AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP

[redacted]

Egz. Nr 3

Płk nawig. dr Stefan RĘKAS

PROGRAMOWANIE NAWIGATORSKIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO W SYSTEMIE OBRONNYM KRAJU

Rozprawa habilitacyjna

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
s/2078+zał.
05-002078-003-0

54804

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej
54804
09-054804-000-0

1993

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

[redacted]

Egz. nr ....3.....

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 54804

Płk nawig.dr Stefan RĘKAS

PROGRAMOWANIE NAWIGATORSKIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO W SYSTEMIE OBRONNYM KRAJU

Rozprawa habilitacyjna

BIBLIOTEKA GŁÓWNA Akademii ON Działu Zbiorów Jawnych
Nr ewid. IV

S/2078

WARSZAWA 1993

SPIS TREŚCI

Str.

WSTĘP 4

1. POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI DZIAŁAŃ LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO W SYSTEMIE OBRONNYM KRAJU 15

1.1. Potrzeby użycia lotnictwa myśliwsko-bombowego w systemie obronnym kraju 16

1.2. Prognozowane warunki działań lotnictwa myśliwsko-bombowego 25

1.2.1. Uwarunkowania strategiczno-operacyjne 25
1.2.2. Warunki atmosferyczne 31
1.2.3. Pora roku i doby 35

1.3. Możliwości działań lotnictwa myśliwsko-bombowego 37

1.3.1. Autonomiczność 37
1.3.2. Przeżywalność 42
1.3.3. Skuteczność bojowa 47
1.3.4. Głębokość działań bojowych 54

2. PROGRAMOWANIE NAWIGATORSKIE JAKO WARUNEK SKUTECZNEGO DZIAŁANIA LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO 58

2.1. Podstawowe założenia oceny skuteczności bojowej uzbrojenia samolotów 59

2.2. Wybór trasy i warunków lotu 66

2.3. Manewrowania samolotów 71

2.3.1. Wyjście na obiekt w ustalonym czasie manewrem prędkością lotu 72
2.3.2. Wyjście na obiekt w ustalonym czasie manewrowaniem kierunkiem lotu 74
2.3.3. Formowanie i rozformowanie ugrupowań bojowych 75

2.4. Warunki wykonywania zadań bojowych w nocy 84

2.5. Obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne lotu 87

3. POSTULOWANA METODYKA PROGRAMOWANIA ELEMENTÓW ZABEZPIECZENIA NAWIGATORSKIEGO DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO 93

3.1. Programowanie skuteczności bojowej samolotów myśliwsko-bombowych 93

3.1.1. Ocena skuteczności uzbrojenia bombowego .. 104
3.1.2. Ocena skuteczności uzbrojenia artyleryjskiego 110
3.1.3. Ocena skuteczności uzbrojenia rakietowego. 119
3.1.4. Ocena skuteczności uzbrojenia mieszanego.. 126

3.2. Programowanie tras i warunków lotu 143
3.3. Programowanie manewrowania samolotów 145
3.3.1. Programowanie formowania ugrupowań bojowych (zbiórek) 146
3.3.2. Programowanie manewrowania samolotów po trasie lotu 153
3.3.3. Programowanie rozformowania grup samolotów 157
3.4. Programowanie warunków wykonywania zadań w nocy . 161
3.4.1. Określanie bezpiecznej przerwy czasowej między kolejnymi samolotami 161
3.4.2. Określanie parametrów oświetlenia obiektów naziemnych 164
3.5. Programowanie obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu 170
3.5.1. Parametry wejściowe do obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu 170

ZAKOŃCZENIE 176

BIBLIOGRAFIA 179

ZAŁĄCZNIKI ZAMIESZCZONO W ODDZIELNYM OPRACOWANIU

WSTĘP

Analiza doświadczeń wojen lokalnych, ćwiczeń wojsk, jak i rozwoju współczesnej myśli wojskowej wskazują, że w sztuce wojennej nastąpiły znaczne zmiany. Wzrost manewrowości działań bojowych i ich zdecydowany charakter, ogromny rozmach i dynamiczność współczesnych operacji postawiły na porządku dziennym zagadnienie ciągłości prowadzenia walki niezależnie od pory roku i doby oraz warunków atmosferycznych. Znalazło to zresztą potwierdzenie w Regulaminie walki wojsk lądowych sił zbrojnych RP[1/]. Regulamin ten określa, że "aktywność zdecydowanie i ciągłość prowadzenia walki osiąga się przez: znajomość nieprzyjaciela, narzucenie mu swojej woli, przejęcie i utrzymanie inicjatywy, udaremnienie jego planów; śmiałość, zuchwałość, wytrwałość i upór; prowadzenie walki w dzień i w nocy i w każdych warunkach atmosferycznych".

W wojnie nad Zatoką Perską "Sprzymierzeni" wykorzystali łącznie około 5000 statków powietrznych należących do różnych państw, bazujących na lotniskowcach i lotniskach rozrzuconych na ogromnej przestrzeni Bliskiego Wschodu. Synchronizowanie działań bojowych tej ogromnej różnorodnej floty powietrznej było możliwe dzięki komputerowemu programowaniu zgrupowań lotniczych a nawet drobnych grup taktycznych. Dowódcy struktur lotnictwa i grup uderzeniowych otrzymywali wydruki zawierające treść zadań a nawet plany lotów. Przed startem komputery

---

1/ Regulamin walki wojsk lądowych sił zbrojnych RP. Część I (pułk, dywizja) Wyd.MON Warszawa 1985 r.

pokładowe "napełniano" zbiorami informacji umożliwiającymi automatyczne pilotowanie, nawigowanie i atakowanie obiektów na bezkresnych obszarach piasków arabskich.

Z oczywistych względów nie jesteśmy w stanie osiągnąć aktualnie podobnego działania. Przestarzałe komputery pokładowe naszych samolotów myśliwsko-bombowych, a szczególnie brak programowania naziemnego działań lotnictwa myśliwsko-bombowego stanowią naturalną przeszkodę w naśladowaniu "Sprzymierzonych".

Z przeprowadzonych wywiadów oraz obserwacji praktycznych poczynań oficerów sztabu dywizji i pułku (na podstawie odbytej praktyki liniowej w dniach 1.08. do 30.10.1989r.w m. Piła) doszedłem do wniosku, że procesy dotyczące: wyboru tras i warunków lotu; wyboru racjonalnych środków rażenia oraz sposobów i warunków bezpiecznego a jednocześnie skutecznego ich zastosowania realizowane są bardzo starymi, czasochłonnymi metodami. Nie podważam dokładności tych obliczeń czy kalkulacji wypracowywanych dotychczas stosowanymi metodami i narzędziami. Uważam jednak, że przy deficycie czasu występującym w procesie wypracowania decyzji i planowania działań bojowych lotnictwa, stosowanie dotychczasowych metod i narzędzi nie pozwala na wykonanie zwariantowanych kalkulacji, a nawet może doprowadzić do ich pobieżnego przeprowadzenia. Szczególnie jest to istotne w złożonych sytuacjach, a takie przecież występują podczas działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w trudnych warunkach atmosferycznych[1/] i w nocy co może spowodować niepełne lub opóźnione wykorzystanie nowoczesnych samolotów.

[1/] Pod pojęciem trudne warunki atmosferyczne (TWA) należy rozumieć wykonywanie lotu bez wzrokowej widoczności powierzchni ziemi lub przy takiej widzialności, która nie zapewnia załodze (pilotowi) niezbędnego czasu na wzrokowe wykrycie celu, celowanie i odpalenie (zrzut) ładunku bojowego.

Mając na uwadze ten stan rzeczy, zaistniała konieczność zbadania i opracowania naukowego metodyki programowania nawigatorskiego działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego w tak złożonych warunkach.

Precyzyjne określenie granic obszaru problemu badawczego wymagało przyjęcia założeń wstępnych i ograniczeń:

1. Obszar zainteresowań badawczych obejmuje zagadnienia związane z organizacją pracy służby nawigatorskiej i strzelania powietrznego w etapie planowania (programowania) lotów lotnictwa myśliwsko-bombowego;

2. Zakres pojęcia "Programowanie nawigatorskie działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bomowego" obejmuje:

- wybór tras lotu do celu i na lotnisko lądowania oraz warunków lotu samolotu po trasie;
- wybór racjonalnych środków rażenia (bomb, niekierowanych pocisków rakietowych, pocisków działek lotniczych) zależnie od charakteru zwalczanego obiektu, warunków skutecznego a jednocześnie bezpiecznego ich zastosowania;
- określenie warunków startu, formowania i rozformowania grup samolotów wykonujących zadania w każdych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy;
- określenie warunków manewrowania samolotów po trasie lotu i w rejonie atakowanego obiektu;
- obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne lotu samolotu (grupy).

W myśl przyjętych założeń wstępnych i ograniczeń, głównym celem rozprawy jest opracowanie podstaw metodyki programowania nawigatorskiego działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego w systemie obronnym kraju.

Przeprowadziłem wstępne badania, a ich wyniki przedstawiłem na sympozjum[1/] poświęconym tej problematyce w referacie wprowadzającym n.t.: "Modelowanie elementów nawigatorskiego zabezpieczenia działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego" oraz przeprowadziłem pierwszy etap badań ankietowych[2/].

Kontynuowałem samodzielne prace badawcze wytyczając następujące ich cele:

1. Ustalenie potrzeb i możliwości wykonywania zadań bojowych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe bez względu na warunki atmosferyczne w systemie obronnym kraju.

2. Określenie, które z elementów nawigatorskiego zabezpieczenia[3/] należy programować, aby ułatwić działanie lotnictwa myśliwsko-bombowego w nocy i TWA.

3. Wypracowanie metodyki postępowania w procesie programowania nawigatorskiego działań lotnictwa myśliwsko-bombowego.

Za przedmiot badań, wyznaczający jednocześnie ich zakres, przyjąłem treść zadań służby nawigatorskiej rozwiązywanych w etapie planowania działań lotnictwa myśliwsko-bombowego, dotyczących: oceny skuteczności użycia uzbrojenia samolotów; wyboru optymalnej trasy i warunków lotu; parametrów manewrowania samolotów; obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu.

1/ 18.10.1988r. sympozjum zorganizowane przez Katedrę Przedmiotów Specjalnych Wydziału WLiOP.

2/ Wzór ankiety oraz wyniki przeprowadzonych badań zawarto w załącznikach 2 i 3.

3/ Pod pojęciem nawigatorskiego zabezpieczenia działań lotnictwa myśliwsko-bombowego należy rozumieć wszelkie kalkulacje i obliczenia wykonywane przez służbę nawigatorską w celu zapewnienia skutecznego i bezpiecznego wykonania planowanych zadań.

Uwzględniając wytyczone cele i zakres badań założyłem hipotetycznie, że:

- Utechnicznienie i wyszkolenie współczesnych wojsk lądowych umożliwia im prowadzenie działań bojowych bez względu na warunki atmosferyczne, porę doby i roku. Zaś jednym z czynników decydujących o powodzeniu jest racjonalne wykorzystanie możliwości lotnictwa wspierającego i zabezpieczającego te działania. Należy zatem sądzić, że w przewidywanych działaniach bojowych lotnictwo myśliwsko-bombowe będzie również działać w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych.

- Podstawowe samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego są wyposażone w maszyny cyfrowe umożliwiające nawigowanie programowane samolotów, a nawet atakowanie niewidocznych optycznie obiektów. Jednak wykorzystanie tego rodzaju lotnictwa w nocy i TWA wymaga precyzyjnego określenia współrzędnych geograficznych atakowanych obiektów, odpowiedniego doboru środków rażenia oraz trasy i warunków lotu. Pomyślna realizacja tych przedsięwzięć wpłynie niewątpliwie korzystnie na zwiększenie skuteczności rażenia obiektów i bezpieczeństwo wykonania zadania.

- Elementy nawigatorskiego zabezpieczenia działań lotnictwa myśliwsko-bombowego opracowywane są dotychczas metodami stosowanymi w drugiej wojnie światowej. Najszybciej i najłatwiej można dokonać postępu w tym względzie za pomocą techniki mikrokomputerowej.

Dla osiągnięcia przyjętych celów badań oraz weryfikacji hipotez ustalono następujące zadania badawcze:

1. Poznanie prawidłowości przesądzających o potrzebie i warunkach wykonywania zadań przez lotnictwo myśliwsko-bombowe w systemie obronnym kraju.

2. Przeprowadzenie oceny możliwości wykonywania zadań w każdych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy przez lotnictwo myśliwsko-bombowe.

3. Zbadanie procesu planowania działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego w aspekcie ustalenia elementów zabezpieczenia nawigatorskiego jako przedmiotu programowania.

4. Weryfikacja zakresu i treści informacji niezbędnych do skonstruowania modelu lotów samolotów lotnictwa myśliwsko--bombowego.

W celu zrealizowania powyższych zadań przeprowadziłem cykl różnorodnych badań. Obejmował on studia literatury, badania rozwiązań praktycznych stosowanych w szkoleniu, ćwiczeniach wojsk i studentów AON oraz innych przedsięwzięć naukowych. Najważniejsze elementy przeprowadzonego cyklu badań wykazane zostały w załączniku 1.

Pozycję wyjściową w całej procedurze badawczej stanowiły studia literatury historycznej i współczesnej. Przedmiotem badań były zawarte w niej poglądy teoretyczne, przykłady historyczne, rozwiązania praktyczne oraz możliwości taktyczno-techniczne samolotów i uzbrojenia. Posługując się metodami analizy, syntezy, abstrahowania, porównań, analogii i uogólnień dokonano konfrontacji dotychczasowej wiedzy w tym zakresie. Następnie w wyniku eliminacji sprzeczności oraz uzupełnienia wiedzy studiami nielicznych materiałów źródłowych sprecyzowano hipotezy robocze. Stanowiły one podstawę do częściowego opracowania propozycji rozwiązań dotyczących potrzeb i możliwości działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w każdych warunkach atmosferycznych.

Literatura przedmiotu badań jest dość bogata. Stanowią ją jednak pozycje prezentujące wykorzystanie lotnictwa myśliwsko-bombowego działającego w zwykłych warunkach atmosferycznych. Natomiast działania w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy rozpatrywane są raczej z punktu widzenia właściwości techniki pilotowania i częściowo nawigowania samolotów po trasie lotu.

Fragmentaryczne rozważania i ogólne wnioski odnośnie działań lotnictwa w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych przedstawiono w kilku materiałach dotyczących udziału lotnictwa w wojnach lokalnych[1/].

Dość duży wybór literatury technicznej (instrukcji i wydawnictw popularno-naukowych[2/] pozwolił na dokonanie weryfikacji warunków i możliwości wykorzystania lotniczych środków rażenia oraz systemów celowniczych samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych. W związku z powyższym literatura przedmiotu, mimo wielu pozycji, posiada ograniczoną wartość użytkową. Niemniej jednak przestudiowanie wykazanych w bibliografii pozycji pozwoliło na sprecyzowanie wniosków i ukierunkowanie badań innymi metodami.

1/ -"Działania bojowe lotnictwa Stanów Zjednoczonych w wojnie wietnamskiej". Wyd. DWL Poznań 1970 r.
-"Działania lotnictwa w konflikcie brytyjsko-argentyńskim" Wojskowy Przegląd Zagraniczny. Nr 1 z 1985 r.
-"Razvitie taktiki istrebitielej - bombardirościkow w lokalnych wojnach". Vojenno-Istoriceskij Żurnal. Nr 4 z 1986 r.

2/ Instrukcje:
- Samolot Su-22M4. Metodyka szkolenia. Cz II. Zastosowanie bojowe. Wyd. DWL, Poznań 1986 r.
- Samolot Su-22M4. Uzbrojenie. Cz.III. Wyd..DWL, Poznań 1985r.

Wydawnictwa popularno-naukowe:
- Nowoczesna broń lotnicza. Wyd. MON, Warszawa 1984r.
- Nowoczesny samolot wojskowy. Wyd. MON, Warszawa 1979r.

Potwierdzenie przyjętych hipotez i ustalenie elementów zabezpieczenia nawigatorskiego, które można i powinno się programować uzyskano drogą analizy opinii i poglądów.

Analizę opinii i poglądów dotyczącą problematyki programowania elementów zabezpieczenia nawigatorskiego działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych przeprowadziłem metodą ankietowania[1/] .

Dla uzyskania reprezentatywnych informacji dotyczących poglądów i opinii ankietowanie przeprowadziłem w następujących grupach środowiskowych:

- wśród kierowniczej kadry służby nawigatorskiej DWL i OP;
- wśród personelu latającego na samolotach myśliwsko-bombowych;
- wśród studentów AON.

Badania prowadzone podczas ćwiczeń dowódczo-sztabowych ze studentami AON (ASG WP) dawały całą gamę materiałów porównawczych, gdyż w każdym z tych przedsięwzięć szkoleniowych działania lotnictwa rozgrywano w odmiennych warunkach atmosferycznych i różnych sytuacjach taktyczno-operacyjnych. Przeprowadzone przez studentów kalkulacje (obliczenia) promienia taktycznego samolotu, czy też wyboru środków rażenia i określenia potrzebnej ilości samolotów do wykonania zadań wykonywane w oparciu o dotychczas obowiązujące w WLOP instrukcje i podręczniki[2/], były konfrontowane z proponowanymi przez autora obliczeniami z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej.

[1/] Wzór ankiety oraz wyniki badań przedstawiono w załącznikach 2 i 3.

[2/] - Podstawowe wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa frontowego i lotnictwa wojsk lądowych. Wyd.DWL, Poznań 1986r.
- Instrukcja obliczania promienia taktycznego i długotrwałości lotu samolotu Su-22M4. Wyd. DWL, Poznań 1989r.

Niezwykle wartościowe z punktu widzenia realizacji założonych zadań badawczych i osiągnięcia celów rozprawy były sympozja, konferencje naukowe i odprawy szkoleniowe. Dyskusja i wnioski z sympozjum przeprowadzonego przez Katedrę Przedmiotów Specjalnych utwierdziły mnie o konieczności kontynuowania badań oraz wykazały kierunki, na których należy skoncentrować wysiłek badawczy.

Na konferencji naukowej, która odbyła się 18.06.1990 r. w ASG WP, wskazano jak ważnym czynnikiem w działaniach bojowych lotnictwa są warunki atmosferyczne oraz jaki wpływ wywierają one na zachowanie ciągłości prowadzenia działań bojowych lotnictwa.

Wnioski z wymienionych narad wzbogacone rezultatami z odpraw szkoleniowych służby nawigatorskiej DWLiOP prowadzone w latach 1985 - 1990 wyraźnie nakreśliły kierunki racjonalnych rozwiązań dotyczących użycia lotnictwa myśliwsko-bombowego szczególnie w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych.

Końcowym wynikom czteroletniego procesu badawczego sprzyjały przede wszystkim możliwości wielokrotnej weryfikacji badań kolejnych elementów zabezpieczenia nawigatorskiego działań lotnictwa myśliwsko-bombowego. Odbyta praktyka w DLMB[1/] umożliwiła bezpośredni kontakt z organizatorami i realizatorami-wykonawcami zadań tegoż lotnictwa, co w wyraźny sposób urealniło prowadzone badania i pozwoliło na częściowe przeprowadzenie badań empirycznych.

Przeprowadzony cykl różnorodnych badań i zastosowane metody potwierdziły większość hipotez oraz okazały się wystarczające do zrealizowania podstawowych zadań badawczych i osiągnięcia

---

[1/] 1.08. - 30.10.89r. Praktyka w DLMB.

zamierzonych celów rozprawy. Rezultaty badań oraz wynikające z nich wnioski zawarłem w trzech rozdziałach niniejszej pracy.

W rozdziale pierwszym przedstawiłem potrzeby i możliwości działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w systemie obronnym kraju. Badania wykazały, że działania lotnictwa myśliwsko-bombowego bez względu na porę doby i warunki atmosferyczne są niezbędne do pomyślnego prowadzenia działań bojowych przez wojska lądowe. Czas trwania nocy oraz występowanie w prawie 1/3 roku trudnych warunków atmosferycznych nad obszarem Polski, wymusza na organizatorach działań lotnictwa myśliwsko-bombowego uwzględnienia specyfiki wykonywania zadań w tych warunkach. Wyposażenie pokładowe oraz uzbrojenie współczesnych samolotow tego rodzaju lotnictwa pozwala na prowadzenie działań w każdych warunkach, tak w dzień jak i w nocy. Działania jednak w utrudnionych warunkach wymagają wszechstronnego zabezpieczenia w tym także zabezpieczenia nawigatorskiego.

Wnioski z tego rozdziału określają zadania, jakie może realizować lotnictwo myśliwsko-bombowe nawet w nocy i w trudnych warunkach atmosferycznych.

W rozdziale drugim dokonałem oceny, które z elementów zabezpieczenia nawigatorskiego należy programować, aby zapewnić skuteczne i bezpieczne działanie lotnictwa myśliwsko-bombowego bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby. Analizie poddano treść i zakres zadań służby nawigatorskiej rozwiązywanych w procesie planowania działań lotnictwa. Sprecyzowane wnioski z tego rozdziału ustalają logiczną kolejność postępowania podczas programowania nawigatorskiego działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w systemie obronnym kraju.

Rozdział trzeci stanowi zasadniczą treść rozprawy. Opisuję w nim algorytmy postępowania w toku programowania na mikrokomputerach tras lotu, wyboru środków rażenia, określenia potrzebnej liczby samolotów do wykonania zadań (lub oczekiwanych rezultatów działań), obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu, formowania i rozformowania ugrupowań bojowych, manewrów po trasie lotu, warunków oświetlenia obiektów w nocy, manewrów do lądowania. Treść danych niezbędnych do programowania oraz rezultaty programowania wybranych elementów zabezpieczenia nawigatorskiego przedstawiono w załacznikach 4 - 9.

Niniejszą rozprawę traktuję, jako próbę ujednolicenia i uproszczenia procesu przygotowania lotnictwa myśliwsko-bombowego do działań bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby w systemie obronnym kraju. Sądzę, że wykorzystanie techniki mikrokomputerowej w procesie programowania elementów zabezpieczenia nawigatorskiego powinno wyraźnie skrócić czas wykonywanych kalkulacji, a tym samym zwiększyć efektywność działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w tak złożonych warunkach.

Podjęcie próby naukowego opracownia tej problematyki i jej kontynuowanie nie byłoby możliwe bez życzliwego poparcia i pomocy ze strony przełożonych i kolegów, którym za ich krytyczne, a jednocześnie konstruktywne uwagi serdecznie dziękuję.

1. POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI DZIAŁAŃ LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO W SYSTEMIE OBRONNYM KRAJU

Ewolucja poglądów dotyczących roli i zadań poszczególnych rodzajów sił zbrojnych w wojnie jest zjawiskiem normalnym. Uwidacznia się to szczególnie w tych rodzajach sił zbrojnych gdzie nastąpił największy rozwój techniczny.

Na przykład na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych poważnie zachwiała się pozycja lotnictwa wojskowego. Niektórzy teoretycy wojskowi podważali sens jego istnienia w związku z burzliwym rozwojem broni rakietowo-jądrowej i lansowaniem teorii, że przyszła wojna prowadzona będzie od samego początku z użyciem broni jądrowej. W rezultacie nastąpił pewien regres w rozwoju lotnictwa, który na szczęście nie trwał zbyt długo. Już działania wojenne w Korei i Wietnamie, a szczególnie w konfliktach na Bliskim Wschodzie potwierdziły w pełni przydatność lotnictwa. Nastąpiło to na skutek swoistego przełomu zastosowanych napędów w samolotach. Samoloty lotnictwa szturmowego o napędzie tłokowym zastąpiono samolotami wielozadaniowymi o napędzie odrzutowym zwanymi początkowo samolotami myśliwsko-bombowymi[1/] . Lotnictwo to przeznaczono do zwalczania obiektów naziemnych (nawodnych) w celu wsparcia lotniczego oraz wykonywania innych zadań ogniowych o charakterze operacyjnym na korzyść wojsk lądowych i marynarki wojennej[2/] .

1/ W zachodniej nomenklaturze lotniczej mianem samolotów myśliwsko-bombowych określa się taktyczne samoloty bojowe zdolne do niszczenia nie tylko obiektów powietrznych, ale także naziemnych.

2/ "Podstawy taktyki lotnictwa" - podręcznik. Wyd. DWL Poznań 1989 r., str.93.

1.1. POTRZEBY UŻYCIA LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO W SYSTEMIE OBRONNYM KRAJU

Konieczność wsparcia ogniowego z powietrza walczących wojsk została stwierdzona już podczas pierwszej wojny światowej. Wykorzystując doświadczenia z okresu wojny i ćwiczeń w okresie międzywojennym daje się zauważyć wiele konstrukcji samolotów przystosowanych do bezpośredniego wsparcia wojsk lądowych na przykład: IŁ-2 w Związku Radzieckim, JU-87, JU-88 w Niemczech, Hurricane w Wielkiej Brytanii czy Thunderbold w Stanach Zjednoczonych. W Polsce w tym okresie nie przywiązywano uwagi do tworzenia lotnictwa zdolnego wykonywać zadania bezpośrednio na korzyść wojsk lądowych. W rezultacie tego do momentu wybuchu drugiej wojny światowej nie było w Polsce lotnictwa mogącego skutecznie wspierać wojska lądowe na polu walki.

W drugiej wojnie światowej ukształtowały się struktury różnych rodzajów lotnictwa i zasady ich wykorzystania wynikające z bezpośrednich potrzeb walczących wojsk. Lotnictwo szturmowe używane było w sposób zmasowany na najważniejszych kierunkach działań wojsk lądowych. Właściwości bojowe samolotów i wypracowane sposoby współdziałania umożliwiały atakowanie obiektów przy zastosowaniu różnych form manewrów i różnorodnych lotniczych środków rażenia. Zapewniało to osiągnięcie w działaniach bojowych znaczących rezultatów. Przykładem mogą być działania lotnictwa w czasie Lwowsko-Sandomierskiej operacji[1/], gdzie z ogólnej liczby 3000 samolotów różnych typów i przeznaczenia, około 1700 brało

---

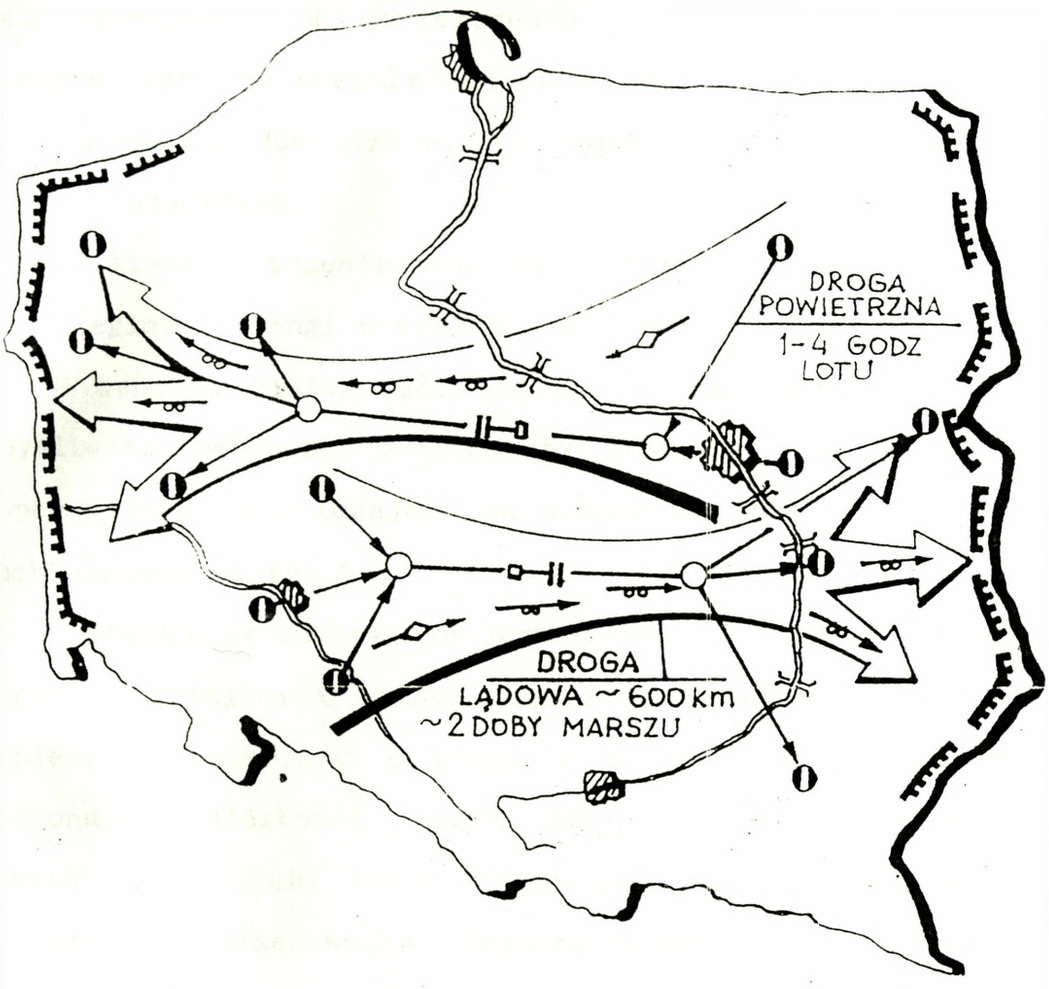
1/ "Opieratiwnoje iskustwo sowietskich WWS w wielikoj otieczestwiennoj wojnie". Moskwa 1976 r., str.102.

udział w bezpośrednim wsparciu wojsk poprzez zwalczanie obiektów pola walki.

Powszechny rozwój lotnictwa odrzutowego, który rozpoczął się po drugiej wojnie światowej dotyczył także, a może przede wszystkim lotnictwa szturmowego. Powstawały samoloty o nowych właściwościach taktycznych zdolne do wykonywania rozlicznych, ale różnych pod względem charakteru zadań na korzyść wojsk lądowych (marynarki wojennej).

Samolotami wprowadzonymi do uzbrojenia naszego lotnictwa szturmowego w latach sześćdziesiątych były MiG-15bis, a nieco później MiG-17. Były to w rzeczywistości samoloty myśliwskie, które po wdrożeniu ich do użytku lotnictwa szturmowego otrzymały nazwę myśliwsko-szturmowych lub myśliwsko-bombowych. Samoloty te nie spełniały w pełni stawianych im wymagań, szczególnie jeśli chodzi o siłę i różnorodność uzbrojenia wykorzystywanego do rażenia obiektów naziemnych i nawodnych. Dlatego też w Polsce samolot myśliwski Lim-5 (odpowiednik radzieckiego MiG-17) poddany został pewnym przeróbkom mającym na celu lepsze przystosowanie go do działań szturmowych.

W ostatnich latach wprowadzono do uzbrojenia naszego lotnictwa różne wersje samolotu myśliwsko-bombowego typu "Su". Obecnie LMB stanowi 1/4 ogółu posiadanych samolotów, a jego potencjał ogniowy w zwalczaniu celów naziemnych i morskich oblicza się na około 80% ogólnego potencjału lotnictwa. Jest to najsilniejszy element ogniowy do walki z przeciwnikiem naziemnym (morskim), ponadto niezwykle efektywnym elementem sił szybkiego reagowania. Całość LMB może być skupiona do uderzeń na dowolnym kierunku zagrożenia i to w ciągu 1-2 godz. w wypadku wcześniejszego uprzedzenia, a w czasie 8-12 godz. w razie zaskakującego ataku agresora. Problem ten zobrazowano na rys.1.



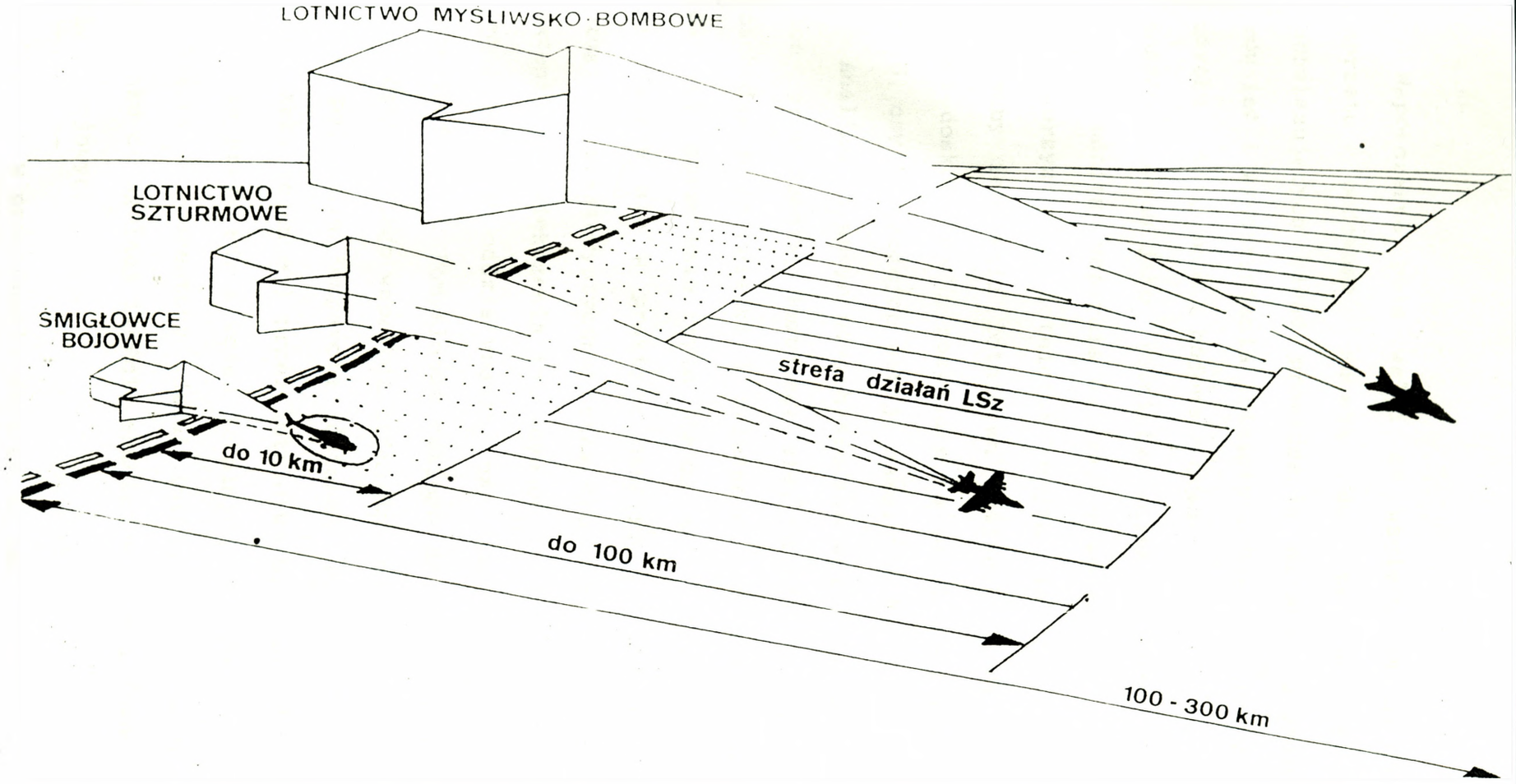
Rys.1. Ogólna idea działań przestrzennych lotnictwa

Wyżej stwierdzone fakty świadczą, że LMB liczące około 120 samolotów typu Su-22M4 (w tym około 20 szt. Su-20) zdolne jest w jednorazowym wylocie zrzucić salwę bomb o wadze do 480 ton. Jest ono niewątpliwie w skali Polski strategicznym elementem sił zbrojnych. W stwierdzeniu tym nie ma przesady jeśli uwzględnimy, że niezależnie od rejonu jego bazowania może ono być użyte nad dowolnym rejonem Polski i obszarem przylegającym do naszego kraju.

Możliwości przestrzenne LMB stanowią kolejny dowód jego strategicznej rangi w systemie obronnym RP.

W wypadku zaatakowania Polski przez kogokolwiek lotnictwu myśliwsko-bombowemu przypadłoby zadanie wykonywane w głębi operacyjnej, a polegające na niszczeniu obiektów agresora, co zobrazowano na rys.2.

Wskazane uwarunkowania przestrzenne aż nadto uzasadniają, wręcz strategiczną rangę programowania działań bojowych LMB. Pojedyncze samoloty i grupy w locie do celu i z powrotem pokonują odległości rzędu 500-1000 km, przelatując nad obiektami w głębi kraju, broniącymi się wojskami własnymi i atakującymi przeciwnika. Synchronizowanie ruchu przestrzennego i ognia LMB z potrzebami wojsk własnych i stworzenie możliwości efektywnego wykonania przez lotnictwo zadań zależeć będzie w każdym wypadku od rozwiązania wielkiej ilości problemów w ramach programowania komputerowego. Nie chodzi o programowanie tylko komputerów pokładowych, ale także o komputerowe programowanie całości działań LMB, czemu poświęcona jest niniejsza rozprawa.



Rys.2. Przestrzeń operowania LMB podczas odpierania agresji

Współczesne pole walki ze względu na nieustanny rozwój sprzętu bojowego zmusza do permanentnej weryfikacji obowiązujących zasad prowadzenia działań bojowych , a więc również i wykorzystania lotnictwa. Sukcesywnie wprowadza się do użytku śmigłowce bojowe oraz samoloty o prędkościach poddźwiękowych jako "lotnictwa wojsk lądowych" przeznaczone do bezpośredniego wsparcia walczących wojsk.

Wykorzystanie lotnictwa wojsk lądowych nie przekreśla potrzeby istnienia lotnictwa myśliwsko-bombowego. Jest ono dalej doskonalone i rozwijane, a przykładem mogą być samoloty F-16, czy też kolejne wersje samolotów MiG i Su.

Analizując wpływ nowych środków walki na zmiany w sposobach ich prowadzenia, dostrzega się, że między natarciem i obroną zachodzą nowe związki i zależności. Występuje ściślejsze niż dawniej sprzężenie tych dwóch podstawowych rodzajów walki wyrażające się w praktyce częstym przechodzeniem jednego w drugi. Charakterystyczną cechą obu tych sposobów działań jest dążenie do zwiększenia intensywności, ciągłości i różnorodności jednoczesnego oddziaływania na całą głębokość ugrupowania przeciwnika[1/] . Pomyślność takiego działania nie jest możliwa bez odpowiedniego wsparcia lotnictwa myśliwsko-bombowego.

O potrzebie wsparcia działań bojowych wojsk lądowych (marynarki wojennej) przez lotnictwo myśliwsko-bombowe świadczą dobitnie przykłady z wojen lokalnych. W tabeli 1 przedstawiono ilościowy i procentowy udział lotnictwa myśliwsko-bombowego w stosunku do ogólnej ilości samolotów zaangażowanych w działaniach bojowych.

1/ "Zmiany w prowadzeniu działań bojowych wynikające z zastosowania nowych środków walki i systemów rozpoznawczo-uderzeniowych". ASG WP, 1983 r., str. 31-37.

Tabela 1

Udział lotnictwa myśliwsko-bombowego w wojnach lokalnych[1/]

Konflikt wojenny	Ilość samolotów myśliwsko-bombowych (myśliwsko-szturmowych) biorących udział w konflikcie[szt]	Ogólna ilość samolotów biorących udział w konflikcie [szt]	Procentowy wskaźnik udziału lotnictwa myśliwsko-bombowego w działaniach bojowych [%]
w Indochinach 1965-1975	2485	3458	72
izraelsko--arabski 1973	472	1410	33
brytyjsko--argentyński 1982	168	322	52
Razem	3125	5190	60

Podstawowymi zadaniami jakie wykonywało lotnictwo myśliwsko-bombowe (myśliwsko-szturmowe) w tych konfliktach było: bezpośrednie wsparcie walczących wojsk, izolacja rejonu działań bojowych, zwalczanie lotnictwa na lotniskach, zwalczanie okrętów przeciwnika oraz rozpoznanie wojsk.

O miejscu i roli lotnictwa myśliwsko-bombowego w przyszłych działaniach wojennych świadczą również obecne struktury organizacyjne sił powietrznych wybranych państw Europy Zachodniej przedstawione w tabeli 2.

[1/] Tabelę sporządzono na podstawie opracowania pt. "Studium ważniejszych konfliktów zbrojnych w świecie w latach 1970-1983. Wyd. SzG WP - Zarząd II, Warszawa 1985 r.

Tabela 2

Stan samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego w stosunku do ogólnej ilości samolotów bojowych sił powietrznych wybranych państw Europy Zachodniej[1/]

Państwo	Ilość samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego [szt]	Ogólna ilość samolotów bojowych [szt]	Procentowy wskaźnik ilości lotnictwa myśliwsko-bombowego w stosunku do ogólnej ilości samolotów bojowych [%]
Niemcy	342	685	50
Wielka Brytania	332	743	45
Holandia	90	174	62
Belgia	120	198	60
Dania	48	96	50

Zestawione dane w tabelach 1 i 2 niezbicie wskazują, że niezbędny będzie udział lotnictwa myśliwsko-bombowego w każdym przyszłym konflikcie zbrojnym.

Niewątpliwie potrzeby ilościowe samolotów myśliwsko-bombowych będą determinowane liczbą przewidywanych do zwalczania obiektów współczesnego pola walki.

Przeprowadzone badania wskazują, że udział lotnictwa myśliwsko-bombowego w zwalczaniu obiektów przeciwnika zależy od konkretnych sił zgrupowanych przez nieprzyjaciela, rodzaju jego działań, założonego stopnia rażenia, ilości środków ogniowych itp. Najczęściej przyjmuje się, że lotnictwo myśliwsko-bombowe

---

1/ Tabelę sporządzono na podstawie "Kompendium sił zbrojnych państw NATO". Wyd. SzG WP, Warszawa 1987 r.

realizuje około 30-35% zadań ogniowych wynikających z istoty porażenia nieprzyjaciela[1/] .

Biorąc pod uwagę ten wskaźnik oraz to, że około 2/3 obiektów znajduje się w strefie taktycznej i część z nich będzie zwalczana przez lotnictwo wojsk lądowych, w tabeli 3 zestawiono średnią ilość obiektów przewidywanych do zwalczania przez lotnictwo myśliwsko-bombowe w operacjach frontowych.

Tabela 3

Ilość obiektów przewidywanych do zwalczania przez lotnictwo myśliwsko-bombowe.

Rodzaj obiektu	Ilość obiektów pojedynczych	
	w operacji obronnej	w operacji zaczepnej
Wyrzutni rakiet operacyjno-taktycznych	4-8	2-4
Haubic 155 mm 203.2 mm	268-312	134-156
Czołgów	440-512	220-256
Bojowych wozów piechoty	1020-1180	510-594
Środków p/pancernych	92-104	46-52
Środków p/lotniczych	148-172	74-86
Razem	1972-2288	988-1148

W tabeli wykazano tylko te obiekty, które przede wszystkim decydować będą o potrzebach ilościowych lotnictwa myśliwsko-bombowego. Oprócz tych obiektów lotnictwo myśliwsko-bombowe zwalczać będzie samoloty i śmigłowce na lotniskach, stanowiska dowodzenia, punkty naprowadzania i inne obiekty, których liczba również może być znaczna.

1/ "Działania bojowe lotnictwa w porażeniu ogniowym nieprzyjaciela w operacji zaczepnej frontu". Opracowanie naukowe ASG WP 1984 r., str.16.

1.2. PROGNOZOWANE WARUNKI DZIAŁAŃ LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMOWEGO

Warunki działań obejmują niezmiernie szeroki wachlarz czynników stałych i zmiennych, ułatwiających lub utrudniających wykonywanie zadań bojowych przez lotnictwo. Warunki te tworzy przyroda, przeciwnik i wojska własne.

Analizie poddano tylko niektóre czynniki warunkujące działania bojowe lotnictwa myśliwsko-bombowego, wysuwając na plan pierwszy sytuację strategiczno-operacyjną, warunki atmosferyczne, porę roku i doby.

1.2.1. Uwarunkowania strategiczno-operacyjne

Doktryna obronna Rzeczpospolitej Polskiej zakłada, że jej Siły Zbrojne nigdy nie rozpoczną pierwsze działań wojennych, lecz przystąpią do wojny tylko wtedy, gdy przeciwnik jako pierwszy zagrozi jej terytorium. Nieagresywny charakter doktryny powoduje, że operacje obronne będą podstawowym rodzajem działań, zwłaszcza w początkowym okresie wojny.

Studia materiałów źródłowych[1/] wykazują, że z zasady każda agresja przeciwnika rozpocznie się operacją powietrzną z jednoczesnym przejściem do operacji zaczepnych sił lądowych i morskich. Wynika stąd wniosek, że w operacjach obronnych przeciwnik będzie posiadał inicjatywę operacyjną i dążył będzie do uzyskania panowania w powietrzu, co może znacznie ograniczyć działania naszego lotnictwa.

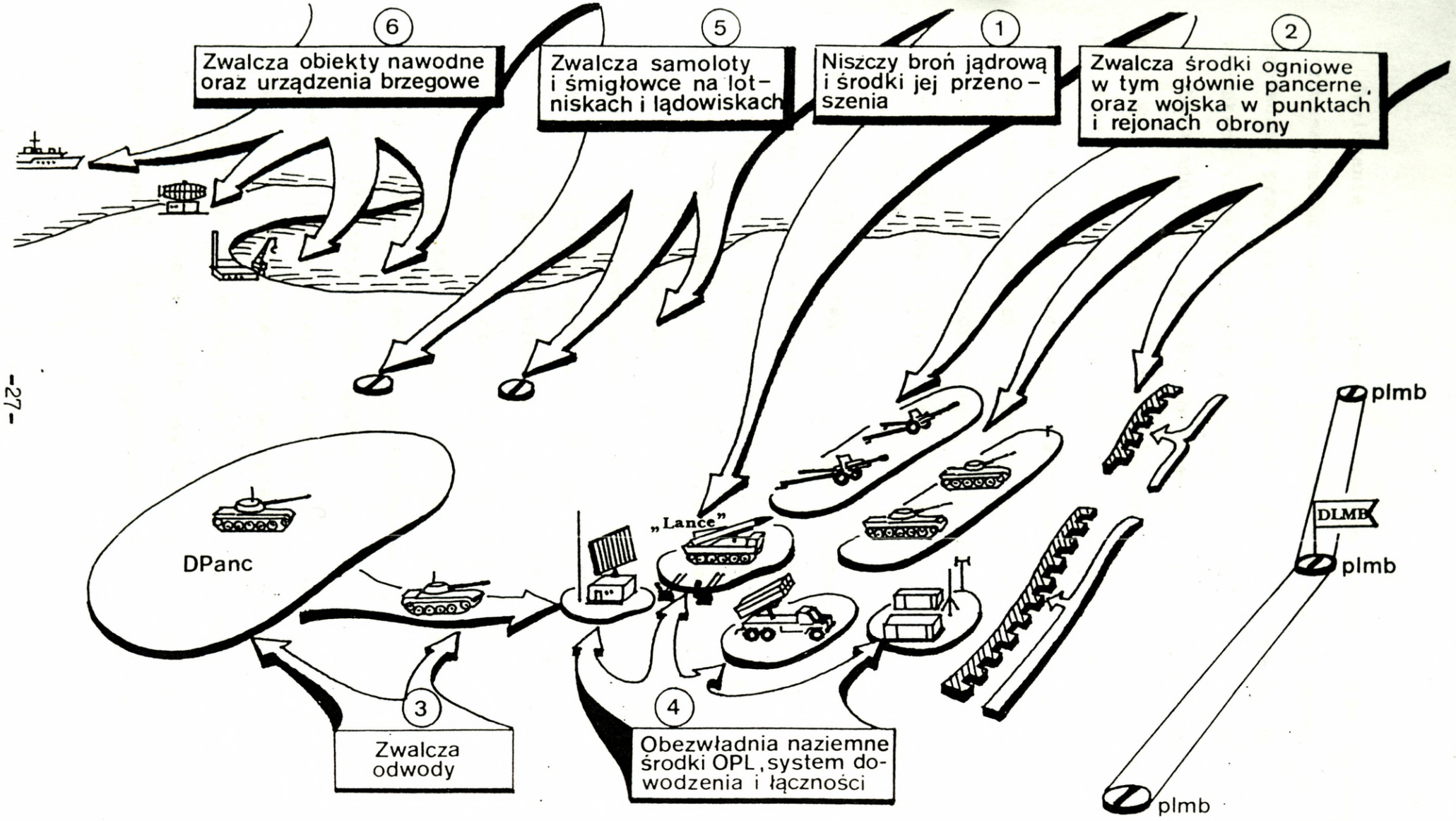
1/ "Wybrane problemy strategii i sztuki operacyjnej w świetle obronnego charakteru doktryny wojennej Państw Stron Układu Warszawskiego" (streszczenie). Wyd. GZSB. Warszawa 1988 r., str.8.

Ogromnej sile uderzeniowej i manewrowości nacierającego, obrońca musi przedstawić nie tylko opór, lecz również częsty manewr siłami i środkami na kierunki najbardziej zagrożone dla niwelowania przewagi nacierającego. Takimi siłami i środkami będzie właśnie lotnictwo myśliwsko-bombowe.

Z analizy przebiegu przewidywanych operacji obronnych wynika, że w czasie ich prowadzenia lotnictwo myśliwsko-bombowe będzie wykonywało różnorodne zadania operacyjno-taktyczne w złożonych sytuacjach bojowych i warunkach atmosferycznych. Ma ono być środkiem wsparcia ogniowego we wszystkich etapach każdej operacji obronnej Sił Zbrojnych Rzeczpospolitej Polskiej. Podstawowe zadania lotnictwa myśliwsko-bombowego w operacjach obronnych przedstawiono na rys.3.

W operacji przeciwpowietrznej głównym zadaniem wykonywanym przez lotnictwo myśliwsko-bombowe będzie zwalczanie naziemnych obiektów pierwszej kolejności rażenia, a przede wszystkim lotnictwa na lotniskach, środków OPL, posterunków wykrywania i naprowadzania lotnictwa myśliwskiego systemów dowodzenia wojskami oraz rakietowych środków napadu i systemów rozpoznawczo-uderzeniowych.

W sytuacji wykonywania zadań na kierunku działań frontu pierwszego rzutu, duże głębokości bazowania lotnictwa i rozmieszczenia systemu dowodzenia wojskami szczebla operacyjnego przeciwnika spowoduje, że zasadniczymi obiektami zwalczanymi przez lotnictwo myśliwsko-bombowe mogą być obiekty systemu OP, stanowiska dowodzenia związków operacyjnych, dywizjony rakiet klasy ziemia-ziemia oraz naziemne elementy systemów rozpoznawczo-uderzeniowych.



Rys.3. Podstawowe obiekty zwalczane przez lotnictwo myśliwsko-bombowe w operacjach obronnych

Zwalczanie rakietowych środków napadu oraz systemów rozpoznawczo-uderzeniowych, lotnictwo myśliwsko-bombowe powinno prowadzić przez cały czas trwania operacji obronnej w każdych warunkach atmosferycznych i w nocy.

Obezwładnienie systemu dowodzenia przeciwnika powinno być ciągłym i jednym z najistotniejszych zadań lotnictwa myśliwsko-bombowego. W ramach tego zadania główny wysiłek lotnictwa myśliwsko-bombowego najkorzystniej jest koncentrować na zwalczaniu stanowisk dowodzenia wojsk lądowych i lotnictwa. W związku z tym podstawowymi obiektami uderzeń lotnictwa myśliwsko-bombowego winny być centra dowodzenia i węzły łączności.

Zwalczanie lotnictwa na lotniskach wskazane jest wykonywać przez całą operację ze szczególną intensywnością przed przeciwuderzeniem frontu. Lotnictwo myśliwsko-bombowe można również wykorzystać do zwalczania pododdziałów lotnictwa przeciwnika na lotniskach w strefie taktycznej i blisko operacyjnej, to jest samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego, myśliwskiego oraz lotnictwa wojsk lądowych.

Z oceny przedstawionych zadań wynika, że lotnictwo myśliwsko-bombowe w operacjach obronnych zmuszone będzie działać na stosunkowo szerokim froncie, przy częstych zmianach głównego wysiłku, częstych przegrupowaniach oraz w różnych warunkach atmosferycznych, porze roku i doby. Wszystko to wskazuje, że warunki jego działań będą znacznie trudniejsze, zmuszające do doskonalenia sposobów wykorzystania zarówno w skali operacyjno-taktycznej jak i samej organizacji działań.

Szczególnie istotny wpływ na warunki operacyjno-taktyczne działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego wywierać będzie

współczesna obrona przeciwlotnicza przeciwnika. Jej skuteczność przesądzać będzie o możliwościach wykonywania zadań bojowych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe. Z przeprowadzonych badań i analiz wynika, że podstawę obrony przeciwlotniczej przeciwnika stanowić będą przeciwlotnicze zestawy rakietowe bliskiego, średniego i dużego zasięgu rażenia oraz szeroka gama przeciwlotniczych zestawów artyleryjskich i środków powszechnej OPL. Średnią gęstość ugrupowania sił i środków obrony przeciwlotniczej w zależności od ich rodzaju przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Średnie gęstości rozmieszczenia środków OPL na 1 km wzdłuż linii frontu[1/]

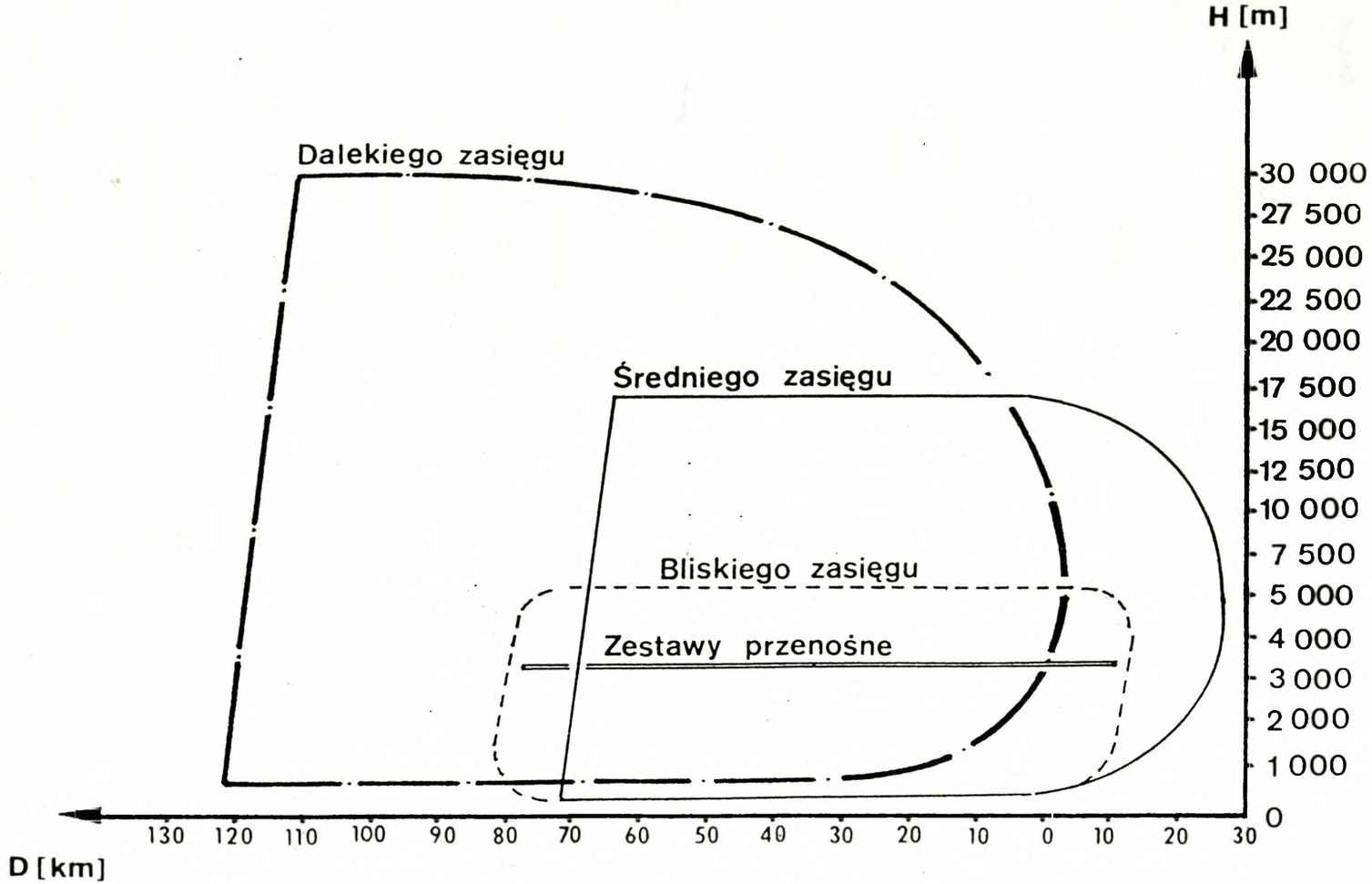
Rodzaj zestawu środków OPL	Średnia gęstość na 1 km frontu
Zestawy rakietowe systemu OP	1.4
Zestawy rakietowe OPL wojsk	2.3
Artyleria przeciwlotnicza OPL wojsk	4.4

Charakterystykę rozmieszczenia środków OPL w ugrupowaniu bojowym wojsk przeciwnika oraz ich możliwości taktyczno-techniczne rażenia obiektów powietrznych przedstawiono na rys.4.

Przedstawione w tabeli 4 średnie gęstości dyslokacji środków OPL wzdłuż linii frontu w powiązaniu z ich strefami rażenia przedstawionymi na rys.4. świadczą, że system obrony przeciwlotniczej przeciwnika tworzy ciągłą, wielowarstwową i głęboką strefę osłony wojsk. Zatem problem jej pokonania przez samoloty

---

1/ Kompendium sił zbrojnych państw NATO. SzGWP. Warszawa 1987 r.



Rys.4. Orientacyjne strefy rażenia środków CPL w ugrupowaniu bojowym wojsk.
(przekrój pionowy)

lotnictwa myśliwsko-bombowego jest bardzo ważnym, a niekiedy decydującym o wykonaniu postawionych zadań bojowych.

1.2.2. Warunki atmosferyczne

Możliwość prowadzenia działań bojowych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe w dużej mierze jest uzależnione od panujących nad przewidywanym obszarem działań warunków atmosferycznych, które z punktu widzenia wykonywanych lotów przez lotnictwo można podzielić na zwykłe i trudne[1/] .

Zwykłymi określa się taki stan pogody, w którym lot do celu i wykonanie zadania, odbywają się ze wzrokową widzialnością[2/] ziemi i celu. Oznacza to, że zachmurzenie nie występuje lub dolne jego podstawy[3/] umożliwiają lot pod chmurami, a widzialność w tej warstwie powietrza zapewnia (przy określonej prędkości lotu) czas na wykrycie celu, wykonanie manewru i ataku.

Natomiast w warunkach trudnych lot odbywa się bez wzrokowej widoczności ziemi lub w takiej widoczności, która nie zapewnia załodze niezbędnego czasu na wzrokowe wykrycie celu oraz celowanie i odpalenie (zrzut) ładunku bojowego. Dla samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego, których prędkość podczas lotu do celu wynosi około 800-900 km/h, minimalny zakres widzialności

---

1/ Szczegółowy podział lotów w zależności od przyjętych procedur oraz prowadzenia orientacji wzrokowej określa "Regulamin lotów lotnictwa wojskowego". DWL Poznań 1988 r., str.14-16.

2/ Widzialność - to największa odległość, z której bez jakichkolwiek przyrządów optycznych (gołym okiem) widoczne są (i rozpoznawalne) kontrastujące z tłem przedmioty, obiekty.

3/ Podstawa chmur - to odległość od powierzchni ziemi do najniższej warstwy chmur lub zjawiska zakrywającego niebo.

umożliwiającej dobrze wyszkolonemu pilotowi wykonanie zadania, nie może być mniejsza niż 5-6 km przy dolnej podstawie chmur niższej od 300-600 m.

Ocena warunków atmosferycznych z punktu widzenia możliwości działań lotnictwa wymaga dokonania analizy charakterystyk klimatycznych przewidywanego obszaru działań. W związku z przyjętą doktryną obronną należy zakładać, że przyszłe działania bojowe odbywać się będą na terytorium Polski, zatem i przeprowadzona analiza warunków klimatycznych dotyczy tylko tego obszaru.

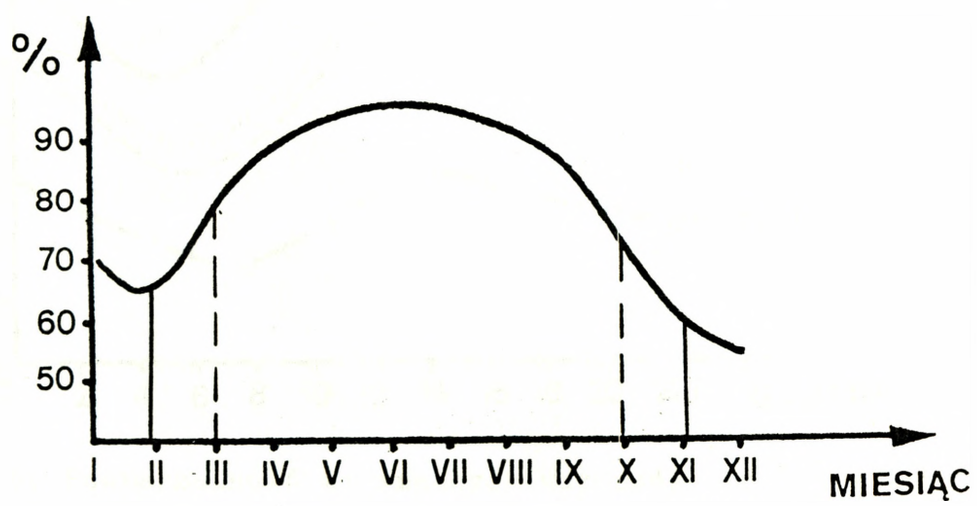
Obszar Polski pod względem klimatycznym jest strefą przejściową między oceanicznym klimatem Europy Zachodniej, a kontynentalnym Europy Wschodniej. Charakterystyczną cechą klimatu polskiego jest duża zmienność, a także różnorodność typów pogody uwarunkowana napływem nad Polskę różnych mas powietrza. W związku z przewagą w naszym rejonie wiatrów zachodnich, najczęściej nad Polskę napływają masy powietrza znad Atlantyku. Są to przeważnie masy powietrza polarno-morskiego. Napływ tych mas powoduje latem pogodę o dużym zachmurzeniu, często z przelotnymi opadami, niekiedy burzami i stosunkowo niskimi temperaturami. Natomiast w zimie masy powietrza polarno-morskiego przynoszą odwilże, duże zachmurzenie, często mgły. Przy napływie powietrza ze wschodu, w lecie panuje pogoda sucha i upalna, a w zimie bardzo mroźna.

Rzadziej spotykane nad Polską są masy powietrza zwrotnikowego i arktycznego. Powietrze zwrotnikowe napływające latem, powoduje pogodę upalną, a jeśli jest dostatecznie wilgotne występują w nim burze. W zimie powietrze zwrotnikowe powoduje gwałtowne odwilże i długotrwałe mgły lub bardzo niskie

chmury warstwowe i opady mżawki. Masy powietrza arktycznego napływając na obszar Polski powodują zimą okresy dużych mrozów, wiosną i jesienią fale przymrozków, a latem dość znaczne ochłodzenie.

Częste zmiany mas powietrza nad Polskę są przyczyną dużej kontrastowości pogody, zmieniającej się z dnia na dzień, a nawet z godziny na godzinę. W zależności od cyrkulacji powietrza nad Polską utrzymują się warunki atmosferyczne charakterystyczne dla klimatu morskiego lub kontynentalnego.

Uogólniając powyższą charakterystykę klimatyczną częstotliwość występowania podstaw chmur powyżej 300 m i widzialności większej niż 5 km (to jest parametrów, przy których warunki atmosferyczne nie ograniczają działania lotnictwa) pokazano na rys.5[1/] .



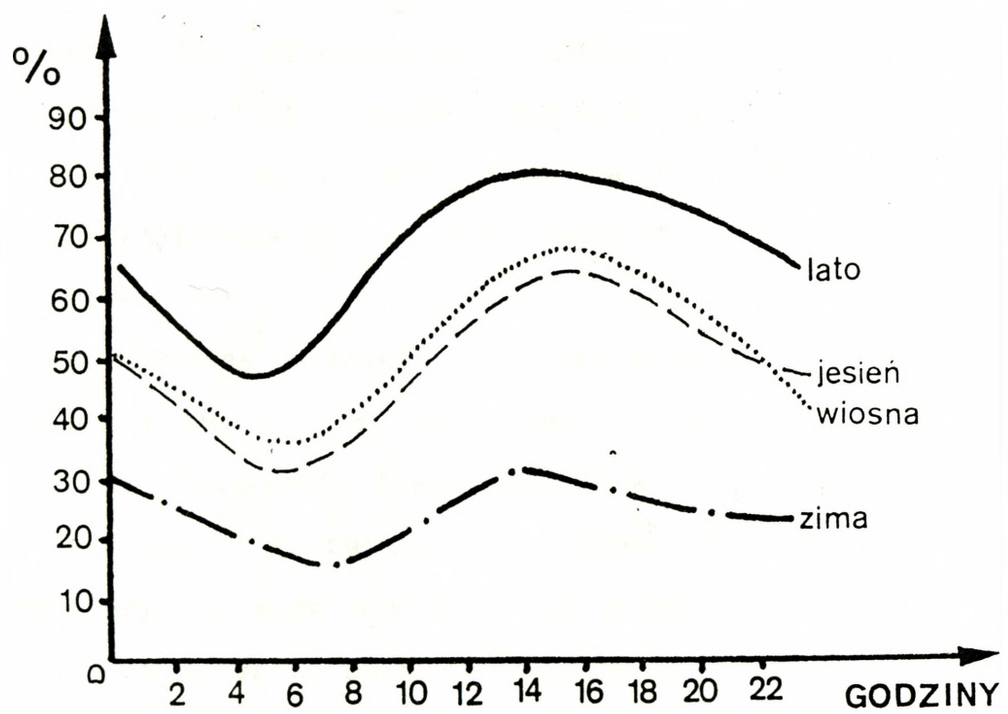
Rys.5. Częstotliwość występowania podstawy chmur pwyżej 300 m i widzialności powyżej 5 km.

1/ Warunki lotu na samolotach i śmigłowcach lotnictwa Sił Zbrojnych PRL. Wyd. DWL, Poznań 1982r.

Z analizy danych przedstawionych na rys.5. wynika, że częstotliwość występowania minimalnych warunków atmosferycznych umożliwiających działanie lotnictwa myśliwsko-bombowego osiąga średnią wartość 70% w okresie od marca do października oraz 55-70% od listopada do lutego.

Znaczy to, że w około 1/3 roku warunki atmosferyczne będą bardzo trudne, ograniczające możliwości działań lotnictwa.

Częstotliwość występowania minimalnych warunków atmosferycznych do działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w zależności od pory doby i roku przedstawiono na rys.6.



Rys.6. Powtarzalność minimalnych warunków atmosferycznych w zależności od pory doby i roku.

Z analizy danych przedstawionych na rys.6. wynika, że najczęściej minimalne warunki atmosferyczne ograniczające działanie lotnictwa występują w godzinach rannych, natomiast w

mniejszym stopniu w godzinach popołudniowych bez względu na porę roku.

Na podstawie przedstawionych charakterystyk klimatycznych można stwierdzić, że nad terytorium Polski wpływ warunków atmosferycznych na efektywne wykorzystanie lotnictwa będzie prawdopodobnie duży, gdyż występuje dość duża powtarzalność takich warunków, w których działalność lotnictwa jest utrudniona.

1.2.3. Pora roku i doby.

Racjonalne wykorzystanie lotnictwa myśliwsko-bombowego w dużej mierze jest determinowane porą roku i doby.

Analizując wpływ pory roku na warunki działań lotnictwa myśliwsko-bombowego należy zwrócić uwagę na następujące elementy.

Po pierwsze - zmieniające się w ciągu roku czasy trwania dnia i nocy, a tym samym świtu i zmroku, powodują zmianę natężenia działań[1/] tegoż lotnictwa.

Po drugie - związane z określoną porą roku zjawiska atmosferyczne mogą utrudnić lub polepszyć warunki wykonywania zadań. Na przykład pokrywa śnieżna, z jednej strony komplikuje prowadzenie orientacji wzrokowej załodze, ale jednocześnie utrudnia maskowanie wojsk przeciwnika, polepsza warunki oświetlenia (kontrastowości) obiektów w nocy.

1/ Natężenie działań - określona liczba lotów jaką może lub powinna wykonać załoga (pododdział, oddział) w oznaczonym czasie (zwykle w ciągu doby, dnia lub nocy działań). "Podstawy taktyki lotnictwa" - podręcznik. Wyd. DWL Poznań 1989 r., str.42.

Porę doby w kontekście działań lotnictwa podzielono na dwa okresy: dzień i noc[1/] . Byłoby truizmem udowadnianie, że w warunkach dziennych organizacja działań lotnictwa i samo wykonywanie zadań jest o wiele łatwiejsze niż w warunkach nocnych. Znajduje to zresztą potwierdzenie w konfliktach lokalnych, gdzie około 80% wysiłku lotnictwa wykorzystywano w warunkach dziennych[2/] .

Zgodnie z poglądami teoretyków wojskowych, współczesne działania bojowe będą prowadzone z jednakową intensywnością zarówno w dzień jak i w nocy. W warunkach nocnych następuje bowiem uzupełnienie walczących wojsk, dowóz zaopatrzenia, zmiana stanowisk ogniowych środków rakietowych, zaś wyposażenie czołgów i bojowych wozów piechoty w celownicze systemy noktowizyjne umożliwia prowadzenie działań w tempie nie mniejszym niż w warunkach dziennych. Stawia to przed lotnictwem myśliwsko-bombowym nowe wymagania w zakresie rozpoznania i bezpośredniego wsparcia walczących wojsk. Jednak stopień trudności wykonywania zadań w nocy jest znacznie większy niż w dzień, wymaga dużego doświadczenia i specjalnego przygotowania załóg oraz dodatkowych przedsięwzięć organizacyjnych.

1/ Regulamin lotów lotnictwa wojskowego. Wyd. DWL Poznań 1987r., str.14 określa:
- loty dzienne - wykonywane w czasie od wschodu do zachodu słońca;
- loty nocne - wykonywane od zachodu do wschodu słońca;
- loty dzienno-nocne (nocno-dzienne) wykonywane ze startem w dzień lub w nocy i lądowaniem w nocy lub w dzień.

2/ "Studium ważniejszych konfliktów zbrojnych w świecie w latach 1970 - 1983. Wyd.SzG. Warszawa 1985 r.

1.3. MOŻLIWOŚCI DZIAŁAŃ LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO

Pomyślność w realizacji zadań zgodnie ze swym przeznaczeniem lotnictwo myśliwsko-bombowe może uzyskać wówczas, kiedy samoloty tegoż lotnictwa będą spełniać określone wymogi. Doświadczenia z konfliktów lokalnych oraz z codziennego szkolenia lotniczego wskazują, że podstawowymi czynnikami według których określane są możliwości samolotów będą: autonomiczność, przeżywalność, skuteczność bojowa oraz głębokość oddziaływania bojowego.

1.3.1. Autonomiczność

Autonomicznością samolotu określa się jego zdolność do samodzielnego wykonywania zadań bojowych w każdych warunkach atmosferycznych. Doświadczenia wojenne wskazują, że samoloty szturmowe wykorzystywane były w zasadzie w zwykłych warunkach atmosferycznych i to w strefie styczności bojowej wojsk. Działając w TWA były wyprowadzane na obiekty uderzeń przy pomocy naziemnych posterunków naprowadzania, to samoloty myśliwsko-bombowe wykonując zadania na obiekty położone w głębi terytorium przeciwnika wychodzą poza strefę obserwacji stacji radiolokacyjnych posterunków wykrywania i naprowadzania.

Dla zapewnienia pola obserwacji radiolokacyjnej w czasie wojny w Wietnamie w skład działającego tam lotnictwa wprowadzono samoloty wczesnego wykrywania radiolokacyjnego EC-121 i E-2A[1/] . Samoloty te były wyposażone w stacje

---

1/ Działanie bojowe lotnictwa Stanów Zjednoczonych w wojnie wietnamskiej w latach 1964-1968. DWL Poznań 1978 r.

radiolokacyjne wykrywania i specjalną aparaturę pozwalającą kierować lotem samolotów myśliwsko-bombowych na cały jego promień działania. Wypracowana w Wietnamie taktyka wykorzystywania samolotów wczesnego wykrywania była na szeroką skalę stosowana przez lotnictwo izraelskie na Bliskim Wschodzie[1/] .

Oceniając możliwości takiego systemu kierowania, można dojść do wniosku, że skuteczne jego wykorzystanie było możliwe dzięki geograficznemu położeniu rejonu działań bojowych. Samoloty wczesnego wykrywania mogły dokonywać nalotów od strony morza, czyli poza strefą rażenia naziemnych środków obrony przeciwlotniczej. Inaczej przedstawia się sytuacja na europejskim teatrze działań. Przewidywane wykonywanie uderzeń przez lotnictwo myśliwsko-bombowe na drugie rzuty i odwody przeciwnika znajdujące się poza zasięgiem nawet najnowszych stacji radiolokacyjnych zainstalowanych na samolotach wczesnego wykrywania i naprowadzania. W takiej sytuacji samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego winny być wyposażane w autonomiczne systemy nawigacyjno-celownicze umożliwiające wykonywanie zadań to jest: nawigowania po trasie lotu, wykrycia i identyfikacji obiektów uderzeń, określenie momentu zrzutu bomb, odpalenia rakiet, otwarcie ognia z działek.

Uwzględniając powyższe wymogi, współczesne samoloty myśliwsko-bombowe wyposaża się w skomplikowane systemy nawigacyjne, komputery i inne środki techniczne zapewniające nawigowanie samolotu w pełnym promieniu jego działania oraz

---

1/ Studium ważniejszych konfliktów zbrojnych w świecie w latach 1970-1983. Sz.Gen. Warszawa 1985 r.

rozwiązujące zadania celowania i kierowania ogniem lotniczych środków rażenia bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby. Na rys.7 przedstawiono blokowy schemat systemów celowniczo-nawigacyjnych współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych. Wyszczególnione systemy kierowania uzbrojeniem wykorzystywane są w zależności od charakteru obiektu uderzenia i zastosowanych do jego rażenia środków ogniowych.

Na przykład samoloty F-111, Phantom F-4 wyposażone są w system celowniczy Pave Tack będący kombinacją urządzeń pracujących na podczerwień i laserowych umożliwiający zrzut bomb czy odpalenie pocisków kierowanych tymi sposobami. Kompleks celowniczo-nawigacyjny PrNK-54[1/], samolotu Su-22M4 zapewnia:

a/ automatyczne określanie i przekazywanie do systemu automatycznego sterowania i wskaźników informacji niezbędnych do:

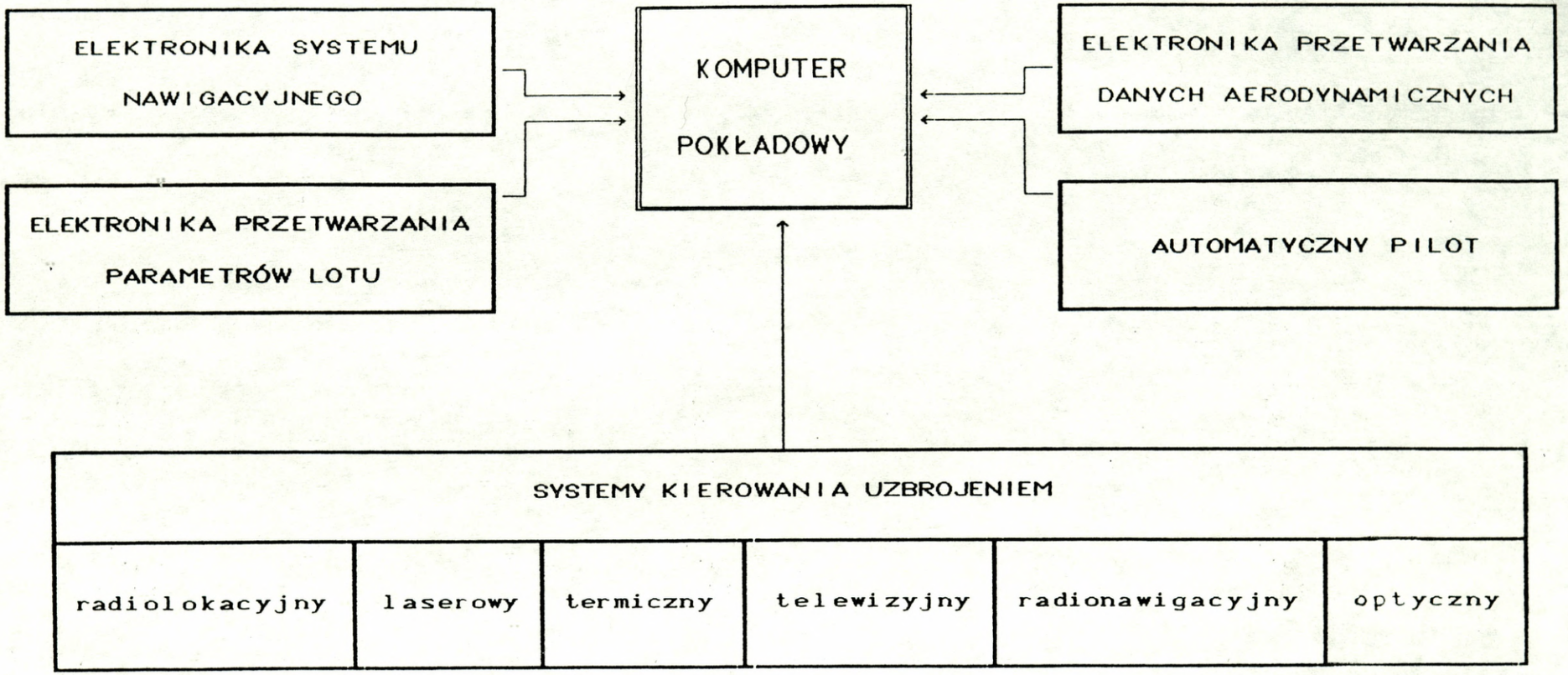
- wykonania lotu po zaprogramowanej trasie;
- wyprowadzenia samolotu na wyznaczony obiekt;
- zapamiętania współrzędnych i powtórnego wykonania nalotu na wykryty obiekt;
- powrotu na lotnisko bazowania;
- wykonania manewru przed lądowaniem.

b/ określenia i przekazania do systemu sterowania samolotem, systemu kierowania uzbrojeniem oraz do wskaźników pilota informacji niezbędnej do:

- wykonywania bombardowania, strzelania z działek i odpalania niekierowanych pocisków rakietowych przy

---

1/ Samolot Su-22M4. Uzbrojenie. Część III. Wyd.DWL Poznań 1985 r.



Rys. 7. Blokowy schemat pokładowych systemów celowniczo-nawigacyjnych współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych.

automatycznym wypracowaniu danych celowania i naprowadzania samolotu na ruchome i nieruchome obiekty naziemne;

bombardowania bez widoczności celu na wcześniej zaprogramowane obiekty;

- odpalania kierowanych pocisków rakietowych klasy "powietrze-ziemia" z laserowymi układami naprowadzania;

- odpalania kierowanych pocisków rakietowych klasy powietrze-stacja radiolokacyjna;

- rażenia mało zwrotnych wzrokowo widocznych obiektów powietrznych na małych i średnich wysokościach z działek, niekierowanych i kierowanych pocisków rakietowych.

Wykorzystywane dotychczas systemy celowniczo-nawigacyjne nie zapewniają w pełni wymaganej dokładności w nawigowaniu samolotów po trasie do celu, jego wykrycia i identyfikacji. Obecne ich możliwości działań w trudnych warunkach atmosferycznych (bez widoczności wzrokowej obiektu) pozwalają jedynie na zwalczanie obiektów dużych, płaszczyznowych, o których posiadamy wcześniej informacje dotyczące struktury ugrupowania i położenia, lub na obiekty o dużej kontrastowości radiolokacyjnej. Działania jednak w tych warunkach wymagają dobrej organizacji zabezpieczenia w zakresie wcześniejszego obezwładnienia systemu obrony przeciwlotniczej przeciwnika, doboru odpowiednich środków rażenia w danych warunkach, sformułowania odpowiedniego ugrupowania samolotów po trasie lotu i w rejonie działań oraz powrotu na lotnisko bazowania.

Uzyskanie pełnej autonomiczności samolotów myśliwsko-bombowych pozwoli na zrezygnowanie z wydzielania sił zabezpieczenia i osłony oraz umożliwi zwalczanie prawie wszystkich obiektów naziemnych (morskich) w każdych warunkach atmosferycznych.

1.3.2. Przeżywalność

Przeżywalność określana jest stosunkiem liczby zestrzelonych samolotów do ogólnej liczby samolotów wykonujących zadanie bojowe. Wartość ta zależy zarówno od nowoczesności urządzeń i możliwości samoobrony samolotów, jak i od fachowego przygotowania personelu latającego.

Wskaźnik poziomu strat samolotów myśliwsko-bombowych lotnictwa Stanów Zjednoczonych i Izraela ponoszony w konfliktach lokalnych był znacznie wyższy od tego, jaki charakteryzował lotnictwo amerykańskie w czasie drugiej wojny światowej[1/] . Fakt ten tłumaczy się głównie opracowaniem i wprowadzeniem do uzbrojenia doskonalszych środków walki z samolotami oraz większą wrażliwością konstrukcji samolotów odrzutowych na działania środków obrony przeciwlotniczej.

Analizując przebieg działań bojowych w wojnach lokalnych można stwierdzić, że już w trakcie wojny w Wietnamie amerykańskie lotnictwo myśliwsko-bombowe zastosowało pewne przedsięwzięcia zwiększające przeżywalność samolotów. Do tych przedsięwzięć można zaliczyć:

- elektroniczną aparaturę ostrzegającą o odpaleniu rakiety przeciwlotniczej;
- podwieszane zasobniki z generatorami zakłóceń;
- pułapki przeciwradiolokacyjne i podczerwone (bierne urządzenia zakłócające i maskujące).

1/ - Działania bojowe lotnictwa Stanów Zjednoczonych w wojnie wietnamskiej w latach 1964-1968. Wyd.DWL, Poznań 1978 r.
- Studium ważniejszych konfliktów zbrojnych w świecie w latach 1970-1983. Wyd.SzC. Zarząd II, Warszawa 1985 r.

Wychodząc naprzeciw tym potrzebom w wyposażeniu współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych przewidziano już indywidualne środki walki radioelektronicznej. Na przykład w skład indywidualnych środków walki radioelektronicznej samolotu Su-22M4[1/] wchodzą:

a/ stacja ostrzegania o opromieniowaniu samolotu przez radiolokacyjne środki obrony przeciwlotniczej przeciwnika i podawaniu informacji radiolokacyjnej, na podstawie której pilot może określić:

- fakt opromieniowania samolotu przez stacje radiolokacyjne i ich położenie w stosunku do samolotu;
- zakres pracy opromieniowującej stacji radiolokacyjnej;
- typ stacji radiolokacyjnej;
- najniebezpieczniejszy w danej sytuacji środek obrony przeciwlotniczej przeciwnika;
- fakt zbliżania się lub oddalania od stacji radiolokacyjnej wchodzący w skład zagrażającego środka obrony przeciwlotniczej przeciwnika;
- orientacyjne położenie samolotu w stosunku do granicy sterfy rażenia środka obrony przeciwlotniczej przeciwnika.

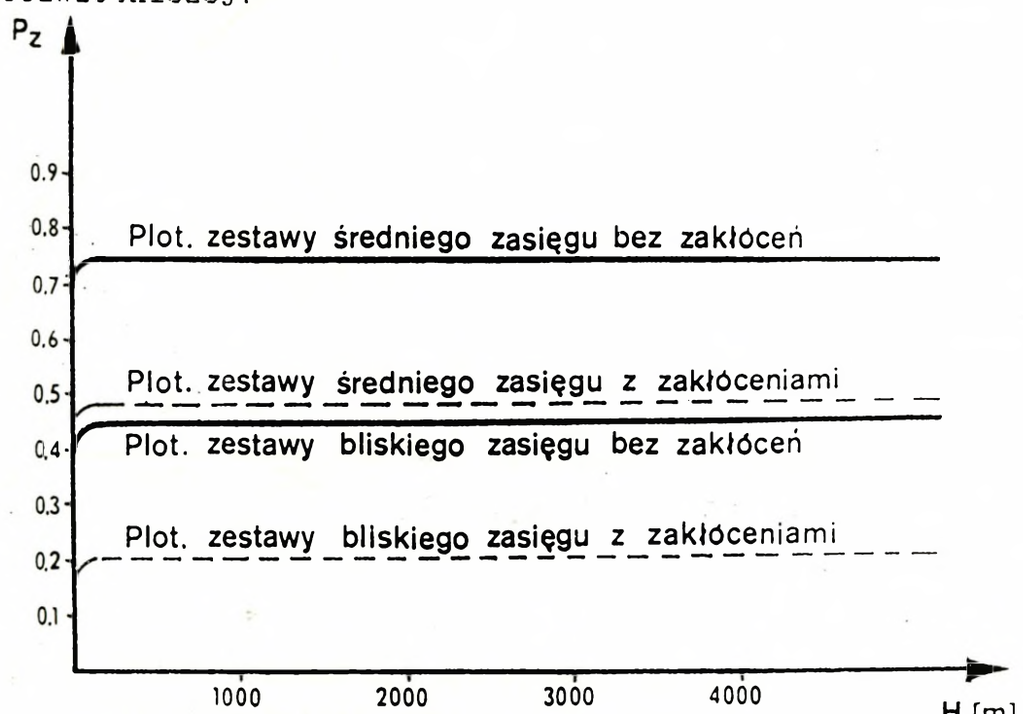
b/ Stacja zakłóceń aktywnych przeznaczona do obrony samolotu przed ogniem samolotów myśliwskich i naziemnych środków obrony przeciwlotniczej przeciwnika,poprzez wytwarzanie zakłóceń pracy głowic samonaprowadzających się kierowanych pocisków rakietowych oraz pokładowych i naziemnych stacji radiolokacyjnych.

1/ Samolot Su-22M4. Metodyka szkolenia. Cz.II. Zastosowanie bojowe.Wyd. DWL Poznań 1986 r., str.399-440.

c/ Przeciwrakietowe termiczne imitatory celu przeznaczone do obrony samolotu przed rażeniem go kierowanymi pociskami rakietowymi z termicznymi głowicami samonaprowadzającymi.

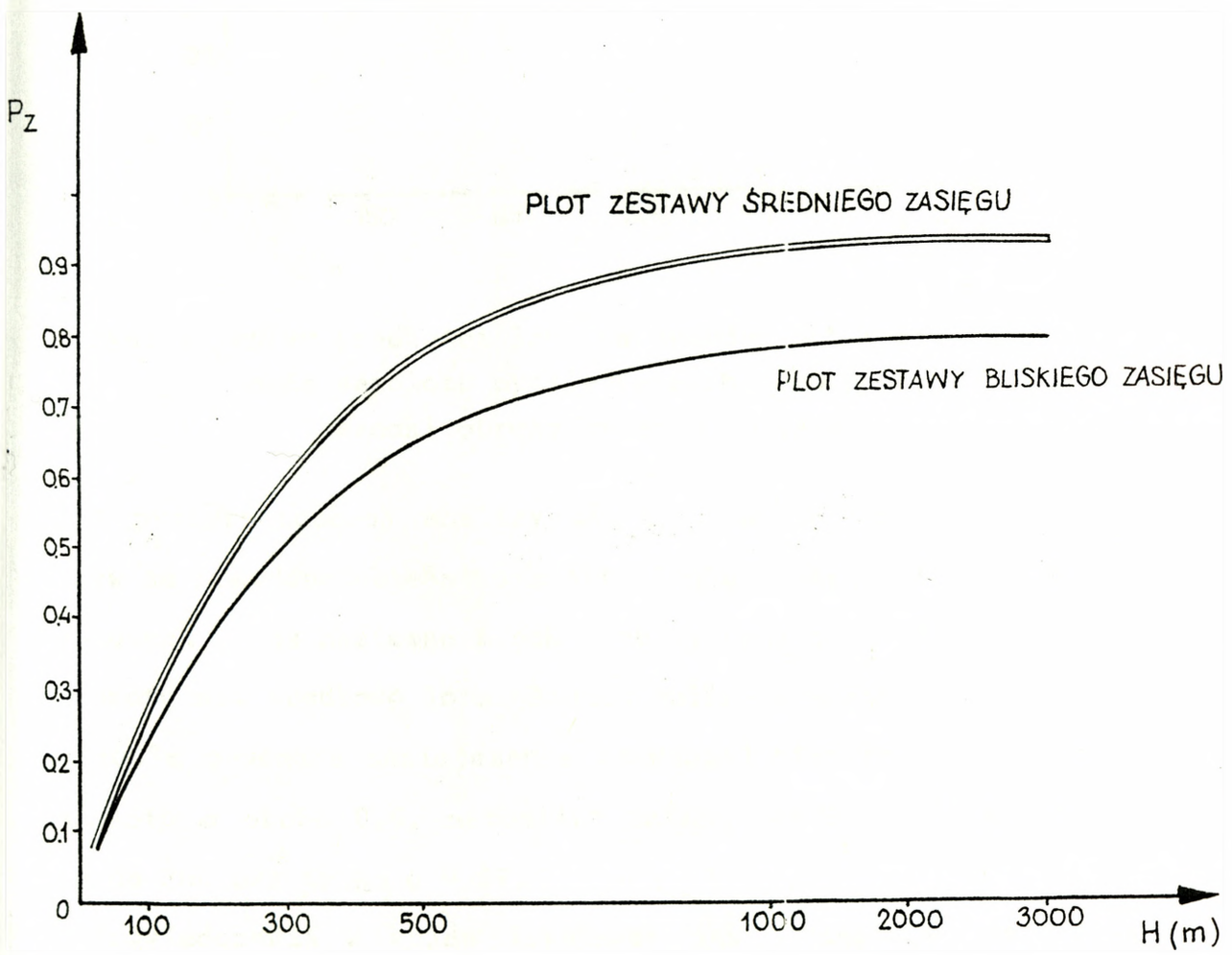
Ponadto do obrony samolotu przed rażeniem go ogniem samolotów myśliwskich i przeciwlotniczych środków obrony przeciwnika, można wykorzystać przeciwradiolokacyjne niekierowane pociski rakietowe i pociski z działek pokładowych, wytwarzające pasywne zakłócenia pracy samolotowych i naziemnych stacji radiolokacyjnych.

Wykorzystanie w trakcie prowadzenia działań bojowych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe wszystkich możliwych środków walki radioelektronicznej w wyraźnym stopniu zwiększa jego przeżywalność. O jej skuteczności świadczą przedstawione na rys.8 wartości prawdopodobieństwa zastrzelenia samolotów myśliwsko-bombowych przez naziemne środki obrony przeciwlotniczej.

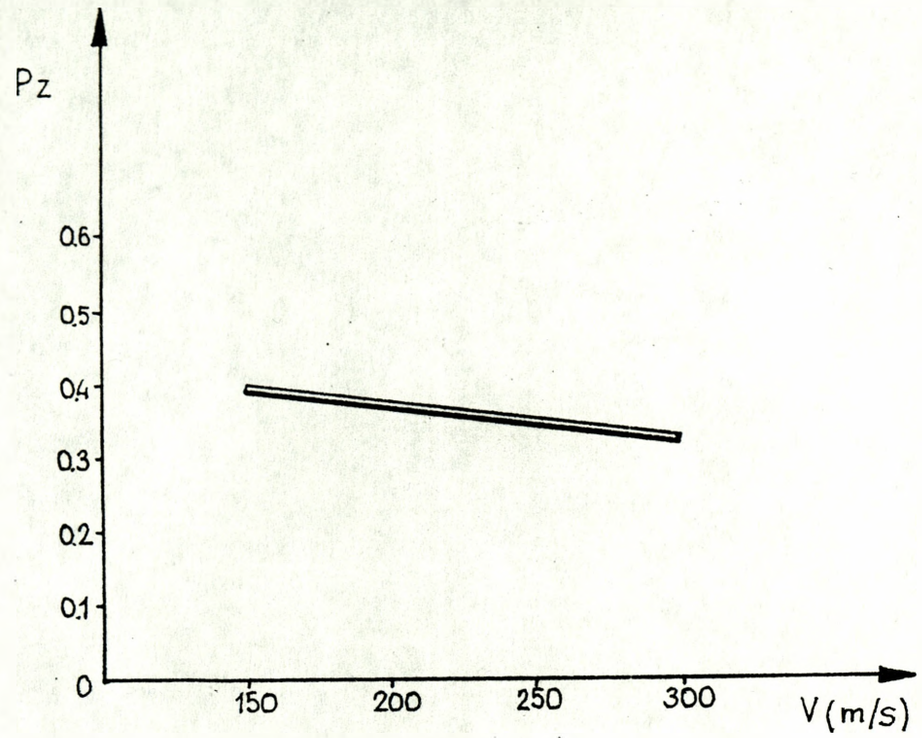


Rys.8. Wpływ stosowania zakłóceń radioelektronicznych na prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu myśliwsko-bombowego przez naziemne środki obrony przeciwlotniczej.

Doświadczenia z wojen lokalnych sugerują, że parametry lotu samolotu wykonującego zadanie nad terytorium przeciwnika wpływają w decydującym stopniu na jego przeżywalność. Na rys.9 i 10 przedstawiono zależność prawdopodobieństwa zestrzelenia samolotu myśliwsko-bombowego przez naziemne środki systemu obrony przeciwlotniczej przeciwnika od wysokości i prędkości lotu.



Rys.9. Wpływ wysokości lotu na prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu myśliwsko-bombowego przez naziemne środki obrony przeciwlotniczej.



Rys.10. Wpływ prędkości lotu na prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu myśliwsko-bombowego przez naziemne środki obrony przeciwlotniczej.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że zdecydowanie większy wpływ na prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotów myśliwsko-bombowych przez naziemne środki obrony przeciwlotniczej wywiera wysokość niż prędkość lotu. Bowiem zmiana wysokości lotu z 1000 do 100 m powoduje zmniejszenie prawdopodobieństwa zestrzelenia samolotu o około 0,6, natomiast zmiana prędkości lotu od 150 m/s do 300 m/s tylko o 0,07.

Doświadczenia z wojen lokalnych jak i analiza możliwości taktyczno-technicznych środków obrony przeciwlotniczej wykazały, że bardzo istotnym czynnikiem zwiększającym przeżywalność samolotu jest zmniejszenie radiolokacyjnej powierzchni odbicia. Można ją uzyskać drogą optymalizacji konfiguracji płatowca, budowy płatowca z materiałów nie

odbijających energii elektromagnetycznej lub pokrycia zewnętrznych powierzchni samolotu powłoką pochłaniającą promieniowanie elektromagnetyczne.

Rezultaty analiz przeprowadzonych przez ekspertów wojskowych w zakresie wpływu wysokości, prędkości lotu i zmniejszeniu radiolokacyjnej powierzchni odbicia samolotu myśliwsko-bombowego na jego przeżywalność wykazały, że dziesięciokrotne zmniejszenie radiolokacyjnej powierzchni odbicia samolotu wykonującego lot na dużej wysokości z prędkością naddźwiękową w polu obserwacji stacji radiolokacyjnej powoduje czterokrotne zwiększenie współczynnika przeżywalności[1/] .

1.3.3. Skuteczność bojowa

Pod pojęciem skuteczności bojowej samolotu[2/] myśliwsko-bombowego należy rozumieć osiągnięte rezultaty rażenia obiektu (celu) mocą jego środków ogniowych. Zaś rezultaty rażenia obiektu zależą od: przeciwdziałania środków OPL przeciwnika (pkt 1.3.2.); rodzaju rażonego obiektu; ilości, typu i charakterystyki rażącego działania zastosowanych środków ogniwych; celności i warunków ataku.

[1/] Samolot myśliwsko-bombowy w walce. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 1/1987.

[2/] Według Małej Encyklopedii Wojskowej. Tom III. str. 159. "Skuteczność ognia" - ostateczny wynik działania ognia na cel, zależy od liczby strzałów, działania pocisków, rodzaju ostrzeliwanego celu, celności ognia, jego zmasowania i działania z zaskoczenia oraz umiejętnego kierowania ogniem w każdych warunkach.

Analizując przewidywane zadania lotnictwa myśliwsko-bombowego należy stwierdzić, że będzie ono działać na bardzo różnorodne obiekty, które można sklasyfikować według następujących kryteriów:

a. ważności taktycznej - na szczególnie ważne (obiekty pierwszej kolejności zwalczania), ważne i mniej ważne;

b. przeznaczenia i właściwości wykonywanych przez nie zadań - środki rakietowe, obiekty lotnicze i morskie, wojsko i technika wojskowa, obiekty obrony przeciwlotniczej, stanowiska dowodzenia, przeprawy, obiekty komunikacyjne itp.;

c. składu, struktury organizacyjnej i współdziałania między poszczególnymi elementami - obiekty pojedyncze, grupowe jednorodne i niejednorodne oraz złożone;

d. stopnia mobilności - stacjonarne, ruchome na postoju lub w ruchu;

e. rozmiarów - małe (punktowe), powierzchniowe i grupowe;

f. stopnia rozpoznania obiektu i jego elementów - rozpoznane i nie w pełni rozpoznane;

g. odporność na działanie lotniczych środkow rażenia - dużej odporności, średniej i małej.

Z przedstawionej klasyfikacji obiektów wynika, że do ich rażenia konieczne jest stosowanie różnych typów uzbrojenia, takich jak: kierowane i niekierowane bomby lotnicze, kierowane i niekierowane pociski rakietowe oraz działka lotnicze. Ważne jest przy tym, aby umiejętnie wariantować zestawy uzbrojenia zabierane przez samolot, określać ich sposób zadziałania w zależności od charakteru zadania i warunków, w jakich będzie ono wykonywane.

Współczesne samoloty myśliwsko-bombowe do realizacji zadań zgodnie ze swym przeznaczeniem dysponują różnymi środkami rażenia, których krótka charakterystyka pozwoli dokonać analizy ich przydatności w określonych warunkach.

Bomby lotnicze, zależnie od przeznaczenia, dzielą się na bojowe i pomocnicze. W obu tych grupach rozróżnia się bomby typu klasycznego oraz bomby kasetowe i zasobniki służące do rozrzucania małych bomb, min i innych ładunków.

W grupie bomb bojowych można wyróżnić następujące rodzaje:

a) bomby burzące ogólnego przeznaczenia, do niszczenia dróg startowych, do zwalczania okrętów podwodnych, do likwidacji pól minowych;

b) bomby przeciwpancerne dużych wagomiarów przebijające przeszkody własną energią kinetyczną, oraz małych wagomiarów o działaniu kumulującym zrzucane z kaset i zasobników;

c) bomby odłamkowo-burzące i odłamkowe średnich wagomiarów i małych wagomiarów zrzucane z kaset i zasobników;

d) bomby i zbiorniki z płynem zapalającym.

Do grupy bomb pomocniczych należą: bomby dymne, oświetlające, błyskowe, propagandowe, szkolne itp.

Specyficzną grupą współczesnych bomb lotniczych, stanowią bomby kasetowe i zasobniki (kasety, kontenery) bombowe. Służą one do przenoszenia i zrzutu małych bomb przeciwpancernych, odłamkowych, zapalających itp. Jest to typowa broń o powierzchniowym charakterze rażenia.

Bomby kierowane jako element uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych pojawiły się w końcu lat sześćdziesiątych. Były one masowo stosowane i doskonalone podczas wojny w

Wietnamie[1/]. W porównaniu z bombami klasycznymi, charakteryzują się bardzo dużą skutecznością wynikającą z dużej celności (średnie uchylenie kołowe rzędu 1,5-2,5 m). Kierowana bomba lotnicza składa się z trzech zasadniczych elementów: części bojowej stanowiącej z reguły typową bombę burzącą lub kasetową; zespołu płaszczyzn nośnych - skrzydła nośne i stery; układy kierowania, w którym wykorzystuje się następujące systemy: telewizyjny, laserowy i termowizyjny. Wymienione systemy są ściśle uzależnione od warunków atmosferycznych. Obecnie bardzo zaawansowane są prace nad radiometryczno-korelacyjnym (nawigacyjnym) układem kierowania, umożliwiającym dokonywanie zrzutu bomb bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby.

Próby zastosowania z samolotów kierowanych pocisków rakietowych miały miejsce już podczas drugiej wojny światowej, ale faktyczny ich rozwój zaczął się w latach pięćdziesiątych. Użytkowe modele zaczęły masowo wchodzić do uzbrojenia na początku lat sześćdziesiątych. Ukształtowały się także zasady ich wykorzystania. Doświadczenia z wojen w Wietnamie i na Bliskim Wschodzie wykazały, że wbrew entuzjastycznym prognozom z lat powstawania, kierowane pociski rakietowe nie mogą być uniwersalnym środkiem walki i nie w każdej sytuacji bojowej mogą być wykorzystywane[2/] .

Znajdujące się obecnie w uzbrojeniu lotnicze kierowane pociski rakietowe ze względu na swe przeznaczenie dzielą się:

[1/] Działania bojowe lotnictwa Stanów Zjednoczonych w wojnie wietnamskiej. Wyd. DWL Poznań 1970 r.

[2/] Studium ważniejszych konfliktów zbrojnych w świecie w latach 1970-1983. Wyd. SzG WP - Zarząd II. Warszawa 1985 r.

na pociski do zwalczania obiektów powietrznych, nawodnych, naziemnych, pociski przeciwradiolokacyjne, przeciwpancerne. Do kierowania lotem wymienionych grup pocisków rakietowych wykorzystywane są układy telewizyjne, termowizyjne, laserowe, źródła energii elektromagnetycznej, przewodowe i kombinowane.

Niekierowane pociski rakietowe jako uzbrojenie samolotów pojawiły się podczas drugiej wojny światowej i do obecnej chwili zajmują ważne miejsce w systemie uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych. W porównaniu z rakietami i bombami kierowanymi rakiety niekierowane mają mniejszy zasięg i celność. Mogą być odpalane pojedynczo, częściej jednak stosuje się odpalanie salwami, seriami lub serią salw. Wyposażone są w różne typy głowic bojowych, najczęściej są to głowice odłamkowe, odłamkowo-burzące lub przeciwpancerne o działaniu kumulacyjno-odłamkowym.

Działka lotnicze pozostają ciągle jednym z najważniejszych elementów uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych. Są one wykorzystywane zarówno jako broń do zwalczania celów powietrznych jak i naziemnych. Podstawowym rodzajem uzbrojenia artyleryjskiego samolotu są działka automatyczne kalibru 20-30 mm o dużej szybkostrzelności i prędkości początkowej pocisku rzędu 800-1000 m/s. Oprócz działek wbudowanych na stałe, niemal na wszystkich typach współczesnych samolotów, mogą być stosowane zasobniki z działkami podwieszanymi pod skrzydłami lub pod kadłubem.

Rozwój lotniczej broni lufowej zmierza w kierunku powiększenia szybkostrzelności i prędkości początkowej pocisku oraz w kierunku doskonalenia skuteczności pocisków, zwłaszcza przeciwpancernych.

Jak już wspomniano wcześniej, skuteczność bojowa samolotów zależna jest od ilości i rodzaju posiadanego uzbrojenia. W tabeli 5 przedstawiono systemy uzbrojenia wybranych typów samolotów myśliwsko-bombowych.

Tabela 5

Systemy uzbrojenia niektórych samolotów myśliwsko-bombowych[1/]

Typ samolotu	Uzbrojenie				System celowniczy
	Lufowe [mm]	Rakietowe		Bombowe [kg]	
		Kierowane	Niekierowane		
F-111F	1x20	4 x Maverick lub Shirke	–	20-38x x240 4-6x1360 4xb.kier 4-8x450 4-6x900	optyczny laserowy r/lokacyjny termowizyjny
F-16	1x20	6 x Maverick 2 x Shirke 2 x Standard	–	19x120 11x270 4xb.kier 4x1000 9x450	laserowy r/lokacyjny
F-4 Phantom	1x20	4 x Maverick lub Shirke 2 x Kormoran 2 x Bullpup	15xLAU-3/A (19x70mm) 15xLAU-10 (4x127mm)	18x380 24x241 2xb.kier 3x1360 3x900 11x470	bombardierski r/lokacyjny optyczny
Tornado	2x27	4 x Kormoran 4 x Martel 4 x AS-30	–	8x450 8x241 2xb.kier	laserowy r/lokacyjny telewizyjny
Su-22M4	2x30	4 x H-25MŁ 2 x H-25MR/MP 2 x H-29Ł 2 x H-58U	6 x UB-32 4 x B8-M1	20x100 10x250 8x500 4xKMGW	optyczny laserowy r/lokacyjny nawigacyjny

1/ Opracowano na podstawie:
- Vademecum o armiach obcych. DWL Poznań 1988 r.
- Informator o armiach obcych i rozpoznaniu. DWOPK Warszawa 1985 r.
- Samolot Su-22M4.Metodyka szkolenia. Część II. Zastosowanie bojowe. Wyd. DWL, Poznań 1986 r.

Z analizy danych taktyczno-technicznych systemów uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych oraz warunków atmosferycznych i pory doby, w których można je będzie stosować wynika, że najbardziej uniwersalnym środkiem rażenia są bomby i przeciwradiolokacyjne pociski rakietowe. Stosowane systemy kierowania bombami i rakietami są bardzo uzależnione od warunków atmosferycznych i pory doby, dlatego ich wykorzystanie jest ograniczone. W tabeli 6 przedstawiono wpływ warunków atmosferycznych i pory doby na możliwy do zastosowania rodzaj środków rażenia.

Tabela 6

Wpływ warunków atmosferycznych i pory doby na możliwy do zastosowania rodzaj środków rażenia[1/]

Warunki atmosferyczne	Rodzaj środka rażenia				Uwagi
	Działka	Niekierowane pociski rakietowe	Kierowane pociski rakietowe	Bomby	
Dzień zwykłe warunki	x	x	x	x	
Dzień-pod chmurami przy ograniczonej widzialności	x	x	tylko p/radiolok.	x	
Dzień (noc) bez wzrokowej widoczności celu	-	-	tylko p/radiolok.	x	
O świcie lub zmroku lub cel oświetlony (oznaczony)	x	x	tylko p/radiolok.	x	

1/ Opracowano na podstawie:
- Vademecum o armiach obcych.Wyd. DWL, Poznań 1988 r.
- Informator o armiach obcych i rozpoznaniu. Wyd.DWOPK, Warszawa 1985 r.
- Samolot Su-22M4.Metodyka szkolenia. Część II. Zastosowanie bojowe. Wyd.DWL, Poznań 1986 r.

1.3.4. Głębokość działań bojowych

Odległość od rubieży styczności bojowej wojsk w głąb terytorium przeciwnika, aż do rubieży ograniczonej taktycznym promieniem działania[1/] nazywamy głębokością działań bojowych samolotów. Zatem wartość liczbowa tego wskaźnika będzie zależna od taktycznego promienia działania samolotów i głębokości bazowania lotnictwa[2/] .

Zgodnie z normami taktycznymi samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego winny bazować w działaniach zaczepnych 100-150 km (średnio 120 km), a w działaniach obronnych 60-80 km (średnio 70 km) od rubieży styczności bojowej wojsk. Uwzględniając powyższe dane w tabeli 7 przedstawiono głębokość działań bojowych wybranych typów samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego.

Z przeprowadzonej analizy danych (tabela 7) wynika, że w zasadzie głębokość działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego obejmuje strefę taktyczną i blisko operacyjną, czyli walczące wojska oraz odwody brygadowe, dywizyjne i korpuśne (armijne). Wojska te mogą znajdować się w rejonach rozśrodkowania lub w kolumnach marszowych.

1/ Taktyczny promień działania jest to odległość na jaką może dolecieć, wykonać zadanie bojowe i wrócić na lotnisko bazowania bez uzupełniania paliwa pojedynczy samolot (grupa). Wartość liczbowa taktycznego promienia działania nie jest stałą i zależy od właściwości lotno-taktycznych samolotu, składu grupy, wariantu podwieszeń, warunków lotu i innych czynników.

2/ Głębokość bazowania lotnictwa - odległość lotniska bazowania od rubieży styczności bojowej wojsk.

Tabela 7

Orientacyjne wartości głębokości działań bojowych niektórych typów samolotów myśliwsko-bombowych[1/]

Typ samolotu	Wysokość lotu do i od celu	Max.ład.boj. Max.zapas paliw [kg]	Głębokość działań boj.[km] w operacji zaczepnej	Głębokość działań boj.[km] w operacji obronnej
F-111	mała	13600 / 14500 / 10000	570 / 730	620 / 780
F-16	mała	5200 / 3100 / 4580	140 / 330	190 / 380
F-4 Phantom	mała	7250 / 5470 / 4270	50 / 120	100 / 170
Tornado	mała	7257 / 5000 / 3240	160 / 260	210 / 310
Su-22M4	mała	4300 / 3690 / 2710	130 / 240	180 / 290

Uwaga: pierwsza liczba mianownika - masa paliwa w zbiornikach wewnętrznych samolotu, druga - maksymalna masa paliwa w zbiornikach podwieszanych.

[1/] Opracowano na podstawie:
- Katalogu sprzętu lotniczego państw NATO. Wyd.Sz.Gen.Zarząd II, Warszawa 1980 r.
- Podstawowe wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa frontowego i lotnictwa wojsk lądowych. Wyd.DWL, Poznań 1986 r.

* * *

Uogólniając dokonane w niniejszym rozdziale rozważania należy stwierdzić, że prognozowane działania bojowe wojsk prowadzone będą bez względu na porę roku czy doby niezależnie od warunków atmosferycznych. Cechować je będzie duża manewrowość, ogromna siła rażąca oraz oddziaływanie ogniowe na całą głębokość ugrupowania bojowego przeciwnika. Pomyślność takich działań nie jest możliwa bez odpowiedniego wsparcia lotnictwa, a szczególnie lotnictwa myśliwsko-bombowego.

Warunki atmosferyczne nad przewidywanym obszarem działań, charakteryzują się dużą zmiennością z przewagą warunków trudnych, zwłaszcza w okresie wiosenno-zimowym. Działania lotnictwa myśliwsko-bombowego w tym wypadku mogą być bardzo ograniczone i wymagać będą dokładnego oraz wielowariantowego ich przygotowania. Doświadczenia z wojen lokalnych oraz dokonana analiza systemów uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych wskazuje, że tylko niektóre z nich mogą wykonywać zadania prawie w każdych warunkach atmosferycznych i w nocy. Jednak obiektami uderzeń mogą być tylko obiekty duże - płaszczyznowe lub o dużej kontrastowości radiolokacyjnej, o których położeniu i strukturze posiadamy wcześniej pełne informacje.

Mimo, że do uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych wprowadzono nowoczesne systemy ich kierowania, niektóre z nich są ściśle uzależnione od wzrokowej widzialności obiektu ataku. Dlatego też działając w nocy lub w trudnych warunkach atmosferycznych ogromnego znaczenia nabiera dobór odpowiedniego

wariantu ładunku bojowego, który by umożliwił najskuteczniejsze rażenie obiektów przeciwnika.

Biorąc pod uwagę głębokość działań lotnictwa myśliwsko-bombowego oraz możliwości wykorzystania jego uzbrojenia bez wzrokowej widoczności ziemi, obiektami uderzeń mogą być: zgrupowania wojsk, płaszczyzny lotnisk, pracujące stacje radiolokacyjne systemu OP, węzły komunikacyjne oraz obiekty przemysłowe. Natomiast przy ograniczonej widzialności lub w nocy: wojska w marszu, stanowiska dowodzenia, przeprawy itp.

Współczesne samoloty myśliwsko-bombowe są także bogato wyposażone w indywidualne środki osłony i walki radioelektronicznej, jednak pokonanie systemu OP przeciwnika stanowi ciągle otwarty problem. Doświadczenia wojen lokalnych wskazują, że mimo wykorzystania całej gamy środków walki radioelektronicznej w dalszym ciągu wykonywanie lotów na bardzo małych wysokościach w poważnym stopniu zwiększa przeżywalność samolotów. Należy sądzić, że działając w nocy lub w trudnych warunkach atmosferycznych loty będą wykonywane na większych wysokościach niż w warunkach zwykłych.

Reasumując należy stwierdzić, że istnieje obiektywna konieczność prowadzenia działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego także w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych. Współczesne samoloty lotnictwa myśliwsko-bombowego stwarzają formalne możliwości prowadzenia działań bojowych w tak złożonych warunkach. Natomiast praktyczna ich realizacja i efekty działań są uzależnione od zwariantowanego ich modelowania zwłaszcza w zakresie nawigatorskich elementów wykonania lotu.

2. PROGRAMOWANIE NAWIGATORSKIE JAKO WARUNEK SKUTECZNEGO DZIAŁANIA LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEO

Dokonana w rozdziale pierwszym analiza potrzeb i możliwości działań lotnictwa myśliwsko-bombowego na współczesnym polu walki potwierdziła słuszność przyjętych hipotez. Jednocześnie wykazała, że zwiększenie efektywności i bezpieczeństwa działań wymaga rozwiązania wielu problemów z zakresu zabezpieczenia nawigatorskiego. Do podstawowych z nich można zaliczyć:

a) ocenę skuteczności bojowej uzbrojenia samolotów;

b) wybór optymalnej trasy i warunków lotu;

c) określenie parametrów manewrowania samolotów;

d) wybór warunków realizacji zadań w nocy;

e) obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne lotu.

Doświadczenia z ćwiczeń dowódczo-sztabowych[1/] oraz wyniki badań ankietowych wskazują, że rozwiązywanie wyżej przedstawionych problemów jest bardzo czasochłonne i stwarza największe trudności w procesie przygotowania do działań lotnictwa myśliwsko-bombowego. Dlatego też w niniejszym rozdziale przedstawiono charakterystykę podstawowych elementów zabezpieczenia nawigatorskiego determinujących skuteczne działanie tego typu lotnictwa.

1/ - Ćwiczenie dowódczo-sztabowe III kursu Wojsk Lotniczych ASG WP n.t: "Działania bojowe DLMB". (luty 1988 r.).
- Ćwiczenie dowódczo-sztabowe II i III kursu WL ASG WP p.t. "Eksperyment" (marzec 1989 r.).
- Ćwiczenie dowódczo-sztabowe III kursu WL ASG WP n.t: "Działania bojowe lotnictwa w operacji desantowej" (maj 1989 r.).

2.1. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA OCENY SKUTECZNOŚCI BOJOWEJ UZBROJENIA SAMOLOTÓW

Z definicji skuteczności bojowej samolotu[1/] wynika, że rezultaty rażenia obiektu (celu) zależą od wielu czynników, w tym głównie takich jak: dokładności trafienia w cel i mocy środków ogniowych. Wydaje się więc oczywistym, że wybrane będą zawsze środki o największej sile ognia.

Mając jednak na uwadze fakt, że współczesne samoloty myśliwsko-bombowe dysponują pełnym zakresem lotniczych środków rażenia (bomby, rakiety, działka), których charakterystyki czynników rażących[2/], jak i sposób użycia jest różny, zatem procedurę oceny ich skuteczności należy przeprowadzać w następujących wariantach:

1). Ocena skuteczności uzbrojenia bombowego samolotu.

2). Ocena skuteczności uzbrojenia artyleryjskiego samolotu, kiedy:

   a/ samolot jest wyposażony w działka jednego rodzaju;

   b/ samolot jest wyposażony w działka dwóch rodzajów.

3). Ocena skuteczności uzbrojenia rakietowego.

4). Ocena skuteczności ładunku mieszanego, w tym:

   a/ bomb i działek;

   b/ bomb i rakiet;

   c/ działek i rakiet.

[1/] Patrz str.47 rozdział 1.

[2/] Charakterystyka rażącego działania lotniczych środków rażenia na typowe obiekty pola walki zwalczane przez lotnictwo myśliwsko-bombowe przedstawiono w tabeli 1 załącznik 4.

Jako kryterium oceny skuteczności tak zwariantowanego uzbrojenia samolotów należy przyjmować: potrzebną do wykonania zadania liczbę samolotów uzbrojonych w wybrane środki rażenia lub oczekiwane rezultaty działań, określonej w zadaniu grupy samolotów uzbrojonych w wybrane środki rażenia.

Ideowy algorytm obliczeń skuteczności uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych przedstawia rys. 11.

Charakterystyka dokładności trafienia lotniczych środków rażenia w ocenie skuteczności określana jest wielkością uchyleń prawdopodobnych E_x, E_y (obrazujących rozrzut punktów upadków bomb, rakiet, pocisków z działek na powierzchnię ziemi).

Wartość uchyleń prawdopodobnych, a więc i wielkość pola rozrzutu zależy od błędów przypadkowych, a te w decydującej mierze zależą od:

- doskonałości środków rażenia;
- poziomu wyszkolenia pilotów;
- warunków i sposobów wykonania bombardowania, odpalenia rakiet lub strzelania z działek.

Do określenia wartości uchyleń prawdopodobnych wykorzystuje się wzory empiryczne[1/] uwzględniające różne warunki ataku i tak:

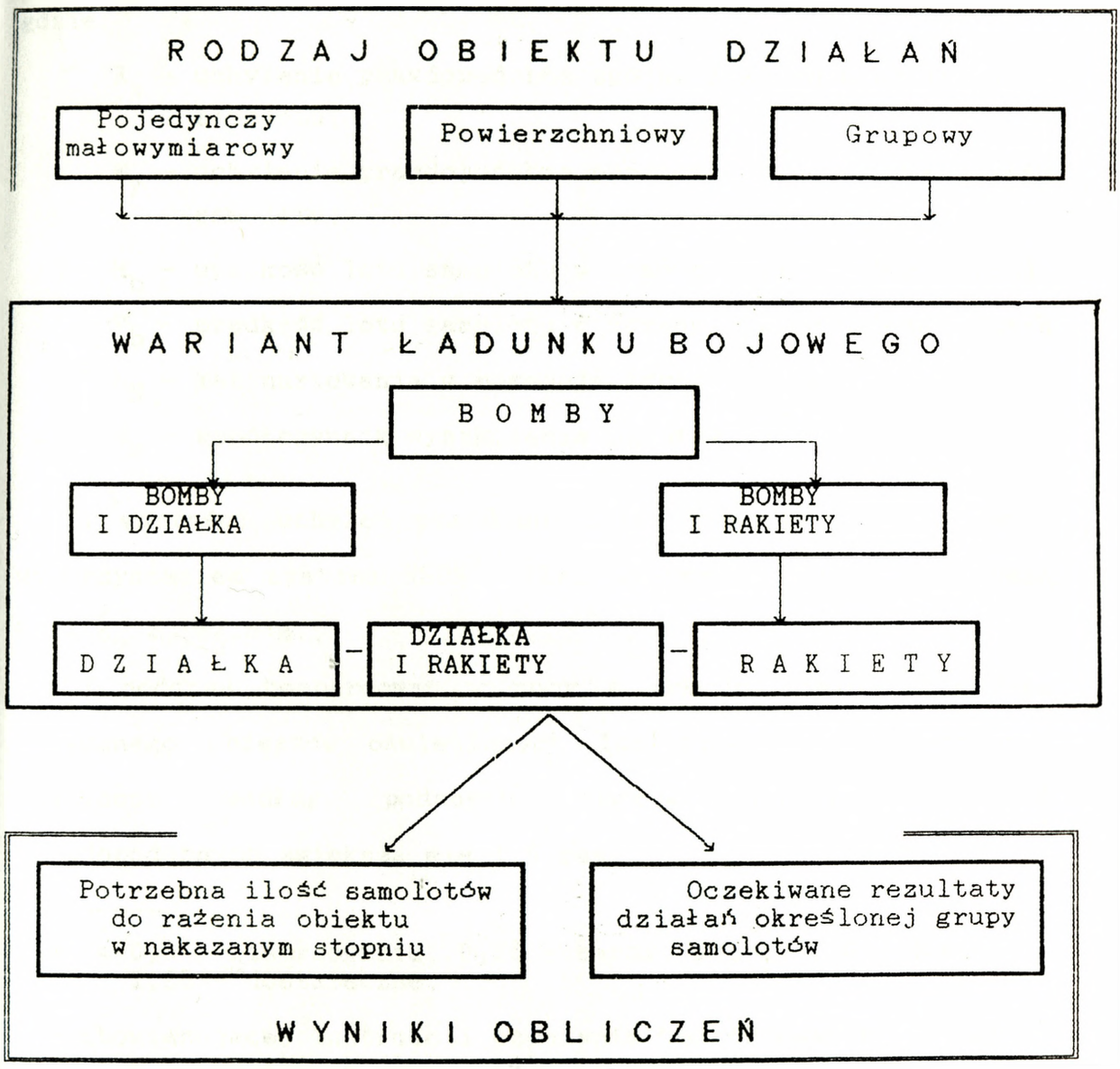
a/ podczas bombardowania z lotu poziomego do H_b= 1000 m:

$$E_x = (20\ H_b + 0{,}1\ V_b) \circ W_w \quad [m]$$

$$E_y = (20\ H_b + 0{,}07\ V_b) \circ W_w \quad [m]$$

b/ podczas bombardowania z lotu poziomego z wysokości powyżej 1000 m:

[1/] Normy ocen i metodyka oceniania lotów trasowych, bombardowań i desantowań. Wyd. DWL Poznań 1981 r.



Rys.11. Ideowy schemat algorytmu obliczeń skuteczności uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych

$$E_x = E_y = (20\ H_b + 0{,}1\ V_b) \circ W_w \quad [m]$$

c) podczas bombardowania z lotu nurkowego:

$$E_x = E_y = [14\ H_b + 0{,}07\ V_b \circ (1-\sin\lambda_N)] \circ W_w \quad [m]$$

gdzie:

E_x - uchylenie prawdopodobne zgodne z kierunkiem lotu samolotu;

E_y - uchylenie prawdopodobne prostopadłe do kierunku lotu samolotu;

H_b - wysokość lotu samolotu w momencie zrzutu bomby [km];

V_b - prędkość lotu samolotu w momencie zrzutu bomby [km/h];

λ_N - kąt nurkowania w momencie zrzutu bomby [^{o}];

W_w - współczynnik wyszkolenia pilotów[1/].

d) wartości uchyleń prawdopodobnych podczas bombardowań z wykorzystaniem systemu RSDN[2/] (bez widoczności ziemi) wynoszą $E_x = E_y = 167{,}5$ m.;

e) podczas bombardowań w nocy z wykorzystaniem celownika optycznego obiektów oświetlonych lub specjalnie oznaczonych obliczone według podanych wzorów wartości uchyleń prawdopodobnych zwiększa się 1,5 raza.

[1/] W_w = 0,5 - mistrzowskie, 0,75 - bardzo dobre, 1,0 - dobre, 1,25 - dostateczne.

[2/] W obowiązującej instrukcji oceniania bombardowań brak jest wzorów normatywnych dla określenia uchyleń prawdopodobnych podczas bombardowań bez widoczności ziemi. Przedstawione powyżej wartości Ex=Ey=167,5m określono na podstawie dokładności określania miejsca samolotu według RSDN (radiolokacyjnego systemu dalekiej nawigacji), które średnio wynosi 250m. Przyjmując wartości te jako możliwe odchylenie standardowe (δx=250m i δy=250m) określono uchylenia prawdopodobne z pomocą wzorów:

$$E_x = \zeta \sqrt{2\delta_N} = 0{,}67 \circ \delta_N = 167{,}5 \text{ m}$$

$$E_y = \zeta \sqrt{2\delta_N} = 0{,}67 \circ \delta_N = 167{,}5 \text{ m}$$

Natomiast wartości uchyleń prawdopodobnych dla artyleryjsko-rakietowych środków rażenia określa się w dwóch przypadkach:

a) rozrzutu kołowego:

$$E_x = E_y = (D_{oo} \circ k) \circ W_w \quad [m]$$

b) eliptycznego:

$$E_x = \left(\frac{D_{oo} \circ k}{\sin\lambda_N} \right) \circ W_w \quad [m]$$

$$E_y = (D_{oo} \circ k) \circ W_w \quad [m]$$

gdzie:

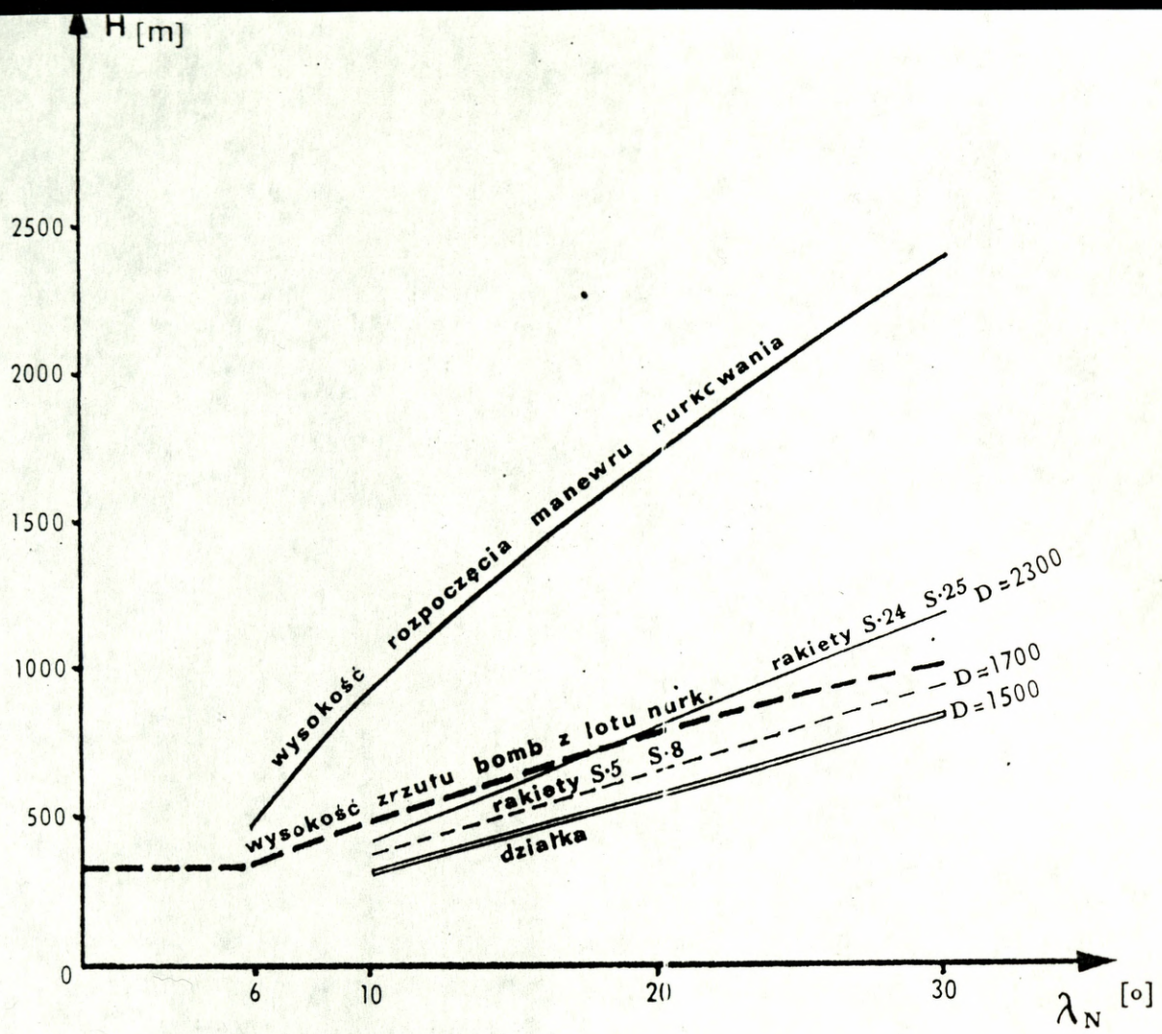
D_{oo} - odległość odpalenia rakiet, strzelania z działek[m];

k - współczynnik liczbowy zależny od rodzaju stosowanego środka rażenia, wynoszący:

Środek rażenia	Działka	S-5	S-8	S-24
Współczynnik k	0,007	0,009	0,009	0,009

Systemy celownicze i stosowane środki rażenia współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych umożliwiają atakowanie obieków przeciwnika zarówno z lotu poziomego, nurkowego i wznoszącego już od wysokości rzędu 30-50 m z prędkością 600-1100 km/h. Przykładowe warunki wykonania ataku z samolotu Su-22M4 przedstawiono na rys. 12.

Jednak wybór sposobu ataku, a tym samym i środków rażenia w dużej mierze zależą od warunków atmosferycznych, a szczególnie od wysokości dolnej podstawy chmur - H_D i widzialności - W. Na przykład:



Rys.12. Orientacyjne wielkości charakteryzujące typowe warunki ataku z samolotu Su-22M4

H_D = 100-300 m - umożliwia bombardowanie z lotu poziomego;

H_D = 350-500 m - umożliwia bombardowanie z lotu poziomego i z lotu nurkowego pod kątem λ_N do 5-6°;

H_D = 800-1000 m - umożliwia wykorzystanie wszystkich rodzajów środków rażenia z lotu nurkowego pod kątem $\lambda_N = 10^o$;

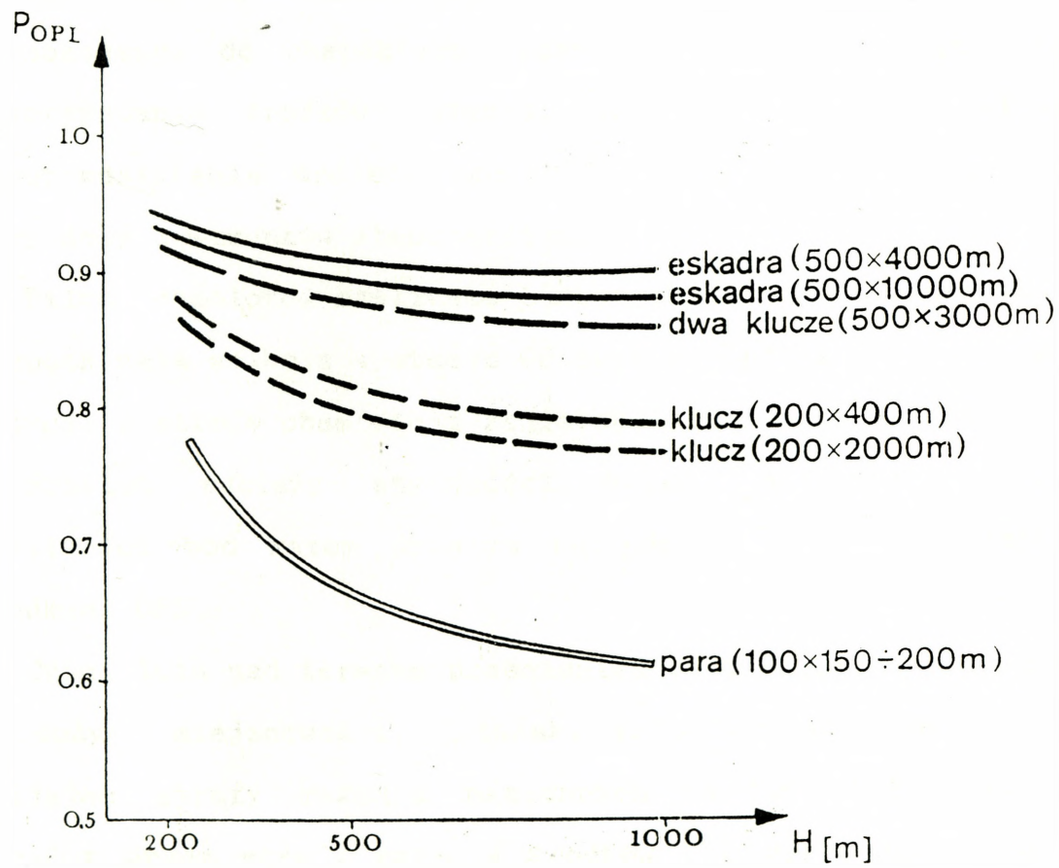
H_D - powyżej 1500 m umożliwia wykorzystanie wszystkich rodzajów środków rażenia z lotu nurkowego $\lambda_N = 20^o$;

H_D - powyżej 2000 m umożliwia wykorzystanie wszystkich środków rażenia z lotu nurkowego pod $\lambda_N = 30^o$.

Widzialność meteorologiczna poniżej 5-6 km ogranicza całkowicie wykonanie ataku dowolnym sposobem z wzrokowym

rozpoznaniem i celowaniem. W warunkach nocnych lub gdy dolna podstawa chmur i widzialność są mniejsze od wyżej przedstawionych, można stosować w zasadzie tylko uzbrojenie bombowe z wykorzystaniem do celowania systemy radiotechniczne (na przykład z samolotu Su-22M4 system nawigacyjno-celowniczy P_rNK-54).

Wybór warunków ataku, a szczególnie wysokości jest ściśle uzależniony od systemu OPL w rejonie obiektu, gdyż na każde 100 m wzrostu wysokości prawdopodobieństwo przeniknięcia przez system OPL maleje o około 0,02. Orientacyjne wartości prawdopodobieństwa pokonania środków OPL w rejonie ataku przedstawia rys. 13.



Rys. 13. Zależność prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL od wysokości lotu i ugrupowania bojowego w rejonie atakowanego obiektu.

Mając na uwadze przedstawione uwarunkowania oraz podaną procedurę obliczeń, dokonanie oceny skuteczności bojowej samolotów w ograniczonym czasie (na przykład w procesie wypracowania decyzji) wydaje się prawie niemożliwe bez wykorzystania techniki mikrokomputerowej.

2.2. WYBÓR TRASY I WARUNKÓW LOTU

Jak wykazują doświadczenia z szkolenia lotniczego na wybór trasy i warunków lotu wpływa bardzo wiele czynników, których jednoznaczne określenie jest bardzo trudne. Bowiem lot do celu odbywa się w określonym ugrupowaniu bojowym samolotów dostosowanym do charakteru zadania bojowego, obiektu ataku, wykorzystania środków rażenia, sposobu ataku, oczekiwanego przeciwdziałania środków obrony przeciwlotniczej (OPL) oraz pory doby i warunków atmosferycznych.

Piloci samolotów myśliwsko-bombowych już nad terenem własnym rozpoczynają walkę z systemem OP poprzez opóźnienie (ominięcie) wejścia w strefę obserwacji radiolokacyjnej przeciwnika.

Przelot rubieży styczności należy dokonywać w miarę możliwości pod kątem prostym na odcinku najmniej nasyconym środkami OPL.

Trasa lotu nad terenem przeciwnika powinna przebiegać z dala od dużych miejscowości, lotnisk, rejonów ześrodkowania wojsk omijając strefy rażenia naziemnych środków OPL. Wymuszony przelot przez strefy rażenia środków OPL wykonywać na bardzo małych wysokościach zapewniających minimalny czas przebywania samolotów w strefach intensywnego ognia.

Prawdopodobieństwo przeniknięcia przez system OPL przeciwnika w zależności od wysokości lotu, ugrupowania bojowego i głębokości działań przedstawiono na rys. 14 i 15.

Wyjście na obiekt ataku winno być zaskoczeniem dla przeciwnika, które można osiągnąć wykonując lot na małej wysokości i dużej prędkości, atak bezpośrednio z trasy, z kierunku najmniejszej osłony naziemnych środków OPL.

Lot powrotny po wykonaniu zadania należy wykonywać na minimalnie małej wysokości i dużej prędkości, po najkrótszej trasie.

Reasumując przedstawione uwarunkowania taktyczne wykonania lotu bojowego oraz wymogi związane z nawigowaniem samolotów myśliwsko-bombowych, wybór trasy i warunków lotu po niej winien uwzględniać:

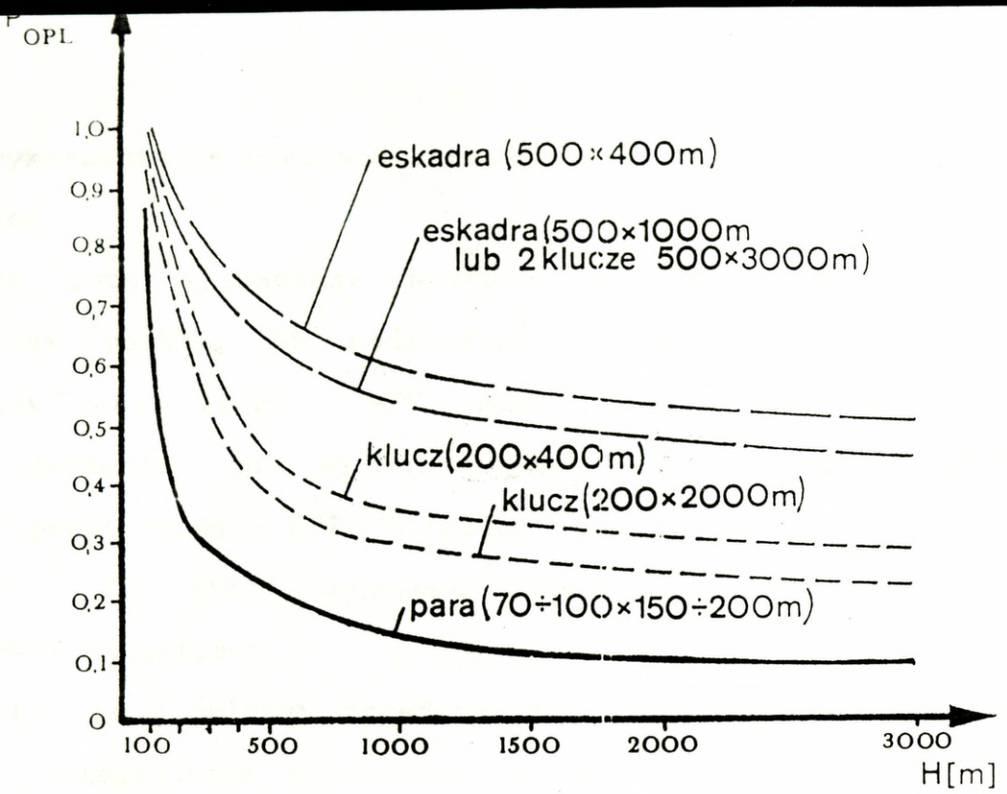
a) zapewnienie jak najlepszej orientacji wzrokowej, w związku z czym należy brać pod uwagę charakter terenu i obiektów orientacyjnych położonych w rejonie lotów, jak również rozmieszczenia środków naziemnego elektronicznego zabezpieczenia lotów;

b) sytuację meteorologiczną, porę doby i roku, konfigurację terenu dla zapewnienia skrytości i bezpieczeństwa lotów oraz umożliwienia wyjścia na obiekt ataku z najdogodniejszego kierunku;

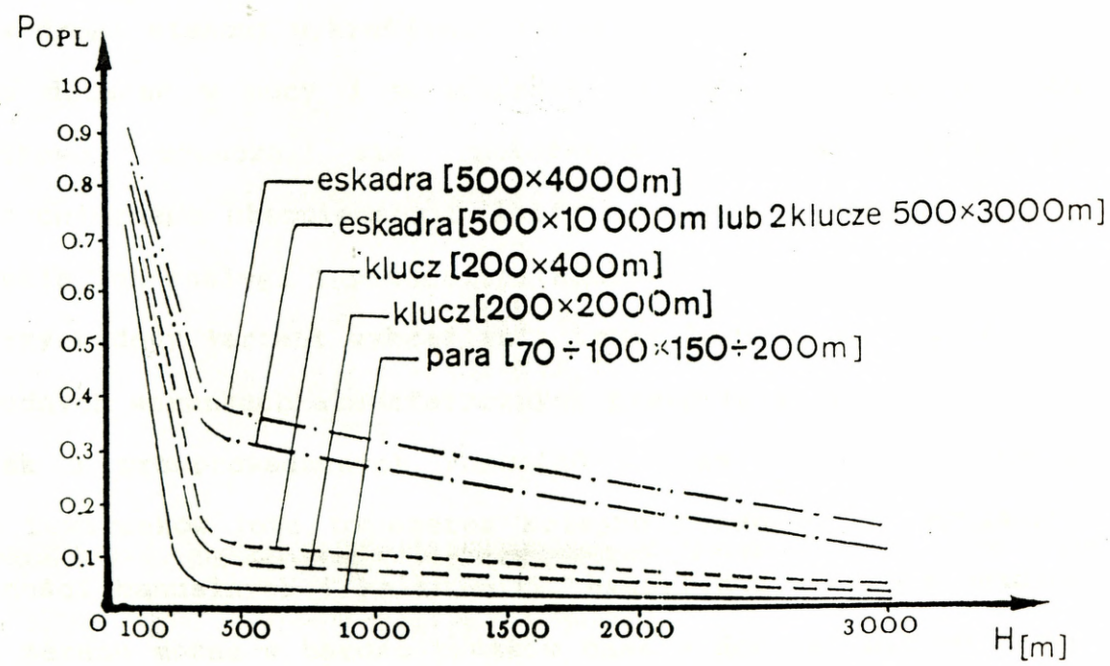
c) przelot linii styczności bojowej wojsk, w miarę możliwości na odcinkach małej aktywności działań, na maksymalnie dopuszczalnej prędkości i małej wysokości;

d) omijanie środków systemu OPL przeciwnika;

e) zapewnienie szybkiego i skutecznego wykonania postawionego zadania;



Rys.14. Zależność prawdopodobieństwa przeniknięcia przez system OPL przeciwnika od wysokości lotu, ugrupowania bojowego i głębokości działań lotnictwa do 100 km



Rys.15. Zależność prawdopodobieństwa przeniknięcia przez system OPL przeciwnika od wysokości lotu, ugrupowania bojowego i głębokości działań lotnictwa do 200 km

f) wykorzystanie możliwości nawigacyjno-taktycznych własnych samolotów.

Trasę lotu wyznaczają wybrane na mapie podstawowe i pomocnicze punkty. Do podstawowych punktów trasy należą: wyjściowy punkt trasy - WPT, punkt zmiany kierunku - PZK, obiekt uderzenia - cel, wyjściowy punkt trasy powrotnej - WPTP, końcowy punkt trasy - KPT. Natomiast do pomocniczych kontrolne obiekty - KO, punkt bojowego rozejścia - PBR i inne w zależności od potrzeb.

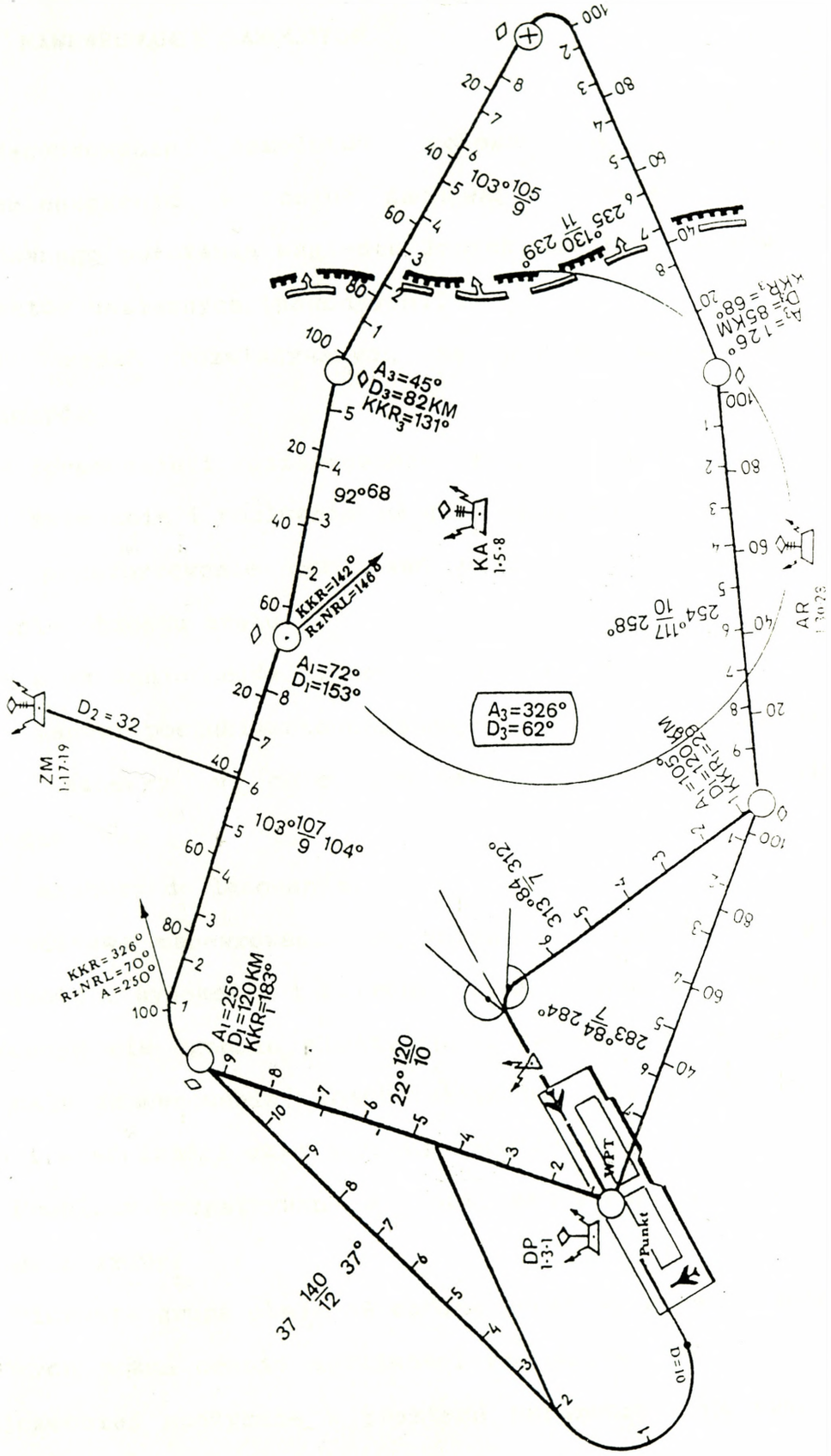
Punkty te powinny przedstawiać sobą charakterystyczne obiekty orientacyjne o określonych współrzędnych geograficznych, a na terenie własnym w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych środki radiolokacyjne, świetlne itp.

Połączenie tych punktów linią, a następnie określenie odległości między nimi, czasów przelotu (odcinki minutowe) oraz kątów drogi stanowi wykreślenie trasy lotu.

Do działań w nocy i w trudnych warunkach atmosferycznych dodatkowo oznacza się położenie środków naziemnego elektronicznego ubezpieczenia lotów i systemów nawigacyjnych, wykreśla ich zasięgi i pomocnicze namiary.

Przykładowy wariant wykreślania trasy lotu do działań w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych przedstawia rys. 16.

Jak z przeprowadzonych rozważań wynika, dokonanie wyboru tras i warunków lotu to szereg kolejno po sobie następujących czynności manualnych i kalkulacji. Wykorzystując elektroniczną mapę terenu można w bardzo krótkim czasie dokonać wyboru trasy i warunków lotu uzyskując jednocześnie współrzędne goegraficzne podstawowych punktów trasy niezbędne do jej programowania w komputerze pokładowym.



Rys.16. Przygotowanie mapy do lotu po trasie

2.3. MANEWROWANIE SAMOLOTÓW

Manewrowanie samolotów polega na ich zamierzonym przemieszczeniu w celu zachowania, zmiany lub zajęcia nakazanego położenia względem innych samolotów w powietrzu lub obiektów naziemnych (nawodnych).

Do zadań rozwiązywanych za pomocą manewrowania można zaliczyć:

- formowanie i rozformowanie ugrupowań bojowych;
- zwieranie i rozluźnianie grup samolotów;
- przeformowanie ugrupowań bojowych na trasie lotu i w rejonie obiektu ataku;
- atakowanie celów naziemnych i powietrznych;
- manewr poszukiwania naziemnych i morskich obiektów;
- manewry w celu pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika;
- manewry do lądowania.

Podstawą manewrowania we wszystkich wypadkach jest zmiana prędkości, wysokości i kierunku lotu. Zmiany tych warunków lotu dokonuje się zgodnie z ustalonymi zasadami i prawami zależnie od celu manewrowania, lotno-taktycznych charakterystyk samolotów i właściwości użycia lotniczych środków rażenia.

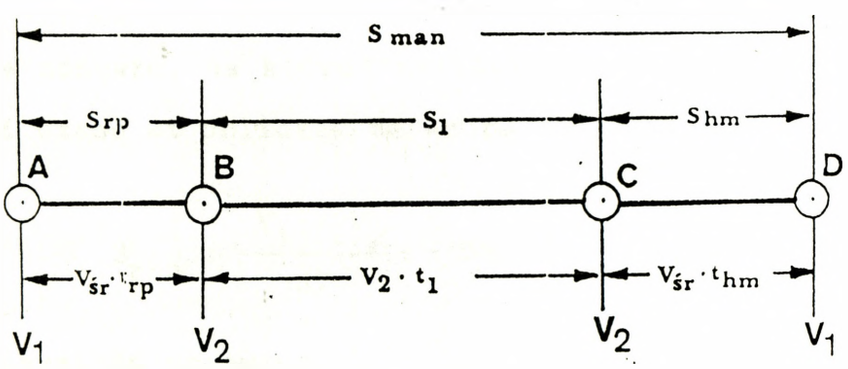
Problemy rozpatrywane w teorii manewrowania można podzielić na dwie grupy:

Pierwsza grupa obejmuje ogólne podstawy manewrowania, według których można ocenić możliwości manewrowe samolotu i obliczyć najczęściej spotykane w praktyce parametry manewrów (zakręty, zmiany prędkości, nabór wysokości, zniżanie itp.).

Do drugiej grupy problemów należą zadania związane z zapewnieniem wyjścia na obiekt ataku w nakazanym czasie i z nakazanego kierunku, formowanie i rozformowanie ugrupowań bojowych oraz manewry do lądowania. Wielowariantowe rozwiązanie zadań tej właśnie grupy determinuje efektywnę i bezpieczne działanie lotnictwa myśliwsko-bombowego w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych.

2.3.1. Wyjście na obiekt w ustalonym czasie manewrem prędkością lotu

Istota manewru polega na zmianie prędkości lotu o zawczasu obliczoną wielkość i utrzymaniu zmienionej prędkości lotu w ciągu czasu obliczonego (rys.17). W zależności od warunków



Rys.17. Droga manewru z uwzględnieniem czasu rozpędzania i hamowania prędkości lotu

wykonywania lotu obliczenie manewru może sprowadzać się do określenia potrzebnej prędkości lotu V_2, dla wytracenia nadmiaru (niedoboru) czasu Δt na nakazanym odcinku S_{man}, lub do określenia długotrwałości i długości odcinka manewrowania t_{man} i S_{man} jeżeli prędkość jest nakazana.

Wielkość nadwyżki lub opóźnienia w czasie Δt określać jako różnicę czasu lotu samolotu na pewnym odcinku drogi z różnymi prędkościami:

$$\Delta t = \frac{S_{man}}{V_1} - \frac{S_{man}}{V_2} = S_{man} \circ \frac{V_2 - V_1}{V_1 \circ V_2} \quad ;$$

jeżeli $V_2 - V_1 = \Delta V$ wówczas:

$$\Delta t = S_{man} \circ \frac{\Delta V}{V_1 \circ V_2} \quad ;$$

Z powyższego wzoru można określić prędkość lotu V_2 jaka jest konieczna do nadrobienia opóźnienia lub wytracenia nadwyżki czasu na drodze manewru:

$$V_2 = \frac{\Delta V \circ S_{man}}{V_1 \circ \Delta t} \quad ;$$

Drogę manewru, na której nastąpi nadrobienie lub wytracenie nadwyżki czasu Δt obliczać ze wzoru:

$$S_{man} = \frac{V_1 \circ V_2}{\Delta V} \circ \Delta t$$

i długotrwałość manewru:

$$t_{man} = \frac{S_{man}}{V_2}$$

gdzie:

V_1 - prędkość lotu do momentu rozpoczęcia manewru;

V_2 - prędkość lotu na odcinku manewrowania;

ΔV - rezerwa prędkości $V_{mks} - V_{nakz}$;

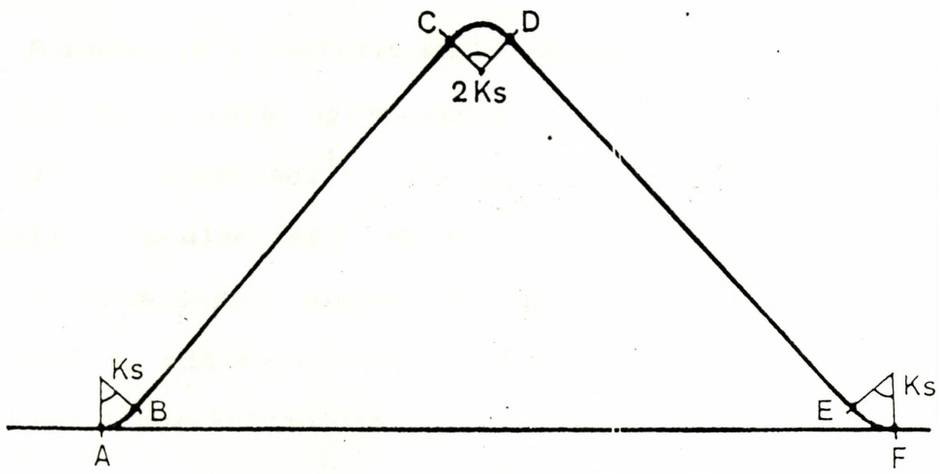
S_{man} - droga manewru;

Δt - nadwyżka lub opóźnienie;

t_{man} - czas trwania manewru.

2.3.2. Wyjście na obiekt w ustalonym czasie manewrowaniem kierunkiem lotu

Istota manewru polega na zamierzonym zwiększeniu długości odcinka drogi rys. 18.



Rys.18. Manewr kierunkiem lotu dla wytracenia nadwyżki czasu

Z rysunku wynika, że różnica dróg samolotu wzdłuż linii AF i ABCDEF zapewnia wytracenie nadwyżki czasu $\Delta t = \frac{ABCDEF - AF}{V}$.

Wytracona tym sposobem wartość nadmiaru czasu jest zależna od wielkości kąta odchylenia i od długości odcinków prostolinijnych BC i DE.

Wstępne obliczenia nawigatorskie sprowadzają się do wyboru kąta odchylenia, określenia czasu lotu na odcinku prostolinijnym t_1, długości odcinka manewrowania i wielkości bocznego odchylenia od nakazanej linii drogi. Kąt odchylenia wybiera się w zależności od nadmiaru czasu, a także od dopuszczalnej długości odcinka manewrowania i bocznego odchylenia.

Przedstawiony powyżej manewr kierunkiem lotu w praktyce często jest stosowany do ominięcia stref zakazanych, rejonów zagrożenia, może być również wykorzystany jako manewr przeciwradiolokacyjny, przeciwrakietowy, przeciwartyleryjski.

2.3.3. Formowanie i rozformowanie ugrupowań bojowych

Istota formowania ugrupowania bojowego polega na zmianie odstępów i odległości[1/] między samolotami, aby w wyniku wykonania odpowiedniego manewru samoloty znalazły się w zawczasu ustalonych miejscach ugrupowania bojowego. Zmianę odległości i odstępów można osiągnąć manewrując prędkością, kierunkiem i wysokością lotu.

W procesie formowania ugrupowania bojowego wyróżnia się następujące etapy:

-start i nabór wysokości (przebicie warstwy chmur);

-wyjście na punkt rozpoczęcia manewrowania;

-manewr w celu zajęcia wyznaczonego miejsca w ugrupowaniu bojowym.

Sposób formowania ugrupowania bojowego określa się w zależności od tego jak realizowane są poszczególne wyżej wymienione etapy. Wybierając sposób formowania należy uwzględniać sytuację taktyczną, warunki atmosferyczne, poziom przygotowania pilotów, typ samolotów oraz możliwości wykorzystania naziemnych elektronicznych środków ubezpieczenia lotu. Wybrany sposób formowania ugrupowania bojowego powinien być możliwy do stosowania w każdych warunkach prowadzenia

---

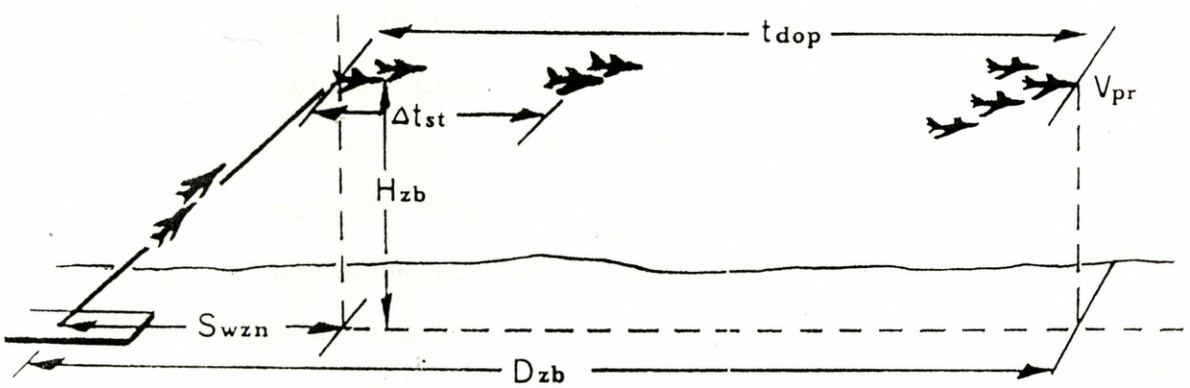
[1/] odstęp - przerwa między dwoma samolotami w szyku wzdłuż linii frontu;
odległość - przerwa między dwoma samolotami w szyku w głąb ugrupowania.

działań, zapewnić minimalną stratę czasu i przestrzeni, zabezpieczyć przed przedwczesnym wykryciem przez środki radiolokacyjne przeciwnika oraz być bezpiecznym pod względem wykonania (pilotażowym).

2.3.3.1. Formowanie ugrupowania bojowego dopędzaniem po trasie

Dopędzanie po trasie w chwili obecnej jest jednym z podstawowych sposobów formowania ugrupowań bojowych niedużych grup.

Istota tego sposobu polega na zmniejszeniu odległości między samolotami drogą zawczasu ustalonego manewru prędkością lotu rys. 19.



Rys.19. Formowanie ugrupowania bojowego dopędzaniem po trasie lotu

Czas zwierania grupy samolotów obliczać z następującego wzoru:

$$t_{zw} = \frac{V_{pr} \cdot \Delta t_{st} \cdot (n-1)}{V_n - V_{pr}}$$

gdzie:

V_{pr} - prędkość prowadzącego grupę;

V_n - prędkość dopędzającego;

Δt_{st} - odstęp czasowy między startującymi samolotami;

n - ilość samolotów w grupie.

Dla uzyskania jednakowego czasu zwierania przez wszystkie samoloty w grupie, każdy z nich musi mieć odpowiednią własną prędkość zwierania.

Jeżeli V_n jest prędkością ostatniego samolotu w grupie, to dla każdego i-tego samolotu wielkość zmiany prędkości może być ustalona za pomocą wzoru:

$$\Delta V_i = \Delta V_k \circ \frac{\Delta dk}{\Delta di\Sigma}$$

gdzie:

ΔV_k - wielkość potrzebnego zwiększenia prędkości przez ostatni samolot;

Δdk - wielkość potrzebnego zmniejszenia odległości przez ostatni samolot;

$\Delta di\Sigma$ - wielkość potrzebnego skrócenia odległości przez i-ty samolot.

W toku działań bojowych może zaistnieć konieczność zakończenia formowania ugrupowania bojowego przed wyznaczoną rubieżą (linią styczności bojowej wojsk, rubieżą wykrywania przez stacje radiolokacyjne przeciwnika). W tym celu należy określić potrzebną zmianę prędkości ΔV dla określonego czasu zwierania:

$$t_{zw} = \frac{S_{rub}}{V_1}$$

gdzie:

S_{rub} - odległość od rubieży zakończenia formowania ugrupowania bojowego do punktu rozpoczęcia manewru prędkością lotu.

Potrzebną zmianę prędkości obliczać ze wzoru:

$$\Delta V = \frac{V_1 \circ \Delta t_{st} \circ (n-1)}{t_{zw}}$$

Ogólny czas trwania formowania ugrupowania bojowego

$$t_{zb} = t_{st} + t_{wzn} + t_{zw} + t_{rez}$$

gdzie:

t_{st} - czas startu grupy;

t_{wzn} - czas wznoszenia samolotów do wysokości rozpoczęcia manewru;

t_{zw} - czas zwierania grupy;

t_{rez} - czas rezerwy.

2.3.3.2. Formowanie ugrupowania bojowego zakrętem o 180°.

Formowanie ugrupowania zakrętem o 180° umożliwia zebranie dowolnych ugrupowań niezależnie od odległości początkowych między samolotami i ich ilością.

Istota tego sposobu polega na zmianie odległości między samolotami poprzez wykonanie kolejnych zakrętów o 180°. Zależnie od sytuacji w rejonie lotniska, warunków atmosferycznych, kierunek zakrętu może być różny. Wyróżniamy dwa zasadnicze sposoby formowania ugrupowania bojowego zakrętem o 180° zależnie od położenia punktu rozpoczęcia manewru:

a) na prostej w rejonie naboru wysokości - rys. 20.

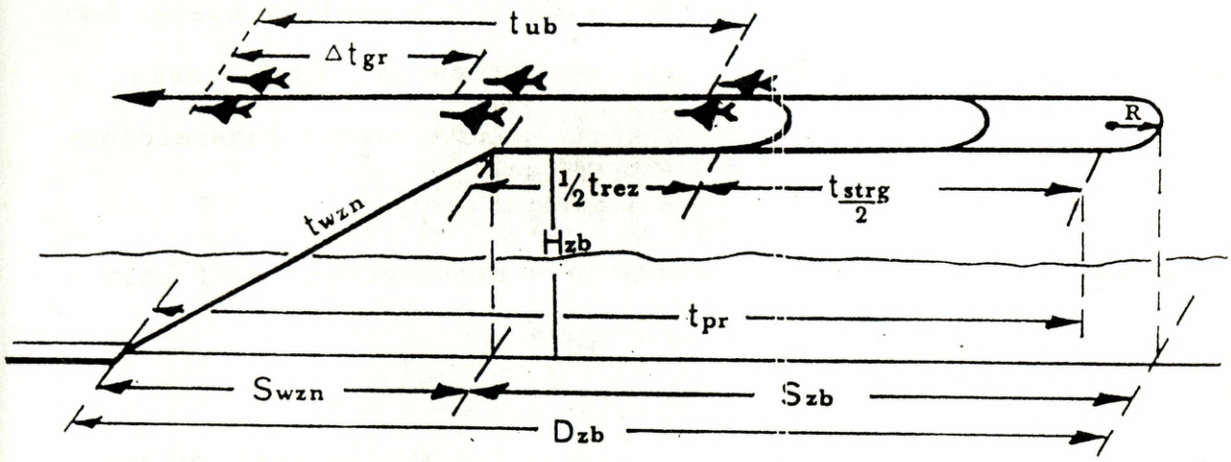
Podstawowe parametry formowania ugrupowania zakrętem 180° obliczać ze wzorów:

- czas lotu prowadzącego:

$$t_1 = \frac{t_{st}}{2} + t_{rez} \quad ;$$

- czas lotu prowadzonego w stosunku do samolotu poprzedniego:

$$t_{w_1} = \frac{\Delta t_{st}}{2} \quad ;$$

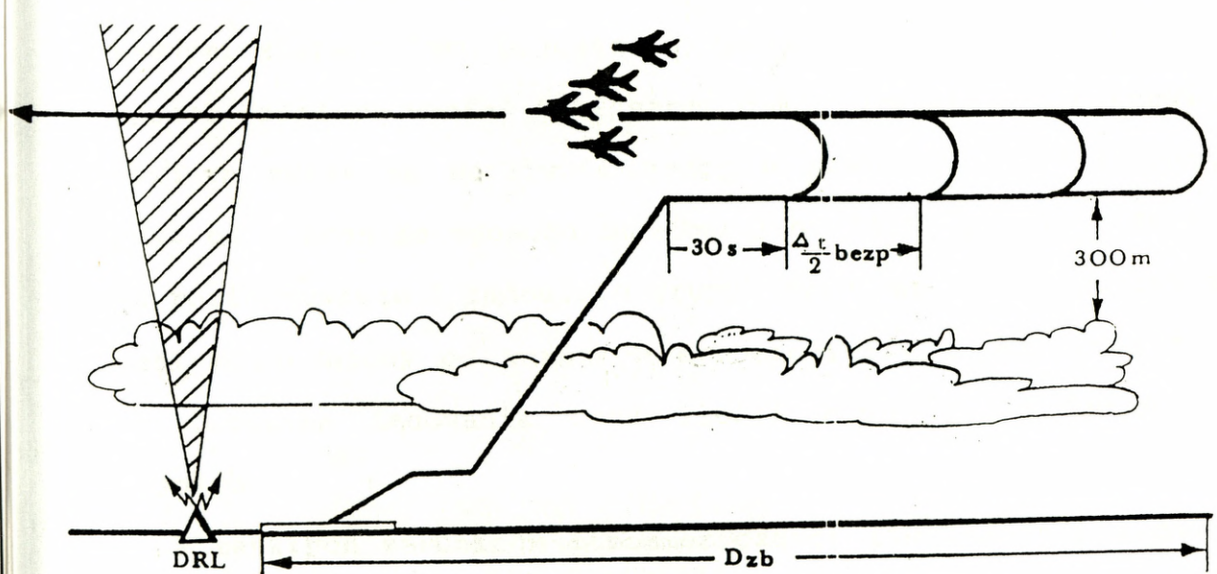


Rys.20. Formowanie ugrupowania bojowego zakrętem o 180°w rejonie lotniska

- ogólny czas formowania ugrupowania:

$$t_{zb} = t_{wzn} + t_{180} + t_{st} + t_{rez}$$

b) nad dalszą radiolatarnią prowadzącą rys. 21.



Rys.21. Formowanie ugrupowania bojowego nad dalszą radiolatarnią prowadzącą nad chmurami

Podstawowe parametry formowania ugrupowania zakrętem o 180^{o} nad dalszą radiolatarnią obliczać ze wzorów:

- czas lotu prowadzącego od chwili przelotu dalszej radiolatarni prowadzącej:

$$t_1 = \frac{t_{st}}{2} + t_{rez} \quad ;$$

- czas lotu prowadzonego w stosunku do samolotu poprzedniego:

$$t_{w1} = \frac{\Delta t_{st}}{2} \quad ;$$

- ogólny czas zbiórki:

$$t_{zb} = t_{wzn} + t_{DRL} + t_{360} + t_{st} + t_{rez} \quad ;$$

gdzie:

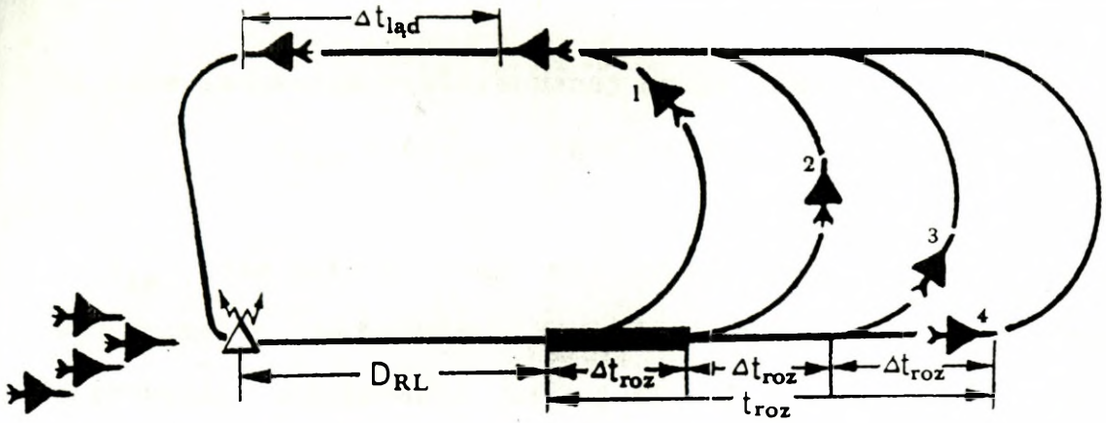
t_{DRL} - czas dolotu do dalszej radiolatarni;

$t_{180}(t_{360})$ - czas zakrętu o 180^{o} lub 360^{o}.

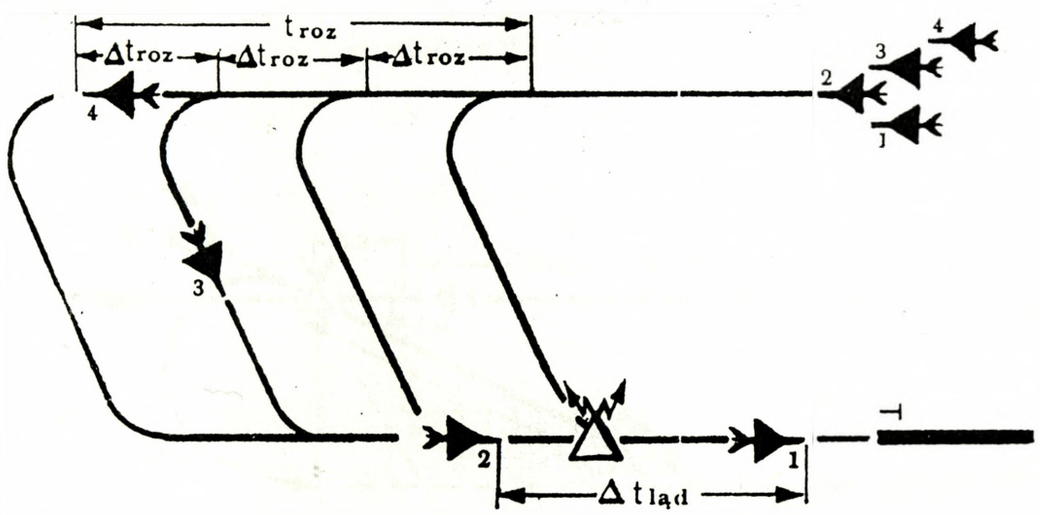
2.3.3.3. Rozformowanie ugrupowań bojowych i manwer do lądowania

Rozformowanie ugrupowania bojowego i manewr do lądowania są ważnymi etapami lotu bojowego i wymagają starannej organizacji. Sposób rozformowania tak samo jak formowania ugrupowania, wywiera wpływ na możliwość grupy w głębokości oddziaływania, gdyż od wybranego sposobu zależna jest ilość paliwa zużywanego na rozformowanie i lądowanie grupy. Wybór sposobu rozformowania jest uzależniony od warunków atmosferycznych, kierunku dolotu do lotniska lądowania oraz ilości samolotów w ugrupowaniu bojowym.

W zwykłych warunkach atmosferycznych (to znaczy pod chmurami) podstawowymi sposobami rozformowania ugrupowań bojowych stosowanymi w lotnictwie myśliwsko-bombowym będą: rozformowanie na kursie lądowania rys. 22 lub od trawersu lotniska rys. 23.



Rys. 22. Rozformowanie ugrupowania bojowego samolotów nad lotniskiem na kursie lądowania



Rys. 23. Rozformowanie ugrupowania bojowego samolotów od trawersu lotniska

Podstawowymi parametrami rozformowania grup samolotów w zwykłych warunkach atmosferycznych będą:

a) czas rozformowania ugrupowania bojowego

$$t_{rozf} = \Delta t_{rozf} \cdot (n-1)$$

gdzie:

$\Delta t_{rozf} = \frac{\Delta t_{ląd}}{2}$ - odstęp czasowy między kolejno odchodzącymi od ugrupowania samolotami;

$\Delta t_{ląd}$ - odstęp czasowy między kolejno lądującymi samolotami;

n - ilość samolotów w ugrupowaniu.

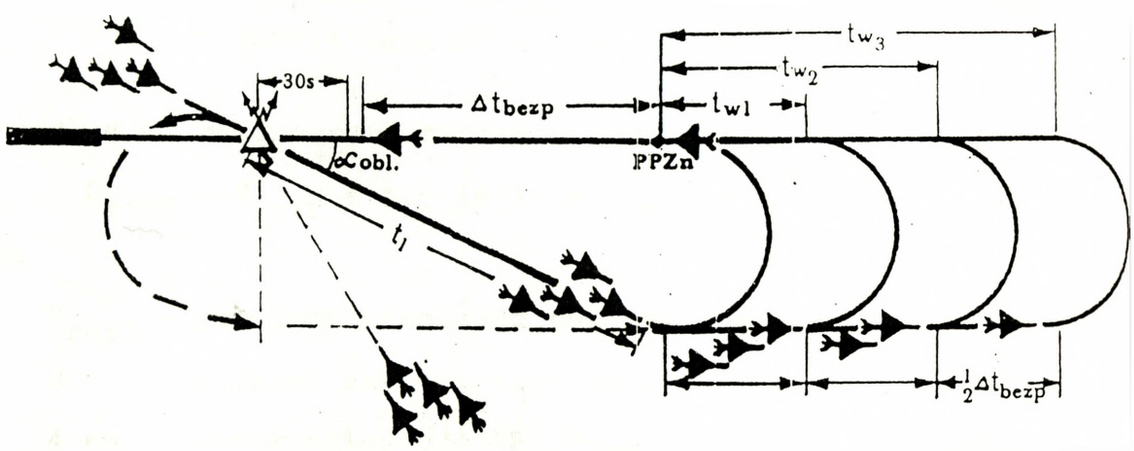
b) czas lądowania rozformowanej grupy samolotów

$$t_{lad} = \Delta t_{lad} \circ (n-1) + t_{kr}$$

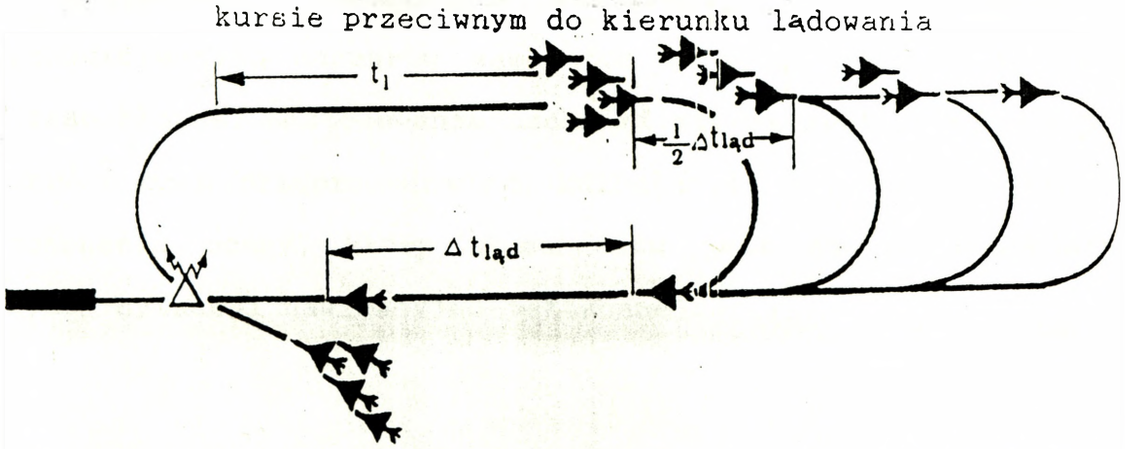
gdzie:

t_{kr} - czas lotu po kręgu nad lotniskiem.

W trudnych warunkach atmosferycznych (nad chmurami) rozformowanie ugrupowania też jest uzależnione od kierunku dolotu do dalszej radiolatarni - DRL, w związku z czym rozróżnia się rozformowanie na kursie przeciwnym do kierunku lądowania rys. 24 i na kursie zgodnym z kierunkiem lądowania rys. 25.



Rys.24. Rozformowanie ugrupowania bojowego w locie od DRL na kursie przeciwnym do kierunku lądowania



Rys.25. Rozformowanie ugrupowania bojowego przy dolocie do DRL z kursem zgodnym z kierunkiem lądowania

Podstawowe parametry rozformowania ugrupowań bojowych w trudnych warunkach atmosferycznych:

a) czas lądowania grupy samolotów:

$$t_{lad} = 2 \circ (t_1 + (n-1) \circ \Delta t_{bezp} + t_{180^o(360^o)} + 1 \text{ min} ;$$

gdzie:

t_1 - czas lotu grupy na kursie przeciwnym do kierunku lądowania;

Δt_{bezp} - bezpieczne odstępy czasowe między kolejno lądującymi samolotami;

$t_{180^o(360^o)}$ - czas zakrętu samolotu o 180^o przy rozformowaniu na kursie przeciwnym do lądowania, o 360^o na kursie zgodnym z kierunkiem lądowania.

b) długość rejonu rozformowania grup samolotów:

$$D_{rozf} = V_{rozf} \circ t_1 + (n-1) \circ \Delta t_{bezp} + R + 4 \text{ km}$$

gdzie:

V_{rozf} - prędkość samolotów podczas rozformowania;

R - promień zakrętu rozformowujących się samolotów;

4 km - stała odległość DRL do początku drogi startowej.

Konieczność dokonywania każdorazowo obliczeń parametrów przewidywanych manewrów samolotów w czasie lotu jest bardzo czasochłonne. Zastosowanie techniki mikrokomputerowej nie tylko skróci czas przeprowadzanych kalkulacji, ale także pozwoli na dokonanie oceny, który z manewrów jest najkorzystniejszy w danej sytuacji nawigacyjno-taktycznej.

2.4. WARUNKI WYKONYWANIA ZADAŃ BOJOWYCH W NOCY

Z analizy przeprowadzonej w rozdziale pierwszym wynika, że intensywność działań lotnictwa myśliwsko-bombowego w nocy na przyszłym polu walki będzie nie wiele mniejsza niż w dzień. Potwierdzają to działania bojowe w Zatoce Perskiej. Jednak stopień trudności wykonywania zadań w nocy jest znacznie większy niż w warunkach dziennych, wymaga dużego doświadczenia i specjalnego przygotowania pilotów oraz dodatkowych przedsięwzięć organizacyjnych.

Jak już wcześniej stwierdzono działania bojowe lotnictwa myśliwsko-bombowego w nocy będą w zasadzie realizowane tylko pojedynczymi samolotami. Zatem ugrupowanie bojowe samolotów wykonujących atak na ten sam obiekt, składać się będzie z pojedynczych samolotów lecących po tej samej trasie i częstokroć na tej samej wysokości. Tak sformowane ugrupowanie zapewnia wykonanie ataku, tak z lotu nurkowego, jak i poziomego oraz jednoczesnego uderzenia z różnych lotnisk na kilka obiektów usytuowanych w określonym rejonie. Wykonanie jednak lotu w takich warunkach może doprowadzić do niebezpiecznego wzajemnego zbliżenia się samolotów, a nawet do kolizji. Powodem tego może być nie utrzymanie określonej prędkości lotu, odchylenie się poszczególnych załóg od nakazanej linii drogi lub popełnienie błędów w czasie wykonywania zakrętów na nowy odcinek trasy (manewrów taktycznych itp).

Zapewnienie bezpiecznego lotu w takim ugrupowaniu osiąga się poprzez określenie bezpiecznej przerwy czasowej między poszczególnymi samolotami w grupie.

Bezpieczną przerwą czasową między kolejnymi samolotami w ugrupowaniu (samoloty wyposażone w systemy nawigacyjne) określać ze wzoru:

$$t_{bezp} = \sqrt{t_v^2 + t_s^2 + t_r^2 + t_R^2}$$

gdzie:

t_v - składowa bezpiecznej przerwy czasowej uwzględniająca błąd nie utrzymywania prędkości rzeczywistej zgodnie z nakazaną między kolejnymi samolotami;

t_s - składowa bezpiecznej przerwy czasowej uwzględniająca błąd odchylenia się kolejnych samolotów od nakazanej linii drogi (błąd wydłużenia lub skrócenia trasy lotu);

t_r - składowa bezpiecznej przerwy czasowej uwzględniająca błąd w określeniu miejsca rozpoczęcia zakrętu przez kolejne samoloty;

t_R - składowa bezpiecznej przerwy czasowej uwzględniająca błąd powstały w trakcie wykonywania zakrętów (manewrowania kierunkiem lotu).

W wypadku kiedy samloty nie posiadają systemów nawigacyjnych, a lot wykonywany jest tylko według orientacji wzrokowej wartość bezpiecznej przerwy czasowej zwiększać trzykrotnie.

Atakowanie obiektów naziemnych przeciwnika w nocy jest także bardziej skomplikowane, gdyż może być wykonywane:

- w warunkach wzrokowej widzialności obiektu przy naturalnym oświetleniu, to jest w jasną noc księżycową, o zmierzchu lub o zmroku;
- w ciemną noc bez wzrokowej widoczności obiektu;
- w ciemną noc przy sztucznym oświetleniu.

W jasną noc księżycową, a szczególnie w zimie przy pokrywie śnieżnej, jak również o zmierzchu i o świcie samoloty myśliwsko-bombowe mogą atakować obiekty przeciwnika tak, jak w warunkach dziennych przy ograniczonej widzialności.

W ciemną noc przy niewidoczności obiektu można w zasadzie stosować tylko uzbrojenie bombowe (na stacje radiolokacyjne - przeciwradiolokacyjne kierowane pociski rakietowe), a moment zrzutu bomb określać według systemów radiotechnicznych. Jednak wykorzystanie systemów radiotechnicznych wymaga dokładnej znajomości położenia obiektu ataku (współrzędnych geodezyjnych), które nie zawsze będą nam znane. Z tego też powodu systemy radiotechniczne nie mogą być uniwersalnymi środkami celowania. Dlatego równolegle ze środkami radiotechnicznymi należy stosować sztuczne oświetlenie lub oznaczenie obiektów ataku.

Atakowanie (rozpoznanie) obiektów oświetlonych wykonuje się podobnie jak w dzień, jednak największą trudność stanowi samo oświetlenie obiektu. Wymaga bowiem rozwiązania następujących problemów: określenia niezbędnego oświetlenia obiektu, a tym samym ilości bomb oświetlających (samolotów) zapewniających oświetlenie obiektu w czasie wykonywania ataku oraz położenia ognisk świetlnych w stosunku do oświetlonego obiektu.

Stopień trudności w wykonywaniu zadań w nocy oraz problem zapewnienia warunków bezpiecznych ich realizacji pociąga za sobą wiele dodatkowych obliczeń i kalkulacji. W zaistniałej sytuacji wykorzystanie mikrokomputerów do ich przeprowadzenia (programowania) staje się więc koniecznością.

2.5. OBLICZENIA INŻYNIERYJNO-NAWIGACYJNE LOTU

Duży wpływ na zachowanie bezpieczeństwa, a tym samym i na realizację zadań bojowych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe mają obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne lotu. Głównym ich celem jest stwierdzenie:

- po pierwsze, czy z założonym wariantem ładunku jest możliwe wykonanie zadania;
- po drugie, czy wybrana trasa i warunki lotu samolotu zapewniają wykonanie zadania ze względu na posiadany zapas paliwa.

W pierwszym wypadku kryterium pozwalającym określić z grubsza wariant ładunku bojowego do wykonania zadania jest takyczny promień działania samolotu - czyli odległość na jaką samolot (grupa) uzbrojona w odpowiedni wariant ładunku i pewien zapas paliwa, może oddalić się od lotniska startu, wykonać zadanie i wrócić na to samo lotnisko lub zapasowe. Taktyczny promień działania jest obliczony dla założonych warunków lotu takich jak: wysokość, prędkość, ilość zabieranego paliwa, rodzaju i ilości podwieszanego ładunku, masy samolotu i ilości samolotów.

W drugim wypadku koniecznym jest wykonanie pełnych obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu, czyli obliczeń zużycia i pozostałości paliwa na poszczególnych etapach lotu (w czasie pracy silnika na ziemi, startu i sformowania ugrupowania bojowego, lotu do celu, wykonania zadania, powrotu na lotnisko, rozformowania i lądowania. Oprócz tego w obliczeniach tych uwzględnia się zapas paliwa na zmiany w sytuacji nawigacyjnej, zapas paliwa na lot w ugrupowaniu bojowym oraz pozostałość po wylądowaniu.

Zużycie paliwa na poszczególnych etapach lotu określa się na podstawie "Instrukcji obliczania zasięgu i długotrwałości lotu" dla danego typu samolotu i tak:

Zużycie paliwa na ziemi jest sumą paliwa zużytego podczas rozruchu i próby silnika oraz kołowania samolotu z płaszczyzny postoju na drogę startową. Dla lotnisk stałych przyjęto w instrukcjach zużycie paliwa na ziemi równe 1-2% całkowitego napełnienia samolotu.

Zużycie paliwa podczas startu i wznoszenia na wyznaczoną wysokość określone jest sumarycznie w tabelach instrukcji zasięgu dla różnych wariantów podwieszeń (wskaźników oporu czołowego i mas samolotów).

Zużycie paliwa w locie poziomym na poszczególnych odcinkach trasy zależne jest od ich długości (czasu lotu) i określa się (na przykład z tabel) dla różnych mas samolotów, wskaźnika oporu czołowego oraz różnych prędkości i wysokości lotu.

Zużycie paliwa na wykonanie zadania określone jest empirycznie i zakłada 6 minut pracy nad celem z tego 3 minuty za zakresie maksymalnych obrotów silnika i 3 minuty na zakresie maksymalnego zasięgu.

Zużycie paliwa podczas zniżania do lądowania określa się z tabel i zależy od wysokości rozpoczęcia zniżania i prędkości po torze zniżania.

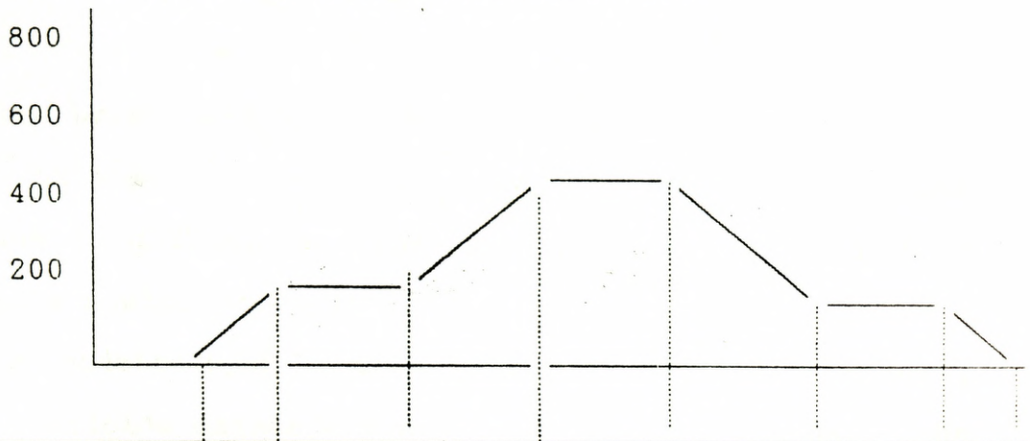
Bardzo istotnym w obliczeniach inżynieryjno-nawigacyjnych, szczególnie podczas działań w trudnych warunkach atmosferycznych jest określenie zużycia paliwa podczas formowania i rozformowania ugrupowań bojowych, manewrów po trasie itp.

Pełne obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne uwzględniają także lot w składzie grupy oraz nieprzewidziane zmiany w sytuacji nawigacyjno-taktycznej.

Wartości poszczególnych parametrów obliczeń, zestawia się w specjalnym formularzu "obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu", którego przykład ilustruje rys. 26.

Stopień skomplikowania obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu jest wprost proporcjonalny do nowoczesności wprowadzanych do uzbrojenia samolotów. Dokładne programowanie zużycia paliwa na poszczególnych etapach lotu jest możliwe w wypadku wykorzystania techniki mikrokomputerowej.

INŻYNIERYJNO-NAWIGATORSKIE OBLICZENIE LOTU



Parametry / etapy	Praca na ziemi	St. i zb.	Lot do celu	Wzno. szenie	Praca nad celem	Zniża- nie	Lot pow- rotny	Roz i ląd	R
Odległość (km)									
Czas lotu (min)									
V lotu (km/h)									
Zuż.paliwa(L/min)									
Zuż.na etapie(L)									
Pozostałość paliwa (L)									

Uwaga: Napełnienie paliwem .....

...% na lot w szyku od całego zużycia .....

...% zapas nawig.od lotu po trasie .....

Razem .....

Pozostaje .....

Nawigator .....

Inżynier .....

Przyjęte oznaczenia w tabeli:
- St. i zb. - start i zbiórka
- Roz. i ląd - rozformowanie i lądowanie
- R - razem

Rys.26. Wzór zformalizowanego arkusza obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu

*

* *

Reasumując przeprowadzone rozważania należy stwierdzić, że efektywne działania lotnictwa myśliwsko-bombowego będą determinowane rozwiązaniem szeregu problemów z zakresu zabezpieczenia nawigatorskiego.

Jednym z podstawowych będzie ocena skuteczności bojowej uzbrojenia samolotów działających w tak złożonych warunkach. Na ocenę tę składać się będzie kompleks obliczeń i kalkulacji związanych z wyborem najskuteczniejszych środków rażenia, a w konsekwencji ustalenia potrzebnej liczby samolotów do rażenia nakazanych obiektów przeciwnika. W wypadku kiedy do wykonania zadań została określona ilość samolotów lub wyznaczył ją przełożony, końcowym efektem obliczeń będą oczekiwane rezultaty jej działalności.

Istotny wpływ na przeżywalność samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego wywiera wybór tras i warunków lotu. Dolot do obiektu ataku wymaga dogłębnej analizy systemu OP i ugrupowań wojsk przeciwnika oraz wielu innych czynników, a jednocześnie zapewnienia bezpiecznego nawigowania samolotów. Zapewnienie bezpieczeństwa z równoczesnym maskowaniem zamiaru działań podczas formowania i rozformowania ugrupowań bojowych samolotów decyduje w znacznej mierze o pomyślnym wykonaniu lotu po trasie. Zaś wcześniejsze wielowariantowe rozwiązanie problemu wyjścia w czasie samolotów na obiekty ataku, czy też określenie bezpiecznych przerw czasowych między samolotami działającymi w nocy zapewnia zachowanie optymalnych warunków bezpieczeństwa w rejonie ataku, a tym samym i wykonanie całego zadania.

Oddzielnym problemem decydującym o możliwościach wykonania uderzeń na nie rozpoznane wcześniej obiekty w nocy stanowią kalkulacje związane z ich oświetleniem. Ustalenie potrzebnej ilości bomb oświetlających oraz racjonalnych parametrów ich zrzutu w rejonie obiektu zapewnia skuteczne użycie lotnictwa myśliwsko-bombowego do ich zwalczania.

Niezmiernie ważnym, gdyż częstokroć decydującym o wyborze wariantu ładunku bojowego i warunkach lotu samolotów myśliwsko-bombowych są obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne. Określenie zużycia paliwa na wszystkich etapach lotu pozwala określić czy wybrana trasa i warunki lotu zapewniają wykonanie zadania ze względu na posiadany zapas paliwa, ustalenia wykorzystania lotnisk zapasowych, czy też zmiany warunków lotu.

Konieczność rozwiązania przedstawionych w rozdziale elementów zabezpieczenia nawigatorskiego, determinujących efektywne wykorzystanie lotnictwa myśliwsko-bombowego w każdych warunkach atmosferycznych nie budzi wątpliwości. Możliwość ich programowania z wykorzystaniem mikrokomputerów nie tylko skróci czas ich opracowania, ale także pozwoli na ich wielowariantowe rozwiązanie w bardzo szerokim zakresie.

3. POSTULOWANA METODYKA PROGRAMOWANIA ELEMENTÓW ZABEZPIECZENIA NAWIGATORSKIEGO DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO

Z przeprowadzonych badań wynika bezsporny fakt, że efektywne działanie lotnictwa myśliwsko-bomowego determinowane jest rozwiązaniem wielu problemów z zakresu zabezpieczenia nawigatorskiego. Dokonana w rozdziale drugim ocena zakresu i treści wybranych elementów tego zabezpieczenia wyraźnie wskazuje, że tylko ich wielowariantowe rozwiązania zapewnią optymalne wykorzystanie samolotów myśliwsko-bombowych.

Konieczność wariantowania nawigatorskich kalkulacji i obliczeń, których przeprowadzenie dotychczas stosowanymi metodami jest bardzo czasochłonne i mało dokładne, zmusza do poszukiwania nowych sposobów i form ich opracowania. Mając powyższe potrzeby na uwadze w niniejszym rozdziale przedstawiłem metodykę programowania elementów zabezpieczenia nawigatorskiego z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej.

3.1. PROGRAMOWANIE SKUTECZNOŚCI BOJOWEJ SAMOLOTÓW MYŚLIWSKO-BOMBOWYCH

Pod pojęciem programowania skuteczności bojowej samolotu należy rozumieć zespół czynności umożliwiających dokonanie wyboru najskuteczniejszych lotniczych środków rażenia i warunków ich użycia zapewniających zniszczenie obiektu ataku w nakazanym stopniu. Rozwiązanie tych zadań można dokonać drogą obliczeń potrzebnej liczby samolotów uzbrojonych w wybrane środki rażenia lub gdy określona jest liczba samolotów do

wykonania zadania - to oczekiwanych rezultatów jej działań. Rodzaj wykonywanych obliczeń wynika z treści zadania bojowego, w związku z czym potrzebną liczbę samolotów "Np" do rażenia obiektu w nakazanym stopniu (OBL-1)[1/] należy stosować kiedy:

a) w zadaniu bojowym nakazany jest stopień rażenia obiektu, a obliczający ma określić tylko ilość samolotów i środków rażenia potrzebną do wykonania zadania;

b) chcemy porównać skuteczność poszczególnych lotniczych środków rażenia przewidzianych do użycia na ten sam obiekt i wybrać najskuteczniejsze.

Natomiast oczekiwane rezultaty działań (OBL-2)[1/] w wypadku kiedy do wykonania zadania wyznaczono pewną ilość samolotów -"N".

Dane wejściowe do oceny skuteczności bojowej samolotów myśliwsko-bombowych obejmują:

- informacje o obiekcie ataku;
- stopień rażenia obiektu;
- warunki wykonania ataku;
- możliwości samolotów i środków rażenia.

Informacje o obiekcie działań.

Analiza obiektów przewidzianych do zwalczania przez lotnictwo myśliwsko-bombowe wskazuje, że co najmniej 50% z nich będą to obiekty pojedyncze - małowymiarowe, natomiast pozostałe, powierzchniowe i grupowe. Mając na uwadze powyższe założenia do obliczeń przyjęto następujący ich podział:

[1/] Przyjęte symbole rodzaju obliczeń w algorytmie oceny skuteczności bojowej samolotu.

a) obiekty pojedyncze - małowymiarowe, to oddzielne obiekty spełniające określoną funkcję (na przykład: czołg, samolot, rakieta na wyrzutni, okręt itp);

b) obiekty powierzchniowe - zbiór różnorodnych obiektów (na przykład: technika wojskowa, budowle obronne, zakłady przemysłowe itp.) rozmieszczone na określonej powierzchni - S_c;

$$S_c = D \circ K$$

gdzie:

D - długość obiektu [m];

K - szerokość obiektu [m]

c) obiekty grupowe - kilka pojedynczych obiektów (na przykład: grupa samolotów, czołgów itp.) rozmieszczonych na określonej powierzchni S_c.

Podział i ogólna charakterystyka typowych obiektów zwalczanych przez lotnictwo myśliwsko-bombowe przedstawiono w tabeli 8.

Bardzo istotnym jest również odległość obiektu ataku od lotniska bazowania, gdyż od niej uzależniony jest wariant ładunku bojowego. Zależność wariantu ładunku od taktycznego promienia działania samolotu przedstawia załącznik 9.

Stopień rażenia obiektu.

Pod pojęciem stopień rażenia obiektu należy rozumieć:

a) zniszczenie - siły żywej i środków bojowych przeciwnika, zatopienie okrętu, zniszczenie umocnień obronnych, środków łączności, zakładów przemysłowych - całkowite wyeliminowanie ich funkcjonowania;

Podział i ogólna charakterystyka typowych obiektów zwalczanych

przez lotnictwo myśliwsko-bombowe

0-pojedyncze-małowymiarowe		1 - powierzchniowe			2 - grupowe			
Lp	Nazwa obiektu	Lp	Nazwa obiektu	Wymiary [m]	Lp	Nazwa obiektu	Wymiary [m]	Ilość celów elementarnych
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Operacyjno-taktyczna rakieta na wyrzutni startowej	1	Pluton rakiet operacyjno-taktycznych na stanowisku startowym	400x350	1	Pluton rakiet operacyjno-taktycznych na stanowisku startowym	400x350	3 rakiety
2	Taktyczna rakieta na wyrzutni startowej	2	Elementy systemu rakiet operacyjno-taktycznych w marszu	300x100	2	Elementy systemu rakiet operacyjno-taktycznych w marszu	300x100	3 wyrzutnie
3	Przeciwlotnicza rakieta na stanowisku startowym	3	Sekcja rakiet taktycznych na stanowisku startowym	300x300	3	Sekcja rakiet taktycznych na stanowisku startowym	300x300	1 wyrzutnia
4	Samolot myśliwski (szturmowy) na odkrytym stoisku	4	Bateria p/lot. rakiet na stanowisku startowym	500x100	4	Bateria p/lot. rakiet na stanowisku startowym	500x100	12 wyrzutni
5	Samolot myśliwsko-bombowy na odkrytym stoisku	5	Bateria p/lot. rakiet na stanowisku startowym	350x250	5	Bateria p/lot. rakiet na stanowisku startowym	350x250	6 wyrzutni

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Samolot myśliwski na stoisku w obwałowaniach	6	Stacje r/lok. baterii rakiet p/lot.	200x150	6	Stacje r/lok. baterii rakiet p/lot.	200x150	3-5 stacji r/lok.
7	Samolot myśliwsko-bombowy na stoisku w obwałowaniach	7	Eskadra samolotów myśliwskich na odkrytym stoisku	600x150	7	Eskadra samolotów myśliwskich na odkrytym stoisku	600x150	6-18 samolotów
8	Samolot myśliwski, myśliwsko-bombowy w betonowym ukryciu	8	Eskadra samolotów myśliwsko-bombowych na odkrytym stoisku	800x200	8	Eskadra samolotów myśliwsko-bombowych na odkrytym stoisku	800x200	6-18 samolotów
9	Śmigłowiec na odkrytym stoisku	9	Eskadra samolotów myśliwskich na stoisku w obwałowaniach	600x150	9	Eskadra samolotów myśliwskich na stoisku w obwałowaniach	600x150	10-12 samolotów w obwałowaniach
10	Stacja r/lokacyjna w odkrytym terenie	10	Eskadra samolotów myśliwsko-bombowych na stoisku w obwałowaniach	800x200	10	Eskadra samolotów myśliwsko-bombowych na stoisku w obwałowaniach	800x200	10-12 samolotów w obwałowaniach
11	Stacja r/lokacyjna w obwałowaniach	11	Eskadra śmigłowców na odkrytym stoisku	200x150	11	Eskadra śmigłowców na odkrytym terenie	200x150	8 śmigłowców
12	Radiostacja w odkrytym terenie	12	Odcinek betonowej drogi startowej	600x60	12	Bateria haubic rozśrodkowania w terenie odkrytym	500x500	4-6 haubic
13	Ukrycie do przechowywania amunicji	13	Odcinek asfaltowej drogi startowej	600x60	13	Bateria haubic w obwałowaniach	300x200	4-6 haubic

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Kuter torpedowy	14	Baterie haubic w terenie odkrytym	500x500	14	Baterie haubic w kolumnie marszowej	300x10	4-6 haubic
15	Okręt desantowy	15	Bateria haubic w obwałowaniach	300x200	15	Kompania piechoty zmechanizowanej w terenie odkrytym	600x400	18 bojowych wozów piechoty
		16	Bateria haubic w kolumnie marszowej	1500x10	16	Kompania piechoty zmechanizowanej w kolumnie marszowej	1500x10	18 bojowych wozów piechoty
		17	Bojowe wozy piechoty w terenie odkrytym	600x400	17	Kompania czołgów w terenie odkrytym	600x400	18 czołgów
		18	Bojowe wozy piechoty w kolumnie marszowej	1500x10	18	Kompania czołgów w kolumnie marszowej	1000x10	18 czołgów
		19	Czołgi ześrodkowane w terenie odkrytym	600x400	19	Bateria artylerii p/lotniczej w terenie odkrytym	600x150	6 armat
		20	Czołgi w kolumnie marszowej	1000x10	20	Stanowisko dowodzenia brygady rozmieszczone w schronach drewniano-ziemnych	200x100	3-5 schronów
		21	Przeciwlotnicze armaty w terenie odkrytym	600x150	21	Stanowisko dowodzenia dywizji rozm.w schronach drew.-ziemnych	300x200	8-10 schronów

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		22	Stanowisko dowodzenia rozmieszczone w schronach drewniano-ziemnych	200x200	22	SD KA rozmieszczone w specjalnych autobusach	800x1000	15-20 autobusów
		23	Stanowisko dowodzenia rozmieszczone w specjalnych autobusach	300x200	23	Centrum radiowo-nadawcze SD KA	300x300	12 radiostacji radiolinii
		24	Skład paliwa - zbiorniki metalowe	150x100	24	Ośrodek wykrywania, powiadamiania i naprowadzania OP	800x600	3-5 stacji r/lokacyjnych
		25	Wielopasmowe żelbetonowe mosty	100x12	25	Posterunek wykrywania i powiadamiania OP	300x200	1-2 stacje r/lokacyjne
		26	Mosty drewniane	75x8				
		27	Przeprawy pontonowe	60x6				

b) obezwładnienie - siły żywej przeciwnika, jego środków bojowych, węzłów komunikacyjnych i przez to obniżenie pierwotnej zdolności bojowej, ewentualnie zmuszenie przeciwnika do czasowego zaniechania walki;

c) dezorganizacja - lądowych, wodnych środków komunikacji, łączności, pracy tyłów, ugrupowań bojowych przeciwnika - pozbawienie go swobody działań, osłabienie siły bojowej i moralne zniszczenie.

Przedstawione powyżej stopnie rażenia są pojęciami umownymi i w kalkulacjach należy przyjmować następujące ich znaczenia:

1. Zniszczenie to unicestwienie nie mniej niż 60% (U=60) siły żywej, środków bojowych, umocnień obronnych, względnie przerwa nie funkcjonowania pojedynczego - małowymiarowego obiektu w czasie 5-7 dni;

2. Obezwładnienie - to zniszczenie nie mniej niż 20% (U=20) siły żywej, środków bojowych, umocnień obronnych, względnie przerwanie funkcjonowania obiektu w czasie 1-2 dni;

3. Dezorganizacja - to zniszczenie około 10% (U=10) obiektu działań, zakłócenie normalnej działalności w czasie 1-2 godziny.

Wartością liczbową charakteryzującą dokładność oceny skuteczności ogniowej samolotów jest prawdopodobieństwo gwarantowane (P_g), dla którego wykonywane są obliczenia.

Gwarantowanym prawdopodobieństwem skuteczności nazywamy przyjęte prawdopodobieństwo wykonania zadania, względnie prawdopodobieństwo tego, że względny procent zniszczenia obiektu jest nie mniejszy od nakazanego.

Podczas wykonywania oceny skuteczności rażenia bardzo ważnych obiektów (na przykład środków przenoszenia broni jądrowej) przyjmuje się P_g=0.95, a dla pozostałych obiektów P_g=0.8. Wynika to z potrzeb taktyczno-operacyjnych i zostało ustalone empirycznie.

Warunki wykonania ataku

Duży wpływ na ocenę skuteczności bojowej samolotów wywiera odpowiedni dobór warunków ataku (wysokości, prędkości i kąta nurkowania lub wznoszenia), od których zależy celność stosowanego środka rażenia oraz prawdopodobieństwo pokonania systemu OPL przeciwnika.

Na rys. 27przedstawiono zależność wysokości i sposobu ataku od dolnej podstawy chmur i prawdopodobieństwa pokonania obrony przeciwlotniczej w rejonie obiektu.

Potrzebne do obliczeń wartości prawdopodobieństwa pokonania obrony przeciwlotniczej (P_{OPL}) można uzyskać drogą analizy komputerowej lub w wypadku braku takowej przyjąć następujące wartości[1/]:

P_{OPL} = 1,0 przy braku przeciwdziałania środków OPL;

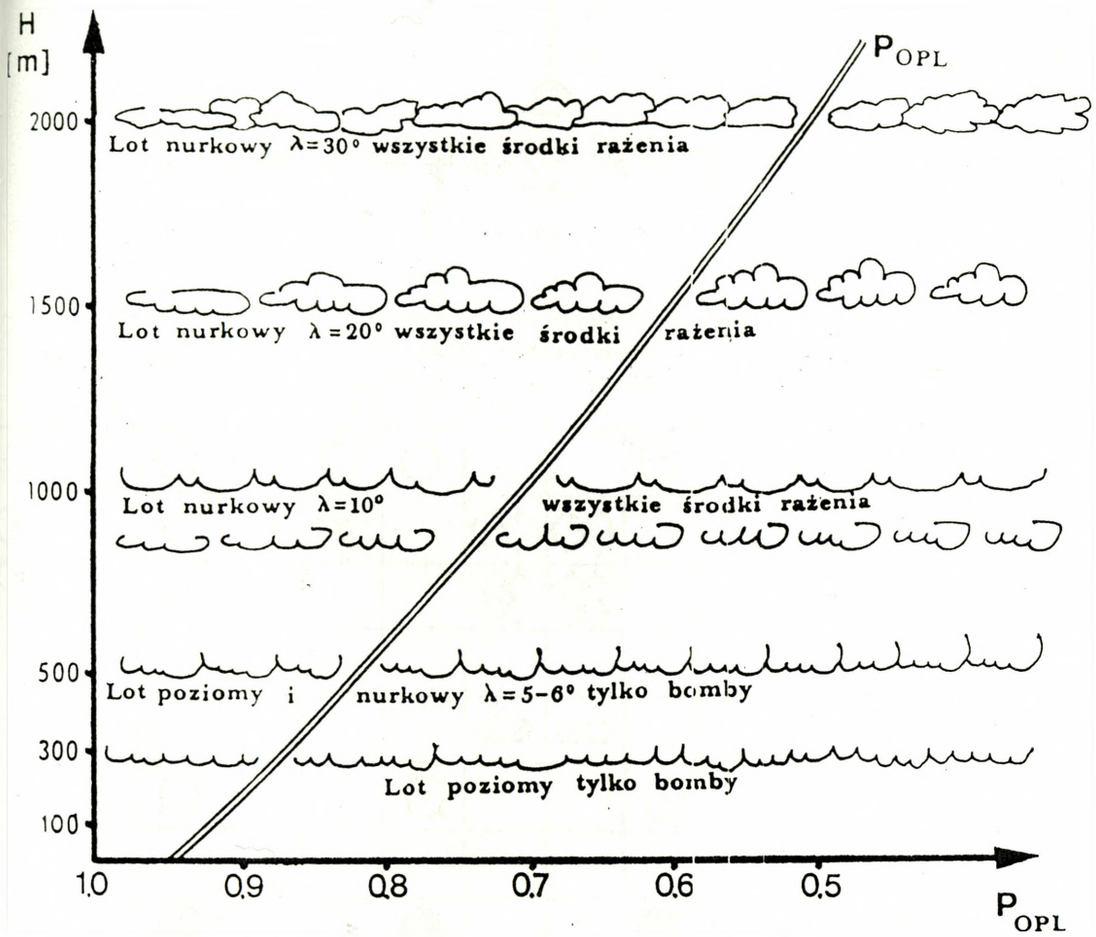
P_{OPL} = 0,8 przy słabym przeciwdziałaniu środków OPL;

P_{OPL} = 0,5 przy średnim przeciwdziałaniu środków OPL;

P_{OPL} = 0,2 przy silnym przeciwdziałaniu środków OPL.

Należy zaznaczyć, że powyższe wartości nie uwzględniają przeciwdziałania radioelektronicznego.

[1/]Podręcznik - Bombardowanie. Wyd.DWL Poznań 1985r.str.312.



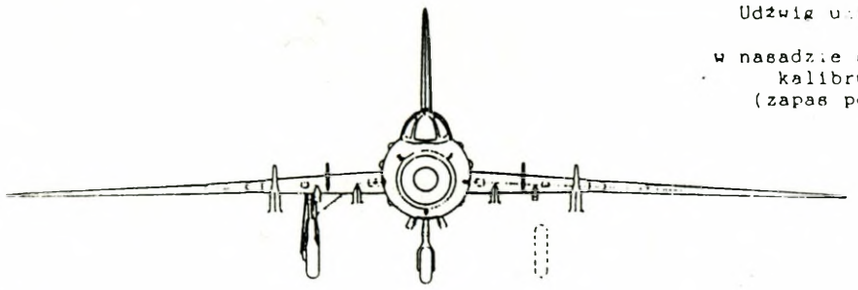
Rys.27 Zależność sposobu ataku i stosowanych środków rażenia od dolnej podstawy chmur i prawdopodobieństwa pokonania środków OPL przeciwnika w rejonie obiektu uderzenia.

Możliwości samolotów

Pod pojęciem możliwości samolotów należy rozumieć ogólny udźwig ładunku bojowego, ilość podwieszeń, ilość uzbrojenia autonomicznego (wmontowanych na stałe działek lotniczych) oraz możliwości systemów celowniczych. Warianty podwieszeń ładunku bojowego na samolocie SU-22M4 przedstawia rys. 28[1/].

Natomiast system celowniczy i stosowane środki rażenia samolotu Su-22M4 umożliwiają atakowanie obiektów w warunkach przedtswionych w tabeli 9.

1/ Samolot Su-22M4. Metodyka szkolenia. Część II. Zastosowanie bojowe. Wyd. DWL, Poznań 1986.



Udźwig uzbrojenia ~ 4300 kg

w nasadzie skrzydeł dwa działka kalibru 30 mm - NR-30 (zapas pocisków 160 szt.)

belki podskrzydłowe			belki podkadłubowe								belki podskrzydłowe			rodzaj uzbrojenia
4	10	6	8	2R	2	2s	1s	1	1R	7	5	9	3	
														BL lub RBK do 500 kg
														BL lub RBK do 250 kg
														BL do 100 kg
														ZB-500-370
														KMGU-2
														S-24
														S-250FM/Ł
														UB-32A-73
														BR-M1
														R-60M
														H-25MŁ
														H-25MR + zas. DELTA-NTE
														H-25MP/ŻGH-58U •WJUGA(ŁO-86E)
														H-29Ł/T
														SPPU-22-01
														SPS-141NWGE
														zb.dod. 800l
														zb.dod. 1100l

Rys.28. Warianty podwieszeń środków rażenia na samolocie Su-22M4.

Tabela 9

Warunki atakowania obiektów z samolotu Su-22M4[1/]

Rodzaj środka rażenia	Zakres wysokości ataku [m]	Zakres prędkości ataku [km/h]	Odległość odpalenia rakiet lub strzelania z działek[m]	Zakres kątów nurkowania [o]
Bomby	50-1500	600-1100	-	30
NPR[2/]	400-1200	600-1100	1700-2500	5-30
Działka	300-1000	600-1100	1300-1500	5-30

3.1.1. Ocena skuteczności uzbrojenia bombowego

1. Wybór ładunku bombowego należy dokonywać mając na uwadze charakterystykę obiektu ataku, nakazany stopień jego rażenia oraz możliwego wariantu podwieszeń. Dla przyjętego wariantu ładunku bombowego określać sumaryczną płaszczyznę rażenia:

$$S_{raż_b} = S_b \cdot n_b$$

gdzie:

S_b - płaszczyzna rażenia celu w nakazanym stopniu jedną bombą lotniczą (tab.1 zał.4);

n_b - ilość bomb podwieszonych na jednym samolocie.

1/ Samolot Su-22M4. Metodyka szkolenia. Cz.II. Zastosowanie bojowe. Wyd. DWL, Poznań 1986.

2/ NPR - niekierowane pociski rakietowe.

2. Według danych: H_M, H_{bezp} (tab.1 zał.4) z wykresu na rys.12 należy ustalić sposób i warunki bombardowania:

H_b i V_b podczas bombardowania z lotu poziomego;

H_b, V_b i λ_N podczas bombardowania z lotu nurkowego.

3. Dla ustalonego sposobu i warunków bombardowania zgodnie z wzorami normatywnymi obliczyć wartości uchyleń prawdopodobnych:

- podczas bombardowania z lotu poziomego do wysokości 1000m:

$$E_{x_{b[m]}} = 20H_{b[km]} + 0.1V_{b[km/h]}$$

$$E_{y_{b[m]}} = 20H_{b[km]} + 0.07V_{b[km/h]}$$

- podczas bombardowania z lotu nurkowego:

$$E_x = E_{y[m]} = 14H_{b[km]} + 0.07V_{b[km/h]} \cdot (1-\sin\lambda_N)$$

Do obliczeń należy przyjmować wartość normatywnego uchylenia prawdopodobnego pomnożoną przez odpowiedni współczynnik wyszkolenia pilotów W_{WP}, dla których wykonywane są obliczenia:

$$(E_x = E_y) \cdot W_{WP}$$

4. Według danych: $S_{raż_b}$, E_{x_b}, E_{y_b} obliczyć względną płaszczyznę rażenia ładunku bombowego:

$$S_{b_E} = \frac{S_{raż_b}}{E_{x_b} \cdot E_{y_b}}$$

5. W zależności od metody bombardowania (seria lub salwa) obliczyć względną poprawioną płaszczyznę rażenia - S_{b_E}:

$$S_{b_E} = S_{b_E} \cdot a_b$$

gdzie:

a_b - współczynnik gęstości trafienia salwą bomb w cel określany z tab.2 zał.4 według danych: $S_{raż_b}$, n_b, E_x, E_y. W przypadku zrzutu bomb serią współczynnik gęstości trafienia $a_b = 1$.

6. Dalsze obliczenia należy wykonywać w zależności od rodzaju obiektu:

6.1. Na obiekty pojedyncze-małowymiarowe w wypadku określania potrzebnej liczby samolotów (OBL-1) należy kolejno obliczyć:

-względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu, która w wypadku zastosowania jednego środka raże nia jest równa względnej poprawionej płaszczyźnie rażenia:

$$S_{raż_{E_{1_b}}} = S_{b_E}$$

- dla zakładanego (nakazanego) stopnia rażenia celu (zniszczenie - 60%, obezwładnienie - 20%, dezorganizacja - 10%) odczytać z tab.4 zał.4 - potrzebną względną płaszczyznę rażenia celu - $S_{raż_{E_N}} = ?$

- według danych: $S_{raż E_N}$, $S_{raż E1_b}$, P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w naka kazanym stopniu (obiektu uderzenia):

$$N_{P_b} = \frac{S_{raż E_N}}{S_{raż E1_b} \cdot P_{OPL}}$$

6.2. Na obiekty pojedyncze - małowymiarowe dla określenia oczekiwanych rezuktatów działań (OBL–2) należy kolejno obliczyć:

- według danych: S_{b_E}, N - ilości samolotów wyznaczonych do wykonania zadania oraz P_{OPL} - prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL przeciwnika, obliczyć względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu bombami zrzuconymi z grupy samolotów - $S_{raż E_{N_b}}$:

$$S_{raż E_{N_b}} = N \cdot S_{b_E} \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości względnej sumarycznej płaszczyzny rażenia - $S_{raż E_{N_b}}$ z tab.4. zał.4 odczytać wartość prawdopodobieństwa rażenia celu - $P_{raż}$. Wartość $P_{raż}$ można także obliczyć z następującego wzoru:

$$P_{raż} = 1 - e^{-\frac{P}{\pi} \cdot S_{raż E_{N_b}}}$$

gdzie:

e - liczba naturalna (podstawa logarytmu naturalnego) = 2.718...;

P - wartość prawdopodobieństwa gwarantowanego;

π - stosunek długości okręgu do jego średnicy = = 3.14;

$S_{raż E_{N_b}}$ - względna sumaryczna płaszczyzna rażenia celu bombami zrzuconymi z grupy samolotów.

6.3.W wypadku działań na obiekty powierzchniowe i grupowe kolejno obliczyć:

- względna płaszczyznę celu - $S_{C_{E_b}}$ według danych: S_c - obliczeniowej płaszczyzny celu i E_{x_b}, E_{y_b} - uchyleń prawdopodobnych:

$$S_{C_{E_b}} = \frac{S_c}{E_{x_b} \cdot E_{y_b}}$$

- dla określonego prawdopodobieństwa gwarantowego $P_g = 0.8$ lub $P_g = 0.95$ i S_{C_E} z tab.5 zał. 4, odczytać wartości $S_{raż E_1}$ względnej płaszczyzny pełnego rażenia celu bombami zrzuconymi z jednego samolotu.

- według danych: S_{b_E} i $S_{raż E1}$ wartości gęstości rażenia (trafienia) celu - K_b:

$$K_b = \frac{S_{b_E}}{S_{raż E_1}}$$

6.3.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to kolejno należy obliczyć:

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10% odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika charakteryzującego gęstość rażenia celu K_u = ?

- według danych: K_u, K_b i P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu:

$$N_{p_b} = \frac{K_u}{K_b \cdot P_{OPL}}$$

6.3.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to kolejno należy obliczyć:

- według danych: K_b, N i P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu - K_u = ?

$$K_u = K_b \cdot N \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości K_u z tab.6 zał.4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu - U = ?.

Wartość tę można także obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

gdzie:

e - liczba naturalna (podstawa logarytmu naturalnego) = 2.718...;

K_u - współczynnik charakteryzujący gęstość rażenia celu.

3.1.2. Ocena skuteczności uzbrojenia artyleryjskiego

3.1.2.1. Z wykorzystaniem jednego typu działek.

1. Dla danego typu działek oraz przewidywanego czasu trwania strzelania (1 - 1.5 s) określić sumaryczną płaszczyznę rażenia

$$S_{raż_p} = S_p \cdot n_p$$

gdzie:

S_p - płaszczyzna rażenia celu w nakazanym stopniu jednym pociskiem danego typu działka (tab.1 zał.4);

n_p - ilość pocisków wystrzelonych w czasie trwania serii (zależna od typu działka, ich ilości oraz czasu strzelania).

Ilość wystrzelonych pocisków w zależności od typu działka, ilości działek i czasu strzelania:

Typ i ilość działek / Czas strzelania	1xNR-30	2xNR-30	1xGSz	2xGSz	4xGSz
1 s	15	30	50	100	200
1.5 s	22	45	75	150	300

2. Według danych: H_M, H_{bezp} (tab.1 zał.4) i z wykresu rys.10, ustalić: D_{strz} - odległość rozpoczęcia strzelania oraz λ_N - kąt nurkowania podczas strzelania.

3. Dla przyjętych warunków strzelania zgodnie z wzorami normatywnymi obliczyć wartości uchyleń prawdopodobnych:

$$E_{y_p} = (D_{strz} \cdot 0.007) \cdot W_w \qquad [m]$$

$$E_{x_p} = \left(\frac{D_{strz} \cdot 0.007}{\sin\lambda_N} \right) \cdot W_w \qquad [m]$$

4. Według danych: $S_{raż_p}$, $E_{x_p} = E_y$ obliczyć względną płaszczyznę rażenia przyjętej serii pocisków:

$$S_{p_E} = \frac{S_{raż_p}}{E_{x_p} \cdot E_{y_p}}$$

5. Z tab.3 zał.4 według określonych wcześniej: typu działka, n_p i S_{p_E} odczytać współczynnik gęstości trafienia serii pocisków a = ?.

6. Względną poprawnioną płaszczyznę rażenia serią pocisków na wszystkie rodzaje obiektów w wypadku wykonywania OBL-1 należy obliczyć ze wzoru:

$$S_{p_E}^{`} = S_{p_E} \cdot a_p$$

Powyższy wzór należy stoswać również podczas OBL-2 do obiektów pojedynczych-małowymiarowych i powierzchniowych, natomiast na obiekty grupowe względną poprawnioną płaszczyznę rażenia serią pocisków obliczać ze wzoru:

$$S_{p_E}^{`} = \frac{S_{p_E} \cdot a_p}{n_c}$$

gdzie:

n_c - ilość celów elementarnych zwalczanego obiektu.

7. Dalsze obliczenia wykonuje się w zależności od rodzaju obiektu:

7.1. Na obiekty pojedyncze-małowymiarowe, w wypadku określania OBL-1 należy kolejno obliczać:

- względna sumaryczna płaszczyzna rażenia celu, w wypadku zastosowania jednego środka rażenia jest równa względnej poprawionej płaszczyźnie rażenia serią pocisków:

$$S_{raż E_{1p}} = S_{p_E}$$

- dla zakładanego (nakazanego) stopnia rażenia celu (zniszczenie - 60%, obezwładnienie - 20%, dezorganizacja - 10%) odczytać z tab.4 zał.4 potrzebną względną płaszczyznę rażenia celu - $S_{raż E_N} = ?$;

- według danych: $S_{raż E_N}$, $S_{raż E1_p}$ oraz P_{OPL} obliczamy potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu:

$$N_{p_p} = \frac{S_{raż E_N}}{S_{raż E1_p} \cdot P_{OPL}}$$

7.2. Na obiekty pojedyncze-małowymiarowe dla określania OBL-2 należy kolejno obliczać:

- według danych: S_{p_E}, N - ilość samolotów wyznaczonych do wykonania zadania oraz P_{OPL} - obliczać względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu seriami pocisków wystrzelonych z grupy samolotów wyznaczonych do wykonania zadania:

$$S_{raż\,E_{Np}} = N \cdot S_{p_E} \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości względnej sumarycznej płaszczyzny rażenia $S_{raż\,E_{Np}}$ z tab.4 zał.4 odczytać wartość prawdopodobieństwa rażenia celu $P_{raż} = ?$. Wartość $P_{raż}$ można też obliczyć z następującego wzoru:

$$P_{raż} = 1 - e^{-\frac{P}{\pi} \cdot S_{raż\,E_{Np}}}$$

gdzie:

e - liczba naturalna = 2.718...;

P - wartość prawdopodobieństwa gwarantowego;

$\pi = 3.14$;

$S_{raż\,E_{Np}}$ - względna sumaryczna płaszczyzna rażenia celu serią pocisków wystrzelonych z grupy samolotów.

7.3. W wypadku działań na obiekty powierzchniowe należy kolejno obliczać:

- względną płaszczyznę celu - $S_{C_{Ep}}$ według danych: S_c - obliczeniowej płaszczyzny celu, λ_N - kąta nurkowania podczas strzelania oraz E_{x_p}, E_{y_p} - uchyleń prawdopodobnych:

$$S_{C_{Ep}} = \frac{S_c \cdot \sin\lambda_N}{E_{x_p} \cdot E_{y_p}}$$

- dla określonego prawdopodobieństwa gwarantowanego $P_g = 0.8$ lub $P_g = 0.95$ i $S_{C_{EP}}$ z tab.4 zał. 4 odczytać wartość $S_{raż\,E1_p}$ -

względnej płaszczyzny pełnego rażenia celu seria pocisków wystrzelonych z jednego samolotu.

- według danych: S_{p_E} i $S_{raż_{E1_p}}$ - obliczyć wartości gęstości rażenia celu - K_p:

$$K_p = \frac{S_{p_E}}{S_{raż_{E1_p}}}$$

W zależności od rodzaju obliczeń kolejno wykonać:

7.3.1..W wypadku określania OBL-1:

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20% dezorganizacja U-10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu K_u = ?

- według danych: K_u, K_p i P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu serią pocisków:

$$N_{p_p} = \frac{K_u}{K_p \cdot P_{OPL}}$$

7.3..2. W wypadku określenia OBL-2:

- według danych: K_p, N i P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu - K_u:

$$K_u = K_p \cdot N \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości K_u z tab.6 zał.4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu - U = ?. Wartość tę można obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

7.4. W wypadku działań na obiekty grupowe:

7.4.1. Wykonując OBL-1 należy kolejno obliczyć:

- względną płaszczyznę celu - $S_{C_{Ep}}$ według danych: S_{p_E} i n_c - ilości elementarnych celów ze składu obiektu:

$$S_{C_{Ep}} = \frac{S_{pE}}{n_c}$$

- dla określonego prawdopodobieństwa gwarantowanego P_g=0.8 lub 0.95 i $S_{C_{Ep}}$ z tab.5 zał.4 odczytać wartość $S_{raż E1_p}$ - względnej płaszczyzny pełnego rażenia celu serią pocisków wystrzelonych z jednego samolotu;

- według danych: S_{p_E} i $S_{raż E1_p}$ - obliczyć wartość gęstości rażenia celu K_p:

$$K_p = \frac{S_{pE}}{S_{raż E1_p}}$$

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60% obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu K_u = ?;

- według danych: K_u, K_p i P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu serią pocisków:

$$N_{p_p} = \frac{K_u}{K_p \cdot P_{OPL}}$$

7.4.2. Wykonując OBL-2 należy kolejno obliczyć:

- względną płaszczyznę celu $S_{C_{Ep}}$ według danych: S_{p_E} i n_c - ilości elementarnych celów ze składu obiektu:

$$S_{C_{Ep}} = S_{p_E} \cdot n_c$$

- dla określonego prawdopodobieństwa gwarantowanego $P_g = 0.8$ lub 0.95 i $S_{C_{Ep}}$ z tab.5 zał.4 odczytać wartość $S_{raż_{E1_p}}$ względnej płaszczyzny pełnego rażenia celu serią pocisków wystrzelonych z jednego samolotu;

- według danych: S_{p_E} i $S_{raż_{E1_p}}$ - obliczyć wartość gęstości rażenia celu K_p:

$$K_p = \frac{S_{pE}}{S_{raż_{E1_p}}}$$

- według danych: K_p, N, P_{OPL} obliczamy współczynnik gęstości rażenia celu - K_u:

$$K_u = K_p \cdot N \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości K_u z tab.6 zał.4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu U = ?. Wartość tę można także obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

3.1.2.2. Z wykorzystaniem dwóch typów działek

Obliczenia należy wykonywać oddzielnie dla pierwszego i drugiego typu działek zgodnie z opisaną w pkt.3.1.2.1 metodyką do momentu określenia:

1. $S_{p_{1E}}$, $S_{p_{2E}}$ - względnej poprawionej płaszczyzny rażenia serią pocisków w przypadku wykonywania obliczeń na obiekty pojedyncze małowymiarowe, a następnie:

1.1.Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

1.1.1. Względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu należy obliczać ze wzoru:

$$S_{raż_{E1_p}} = S_{p_{1E}} + S_{p_{2E}}$$

1.1.2. Dla zakładanego (nakazanego) stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) z tab.4 zał.4 odczytać potrzebną względną płaszczyznę rażenia celu $S_{raż_{E_N}} = ?$.

1.1.3. Według danych $S_{raż_{E_N}}$, $S_{raż_{E1_p}}$ oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu:

$$N_{P_p} = \frac{S_{raż_{E_N}}}{S_{raż_{E1_p}} \cdot P_{OPL}}$$

1.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

1.2.1. Według danych: $S_{p_{1E}}$, $S_{p_{2E}}$, N i P_{OPL} obliczyć względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu seriami pocisków

wystrzelonych z samolotów grupy wyznaczonej do wykonania zadania:

$$S_{raż_{E_{N_p}}} = N \cdot (S_{p_{1E}}^{`} + S_{p_{2E}}^{`}) \cdot P_{OPL}$$

1.2.2. Dla obliczonej wartości względnej sumarycznej płaszczyzny rażenia $S_{raż_{E_{N_p}}}$ z tab.4 zał.4 odczytać wartość prawdopodobieństwa rażenia celu $P_{raż} = ?$. Wartość $P_{raż}$ można też obliczyć z następującego wzoru:

$$P_{raż} = 1 - e^{-\frac{P}{\pi} \cdot S_{raż_{E_{N_p}}}}$$

2. K_{p_1} i K_{p_2} - wartości gęstości rażenia celu serią pocisków działek obu typów w wypadku działań na obiekty powierzchniowe i grupowe należy określać następująco:

2.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

2.1.1. Dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu $K_u = ?$.

2.1.2. Według danych: K_u, K_{p_1}, K_{p_2} oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu serią pocisków wystrzelonych z obu typów działek:

$$N_{P_p} = \frac{K_u}{(K_{p_1} + K_{p_2}) \cdot P_{OPL}}$$

2.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

2.2.1. Według danych: N, K_{p_1}, K_{p_2} oraz P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu K_u:

$$K = N \cdot (K_{p_1} + K_{p_2}) \cdot P_{OPL}$$

2.2.2. Dla obliczonej wartości K_u, z tab.6 zał.4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu U = ?. Wartość tę można także obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

3.1.3. Ocena skuteczności uzbrojenia rakietowego

1. Dla danego typu niekierowanych rakiet lotniczych i ich ilości określić sumaryczną płaszczyznę rażenia salwą rakiet:

$$S_{raż_r} = S_r \cdot n_r$$

gdzie:

S_r - płaszczyzna rażenia celu w nakazanym stopniu jedną niekierowaną rakietą (tab.1 zał.4);

n_r - ilość niekierowanych rakiet odpalonych w jednej salwie.

2. Według danych: H_M, H_{bezp} (tab.1 zał.4) i z wykresu rys.10 ustalić D_{odp} (odległość odpalenia rakiet) oraz λ_N (kąt nurkowania podczas odpalania niekierowanych rakiet).

3. Dla przyjętych warunków strzelania, zgodnie z wzorami normatywnymi obliczyć wartości uchyleń prawdopodobnych:

$$E_{x_r} = (D_{odp} \cdot 0.009) \cdot W_{WP}$$

$$E_{y_r} = \left(\frac{D_{odp} \cdot 0.009}{\sin\lambda_N} \right) \cdot W_{WP}$$

4. Według danych: $S_{raż_r}$, E_{x_r}, E_{y_r} obliczyć względną płaszczyznę rażenia przyjętej do obliczeń salwy niekierowanych rakiet:

$$S_{r_E} = \frac{S_{raż_r}}{E_{x_r} \cdot E_{y_r}}$$

5. Z tab.3 zał.4 według określonych wcześniej: typu rakiet, n_r i S_{r_E} odczytać współczynnik gęstości trafienia salwą niekierowanych rakiet a_r = ?.

6. Względną poprawioną płaszczyznę rażenia salwą niekierowanych rakiet na wszystkie rodzaje obiektów w wypadku wykonywania OBL-1 obliczać ze wzoru:

$$S_{r_E}' = S_{r_E} \cdot a_r$$

Powyższy wzór stosuje się również podczas OBL-2, do obiektów pojedynczych - małowymiarowych i powierzchniowych, natomiast na obiekty grupowe, względną poprawioną płaszczyznę rażenia salwą niekierowanych rakiet, obliczać ze wzoru:

$$S_{r_E} = \frac{S_{r_E} \cdot a_r}{n_c}$$

gdzie:

n_c - ilość celów elementarnych zwalczanego obiektu.

7. Dalsze obliczenia wykonuje się w zależności od rodzaju obiektu:

7.1. Na obiekty pojedyncze (małowymiarowe) - określając OBL-1 należy kolejno obliczać:

- względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu, która w wypadku zastosowania jednego środka rażenia jest równa względnej poprawionej płaszczyźnie rażenia salwy niekierowanych rakiet:

$$S_{raż_{E1_p}} = S_{r_E}$$

- dla zakładanego (nakazanego) stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) odczytać z tab.4 zał.4 potrzebną względną płaszczyznę rażenia celu $S_{raż_{E_N}} = ?$.

- według danych: $S_{raż_{E_N}}$, $S_{raż_{E1}}$ oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu:

$$N_{P_r} = \frac{S_{raż_{E_N}}}{S_{raż_{E1_r}} \cdot P_{OPL}}$$

7.2. Na obiekty pojedyncze (małowymiarowe) - określając OBL-2 należy kolejno obliczać:

- według danych: S_{r_E}, N (ilość samolotów wyznaczonych do wykonania zadania) oraz P_{OPL} obliczać względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu salwą niekierowanych rakiet odpalonych z grupy samolotów wyznaczonej do wykonania zadania:

$$S_{raż_{E_{N_r}}} = N \cdot S_{r_E} \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości względnej sumarycznej płaszczyzny rażenia $S_{raż_{E_{Nr}}}$ z tab.4 zał. 4 odczytać wartość prawdopodobieństwa rażenia celu $P_{raż} = ?$. Wartość $P_{raż}$ można też obliczyć według znanego wzoru:

$$P_{raż} = 1 - e^{-\frac{P}{\pi} \cdot S_{raż_{E_{N_r}}}}$$

7.3. W wypadku wykonywania działań na obiekty powierzchniowe kolejno obliczać:

- względną płaszczyznę celu - $S_{C_{E_r}}$, według danych: S_C - obliczeniowej płaszczyzny celu; λ_N - kąta nurkowania pod czas odpalania niekierowanych rakiet, E_{x_r}, E_{y_r} - uchyleń prawdopodobnych:

$$S_{C_{E_r}} = \frac{S_C \cdot \sin \lambda_N}{E_{x_r} \cdot E_{y_r}}$$

- dla określonego prawdopodobieństwa gwarantowanego P_g=0.8 lub 0.95 i $S_{C_{E_r}}$ z tab.5 zał.4 odczytać wartość $S_{raż_{E1_r}}$ - względnej płaszczyzny pełnego rażenia celu salwą niekierowanych rakiet odpalonych z jednego samolotu.

- według danych: S_{r_E} i $S_{raż_{E1_r}}$ obliczyć wartość gęstości rażenia celu:

$$K_r = \frac{S_{r_E}}{S_{raż_{E1_r}}}$$

7.3.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu K_u = ?.

- według danych: K_u, K_r i P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu salwą niekierowanych rakiet:

$$N_{p_r} = \frac{K_u}{K_r \cdot P_{OPL}}$$

7.3.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- według danych: K_r, N i P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu K_u:

$$K_u = K_r \cdot N \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości K_u z tab.6 zał.4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu U = ?. Wartość tę można też obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

7.4. W wypadku działań na obiekty grupowe:

7.4.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- względną płaszczyznę celu $S_{C_{Er}}$ obliczyć ze wzoru według danych: S_{r_E} i n_c (ilość elementarnych celów zwalczanego obiektu):

$$S_{C_{r_E}} = \frac{S_{r_E}}{n_c}$$

- dla określonego prawdopodobieństwa gwarantowanego P_g=0.8 lub 0.95 i S_{C_r} z tab.5 zał.4 odczytać wartość $S_{raż E1_r}$ (względnej płaszczyzny pełnego rażenia) celu salwą niekierowanych rakiet odpalonych z jednego samolotu.

- według danych: S_{r_E}, $S_{raż E1_r}$ - obliczyć wartość gęstości rażenia celu - K_r:

$$K_r = \frac{S_{r_E}}{S_{raż E1_r}}$$

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładanienie U=20%, dezorganizacja U=10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu K_u = ?.

- według danych: K_u, K_r i P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu salwą niekierowanych rakiet:

$$N_{p_r} = \frac{K_u}{K_r \cdot P_{OPL}}$$

7.4.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- względną płaszczyznę celu $S_{C_{Er}}$ obliczyć według danych: S_{r_E} i n_c (ilość elementarnych celów ze składu zwalczanego obiektu):

$$S_{C_{Er}} = S_{r_E} \cdot n_c$$

- dla określonego prawdopodobieństwa gwarantowanego P_g=0.8 lub 0.95 z tab.5 zał.4 odczytać wartość $S_{raż_{E1_r}}$ (względnej płaszczyzny pełnego rażenia celu salwą niekierowanych rakiet odpalonych z jednego samolotu.

- według danych: S_{r_E}, $S_{raż_{E1_r}}$ obliczyć wartość gęstość rażenia celu - K_r:

$$K_r = \frac{S_E}{S_{raż_{E1_r}}}$$

- według danych: K_r, N i P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu - K_u:

$$K_u = K_r \cdot N \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości K_u z tab. 6 zał. 4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu - U = ?. Wartość tę można także obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

3.1.4. Ocena skuteczności uzbrojenia mieszanego

3.1.4.1. Ocena skuteczności uzbrojenia bombowego i artyleryjskiego

Obliczenia wykonuje się oddzielnie dla ładunku bombowego i oddzielnie dla działek zgodnie z metodyką opisaną w pkt.3.1.1 i 3.1.2.do momentu określenia:

1. S'_{b_E} - względnej poprawionej płaszczyzny rażenia serią (salwą) bomb i S'_{p_E} - względnej poprawionej płaszczyzny rażenia serią pocisków w wypadku wykonywania obliczeń na obiekty pojedyncze (małowymiarowe), a następnie:

1.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu obliczyć ze wzoru:

$$S_{raż_{E1}} = S'_{b_E} \cdot S'_{p_E}$$

- dla zakładanego (nakazanego) stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) z tab.4 zał.4 odczytać potrzebną względną płaszczyznę rażenia celu $S_{raż_{EN}} = ?$.

- według danych: $S_{raż_{EN}}$, $S_{raż_{E1}}$ oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu:

$$N_p = \frac{S_{raż_{E_N}}}{S_{raż_{E_1}} \cdot P_{OPL}}$$

1.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- według danych: S_{b_E}, S_{p_E}, N i P_{OPL} obliczyć względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu serią (salwą) bomb i serią pocisków wystrzelonych z grupy samolotów wyznaczonej do wykonania zadania:

$$S_{raż_{E_N}} = N \cdot (S_{b_E} + S_{p_E}) \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej względnej sumarycznej płaszczyzny rażenia $S_{raż_{E_N}}$ z tab.4 zał.4 odczytać wartość prawdopodobieństwa rażenia celu $P_{raż}$ = ?. Wartość $P_{raż}$ można też obliczyć z następującego wzoru:

$$P_{raż} = 1 - e^{-\frac{P}{\pi} \circ S_{raż_{E_N}}}$$

2. K_b - wartość gęstości rażenia celu serią (salwą) bomb i K_p - wartość gęstości rażenia celu serią pocisków z działek, w wypadku wykonywania obliczeń na obiekty powierzchniowe i grupowe.

2.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja 10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu K_u = ?.

- według danych: K_u, K_b, K_p oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu serią (salwą) bomb i serią z działek:

$$N_p = \frac{K_u}{(K_b + K_p) \cdot P_{OPL}}$$

2.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- według danych: N, K_b, K_p oraz P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu:

$$K_u = N \cdot (K_b + K_p) \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości K_u z tab.6 zał.4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu - U = ?. Wartość tę można także obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

3.1.4.2. Ocena skuteczności uzbrojenia bomobwego i rakietowego

Obliczenia wykonuje się oddzielnie dla ładunku bombowego i oddzielnie dla niekierowanych rakiet zgodnie z metodyką opisaną w pkt. 3.1.1. i 3.1.3 do momentu określenia:

1. S_{b_E} - względnej poprawionej płaszczyzny rażenia serią (salwą) bomb i S_{r_E} - względnej poprawionej płaszczyzny rażenia salwą niekierowanych rakiet w wypadku wykonywania obliczeń na obiekty pojedyncze (małowymiarowe), a następnie:

1.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- względną sumaryczną płaszczyznę rażenia obliczyć ze wzoru:

$$S_{raż_{E1}} = S_{b_E} + S_{r_E}$$

- dla zakładanego (nakazanego) stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%)

z tab.4 zał.4 odczytać potrzebną względną płaszczyznę rażenia celu $S_{raż_{E_N}}$ = ?.

- według danych: $S_{raż_{E_N}}$, $S_{raż_{E_1}}$ oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu:

$$N_p = \frac{S_{raż_{E_N}}}{S_{raż_{E_1}} \cdot P_{OPL}}$$

1.2.Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- według danych: S_{b_E}, S_{r_E}, N i P_{OPL} obliczyć względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu serią (salwą) bomb i salwą niekierowanych rakiet zastosowanych z grupy samolotów wyznaczonej do wykonania zadania:

$$S_{raż_{E_N}} = N \cdot (S_{b_E} \cdot S_{r_E}) \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości względnej sumarycznej płaszczyzny rażenia $S_{raż_{E_N}}$ z tab.4 zał.4 odczytać wartość prawdopodobieństwa rażenia celu $P_{raż}$ = ? lub obliczyć ze wzoru:

$$P_{raż} = 1 - e^{-\frac{P}{\pi} \cdot S_{raż_{E_N}}}$$

2. K_b - wartość gęstości rażenia celu serią (salwą) bomb i K_r - wartość gęstości rażenia celu salwą niekierowanych rakiet, w wypadku wykonywania obliczeń na obiekty powierzchniowe i grupowe.

2.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu K_u = ?.

- według danych: K_u, K_b, K_r oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu serią (salwą) bomb i salwą niekierowanych rakiet:

$$N_p = \frac{K_u}{(K_b + K_r) \cdot P_{OPL}}$$

2.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- według danych: N, K_b, K_r oraz P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu:

$$K_u = N \cdot (K_b + K_r) \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości K_u z tab.6 zał.4 odczytać procentową wartość oczekiwanego uszkodzenia celu U = ? lub obliczyć ze wzoru:

$$U = 1 - e^{-K_u}$$

3.1.4.3. Ocena skuteczności uzbrojenia artyleryjsko-rakietowego

Obliczenia wykonuje się oddzielnie dla działek i oddzielnie dla niekierowanych rakiet zgodnie z metodyką opisaną w pkt. 3.1.2. i 3.1.3. do momentu określenia:

1. S_{p_E} - względnej poprawionej płaszczyzny rażenia serią z działek i S_{r_E} - względnej poprawionej płaszczyzny rażenia salwą niekierowanych rakiet w wypadku wykonywania obliczeń na obiekty pojedyncze (małowymiarowe), a następnie:

1.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu obliczyć ze wzoru:

$$S_{raż_{E_1}} = S_{p_E} + S_{r_E}$$

-dla zakładanego (nakazanego) stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) z tab.4 zał.4 odczytać potrzebną względną płaszczyznę rażenia celu $S_{raż_{E_N}} = ?$.

- według danych: $S_{raż_{E_1}}$, $S_{raż_{E_N}}$ oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu:

$$N_p = \frac{S_{raż_{E_N}}}{S_{raż_{E_1}} \cdot P_{OPL}}$$

1.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- według danych: S_{p_E}, S_{r_E}, N i P_{OPL} obliczyć względną sumaryczną płaszczyznę rażenia celu serią z działek i salwą niekierowanych rakiet wystrzelonych (odpalonych) z grupy samolotów wyznaczonej do wykonania zadania:

$$S_{raż_{E_N}} = N \cdot (S_{p_E} \cdot S_{r_E}) \cdot P_{OPL}$$

- dla obliczonej wartości względnej sumarycznej płaszczyzny rażenia $S_{raż_{E_N}}$ z tab.4 zał.4 odczytać wartość prawdopodobieństwa rażenia celu $P_{raż}$ lub obliczyć ze wzoru:

$$P_{raż} = 1 - e^{-\frac{P}{\pi} \cdot S_{raż_{E_N}}}$$

2. K_p - wielkość rażenia celu serią z działek i K_r - wielkość gęstości rażenia celu salwą niekierowanych rakiet, w wypadku wykonywania obliczeń na obiekty powierzchniowe i grupowe:

2.1. Jeżeli wykonuje się OBL-1 to:

- dla założonego stopnia rażenia celu (zniszczenie U=60%, obezwładnienie U=20%, dezorganizacja U=10%) odczytać z tab.6 zał.4 wielkość współczynnika gęstości rażenia celu K_u = ?.

- według danych: K_u, K_p, K_r oraz P_{OPL} obliczyć potrzebną ilość samolotów do rażenia celu w nakazanym stopniu serią z działek i salwą niekierowanych rakiet:

$$N_p = \frac{K_u}{(K_p + K_r) \cdot P_{OPL}}$$

2.2. Jeżeli wykonuje się OBL-2 to:

- według danych: N, K_p, K_r i P_{OPL} obliczyć współczynnik gęstości rażenia celu:

$$K_u = N \cdot (K_p + K_r) \cdot P_{OPL}$$

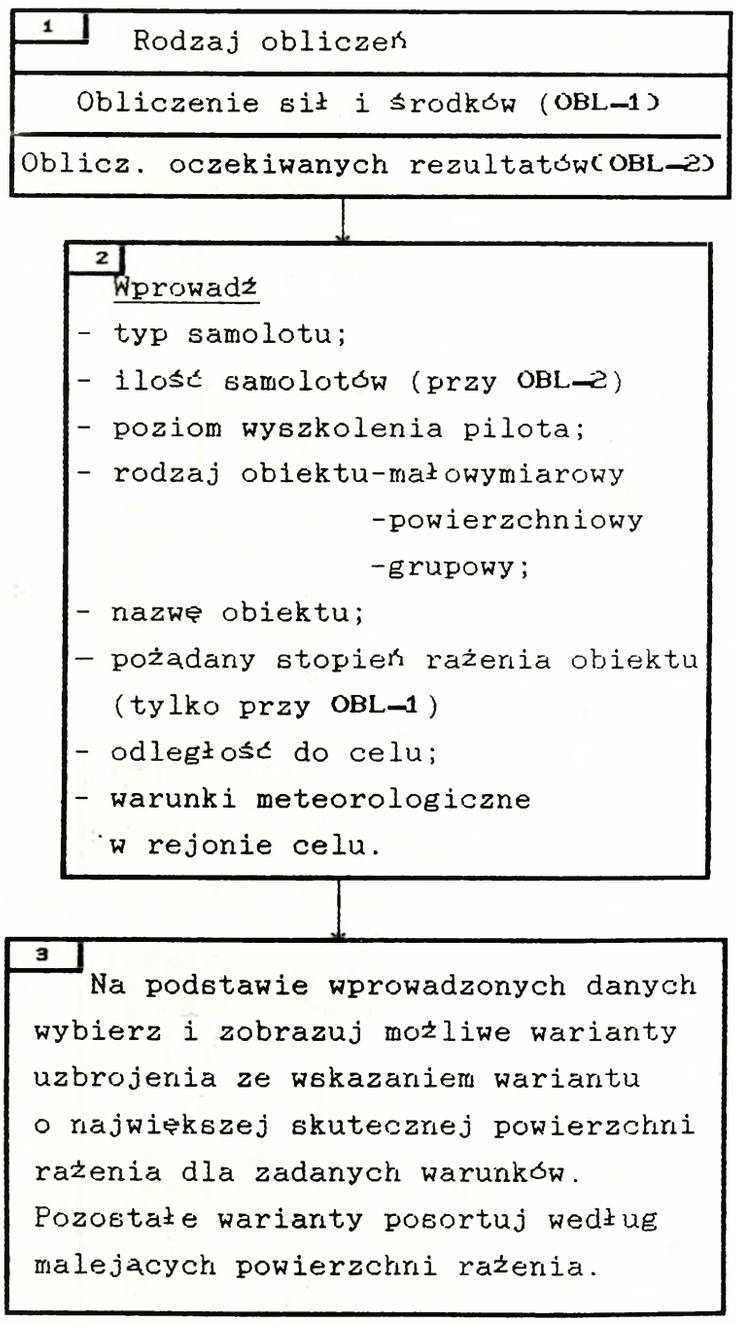
- dla obliczonej wartości K_u z tab.6 zał.4 odczytać procentwą wartość oczekiwanego uszkodzenia celu U = ? lub obliczyć ze wzoru:

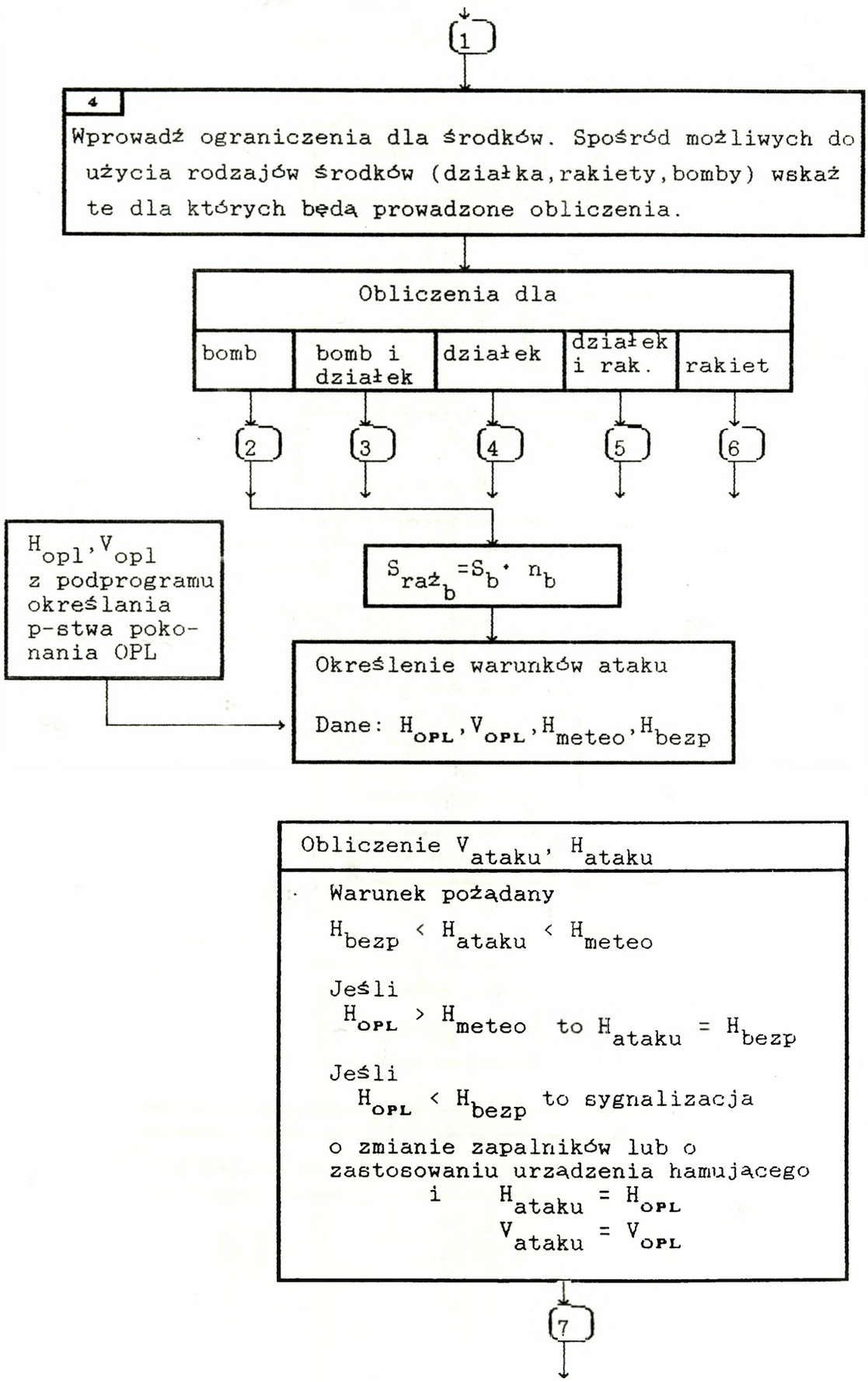
$$U = 1 - e^{-K_u}$$

Zbiorczy algorytm programowania skuteczności uzbrojenia samolotów myśliwsko-bombowych przedstawiono na rysunku 29.

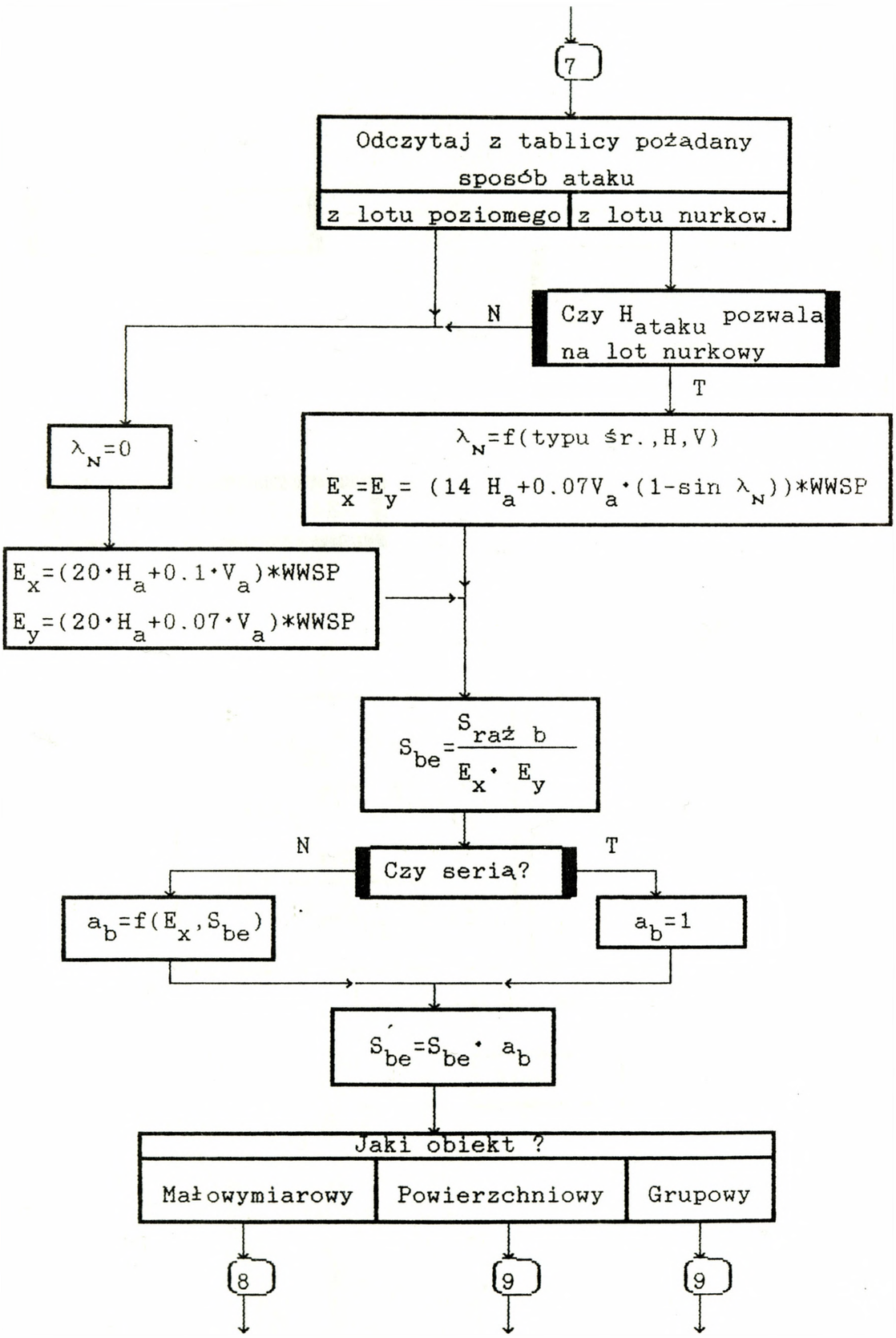
Przedstawione oceny skuteczności bojowej samolotów myśliwsko-bombowych dotyczą tylko uzbrojenia niekierowanego, gdyż skuteczność kierowanych środków rażenia określana jest empirycznie dla każdego typu bomby czy rakiety kierowanej i wyrażana w postaci prawdobodobieństwa rażenia określonego obiektu.

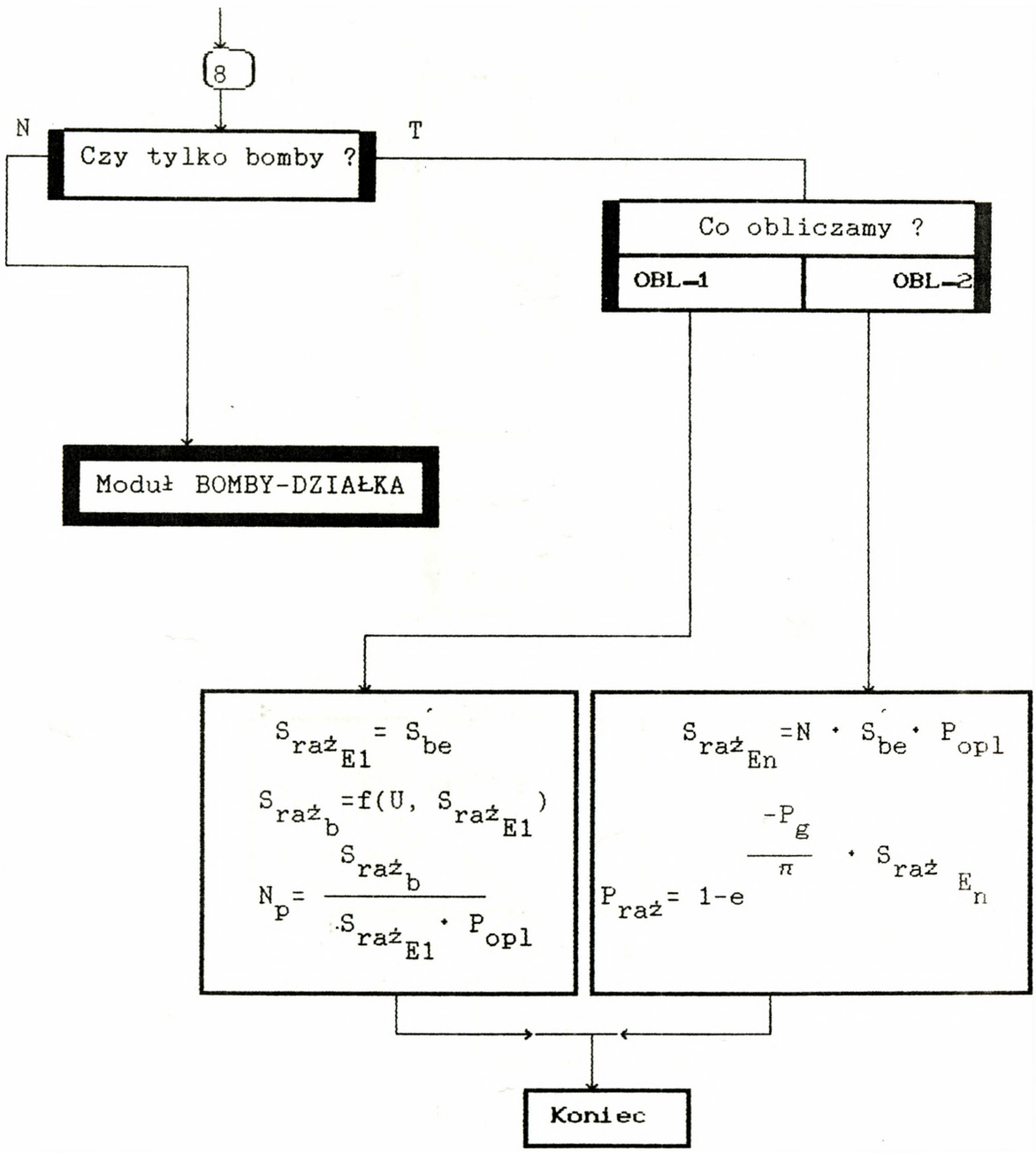
Rys.29. Algorytm programowania skuteczności uzbrojenia samolotów

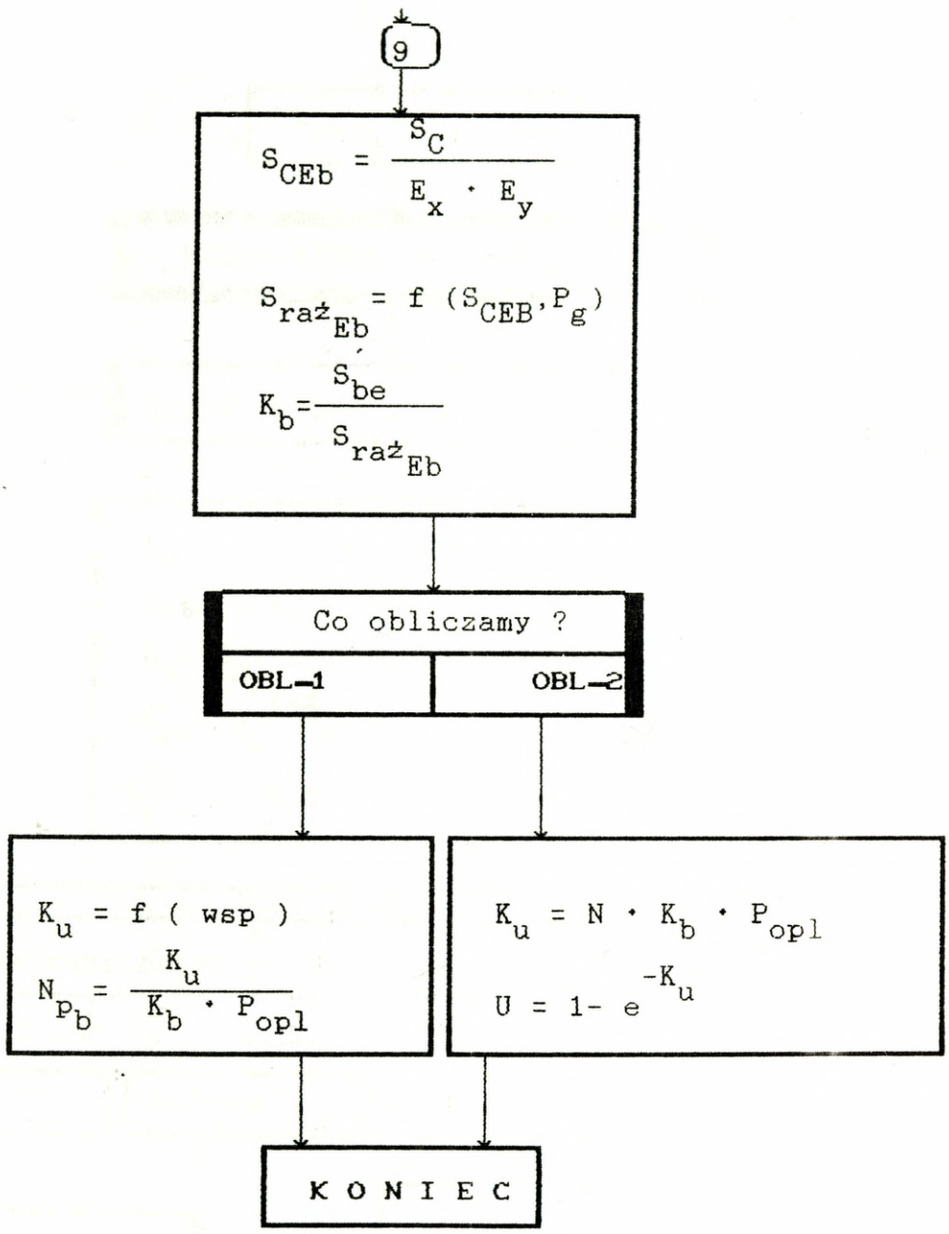


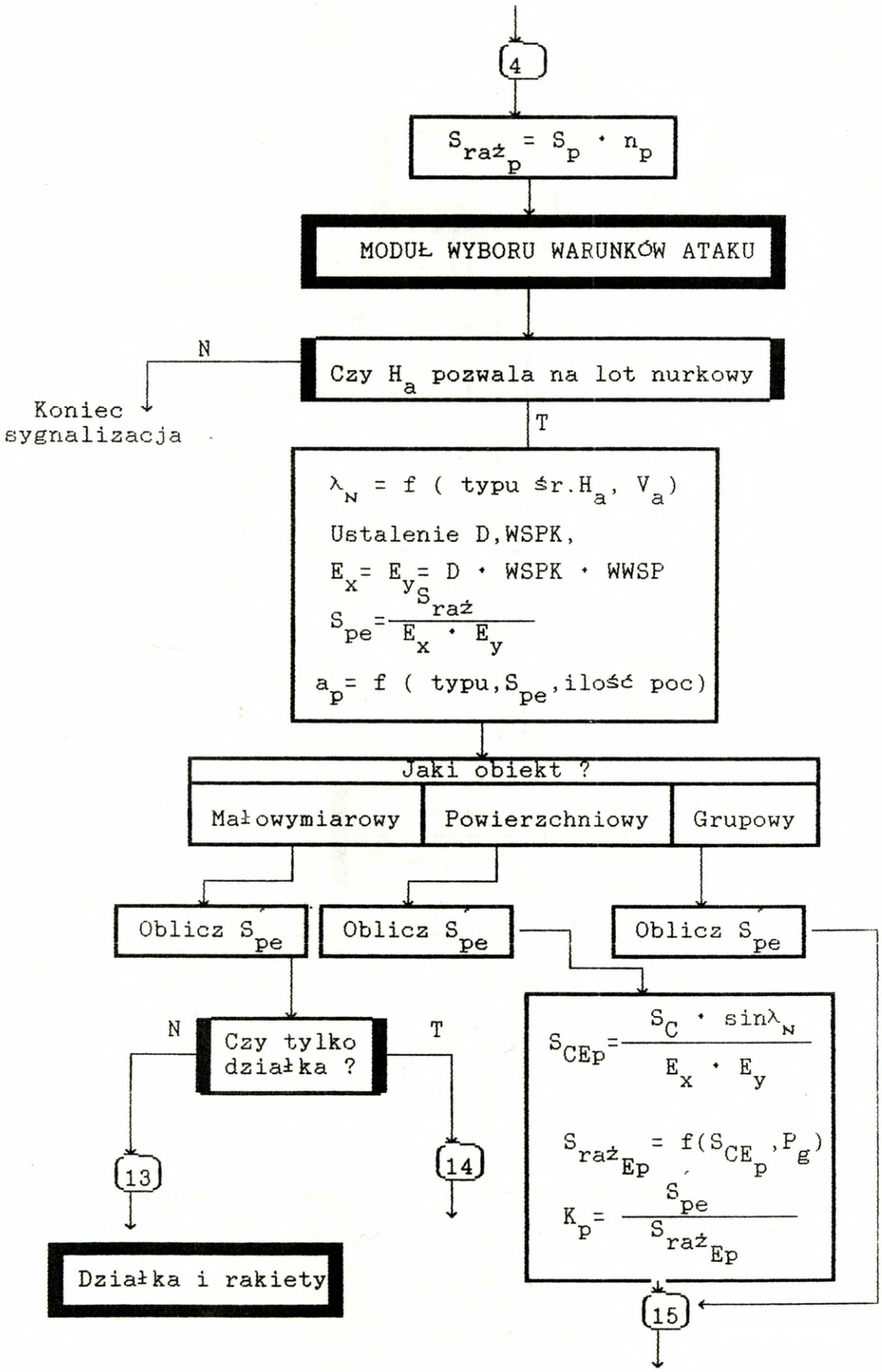


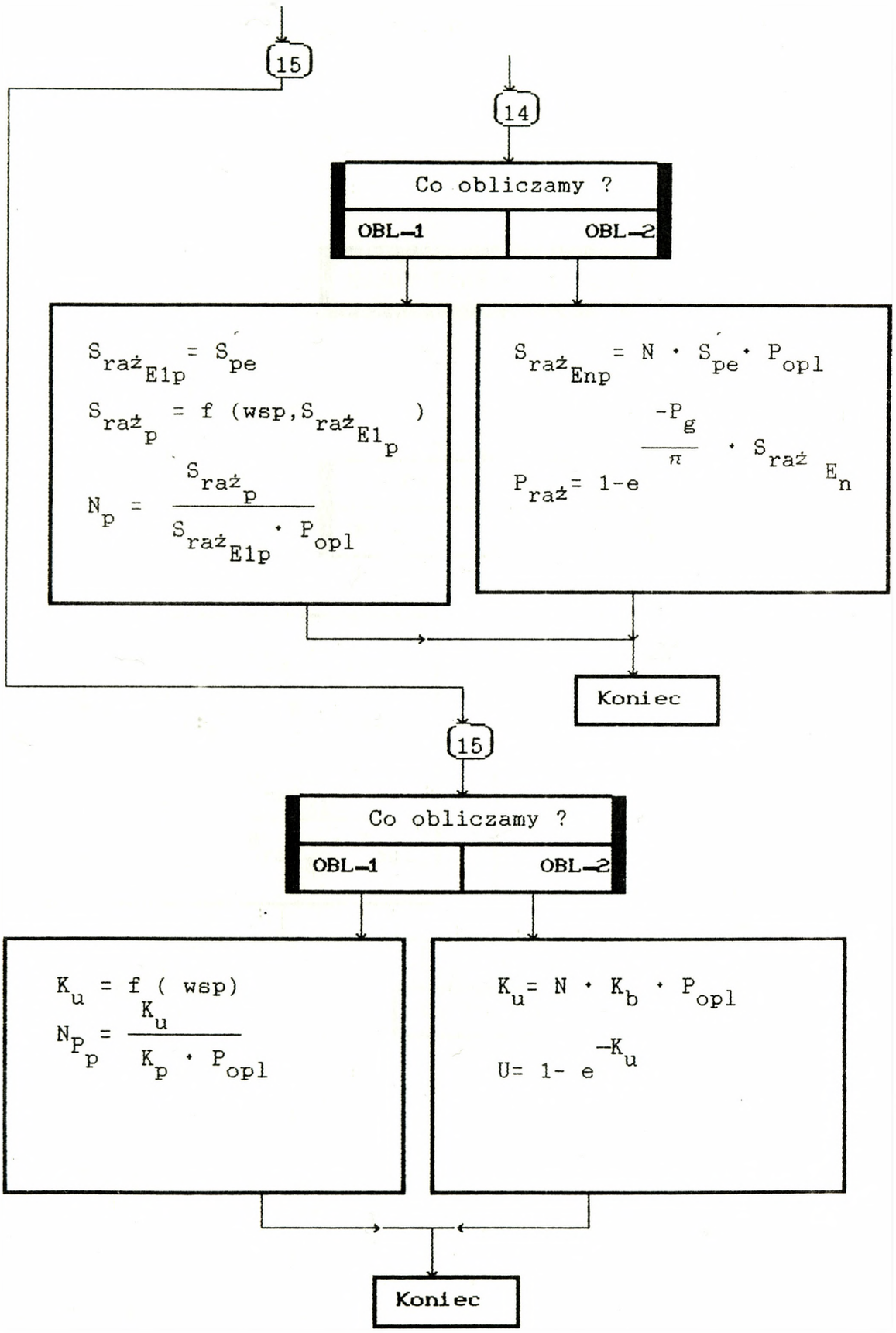
MODUŁ WYBORU WARUNKÓW ATAKU

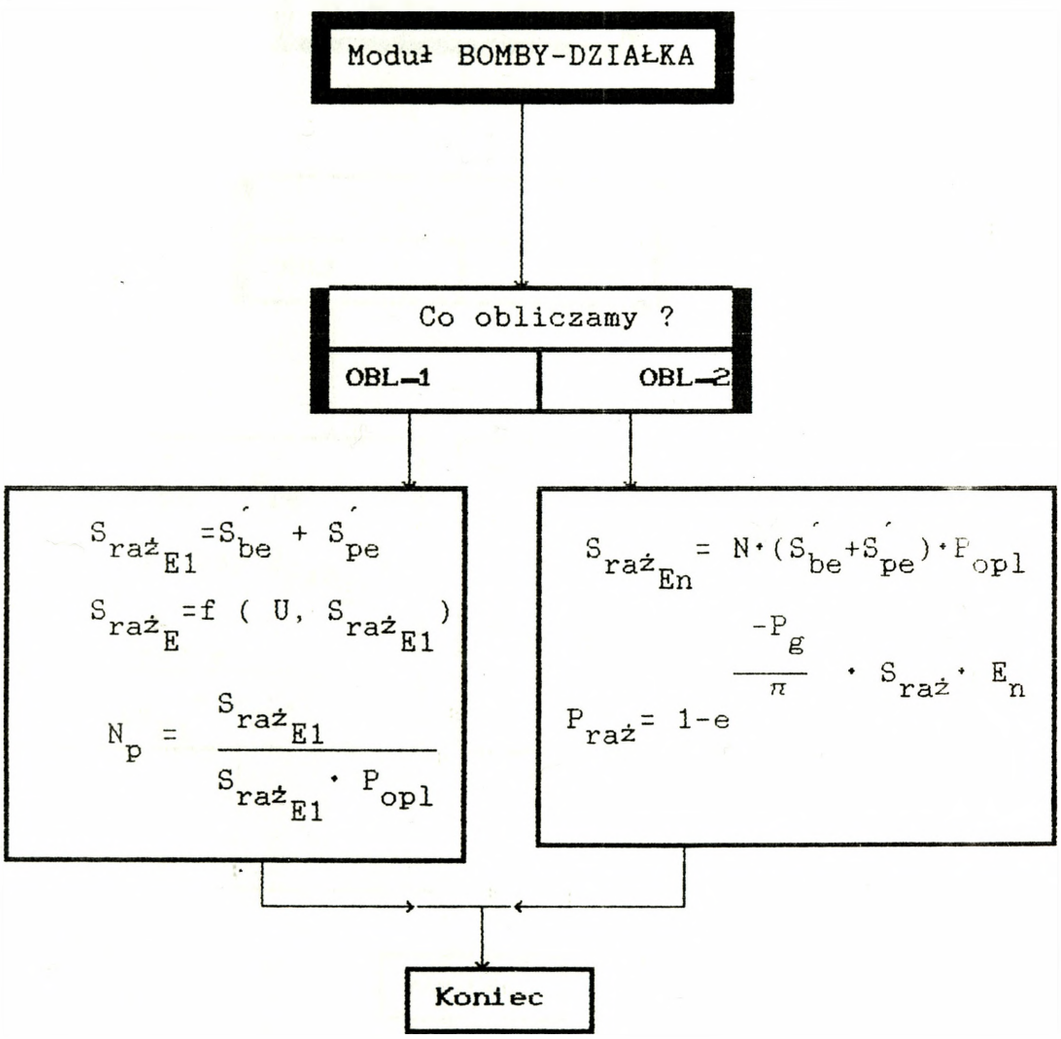

7
Odczytaj z tablicy pożądany sposób ataku
z lotu poziomego
z lotu nurkow.
N
Czy H ataku pozwala na lot nurkowy
T
λN=0
λN=f(typu śr.,H,V)
Ex=Ey= (14 Ha+0.07Va•(1-sin λN))*WWSP
Ex=(20•Ha+0.1•Va)*WWSP
Ey=(20•Ha+0.07•Va)*WWSP
Sbe=S raż b / Ex• Ey
N
Czy seria?
T
ab=f(Ex,Sbe)
ab=1
S'be=Sbe• ab
Jaki obiekt ?
Małowymiarowy
Powierzchniowy
Grupowy
8
9
9

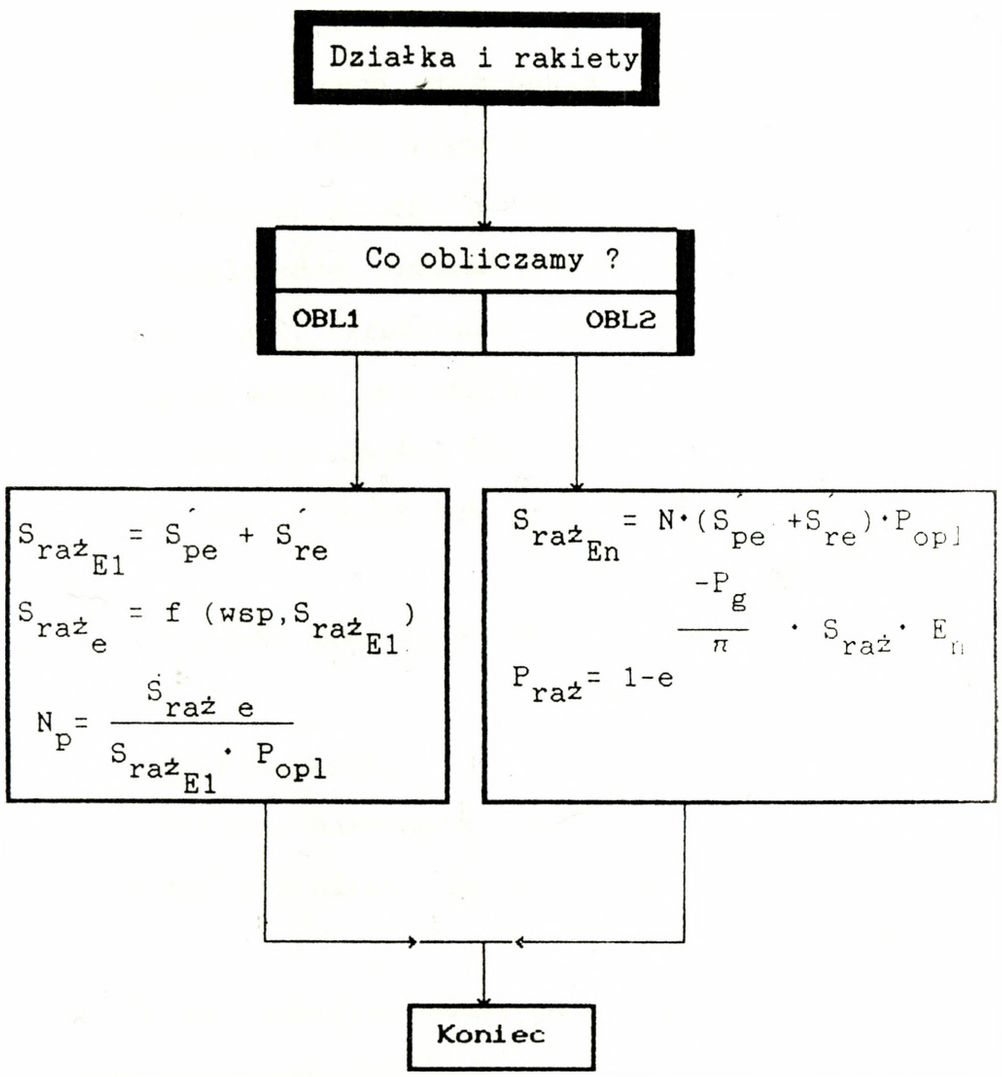

8
N
Czy tylko bomby ?
T
Co obliczamy ?
OBL-1
OBL-2
Moduł BOMBY-DZIAŁKA
$S_{raż_{E1}} = S_{be}$
$S_{raż_b} = f(U, S_{raż_{E1}})$
$N_p = \frac{S_{raż_b}}{S_{raż_{E1}} \cdot P_{opl}}$
$S_{raż_{En}} = N \cdot S_{be} \cdot P_{opl}$
$P_{raż} = 1 - e^{\frac{-P_g}{\pi} \cdot S_{raż\ E_n}}$
Koniec


9
$S_{CEb} = \frac{S_C}{E_x \cdot E_y}$
$S_{raż_{Eb}} = f\ (S_{CEB}, P_g)$
$K_b = \frac{S_{be}}{S_{raż_{Eb}}}$
Co obliczamy ?
OBL–1
OBL–2
$K_u = f\ (\ wsp\ )$
$N_{p_b} = \frac{K_u}{K_b \cdot P_{opl}}$
$K_u = N \cdot K_b \cdot P_{opl}$
$U = 1 - e^{-K_u}$
K O N I E C


4
$S_{raż_p} = S_p \cdot n_p$
MODUŁ WYBORU WARUNKÓW ATAKU
N
Czy H_a pozwala na lot nurkowy
Koniec sygnalizacja
T
$\lambda_N = f$ (typu śr.H_a, V_a)
Ustalenie D,WSPK,
$E_x = E_y = D \cdot WSPK \cdot WWSP$
$S_{pe} = \frac{S_{raż}}{E_x \cdot E_y}$
$a_p = f$ (typu,S_{pe},ilość poc)
Jaki obiekt ?
Małowymiarowy
Powierzchniowy
Grupowy
Oblicz S_{pe}
Oblicz S_{pe}
Oblicz S_{pe}
N
Czy tylko działka ?
T
13
14
Działka i rakiety
$S_{CEp} = \frac{S_C \cdot \sin\lambda_N}{E_x \cdot E_y}$
$S_{raż_{Ep}} = f(S_{CE_p}, P_g)$
$K_p = \frac{S_{pe}}{S_{raż_{Ep}}}$
15


15
14
Co obliczamy ?
OBL–1
OBL–2
$S_{raż_{E1p}} = S_{pe}$
$S_{raż_p} = f(wsp, S_{raż_{E1_p}})$
$N_p = \frac{S_{raż_p}}{S_{raż_{E1p}} \cdot P_{opl}}$
$S_{raż_{Enp}} = N \cdot S_{pe} \cdot P_{opl}$
$P_{raż} = 1 - e^{\frac{-P_g}{\pi} \cdot S_{raż\ E_n}}$
Koniec
15
Co obliczamy ?
OBL–1
OBL–2
$K_u = f(wsp)$
$N_{P_p} = \frac{K_u}{K_p \cdot P_{opl}}$
$K_u = N \cdot K_b \cdot P_{opl}$
$U = 1 - e^{-K_u}$
Koniec


Moduł BOMBY-DZIAŁKA
Co obliczamy ?
OBL-1
OBL-2
$S_{raż_{E1}} = S'_{be} + S'_{pe}$
$S_{raż_E} = f(U, S_{raż_{E1}})$
$N_p = \frac{S_{raż_{E1}}}{S_{raż_{E1}} \cdot P_{opl}}$
$S_{raż_{En}} = N \cdot (S'_{be} + S'_{pe}) \cdot P_{opl}$
$P_{raż} = 1 - e^{\frac{-P_g}{n} \cdot S_{raż} \cdot E_n}$
Koniec


Działka i rakiety
Co obliczamy ?
OBL1
OBL2
$S_{raż_{E1}} = S'_{pe} + S'_{re}$
$S_{raż_e} = f\ (wsp, S_{raż_{E1}})$
$N_p = \frac{S_{raż\ e}}{S_{raż_{E1}} \cdot P_{opl}}$
$S_{raż_{En}} = N \cdot (S'_{pe} + S'_{re}) \cdot P_{opl}$
$\frac{-P_g}{\pi} \cdot S_{raż} \cdot E_n$
$P_{raż} = 1-e$
Koniec

3.2. PROGRAMOWANIE TRAS I WARUNKÓW LOTU

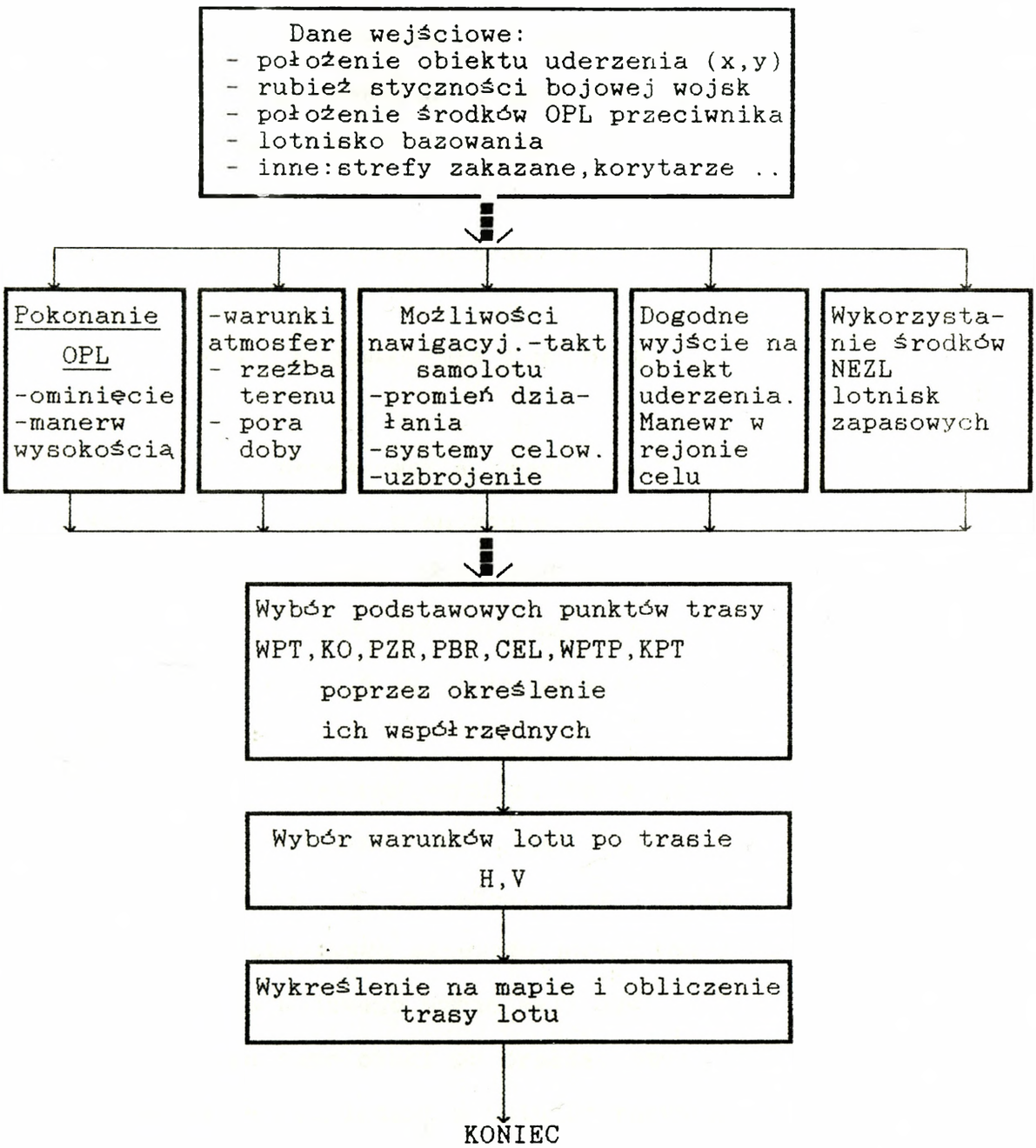
Pod pojęciem programowania tras i warunków lotu należy rozumieć całokształt czynności zmierzających do określenia takich warunków ruchu samolotu w przestrzeni i czasie oraz kolejnych ich zmian, których utrzymanie podczas lotu zapewni największe prawdopodobieństwo wykonania zadania.

Dokonana w rozdziale drugim analiza podstawowych wymogów jakie winno się uwzględniać podczas wyboru tras i warunków lotu stanowi podstawę do określenia wejściowych danych do programowania. Zatem winny one obejmować:

- przebieg rubieży styczności bojowej wojsk;
- dyslokację stacji radiolokacyjnych systemu wykrywania przeciwnika;
- dyslokację środków ogniowych systemu obrony przeciwlotniczej przeciwnika;
- położenie obiektów ataku;
- dyslokację lotnisk bazowania, zapasowych itp.;
- dyslokację środków elektronicznego naziemnego zabezpieczenia lotów;
- możliwości nawigacyjno-taktyczne samolotów, dla których przewiduje się programowanie tras;
- prognozowane warunki atmosferyczne oraz porę doby.

Algorytm programowania trasy i warunków lotu przedstawia rysunek 30.

Efektem końcowym komputerowego programowania trasy i warunków lotu winno być:



Rys.30. Algorytm programowania trasy lotu

- wybranie podstawowych punktów trasy: WPT, KO, PZK, PBR, WPTP, KPT[1/] oraz określenie ich współrzędnych topograficznych niezbędnych do programowania komputerów pokładowych samolotów;

- ustalenie warunków lotu (wysokości i prędkości) po trasie i w rejonie obiektu ataku;

- wykreślenie i obliczenie trasy lotu.

3.3. PROGRAMOWANIE MANEWROWANIA SAMOLOTÓW

Z definicji manewrowania samolotów[2/] wynika, że ich podstawowym celem jest planowanie zmiany położenia samolotu (grupy) względem innych samolotów lub obiektów naziemnych. Zmiany te są zależne od sytuacji nawigacyjno-taktycznej, warunków atmosferycznych, a także od właściwości lotno-taktycznych samolotów.

Z powyższych stwierdzeń wynika, że w działaniach lotnictwa wykonanie manewru samolotem jest jednym z ważniejszych elementów decydujących o efektywności wykonywanych zadań bojowych. Do podstawowych manewrów samolotów mających wpływ na wykonanie zadania bojowego można zaliczyć:

- manewrowanie samolotami po trasie lotu;

- manewrowanie samolotami w celu sformowania i rozformowania ugrupowań bojowych.

Rozwiązanie tych właśnie zadań determinuje efektywne i bezpieczne działanie lotnictwa w każdych warunkach atmosferycznych.

[1/] Objaśnienia poszczególnych skrótów zawarto w w punkcie 2.2.

[2/] Patrz punkt 2.3.

3.3.1. Programowanie formowania ugrupowań bojowych (zbiórek)

Manewrowanie samolotów w celu sformowania ugrupowania bojowego do wykonania postawionego zadania nazywane jest w literaturze lotniczej zbiórką. Sposób wykonania zbiórki zależy od ilości zbierających się samolotów, warunków atmosferycznych, sytuacji nawigacyjno-taktycznej itp. W zwykłych warunkach atmosferycznych, to znaczy pod chmurami, podstawowymi sposobami formowania ugrupowań bojowych stosowanymi w lotnictwie myśliwsko-bombowym będzie zbiórka metodą dopędzania (rys.19) lub metodą zakrętu o 180^{o} (rys.20).

a) Parametry zbiórki metodą dopędzania

1. Czas startu grupy jest zależny od ilości samolotów w grupie "n" oraz od przerwy czasowej między startującymi samolotami Δt_{st}. Przerwy między startującymi samolotami Δt_{st} są zależne od poziomu wyszkolenia pilotów, technicznych możliwości lotniska oraz warunków zachowania bezpieczeństwa w trakcie wykonywania startu samolotów. Doświadczalnie ustalono, że w lotnictwie myśliwsko-bombowym Δt_{st} mieści się w przedziale 20-40 s. Zatem czas startu grupy ($t_{st.gr}$) oblicza się wg wzoru:

$$t_{st.gr} = \Delta t_{st} \cdot (n-1) \quad [s]$$

2. Czas zwierania grupy samolotów - t_{zw}:

$$t_{zw} = \frac{V_{pr} \cdot t_{st.gr}}{\Delta V} \quad [s]$$

gdzie:

V_{pr} - prędkość prowadzącego grupę samolotów [m/s];

ΔV - różnica prędkości między prowadzącym grupę samolotów, a prowadzonymi [m/s].

3. Ogólny czas zbiórki grupy samolotów - t_{zb}:

$$t_{zb} = t_{wzn} + t_{zw} + t_{st.gr} \quad [s]$$

gdzie:

t_{wzn} - czas wznoszenia się samolotów na określoną wysokość zbiórki (zał.5 tab.23).

4. Długość rejonu zbiórki - D_{zb}:

$$D_{zb} = V_n \cdot t_{zw} \cdot S_{wzn} \quad [km]$$

gdzie:

V_n - prędkość ostatniego samolotu dopędzającego z grupy [m/s];

S_{wzn} - przebyta droga samolotu w czasie wznoszenia (zał. 5 tab.23).

b) Parametry zbiórki metodą zakrętu o 180°

1. Czas startu grupy samolotów oblicza się analogicznie jak w metodzie dopędzania to znaczy:

$$t_{stgr} = \Delta t_{st} \cdot (n-1) \quad [s]$$

gdzie:

Δt_{st} - odstęp czasowy między startami pojedynczych samolotów (par) [s];

n - liczba samolotów (par) startujących.

2. Czas lotu prowadzącego grupę samolotów od startu do momentu wykonania zakrętu o 180^{o} - t_{pr}:

$$t_{pr} = t_{wzn} + \frac{t_{st.gr}}{2} \quad [s]$$

gdzie:

t_{wzn} - czas wznoszenia się samolotów na określoną wysokość zbiórki (zał.5 tab.23).

3. Czas wytrzymania n-tego samolotu prowadzonego w grupie w stosunku do samolotu prowadzącego - t_{w}:

$$t_{w} = \frac{\Delta t_{st} \cdot (n-1)}{2} \quad [s]$$

4. Ogólny czas zbiórki grupy samolotów - t_{zb}:

$$t_{zb} = t_{wzn} + t_{st.gr} + t_{180^{o}} \quad [s]$$

gdzie:

$t_{180^{o}}$ - czas zakrętu o 180^{o}. Wartości czasu zakrętu o 180^{o} zależne od prędkości (V) oraz kąta przechylenia (β) podano w zał.6.

5. Długość zbiórki grupy samolotów - D_{zb}:

$$D_{zb} = S_{wzn} + V_{zb} \cdot \frac{t_{st.gr}}{2} + R \quad [km]$$

gdzie:

S_{wzn} - przebyta droga samolotu w czasie wznoszenia (zał.5 tab.23);

R - promień zakrętu. Wartość promienia zakrętu R w zależności od prędkości (V) kąta przechylenia (β) podano w zał.6.

Przy minimalnych warunkach atmosferycznych, to znaczy przy podstawie chmur 400 metrów i widzialności 5 km, formowanie grup samolotów może odbywać się omówionymi poprzednio metodami (dopędzania lub zakrętu o 180°). Kiedy jednak dolna podstawa chmur i widzialności są mniejsze od minimalnych, wówczas formowanie grup samolotów odbywa się nad chmurami. Jedną z podstawowych metod sformowania ugrupowania nad chmurami jest zbiórka grupy na pętli przed dalszą radiolatarnią (rys.21).

c) Parametry zbiórki grupy samolotów na pętli nad chmurami

1. Bezpieczny odstęp czasowy między startującymi samolotami - Δt_{bezp}:

$$\Delta t_{bezp} = \frac{2 \cdot \delta_V \cdot t_{przeb}}{Vrz} \quad [s]$$

gdzie:

δ_V - dopuszczalny błąd w utrzymaniu prędkości lotu samolotów zgodnie z normami programu szkolenia lotniczego;

t_{przeb} - czas przebijania chmur $t_{przeb} = \frac{h}{V_z}$ (h - grubość chmur, V_z - prędkość pionowa samolotu);

V_{rz} - prędkość rzeczywista przebijania chmur [m/s].

2. Czas startu grupy samolotów - $t_{st.gr}$:

$$t_{st.gr} = \Delta t_{bezp} \cdot (n-1) \quad [s]$$

3. Czas lotu prowadzącego grupę samolotów od startu do momentu wykonania zakrętu o 180° - t_{pr}:

$$t_{pr} = t_{wzn} + \frac{t_{stgr}}{2} + 30 \quad [s]$$

gdzie:

t_{wzn} - czas wznoszenia się samolotów na określoną wysokość zbiórki nad chmurami (zał.5 tab.23);

30 - czas bezpieczny w sekundach.

4. Czas wytrzymania n-tego samolotu prowadzonego w stosunku do samolotu prowadzącego - t_w:

$$t_w = \frac{\Delta t_{bezp} \cdot (n-1)}{2} \quad [s]$$

5. Czas zbiórki grupy samolotów - t_{zb}:

$$t_{zb} = t_{wzn} + t_{stgr} + 60_s + t_{180} + t_{DRL} \quad [min]$$

gdzie:

t_{180} - czas zakrętu o 180°. Wartości czasu zakrętu o 180°, zależnie od prędkości (V) oraz kąta przechylenia (β) podano w zał.6;

t_{DRL} - czas lotu prowadzącego od momentu wykonania zakrętu o 180° do przelotu dalszej radiolatarni;

60_s - podwojona wartość czasu bezpiecznego.

6. Długość rejonu zbiórki - D_{zb}:

$$D_{zb} = S_{wzn} + \left[\frac{t_{stgr}}{2} + 30_s\right] \cdot V_{zb} + R \quad [km]$$

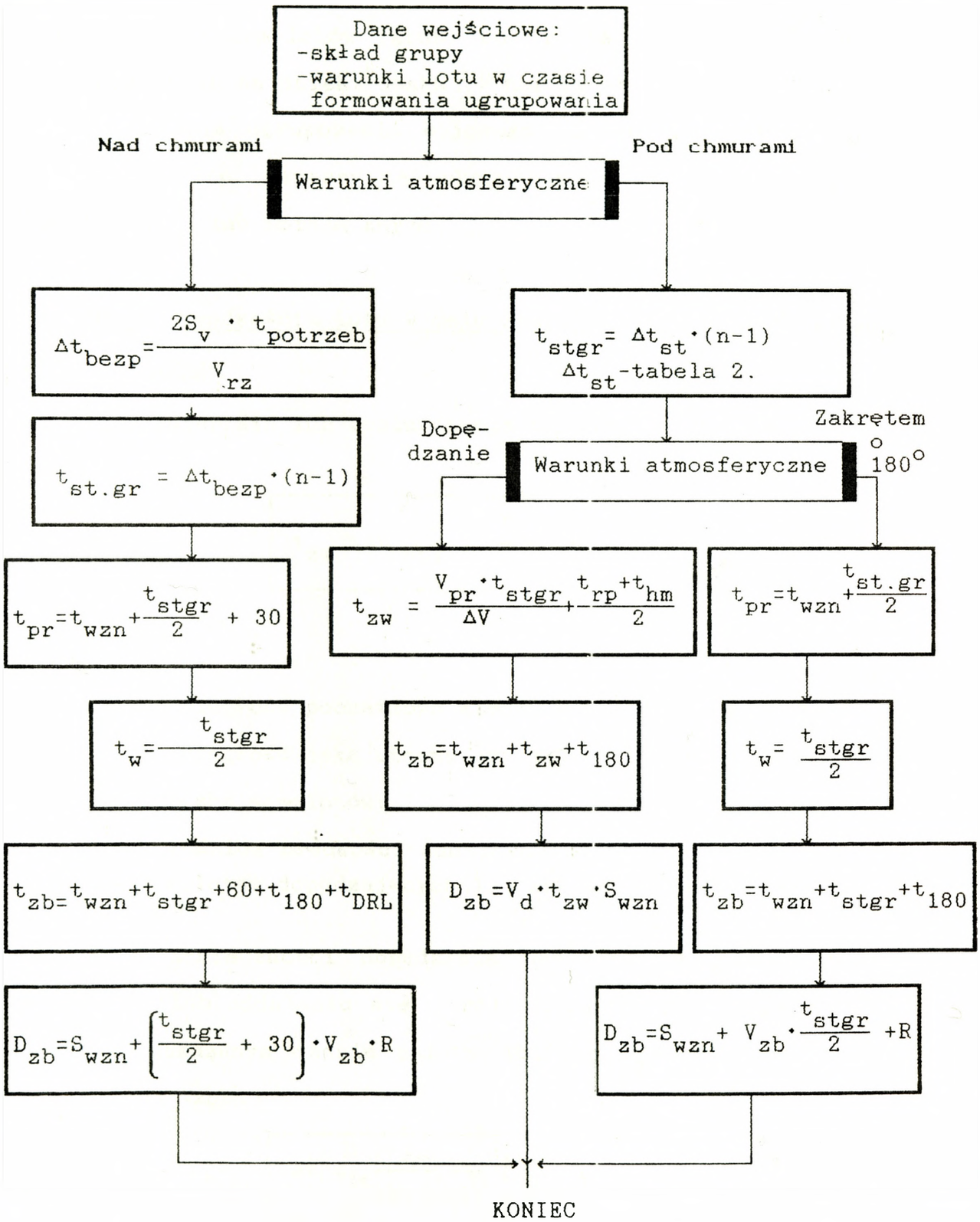
gdzie:

S_{wzn} - przebyta droga samolotu w czasie wznoszenia(zał 5. tab.23);

V_{zb} - określona prędkość zbiórki grupy samolotów;

R - promień zakrętu. Wartość promienia zakrętu R zależnie od prędkości (V) oraz kąta przechylenia (β) podano zał.6.

Algorytm formowania grup samolotów przedstawia rysunek 31.



Rys.31. Algorytm formowania grup samolotów

3.3.2. Programowanie manewrowania samolotów po trasie lotu

Manewrowanie samolotów (grup) po trasie lotu wykonuje się w celu przybycia na obiekt ataku w nakazanym czasie, zwierania lub rozluźniania ugrupowania bojowego, ominięcia niebezpiecznych rejonów itp. Manewry te wykonywane są w zasadzie zmianą prędkości lotu lub zmianą kursu.

a) Manewr prędkością lotu w celu zwarcia lub rozluźnienia ugrupowania bojowego

1. Czas zwierania lub rozluźniania ugrupowania bojowego.

$$t_{zw} = t_{rozl} = \frac{(d_1 - d_2) \cdot n}{\Delta V} \qquad [s]$$

gdzie:

d_1 - odległość początkowa między samolotami (grupami);

d_2 - odległość jaką chcemy uzyskać po wykonaniu manewru;

n - liczba samolotów;

ΔV - różnica prędkości samolotu (grupy) czołowego i samolotów dopędzających lub zwiększających odległość.

2. Przy konieczności dopędzania samolotu (grupy) lecącej w przodzie (lub oddalaniu się - rozluźnianiu) na ustaloną odległość w nakazanym czasie należy obliczyć potrzebną różnicę prędkości ze wzoru:

$$\Delta V = \frac{\Delta d}{t_{zw(rozl)}}$$

gdzie:

Δd - różnica odległości początkowej i nakazanej;

$t_{zw(rozl)}$ - nakazany czas zwierania (rozluźniania).

b) Manewr prędkościa lotu w celu przybycia nad obiekt ataku w nakazanym czasie

1. Potrzebną prędkość do przybycia nad obiekt w nakazanym czasie obliczamy ze wzoru:

$$V_{potrz} = \frac{S_{poz}}{t_{poz} \cdot 60} \quad [km/h]$$

gdzie:

S_{poz} - pozostała do wykonania manewru droga do celu [km];

t_{poz} - pozostały do wykonania manewru czas dolotu do celu [min].

c) Manewr kursem samolotu w celu przybycia nad obiekt ataku w nakazanym czasie

1. Czas lotu na odcinku po zmianie kursu:

1.1. Jeżeli kąt zakrętu jest równy 60°:

$$t_1 = \Delta t - 0.7 \cdot \frac{R}{V_r}$$

1.2. Jeżeli kąt zakrętu jest równy 45° to:

$$t_1 = 1.7 \cdot \Delta t - 0.53 \cdot \frac{R}{V_r}$$

gdzie:

Δt - nadwyżka czasu przybycia nad obiekt ataku [s];

R - promień zakrętu. Wartość promienia zakrętu R w zależności od prędkości (V) i kąta przechylenia (β) podano w zał.6.

V_{rz} - prędkość rzeczywista lotu po trasie.

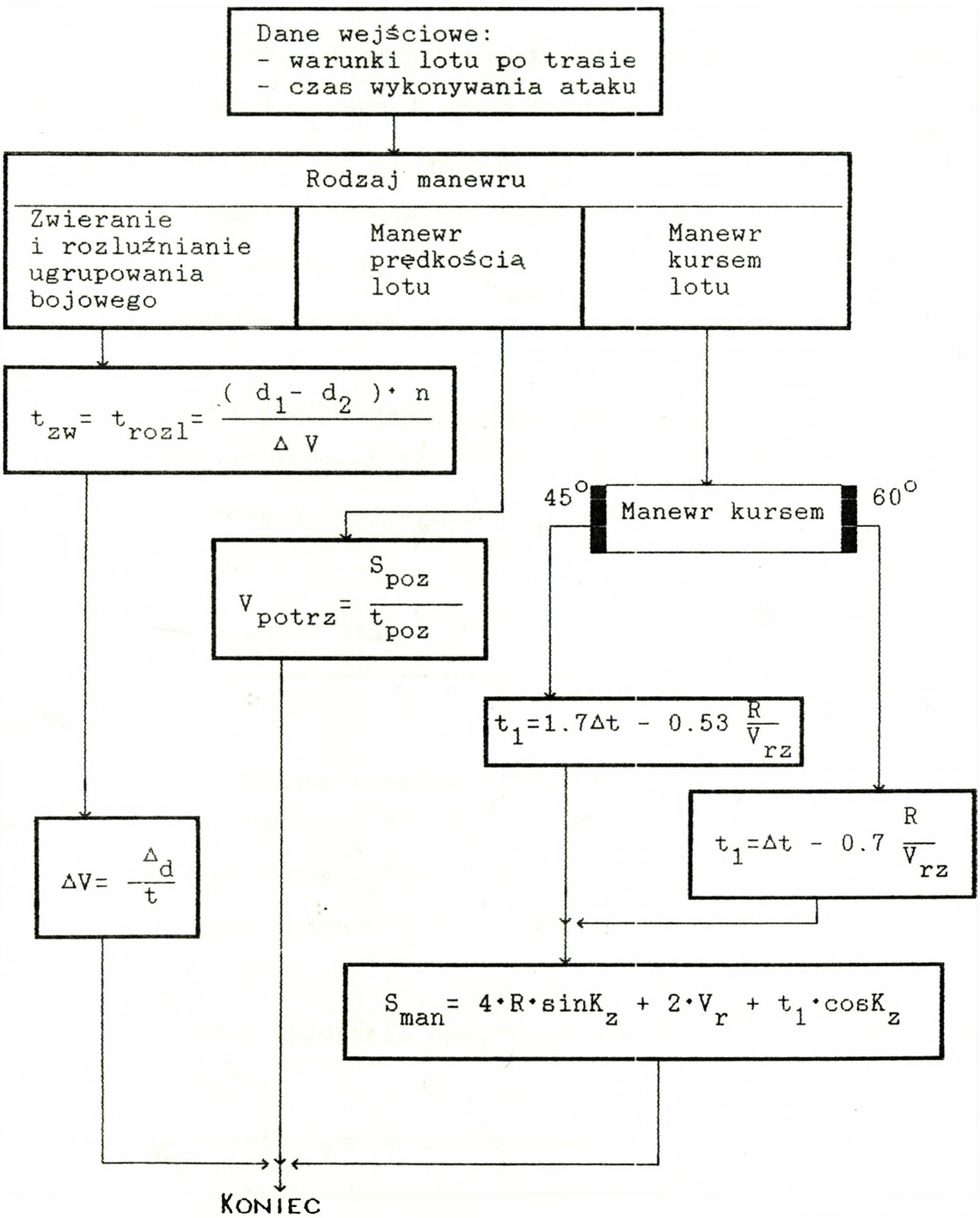
2. Drogę manewru oblicza się ze wzoru:

$$S_{man} = 4 \cdot R \cdot \sin K_z + 2 \cdot V_{rz} \cdot t_1 \cdot \cos K_z$$

gdzie:

K_z = kąt zakrętu o 60^o lub 45^o.

Algorytm manewrowania samolotów po trasie lotu przedstawia rysunek 32.



Rys.32. Algorytm manewrowania samolotu po trasie lotu

3.3.3. Programowanie rozformowania grup samolotów

Rozformowaniem - nazywamy manewr samolotów w celu rozluźnienia ugrupowania bojowego i stworzenia dogodnych oraz bezpiecznych warunków (odstępów) między lądującymi samolotami. Wybór sposobu rozformowania jest uzależniony od warunków atmosferycznych, kierunku dolotu do lotniska lądowania oraz ilości samolotów w ugrupowaniu bojowym.

a) Parametry rozformowania grup samolotów w zwykłych warunkach atmosferycznych - rozformowanie od trawersu lotniska

1. Czas lądowania rozformowanej grupy samolotów:

$$t_{ląd} = \Delta t_{ląd} \cdot (n-1) + t_3 + t_4 + t_{DRL}$$

gdzie:

$\Delta t_{ląd}$ - odstęp czasowy między kolejno lądującymi samolotami (40-60 s);

n - liczba samolotów w ugrupowaniu bojowym;

t_3 - czas wykonania trzeciego zakrętu (kąt zakrętu około 120°);

t_4 - czas wykonania czwartego zakrętu (kąt zakrętu około 60°);

t_{DRL} - czas przelotu odległości od dalszej radiolatarni lotniskowej do początku drogi startowej.

2. Długość rejonu rozformowania ugrupowania bojowego:

$$D_{rozf} = t_{rozf} \cdot V_{rozf} + R + S_{DRL}$$

gdzie:

V_{rozf} - prędkość samolotów podczas rozformowania;

R - promień zakrętu. Wartość promienia zakrętu R zależnie od prędkości (V) i kąta przechylenia (β) podano zał.6;

S_{DRL} - odległość dalszej radiolatarni lotniskowej od początku drogi startowej (ok. 4 km).

W trudnych warunkach atmosferycznych (nad chmurami) rozformowanie ugrupowania jest ściśle uzależnione od kierunku dolotu nad DRL, w związku z czym rozróżniamy rozformowanie na kursie przeciwnym do kierunku lądowania (rys.24) i na kursie zgodnym z kursem lądowania (rys.25).

b) Parametry rozformowania grup samolotów w trudnych warunkach atmosferycznych (nad chmurami)

1. Czas lądowania grupy samolotów:

1.1. Podczas dolotu do DRL na kursie przeciwnym do kursu lądowania:

$$t_{lad} = 2 \cdot t_1 + (n-1) \cdot \Delta t_{bezp} + t_{180} + 1min$$

1.2. Podczas dolotu do DRL z kursem zgodnym do kursu lądowania:

$$t_{lad} = 2 \cdot t_1 + (n-1) \cdot \Delta t_{bezp} + t_{360} + 1min$$

gdzie:

t_1 - czas lotu grupy na kursie przeciwnym do kursu lądowania;

Δt_{bezp} - bezpieczne odstępy czasowe między samolotami $\Delta t_{bezp} = \frac{2\delta_y \cdot t_{przeb}}{V_{rz}}$;

δ_y - dopuszczalny błąd w utrzymaniu prędkości lotu samolotów zgodnie z normami programu szkolenia lotniczego;

t_{przeb} - czas przebijania chmur w dół = $\frac{h}{V_z}$; h-grubość chmur [m], V_z- prędkość pionowa zniżania [m/s];

$t_{180(360)}$ - czas zakrętu. Wartości czasu zakrętu w zależności od prędkości (V) i kąta przechylenia (β) podano w zał.6.

2. Długość rejonu rozformowania grupy samolotów:

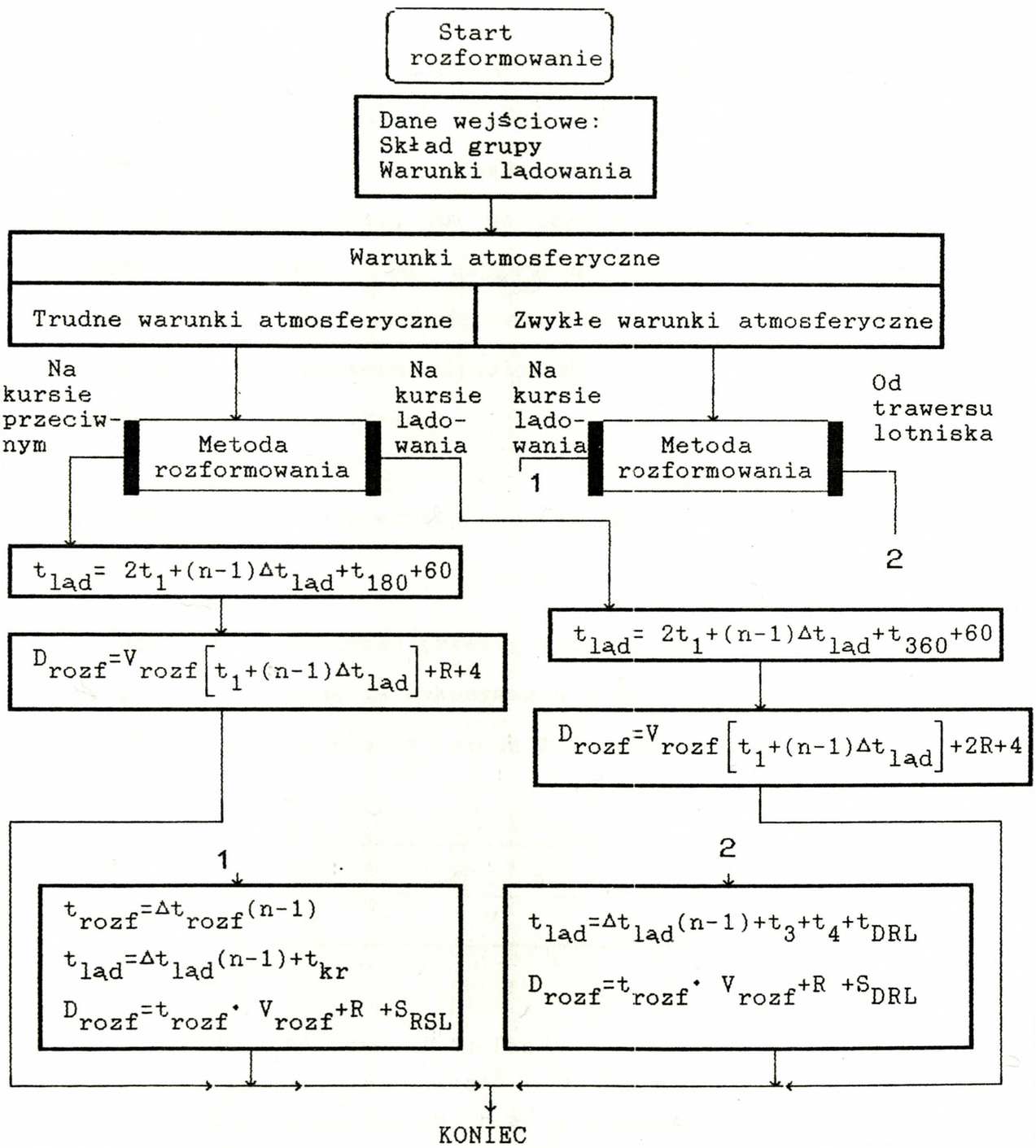
$$D_{rozf} = V_{rozf} \cdot [t_1 + (n-1) \cdot \Delta t_{bezp}] + R + 4km$$

gdzie:

V_{rozf} - prędkość samolotów podczas rozformowania;

R - promień zakrętu. Wartość promienia zakrętu R zależnie od prędkości (V) i kąta przechylenia (β) podano w zał.6.

Algorytm rozformowania grup samolotów przedstawia rysunek 33.



Rys.33. Algorytm rozformowania grup samolotów

3.4. PROGRAMOWANIE WARUNKÓW WYKONYWANIA ZADAŃ W NOCY

Zwiększony stopień trudności w wykonywaniu zadań przez lotnictwo myśliwsko-bombowe w nocy wymaga nie tylko dokładnego przygotowania pilotów, ale także rozwiązania wielu problemów zapewniających bezpieczny lot po trasie oraz skuteczne rażenie nakazanych obiektów. Do najistotniejszych z nich należy zaliczyć: określenie bezpiecznej przerwy czasowej między kolejno po sobie lecącymi samolotami i kalkulacje związane z oświetleniem obiektu ataku.

3.4.1. Określanie bezpiecznej przerwy czasowej między kolejnymi samolotami

Na wartość bezpiecznej przerwy czasowej wpływają następujące błędy powstałe w trakcie wykonywania lotu po trasie:

1. Błąd nieutrzymania prędkości rzeczywistej zgodnie z znakazaną:

$$t_V = \frac{\sqrt{2} \circ S}{V^2} \circ \delta_V$$

gdzie:

S - długość trasy lotu [km];

V - rzeczywista prędkość lotu [km/h];

δ_V - średni kwadratowy błąd w prędkości powietrznej lotu (funkcja błędów w utrzymaniu prędkości lotu przez pilota δ_{Vpil} i błędów prędkościomierza δ_{Vprz}) oblicza się ze wzoru:

$$\delta_V = \sqrt{\delta^2_{Vprz} + \delta^2_{Vpil}}$$

gdzie: $\delta_{Vprz} = 0.01\ (0.7V + 5H^2)$, przy czym prędkość lotu wyrażana jest w km/h, a wysokość w km;

$\delta_{Vpil} = \frac{\Delta V}{\sqrt{3}}$;

ΔV - błąd nieutrzymania prędkości lotu przez pilota określany empirycznie w zależności od poziomu wyszkolenia:

ΔV = 5 km/h - wyszkolenie bardzo dobre;

ΔV = 10 km/h - wyszkolenie dobre;

ΔV = 20 km/h - wyszkolenie dostateczne.

2. Błąd odchylenia się kolejnych samolotów od nakazanej linii drogi (błąd wydłużenia trasy lotu):

$$t_S = \frac{\delta_S}{V}$$

gdzie:

δ_S - możliwe zwiększenie drogi samolotu równe:

$\delta_S = S_{przeb} + S_{poz} - S_{nak}$;

S_{przeb} - przebyta droga przez samolot;

S_{poz} - pozostała droga do końca trasy lotu;

S_{nak} - nakazana (obliczona droga samolotu).

3. Błąd w określaniu miejsca rozpoczęcia zakrętu samolotu:

$$t_r = \frac{2r}{V} \circ \sin \frac{K_{nak}}{2}$$

gdzie:

r - średni kwadratowy błąd w określaniu miejsca rozpoczęcia zakrętów równy 250 m;

K_{nak} - nakazany kąt zakrętu samolotu.

4. Błąd powstały w trakcie wykonywania zakrętów samolotem:

$$t_R = \sqrt{2}\left(\delta_t - \frac{\delta_R \circ \sin K_{nak}}{V}\right)$$

gdzie:

δ_t - średni kwadratowy błąd w czasie wykonywania zakrętu powstały na skutek nieutrzymania prędkości lotu δt_V, kąta przechylenia δt_β i kąta zakrętu δt_{Knak} obliczać ze wzoru:

$$\delta_t = \sqrt{\delta_{t_V}^2 + \delta_{t_\beta}^2 + \delta_{t_{nak}}^2}$$

gdzie: $\delta_{t_V} = \frac{K_{nak}}{g \circ tg\beta} \circ \delta_V$;

$$\delta_{t_\beta} = \frac{V \circ K_{nak}}{g \circ \sin\beta} \circ \delta_\beta \ ;$$

$$\delta_{t_{nak}} = \frac{V}{g \circ tg\beta} \circ \delta_{K_{nak}} \ ;$$

δ_R - średni kwadratowy błąd w promieniu zakrętu powstały na skutek nieutrzymania prędkości lotu δ_{RV} oraz kąta przechylenia $\delta_{R\beta}$ obliczać ze wzoru:

$$\delta_R = \sqrt{\delta_{R_V}^2 + \delta_{R_\beta}^2}$$

gdzie: $\delta_{R_V} = \frac{2V}{g \circ tg\beta} \circ \delta_V$;

$$\delta_{R_\beta} = \frac{V^2}{g \circ \sin^2\beta} \circ \delta_\beta \ ;$$

$g = 9.81\ m/s^2$ - przyspieszenie siły ciężkości;

β - kąt przechylenia samolotu (°);

δ_V - średni kwadratowy błąd utrzymania prędkości lotu w czasie zakrętu określać tak jak w w pkt.1;

δ_β - średni kwadratowy błąd utrzymania kąta przechylenia samolotu w czasie wykonywania zakrętu (około 5^o).

5. Znając wartości możliwych do popełnienia błędów w czasie lotu po trasie określa się bezpieczną przerwę między kolejnymi samolotami ze wzoru:

$$t_{bezp} = 3\sqrt{t_V^2 + t_S^2 + t_r^2 + t_R^2}$$

Algorytm określania bezpiecznej przerwy czasowej przedstawia rysunek 34.

3.4.2. Określanie parametrów oświetlenia obiektów naziemnych

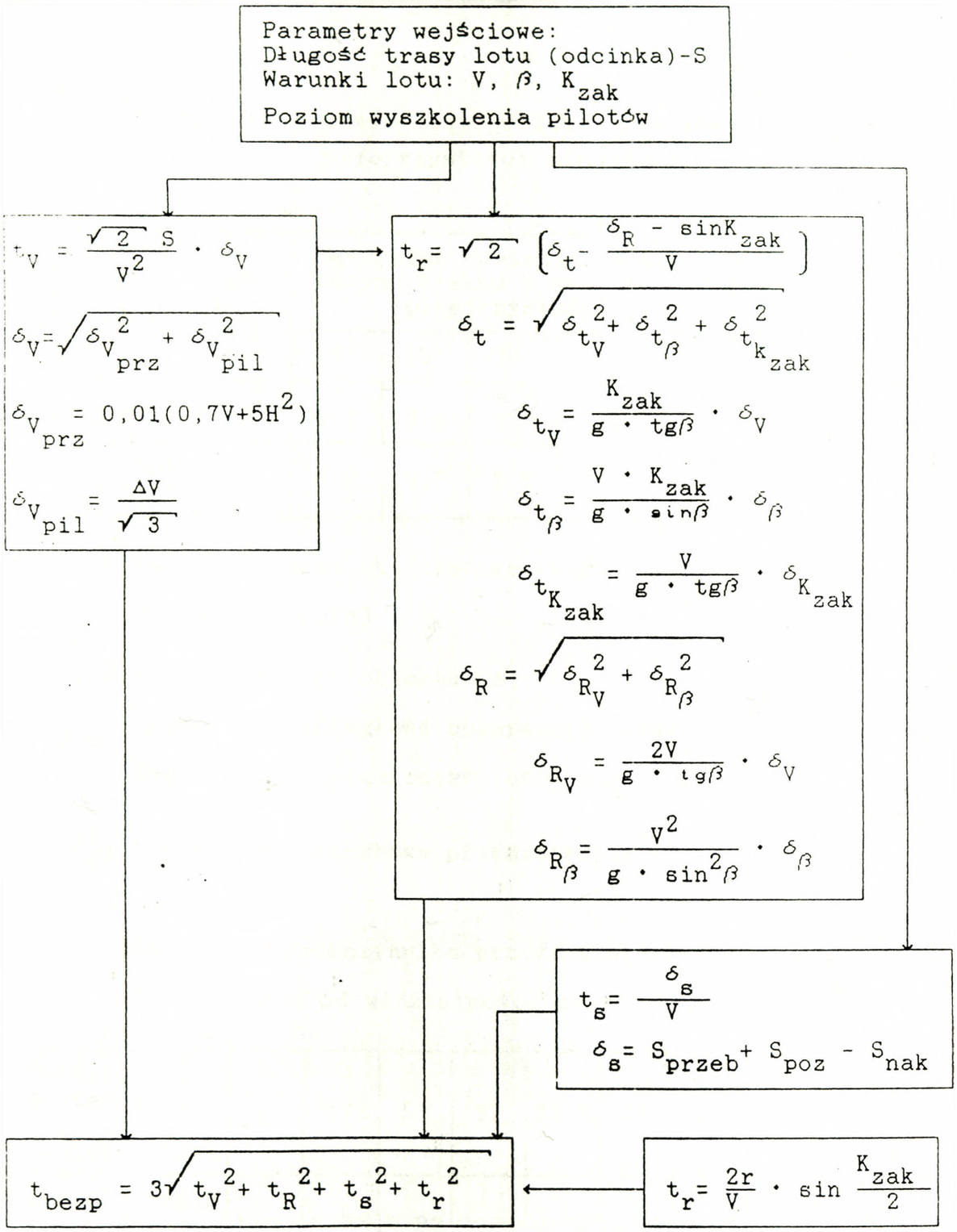
1. Potrzebne oświetlenie obiektu obliczać według wzoru:

$$E_p = E'_p \cdot \left(\frac{1}{\tau}\right)^{D_o} \quad [lx]$$

gdzie:

E_p - potrzebne oświetlenie obiektu z uwzględnieniem rzeczywistej przejrzystości atmosfery [lx];

E'_p - potrzebne oświetlenie obiektu dla absolutnej przejrzystości atmosfery [lx] jest zależne od kontrastu i wymiaru kątowego obiektu. Jego wartości liczbowe przedstawia tabela 10.



Rys.34. Algorytm określania bezpiecznej przerwy czasowej między kolejno za sobą lecącymi samolotami

Tabela 10

Potrzebne oświetlenie obiektu dla absolutnej przejrzystości atmosfery

Kontrastowość obiektu[1/]	Potrzebne oświetlenie przy wymiarze kątowym obiektu w warunkach absolutnej przejrzystości atmosfery						
	10′	15′	20′	30′	40′	50′	60′
Kontrastowy	1.1	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
Mało-kontrastowy	6.2	3.6	2.6	1.6	1.1	0.3	0.2

Wymiar kątowy obiektu obliczać ze wzoru:

$$\gamma = 3.5 * \frac{l}{D_o} \quad [\text{min}] ;$$

l - liniowy wymiar obiektu [m];

D_o - nachylona odległość obserwacji (wykrycia) obiektu [km];

τ - współczynnik przeźroczystości atmosfery (tab.11);

$(\frac{1}{\tau})^{D_o}$ - wartość liczbowa przedstawiona w zał.7.

Tabela 11

Wartości współczynnika przeźroczystości powietrza zależne od widzialności meteorologicznej

Widzialność meteorologiczna obiektów[km]	∞	178	50	37	23.2	20	17.5	14	11	10.1	9.1
współczynnik τ	1.00	0.98	0.92	0.90	0.85	0.82	0.80	0.75	0.70	0.68	0.65

[1/] Obiekty kontrastowe to: budynki murowane, stacje kolejowe, mosty, drogi bite, itp. Natomiast obiekty małokontrastowe to: czołgi, samoloty, uzbrojenie maskowane farbami ochronnymi.

2. Wysokość początku świecenia bomby oświetlającej:

$$h_{pś} = 500 + V_{op} \cdot t_{św} \quad [m]$$

gdzie:

500 - minimalna wykorzystywana wysokość świecenia bomby [m];

V_{op} - średnia prędkość opadania ognisk świecących bomby oświetlającej [m/s] - średnio 4-5 m/s;

$t_{św}$ - czas świecenia bomb oświetlających :

SAB-100MN - 450 s
SAB-100-90 - 360 s
SAB-250-200 - 360 s
SAB-500-350 - 450 s

3.Według wartości potrzebnego oświetlenia obiektu i wybranej wysokości początku świecenia, potrzebny promień oświetlonej powierzchni ziemi określić według wzoru:

$$r = 0.6 \cdot R_c + 4 \cdot E_{SAB} \quad \text{przy } R_c < 10\, E_{SAB}$$

$$r = R_c \quad \text{przy } R_c \geq 10\, E_{SAB}$$

gdzie:

R_c - promień oświetlanego obiektu [m];

E_{SAB} - uchylenie prawdopodobne bomb SAB obliczone według wzoru: $E_{SAB}=(12H_b + 0.1V_b) + 20 \cdot D$, gdzie D - wartość wyniesienia punktu celowania od środka obiektu.

4. Według danych r i U - prędkość wiatru [m/s] określić czas potrzebnego (efektywnego) oświetlenia:

$$t_{ośw.ef} = \frac{2r}{U} \quad [s]$$

5. Potrzebną ilość bomb do oświetlenia obiektu obliczyć ze wzoru:

$$N_{SAB} = \frac{E_p}{I_{SAB}}$$

gdzie: I_{SAB} - siła światła bomb oświetlających [cd]:

SAB-100MN - 4.0 cd
SAB-100-90 - 3.0 cd
SAB-250-200 - 8.0 cd
SAB-500-350 - 16.0 cd

6. Jeżeli zachodzi konieczność oświetlenia obiektu przez czas dłuższy niż czas świecenia bomby, należy wykonać kolejne zrzuty bomb w określonych odstępach czasowych obliczonych według wzoru:

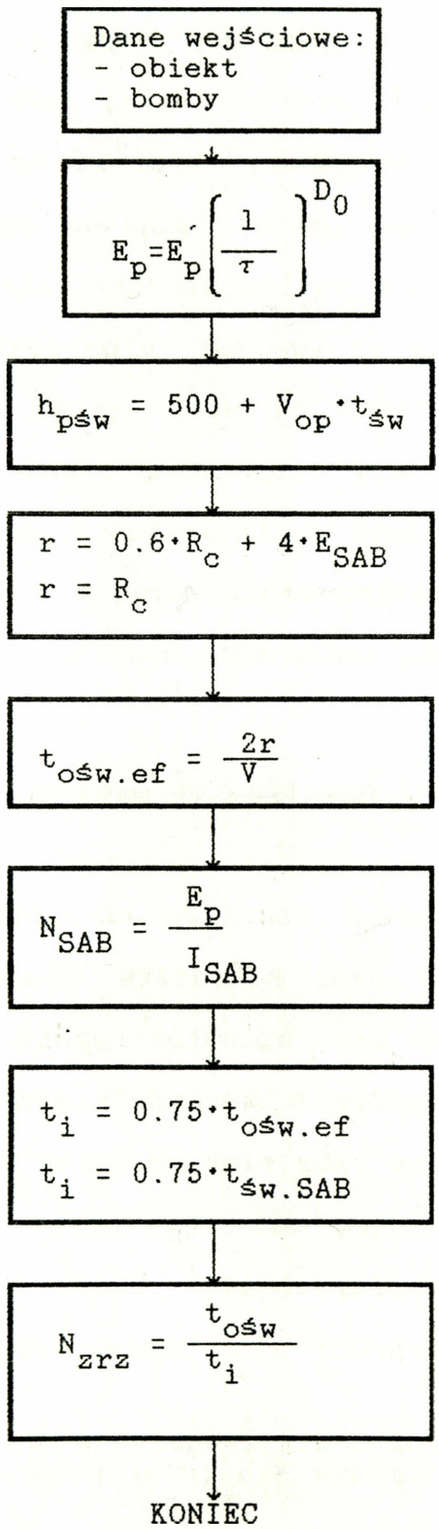
$$t_i = 0.75 \cdot t_{ośw.ef} \quad \text{gdy } t_{ośw.ef} < t_{św.SAB}$$

$$t_i = 0.75 \cdot t_{św.SAB} \quad \text{gdy } t_{ośw.ef} > t_{św.SAB}$$

7. Liczbę kolejnych zrzutów bomb oświetlających (N_{zrz}) potrzebną do oświetlenia obiektu w nakazanym czasie ($t_{ośw}$) obliczać ze wzoru:

$$N_{zrz} = \frac{t_{ośw}}{t_i}$$

Algorytm oświetlenia obiektów w nocy przedstawia rysunek 35.



Rys.35. Algorytm oświetlania obiektów w nocy

3.5. PROGRAMOWANIE OBLICZEŃ INŻYNIERYJNO-NAWIGACYJNYCH LOTU

Inżynieryjno-nawigacyjne obliczenia lotu, to określenie zużycia i pozostałości paliwa na poszczególnych etapach lotu, w zależności od profilu lotu, prędkości lotu, składu grupy i rodzaju wykonywanego zadania. Zatem, obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne obejmują: zużycie paliwa podczas pracy silnika na ziemi, startu i wznoszenia, formowania ugrupowania, dolotu do wyjściowego punktu trasy, lotu po trasie do celu, wykonania zadania, lotu po trasie powrotnej, rozformowania ugrupowania i lądowania. Ponadto w obliczeniach tych uwzględnia się także zużycie paliwa na lot w ugrupowaniu bojowym oraz na nieprzewidziane wydłużenie trasy lotu (tak zwany zapas nawigacyjny).

3.5.1. Parametry wejściowe do obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu

Danymi wejściowymi do obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych będą: trasa i warunki wykonania lotu (S; t; H; V[1/]); typ samolotu; wariant ładunku bojowego oraz całkowity zapas paliwa Qc[2/]. Bardzo istotnym elementem w obliczeniach inżynieryjno-nawigacyjnych jest uwzględnienie masy startowej samolotu oraz czy obliczenia są wykonywane dla pojedynczego samolotu czy grupy samolotów. W zał.7. przedstawiono przykładowo tabele zapasu oraz zużycia paliwa dla różnych wariantów ładunku

---

1/ S - długość odcinków (etapów) trasy lotu; t - czas przelotu poszczególnych etapów lotu; H - wysokość lotu; V - prędkość lotu.

2/ Qc - całkowity zapas paliwa obejmujący pojemność zbiorników głównych i dodatkowych [1].

bojowego, jak też różnych warunków wykonywania lotu samolotu Su-22M4.

Kolejność wykonywanych kalkulacji i obliczeń przedstawia się następująco:

1. Zużycie paliwa podczas pracy silnika na ziemi - Q_z jest zależne od czasu uruchomienia silnika i średniej wartości zużycia paliwa w jednostce czasu. Zatem pozostałość paliwa do lotu oblicza się ze wzoru:

$$Q_{poz_1} = Q_c - Q_z$$

2. Zużycie paliwa w czasie startu i wznoszenia samolotu w zależności od masy startowej, kąta ustawienia skrzydła i wysokości, do której kontynuowane będzie wznoszenie odczytuje się z odpowiednich tabel dla danego typu samolotu. Pozostałość paliwa do lotu obliczyć ze wzoru:

$$Q_{poz_2} = Q_{poz_1} - Q_{wzn}$$

3 Obliczanie zużycia paliwa w trakcie formowania ugrupowania (zbiórki) - Q_{zb} jest zależne od czasu trwania zbiórki i warunków lotu samolotów. Pozostałość paliwa do lotu obliczyć ze wzoru:

$$Q_{poz_3} = Q_{poz_2} - Q_{zb}$$

4. Zużycie paliwa w czasie dolotu do obiektu ataku Q_{s1} jest zależne od czasu i warunków lotu na rozpatrywanym odcinku trasy.

Pozostałość paliwa na kolejny etap lotu obliczać ze wzoru:

$$Q_{poz_4} = Q_{poz_3} - Q_{s1}$$

gdzie:

$Q_{s1} = C_k \cdot S$

S - droga lotu na rozpatrywanym odcinku trasy [km];

C_k - kilometrowe zużycie paliwa przyjęte dla zakładanych warunków lotu (H,V).

5. Zużycie paliwa w czasie atakowania obiektu zależne jest od czasu i warunków jego wykonywania. Pozostałość paliwa obliczać ze wzoru:

$$Q_{Poz_5} = Q_{poz_4} - Q_c$$

6. Zużycie paliwa w czasie lotu powrotnego Q_{s2} określać analogicznie jak w pkt.4, zatem pozostałość paliwa wyniesie:

$$Q_{poz_6} = Q_{poz_5} - Q_{s2}$$

7. Zużycie paliwa w czasie rozformowania ugrupowania bojowego i lądowania jest funkcją czasu rozformowania ugrupowania, ilości samolotów w grupie oraz czasu wykonywania manewru do lądowania. Pozostałość paliwa obliczać ze wzoru:

$$Q_{poz_7} = Q_{poz_6} - Q_{rozf\ i\ lad}$$

8. Zużycie paliwa na lot w ugrupowaniu bojowym obliczać w zależności od składu grupy i tak:

dla klucza samolotów $Q_{ugr} = \frac{Q_c \cdot 3}{100}$;

dla eskadry samolotów $Q_{ugr} = \frac{Q_c \cdot 7}{100}$.

Zatem pozostałość paliwa będzie równa:

$$Q_{poz_8} = Q_{poz_7} - Q_{ugr}$$

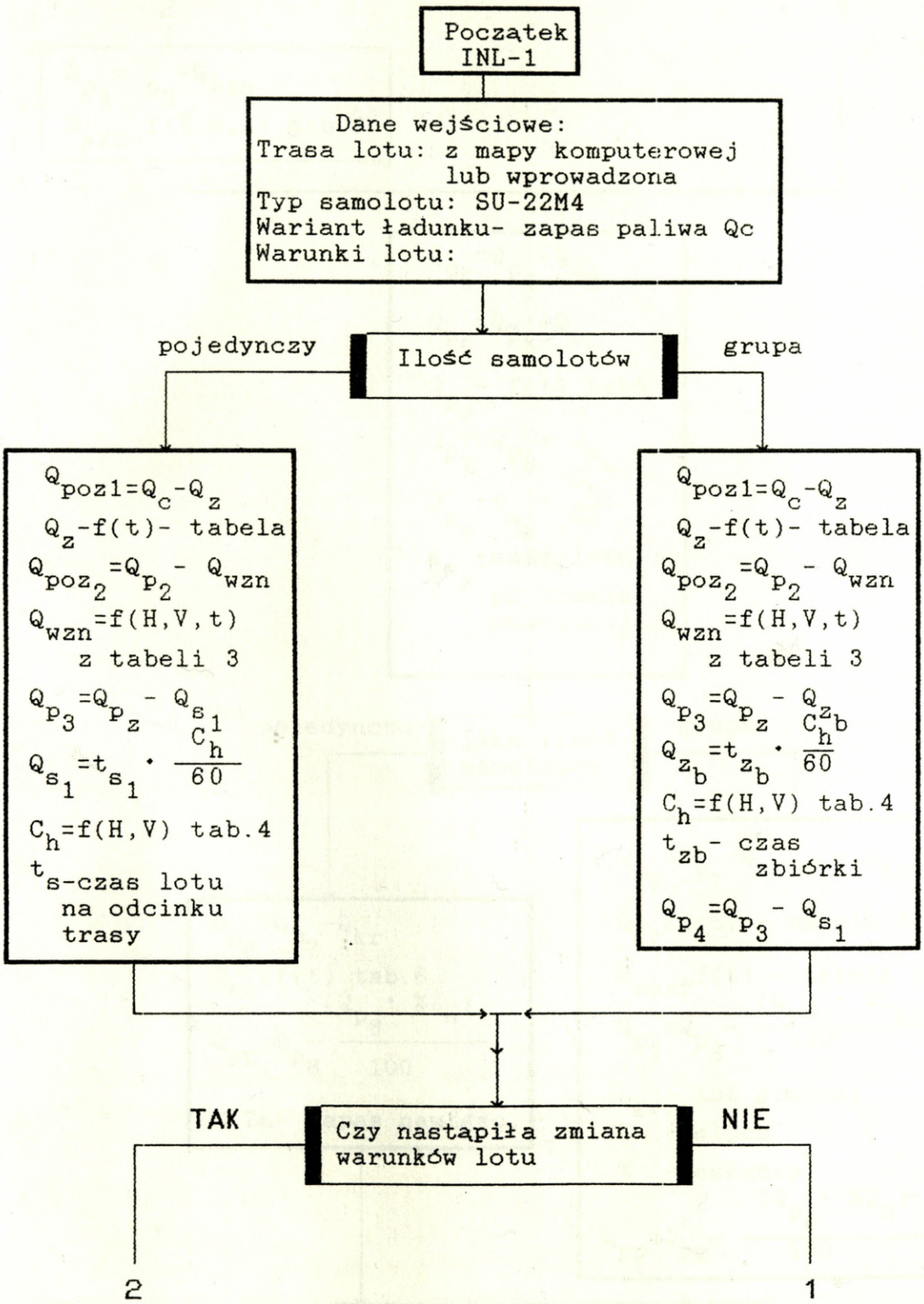
9. Zużcie paliwa na nieprzewidziane manewry samolotu w trakcie wykonywania zadania (tak zwany zapas nawigacyjny) stanowi 10% zużycia paliwa podczas lotu po trasie:

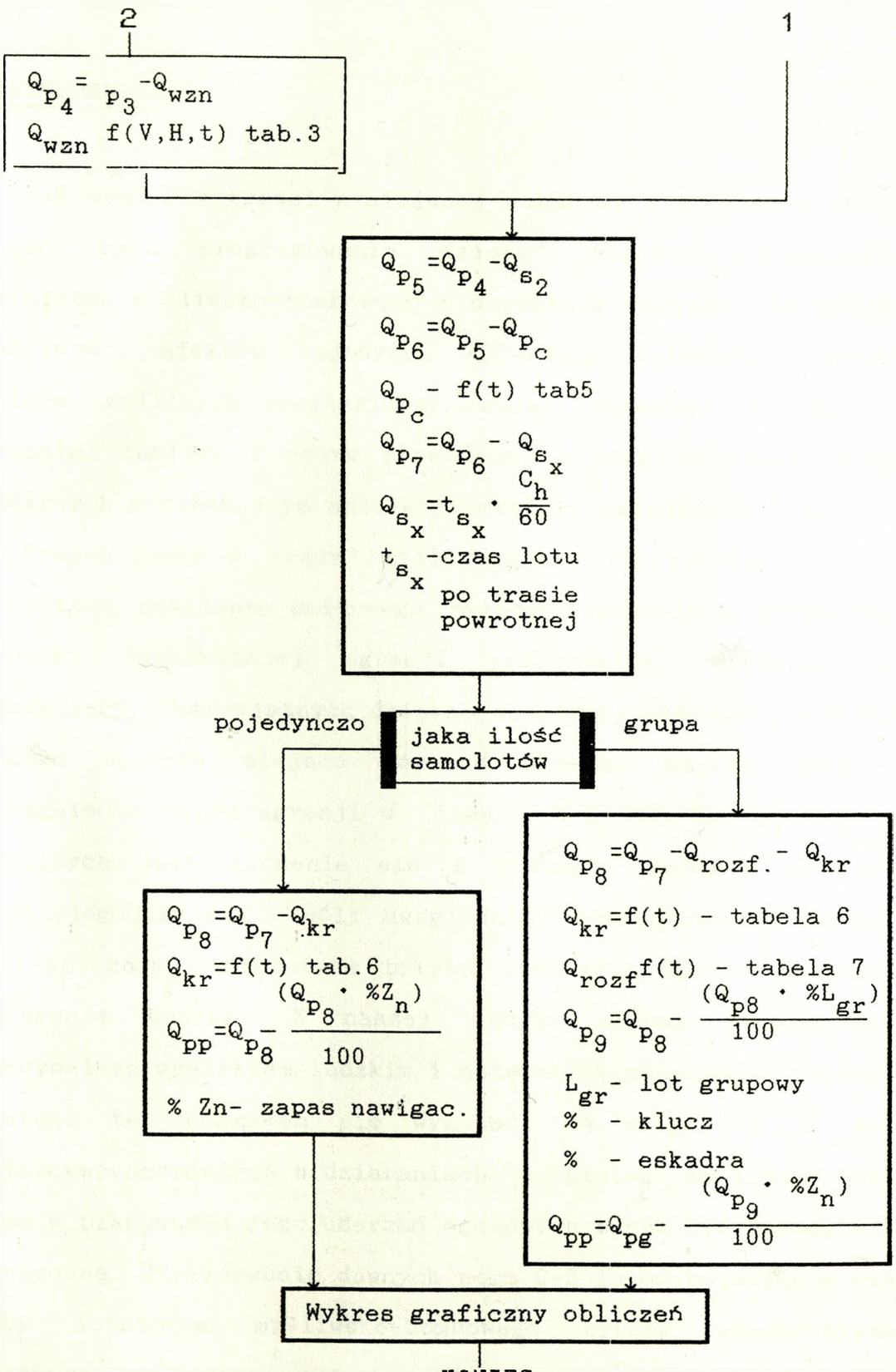
$$Q_{ZN} = \frac{(Q_{poz_4} - Q_{poz_6}) \cdot 10}{100}$$

10. Zatem końcową ilość paliwa obliczać ze wzoru:

$$Q_K = Q_{poz_8} - Q_{ZN}$$

Algorytm obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu przedstawia rysunek 36.


Początek
INL-1
Dane wejściowe:
Trasa lotu: z mapy komputerowej
lub wprowadzona
Typ samolotu: SU-22M4
Wariant ładunku- zapas paliwa Qc
Warunki lotu:
pojedynczy
Ilość samolotów
grupa
$Q_{poz1}=Q_c-Q_z$
Q_z-f(t)- tabela
$Q_{poz_2}=Q_{p_2}-Q_{wzn}$
Q_{wzn}=f(H,V,t)
z tabeli 3
$Q_{p_3}=Q_{p_z}-Q_{s_1}$
$Q_{s_1}=t_{s_1}\cdot\frac{C_h}{60}$
C_h=f(H,V) tab.4
t_s-czas lotu
na odcinku
trasy
$Q_{poz1}=Q_c-Q_z$
Q_z-f(t)- tabela
$Q_{poz_2}=Q_{p_2}-Q_{wzn}$
Q_{wzn}=f(H,V,t)
z tabeli 3
$Q_{p_3}=Q_{p_z}-Q_{z_b}$
$Q_{z_b}=t_{z_b}\cdot\frac{C_h}{60}$
C_h=f(H,V) tab.4
t_{zb}- czas
zbiórki
$Q_{p_4}=Q_{p_3}-Q_{s_1}$
TAK
Czy nastąpiła zmiana
warunków lotu
NIE
2
1



Rys.36. Algorytm obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu

ZAKOŃCZENIE

Jak wynika z treści niniejszej rozprawy przedmiotem i celem badań było programowanie działań bojowych nowoczesnego lotnictwa myśliwsko-bombowego i uzyskania poprzez to wyższych możliwości efektów bojowych. Wprawdzie uniknięto szerokich opisów możliwych scenariuszy wojny obronnej Polski, tym niemniej analizy i oceny prowadzono z uwzględnieniem prognoz zawartych w załączonym spisie literatury przedmiotu badań.

Prezentowane w pracy habilitacyjnej programowanie działań lotnictwa myśliwsko-bombowego byłoby szczególnie przydatne w wypadku zaskakującej agresji przeciwnika. Wprawdzie nie oczekujemy nieprzyjaznych działań ze strony sąsiadów, ale jeśli takowe miałyby miejsce wówczas agresor mógłby dążyć do osiągnięcia celów agresji w ciągu 3-5 dób. Powinnością sił zbrojnych jest liczenie się z sytuacją wojenną dla kraju najniedogodniejszą. Jeśli uwzględnimy krótkotrwałość agresji, to logicznym następstwem byłyby niezwykle wysoko intensywne działania bojowe. Z naszej strony obrona prowadzona z maksymalnym wysiłkiem ludzkim i natężeniem stosowanego sprzętu. Dlatego też starałem się wykazać, że metody z II wojny światowej decydujące o działaniach lotnictwa myśliwsko-bombowego w planowaniu jego uderzeń ogniowych muszą być bezwzględnie odrzucone. Utrzymywanie dawnych norm 2-3 lotów bojowych w ciągu doby lotnictwa myśliwsko-bombowego byłoby anachronizmem, zważywszy na ogromne wydatki związane z lotnictwem. Nowoczesny

samolot myśliwsko-bombowy kosztuje około 50 mln dolarów (tj. około 800 mld zł) do tego dochodzą ogromne koszta pochłaniane na logistykę naziemną i szkolenie załóg. Dlatego też postulując programowanie komputerowe działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego dążono do osiągnięcia następujących rezultatów:

1. Zapewnienie zwiększenia intensywności działań lotnictwa myśliwsko-bombowego do 5-7 lotów w ciągu doby w przełomowych okresach operacji obronnej.

2. Komputerowego optymalizowania decyzji dowódcy o użyciu LMB do zwalczania obiektów przeciwnika najbardziej zagrażających trwałości naszej obrony.

3. Swoiście zautomatyzowanego obliczania niezbędnych sił do wykonywania zadań bojowych oraz prognozowania rezultatów działań w wypadku użycia ograniczonych sił z powodu ich braku.

4. Wyboru tras lotu oraz manewrów sprzyjających efektywnemu wykonywaniu zadań bojowych ze względu na zasięg, bezpieczeństwo własnych samolotów oraz korzystne warunki współdziałania z wojskami lądowymi (marynarką wojenną).

5. Możliwości wyboru najefektywniejszych ugrupowań samolotów LMB oraz najkorzystniejszych warunków atakowania celów naziemnych (nawodnych) w różnych warunkach terenowych, porach doby i warunkach atmosferycznych.

6. Pełnej analizy i wyboru najefektywniejszych środków rażenia w zależności od charakteru zwalczanych obiektów i warunków wykonywanych zadań. Problem ten pozornie drobny urasta do rangi olbrzymiego bowiem będące na wyposażeniu LMB samoloty

Su-22M4 mogą być uzbrojone w jeden z około 100 wariantów środków rażenia.

7. Stworzenie możliwości intensywnych działań LMB startującego z lotnisk stałego bazowania oraz lotnisk (baz lotniczych) rozmieszczonych w różnych rejonach Polski.

Wymieniono osiągnięcia najważniejsze. Prezentowane algorytmy programów i uzyskane przy ich pomocy rezultaty traktuje się jako przykłady obliczeń.

Mam świadomość, że konieczne jest systematyczne ulepszanie programów zwłaszcza ich łączenie, któremu powinno towarzyszyć eliminowanie operacji powtarzających się.

Rozprawa habilitacyjna traktowana jest raczej jako wzorzec inspirujący do ciągłego rozwijania teorii i praktyki programowania działań bojowych LMB wraz z jego rozwojem ilościowo-jakościowym oraz przemianami we współczesnej sztuce wojennej.

BIBLIOGRAFIA

1. Bombardowanie. Podręcznik. Wyd.DWL, Poznań 1985.
2. Działania bojowe lotnictwa Stanów Zjednoczonych w wojnie Wietnamskiej. Wyd. DWL, Poznań 1970.
3. Działania bojowe WLF w operacjach obronnych prowadzonych na obszarze kraju w początkowym okresie wojny. Materiały z narady przeprowadzonej w DWL. Wyd. DWL, Poznań 1987.
4. Działania lotnictwa w konflikcie brytyjsko-argentyńskim. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 1/1985.
5. Grzegorzewski T., Skierski Z. Nowoczesna broń lotnicza. Wyd. MON, Warszawa 1984.
6. Harmoza R. Właściwości użycia WLF drugiego rzutu w operacji obronnej i w przeciwnatarciu. DWL, Poznań 1988.
7. Informator taktyczny oficera wojsk lotniczych. Wyd. DWL, Poznań 1980.
8. Informator o armiach obcych i rozpoznaniu. Wyd. DW OPK, Warszawa 1985.
9. Jaworski J. Siły powietrzne w wojnach i konfliktach zbrojnych XX wieku. Wyd. ASG WP, Warszawa 1987.
10. Katalog sprzętu lotniczego państw NATO. Wyd. Szt. Gen. WP. Zarząd II, Warszawa 1980.
11. Konflikt brytyjsko-argentyński o Wyspy Falklandy. Wyd. Szt. Gen. WP, Warszawa 1983.
12. Kierunki kształcenia zdolności bojowej Sił Zbrojnych PRL w świetle nowej doktryny obronnej państw - stron Układu Warszawskiego. Myśl Wojskowa. Wyd. Szt. Gen. WP, Warszawa 1988.
13. Kompedium sił zbrojnych państw NATO. Wyd. Szt. Gen. WP, Warszawa 1987.
14. Królikiewicz T. Nowoczesny samolot wojskowy. Wyd. MON, Warszawa 1979.

15. Meteorologia dla pilota. Wyd. DWOPK, Warszawa 1988.

16. Mała encyklopedia wojskowa. Wyd. MON, Warszawa 1967-1971.

17. Machura J. i inni. Sztuka operacyjna wojsk lotniczych. Wyd. ASG WP, Warszawa 1988.

18. Machura J. i inni. Dowodzenie lotnictwem. Część I. Zasady, formy i metody dowodzenia lotnictwem. Wyd. ASG WP, Warszawa 1986.

19. Michalak W. Działania bojowe wojsk lotniczych w operacjach obronnych prowadzonych w początkowym okresie wojny. Rozprawa habilitacyjna. Zeszyty Naukowe. Wyd. ASG WP, Warszawa 1989.

20. Nawigacja lotnicza. Podręcznik. Wyd. DWL, Poznań 1979.

21. Normy ocen i metodyka oceniania lotów trasowych, bombardowań i desantowań. Wyd. DWL, Poznań 1981.

22. Opieratiwnoje iskustwo WWS. Wyd. ASG SZ ZSRR im. K.Woroszyłowa, Moskwa 1984.

23. Paleń B. Ocena możliwości zastosowania systemów rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów podczas zwalczania obiektów naziemnych. Wyd. ASG WP, Warszawa 1983.

24. Pawlak T. Manewrowanie samolotów w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Wyd. ASG WP, Warszawa 1988.

25. Podstawowe wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa frontowego i lotnictwa wojsk lądowych. Wyd. DWL, Poznań 1986.

26. Praca dowódcy i sztabu wojsk lotniczych podczas przygotowania działań bojowych. Wyd. DWL, Poznań 1984.

27. Puti dostiżienija maksimalnoj efiektiwnosti i bezopasnosti primienienija awiacjonnych bombardirowocznych sredstw porażienija po naziemnym i nawodnym obiektam. Wyd. Akademia Lotnicza im. J. Gagarina, Monino 1981.

28. Podstawy taktyki lotnictwa. Podręcznik. Wyd. DWL, Poznań 1989.

29. Razwitie taktiki istrebitelej - bombardiroscikow w lokalnych wojnach. Wojenno-Istoriczeskij Żurnal nr 4/1986.

30. Regulamin walki wojsk lądowych Sił Zbrojnych RP. Część I (pułk, dywizja). Wyd. MON, Warszawa 1985.

31. Regulamin służby nawigatorskiej lotnictwa wojskowego (RSN-76). Wyd. DWL, Poznań 1977.

32. Regulamin lotów lotnictwa wojskowego. Wyd. DWL, Poznań 1988.

33. Rękas S. Bombardowanie z samolotu Su-22M4. Wyd. ASG WP, Warszawa 1988.

34. Rękas S. Kompleksowa ocena użycia uzbrojenia samolotów. Wyd. ASG WP, Warszawa 1987.

35. Rękas S. Oświetlenie celów naziemnych w nocy. Wyd. ASG WP, Warszawa 1985.

36. Riekomiendacje po primienieniu awiacjonnych bomb i żażygatielnych bakow. Wyd. Akademia Lotnicza im. J. Gagarina, Monino 1982.

37. Rukawodctwo po bojowemu primienieniu awiacjonnych sredstw porażenija naziemnych (morskich) obiektow. Wyd. Akademia Lotnicza im. J. Gagarina, Monino 1985.

38. Samolot Su-22M4. Metodyka szkolenia. Część I. Technika pilotowania. Wyd. DWL, Poznań 1986.

39. Samolot Su-22M4. Metodyka szkolenia. Część II. Zastosowanie bojowe. Wyd. DWL, Poznań 1986.

40. Samolot myśliwsko-bombowy w walce. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 1/1987.

41. Siły powietrzne NATO. Charakterystyka, zadania, możliwości, bazowanie i zasady działania. Wyd. Szt. Gen. WP, Warszawa 1981.

42. Sprawozdania z badań dotyczących skuteczności działań lotnictwa w składzie grupy rozpoznawczo-uderzeniowej frontu. Wyd. DWL, Poznań 1988.

43. Sławiński J. Wpływ warunków klimatycznych na możliwości działań wojsk na ZTDW. Wyd. ASG WP, Warszawa 1976.

44. Stasicki A., Wróbel J., Malinowski M. Lotniczo-klimatyczna charakterystyka ZTDW. Wyd. DWL, Poznań 1988.

45. Studium ważniejszych konfliktów zbrojnych w świecie w latach 1970-1983. Wyd. Szt. Gen. WP. Zarząd II, Warszawa 1985.

46. Szuka operacyjna lotnictwa. Wyd. DWL, Poznań 1981.

47. Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego. Podręcznik. Wyd. ASG WP, Warszawa 1985.

48. Użycie lotnictwa oraz organizacja współdziałania z wojskami lądowymi w świetle wniosków wynikających z ćwiczeń przeprowadzanych w latach 1987-1988. Wyd.DWL, Poznań 1988, teczka 73.

49. Vademecum o armiach obcych i rozpoznaniu. Wyd. DWOPK, Warszawa 1985.

50. Warunki lotu na samolotach i śmigłowcach lotnictwa Sił Zbrojnych PRL. Wyd. DWL, Poznań 1982.

51. Wpływ chmur i ograniczonej widzialności na loty. Wyd. DWL, Poznań 1980.

52. Wolny A. Wojna lokalna w Korei i 1950-1953. Rozprawa habilitacyjna. Zeszyty Naukowe ASG WP. Wyd. ASG WP, Warszawa 1984.

53. Wybrane problemy strategii i sztuki operacyjnej w świetle obronnego charakteru doktryny wojennej Państw Stron Układu Warszawskiego. Wyd. GZSB, Warszawa 1988.

54. Zmiany w prowadzeniu działań bojowych wynikające z zastosowania nowych środków walki i systemów rozpoznawczo-uderzeniowych. Wyd. ASG WP, Warszawa 1983.

55. Żywotność bojowa lotnictwa i sposoby jej zwiększania. Materiały z narady w DWL. Wyd. DWL, Poznań 1988.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 54804
Akademii Obrony Narodowej