})^j]}{\sum_{j=1}^{j_{\max}} K_{a,i,j}}; \quad [39]$$

Zakładając, że każda ze stron wykona ataki bez kontroli wyników, których sumaryczna skuteczność charakteryzowana odpowiednio jest wartościami  $p_{\Sigma SEAD i}$  oraz  $p_{\Sigma PZR i}$  wówczas całkowite prawdopodobieństwo zwycięstwa strony SEAD w odniesieniu do PZR i-tego typu wyniesie:

$$p^*_{\Sigma SEAD i} = p_{\Sigma SEAD i}; \quad [40]$$

Natomiast dla przeciwnika, na mocy znanych z rachunku prawdopodobieństwa twierdzeń, całkowite prawdopodobieństwo zwycięstwa strony własnej można obliczać na podstawie zależności:

$$p^*_{\Sigma PZR i} = (1 - p_{\Sigma SEAD i}) p_{\Sigma PZR i}. \quad [41]$$

Otrzymane prawdopodobieństwa nie uwzględniają aspektu walki. Na mocy założeń: 5, 6 i 7 można wnioskować, że wobec porównywalnych momentów wzajemnego wykrycia uprzywilejowana będzie strona, której systemy kierowania uzbrojeniem cechować będą się krótszymi czasami cyklu strzelania. Dlatego też prawdopodobieństwo całkowite pokonania PZR i-tego typu przez SEAD proponuje się określać jako średnią ważoną na podstawie zależności:

$$p^{**}_{\Sigma SEAD i} = \frac{Tc_{SEAD i} \cdot p^*_{\Sigma SEAD i} + Tc_{PZR i} \cdot p^*_{\Sigma PZR i}}{Tc_{SEAD i} + Tc_{PZR i}}; \quad [42]$$

Korzystając  $i$  - razy z poniżej przedstawionej zależności [43] i procedury programowej (załącznik 1) można obliczyć straty  $m_i$  WOPL dla wszystkich  $i$  - typów PZR.

$$P_G = \sum_{k=m_i}^{K_{ci}} \frac{K_{ci}!}{k!(K_{ci} - k)!} \cdot p^{**}_{\Sigma SEAD i}{}^k \cdot (1 - p^{**}_{\Sigma SEAD i})^{(K_{ci} - k)} \quad [43]$$

### 3.2.3. Proponowany algorytm określania wybranych norm taktycznych

Przedstawiona propozycja udoskonalenia metody określania możliwości ogniowych, a konsekwencji określenia interesujących nas norm taktycznych dotyczących parametrów znacznie komplikuje postępowanie, gdyż w tej sytuacji bardzo trudno określić potencjał PZR potrzebny do zniszczenia określonej, oczekiwanej liczby ŚNP ze składu grup uderzeniowych. Skoro istnieje potrzeba uwzględnienia strat w PZR powstałych podczas walki z SEAD zanim pozostałe siły MEZ podejmą walkę z ŚNP desygnowanych do uderzeń na osłaniane obiekty to powstaje problem określenia początkowego składu MEZ.

Ponieważ podczas identyfikacji norm taktycznych nie ma większych ograniczeń czasowych, bo proces ten powinien przebiegać w okresach poprzedzających działania zbrojne to stopień komplikacji obliczeń nie powinien odgrywać tu większej roli.

W takich wypadkach można skorzystać z metod kolejnych przybliżeń.

Ogólny algorytm postępowania może być następujący:

1. Dokonać identyfikacji typowych warunków sytuacji operacyjno-taktycznej w zakresie oceny danych wejściowych niezbędnych do zastosowania metody analitycznej przedstawionej w podrozdziale 3.1. oraz zaproponowanej metodzie określania strat.
2. Przeprowadzić identyfikację wartości norm taktycznych na podstawie metody analitycznej.
3. Przyjąć uzyskane normy do zaplanowania MEZ spełniającego wymagania związane z uzyskaniem nakazanej wartości oczekiwanej liczby zniszczonych ŚNP według metody analitycznej.
4. Do tak uzyskanego modelu MEZ zastosować proponowaną metodę liczenia strat (podrozdział 3.2.).
5. Uwzględnić straty w konstrukcji nowego modelu.
6. Wykonywać ponownie procedury punktów 2, 3, 4, 5 aż do momentu uzyskania kolejnego modelu MEZ, którego parametry (normatywne) nie różnią się znacząco od siebie.

## ZAKOŃCZENIE

W opracowaniu podjęto próbę oceny roli, jaką pełnią normy taktyczne w planowaniu użycia WOPL SP, a także zaproponowania autorskich rozwiązań w odniesieniu do tych norm, których podstawy teoretyczne metod ich określania uznano za niewystarczające świetle nowych uwarunkowań tworzonych przez rozwój techniki i taktyki środków napadu powietrznego.

Analiza metod określania norm taktycznych i wskaźników możliwości bojowych użycia WOPL w dostępnej literatury przedmiotu pozwoliła spostrzec, iż najwięcej wątpliwości budzą metody oceny skuteczności ogniowej i możliwości osłony, a zwłaszcza norma określająca potrzebną liczbę sił i środków WOPL w ugrupowaniu MEZ (CLUSTER) do zniszczenia nakazanej liczby ŚNP z określonym prawdopodobieństwem gwarantowanym. Dlatego też tej problematyce poświęcono najwięcej uwagi. Przedstawione w niniejszym materiale teoretycznym wyniki badań, pokazują, że znaczna część problemów związanych z oceną skuteczności bojowej użycia WOPL, może być rozwiązywana metodami teoretycznymi przy użyciu modelowania matematycznego. W wyniku przedstawionych propozycji stan formalizacji procesów walki powietrznej uległ w opinii autorów pewnej poprawie, co jest źródłem ich osobistej satysfakcji. Autorzy dalecy są jednak od sądów, że aktualny stan naszej wiedzy jest już kompletny i nic już nie zostało w tym obszarze do zrobienia. Proponowane rozwiązania są jednymi z możliwych podejść do oceny wartości rozważanych norm taktycznych, gdyż przyjęte założenia mogą być z oczywistych względów uszczegóławiane. Wskazano także obszary, w których istnieje potrzeba prowadzenia badań o charakterze empirycznym. Dotyczy to szczególnie aspektów wpływu walki elektronicznej na skuteczność w walce OP.

Jednym z większych problemów okazało się także dotarcie do wiarygodnych danych wejściowych pozwalających prowadzenie obliczeń. Informatory danych taktyczno-technicznych uzbrojenia są źródłem wielu danych liczbowych charakteryzujących samoloty bojowe, ale wszystkich potrzebnych danych nie zawierają lub są one niewystarczające do prowadzenia proponowanych kalkulacji. W

wielu wypadkach istnieje potrzeba dysponowania charakterystykami opisującymi zmiany parametrów w funkcji istotnych uwarunkowań (np. charakterystyki zasięgów rakiet przeciwradiolokacyjnych w funkcji wysokości i prędkości lotu celu i nosiciela), natomiast dane zawarte w informatorach są z reguły wartościami ekstremalnymi. Z tego powodu w opracowaniu nie podano przykładów liczbowych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Biuletyn szkoleniowy Nr 7 Wojsk Raketowych i Artylerii Obrony Powietrznej Kraju. DWOPK, Warszawa, 1977.
2. Glen A., Obrona przeciwlotnicza według poglądów NATO, AON, Warszawa 1998.
3. Gozdecki Cz., Zawada. E.T.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1978.
4. Jarmakow S. M., Metoda Monte Carlo i zagadnienia pokrewne, PWN 1976.
5. Marszałek M.. Metoda określania możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej, rozprawa doktorska, AON 1999.
6. Miodek S. Wojska raketowe WLOP. Oddział (związek taktyczny) WR. Skrypt. AON, Warszawa, 1994
7. Miodek S. Użycie oddziału (związku taktycznego) wojsk raketowych Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej. AON, Warszawa, 1995.
8. Obrona przeciwlotnicza wojsk, (red. R. Kuriata), AON, Warszawa, 1996.
9. Obroniecki T., Określanie ilościowo – jakościowego stosunku sił obrony przeciwlotniczej do środków napadu powietrznego oraz jego wykorzystanie na szczeblu operacyjnym. Rozprawa doktorska. ASG WP. Warszawa, 1983.
10. Pułki przeciwlotnicze w działaniach operacyjnych i taktycznych, AON, Warszawa 1999.
11. Regulamin działań taktycznych sił powietrznych, D.D. 3.3.
12. Rękas S. Makowski P. Ocena efektywności systemów uzbrojenia lotniczego podczas zwalczania celow powietrznych i naziemnych, AON 1994.
13. Taktyka wojsk raketowych OPK. Podręcznik. DW OPK, Warszawa 1984.
14. Taktyka wojsk raketowych WOPK. Podręcznik, OPK, Warszawa 1980;
15. World Air Power Journal, 14/93, „Back to Iraq”.

## ZAŁĄCZNIK

Kod źródłowy procedury zastępującej metodę graficzno-analityczną „WYNIK\_WP” zapisany w składni języka programowania TURBOPASCAL

W celu ułatwienia analizy części obliczeniowej procedury pominięto tę część kodu, która odpowiada za interfejs użytkownika.

Przytete oznaczenia zmiennych i ich definicje:

1) Zmienne wejściowe wprowadzane przez użytkownika:

- co\_obliczam – zmienna informująca o decyzji użytkownika co do wyboru opcji programu:
  - ⇒ co\_obliczam = 1; dla obliczania potrzebnej liczby samolotów SEAD do wykonania zadania;
  - ⇒ co\_obliczam = 2; dla obliczania oczekiwanych wyników działań;
- P<sub>gwar</sub> – prawdopodobieństwo gwarancyjne, poziom ufności obliczeń z zakresu (0.5÷0.997);
- P<sub>1</sub> – prawdopodobieństwo zniszczenia celu elementarnego w jednym ataku z zakresu: (0.01÷0.997);
- K<sub>c</sub> - ogólna liczba PZR biorących udział walce OP z zakresu (1÷25);
- NN – ogólna liczba samolotów SEAD – wprowadzana przez użytkownika w wypadku wyboru opcji obliczania oczekiwanych wyników (co\_obliczam=2) z zakresu (1÷25);
- m – nakazana liczba zniszczonych PZR – wprowadzana przez użytkownika w wypadku wyboru opcji obliczania potrzebnej liczby sił do realizacji zadania bojowego (co\_obliczam=1) z zakresu (1÷K<sub>c</sub>);
- C - liczba niezależnych ataków na jeden obiekt z zakresu:
  - ⇒ (1÷6\*K<sub>c</sub>) dla co\_obliczam=1;
  - ⇒ (1÷6\*NN) dla co\_obliczam=2.

2. Wyniki obliczeń:

- NN – potrzebna, ogólna liczba samolotów SEAD - w wypadku wyboru opcji obliczania oczekiwanych wyników (co\_obliczam=1);
- M – oczekiwany wynik walki - liczba zniszczonych PZR ze składu Kc - w wypadku wyboru przez użytkownika opcji o\_obliczam=2 z zakresu (1÷Kc).

3. Etykiety:

- POCZ,
- ETYKIETA1,
- ETYKIETA2,
- KONIEC.

4. Inne zmienne mają charakter zmiennych wewnętrznych.

### POCZĄTEK OBLICZEŃ

```

BEGIN
    Driver:=detect;
if P1<0.01 then
    begin
        co_obliczam:=3;
        goto koniec;
    end;
if P1>Pgwar then
    begin
        case co_obliczam of
            1: NN:=1;
            2: m:=100;
        end;
        goto koniec;
    end;
if co_obliczam=2 then
    begin
        {oczekiwany rezultat M}
        MM1V:= 1-exp(c*ln(1-P1));
        MM2V:=1-MM1V;

        if ((Kc=1) then
            begin
                m:=round(100*(1-exp(c*ln(1-P1))));
                if m>100 then m:=100;
            end {if Kc}
            else
                begin

                    if Kc>20 then Kc:=20;
                    A0:=exp(Kc*ln(MM1V));
                    m:=Kc-1; A2:=A0; A1:=A0; A22:=A0;
                end
            end;
end;

```

```

        if A0> Pgwar then
            begin
                m:=100;
                goto koniec;
            end;
ETYKIETA1:
    DELTA:=(m+1)*MM2V/((Kc-m)*MM1V);
    A1:=A1*DELTA;
    A2:=A2+A1;
        if (A2< Pgwar) then
            begin
                if m=0 then
                    begin
                        Pgwar:=(Pgwar -A22)/(A2-A22);
                        m:=round((1- Pgwar)*100/Kc);
                        goto koniec;
                    end;
                A22:=A2;
                m:=m-1;
                goto ETYKIETA1;
            end
            else
                begin
                    Pgwar:=(Pgwar -A22)/(A2-A22);
                    m:=round((m+1- Pgwar)*100/Kc);
                    if m>100 then m:=100;
                    goto koniec;
                end;
        end; {if Kc else}
    end      {if co_obliczaml}
    else
        begin
            if ((Kc=1) and (obiekt=1)) then
                begin
                    A:=ln(1-Pgwar)/ln(1-P1);
                    if (A-trunc(A))>0.1 then NN:=trunc(A)+1
                        else NN:=trunc(A);

                    end {if KC1}
                    else
                        begin
                            if Odd(Kc)=true then Kc:=Kc+1;
                            if Kc>30 then Kc:=30;
                            if P1>=(A-0.01) then
                                begin
                                    NN:= C;
                                    goto koniec;
                                end;
                            if P1<0.01 then MM1V:=0.01 else MM1V:=P1;
ETYKIETA2:
                MM2V:=1-MM1V;
                A0:=exp(Kc*ln(MM1V));

```

```

A2:=A0; A1:=A0;
m:=Kc-1;
repeat
  DELTA:=((m+1)*MM2V)/((Kc-m)*MM1V);
  A1:=A1*DELTA;
  A2:=A2+A1;
  m:=m-1;
until m<round(0.5*Kc);
if (A2<A) then
  begin
    MM1V:=MM1V+0.005;
    goto ETYKIETA2;
  end
else
  begin
    c:=(ln(MM2V))/(ln(1-P1));
    NN:= c+1;
    goto koniec;
  end;
end; {if Kc2}
end; {if co_obliczam2}
koniec:
if co_obliczam=3 then
  begin
    {KOMUNIKAT: „ SPOSOB WYKONANIA ZADANIA ZDECYDOWANIE
    NIESKUTECZNY”};
  else
    if co_obliczam=1 then
      begin
        {KOMUNIKAT: „WARTOŚĆ POTRZEBNEJ LICZBY SAMOLOTÓW WYNOŚI
        NN”};
      end
      else
        begin
          {KOMUNIKAT: „OCZEKIWANA LICZBA ZNISZCZONYCH ŚNP m”};
        end;
      end;
end;
END.

```

**KONIEC OBLICZEŃ**

