



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA TAKTYKI LOTNICTWA

Prot. 576/1999-06-24

Matgorzata

Dzwiecha

Dz.

4.10.2000

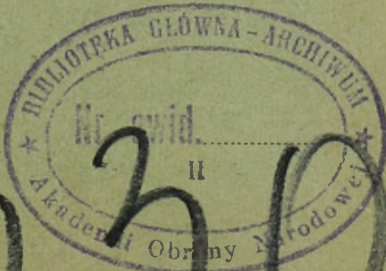
JAWNE
~~XXXXXXXXXX~~

Egz. Nr 1



**KOMPUTEROWY MODEL SYMULACYJNY
DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA
MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO
„IKAR – 1”**

(Zadanie projektowe)



53308



164
AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

**WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA TAKTYKI LOTNICTWA**

Prot. 576/1999-06-24

Matygonata

Dzieńcie

Ony -

4. 10. 2000

JAWNE

Egz. Nr 1



**KOMPUTEROWY MODEL SYMULACYJNY
DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA
MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO
„IKAR – 1”**

(Zadanie projektowe)

53308

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA TAKTYKI LOTNICTWA

Prot. 576/1999-06-24

Majonata

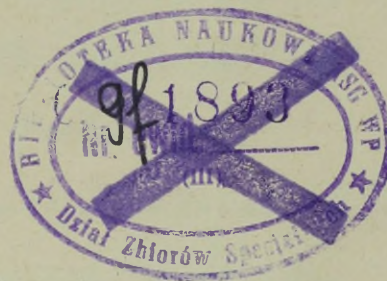
Dzieńdzia

Dz -

4.10.2000

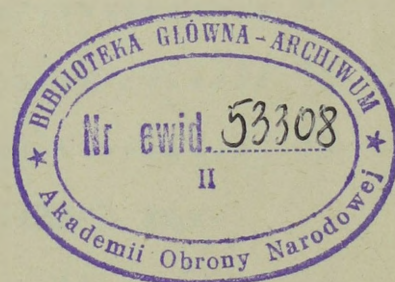
JAWNE

Egz. nr ... 1



KOMPUTEROWY MODEL SYMULACYJNY
DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO
"IKAR-1"

/Zadanie projektowe/



Autorzy opracowania:

1. mjr mgr inż. Zbigniew KLIMKIEWICZ

2. ppłk dr pil. Roman SZYMAŃSKI

Kierownik zespołu naukowo-badawczego:

płk prof. dr hab. nawig. Jerzy MACHURA

S P I S T R E Ś C I

	Str.
WSTĘP	4
1. CEL I PRZEZNACZENIE KOMPUTEROWEGO MODELU SYMULACYJNEGO DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO - BOMBOWEGO " IKAR - 1".....	4
2. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE W KOMPUTEROWYM MODELU SYMULACYJNYM DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO - BOMBOWEGO "IKAR - 1".....	7
2.1. <u>Założenia ogólne</u>	7
2.1.1. Podstawowe elementy (moduły) komputerowego modelu symulacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwsko - bombowego "IKAR - 1".....	7
2.1.2. Zasadnicze elementy systemu działań bojowych LMB odwzorowywane w modelu	11
2.1.2.1. Wojska własne	11
2.1.2.2. Wojska nieprzyjaciela	13
2.1.2.3. Teren	13
2.1.2.4. Warunki atmosferyczne	13
2.1.3. Procesy i zjawiska odwzorowywane w modułach komputerowego modelu symulacyjnego "IKAR - 1"	13
2.1.3.1. Formowanie ugrupowania bojowego samolotów - moduł "F"	14
2.1.3.2. Pokonywanie systemu OP nieprzyjaciela i wykonanie uderzenia - moduł "P"	14
2.1.3.3. Wyprowadzenie LMB z terenu nieprzyjaciela i lądowanie - moduł "W"	17
2.1.3.4. Zobrazowywanie informacji wynikowych - moduł "Z"	19

2.2. <u>Cel działań lotnictwa myśliwsko - bombowego oraz wybór kryteriów i wskaźników skuteczności (efektywności)</u>	19
2.2.1. Cel działań LMB	19
2.2.2. Kryteria skuteczności (efektywności) działań bojowych LMB	21
2.3. <u>Założenia informacyjne</u>	27
2.4. <u>Wymagania dotyczące budowy KMS "IKAR - 1"</u>	30
3. OGÓLNA IDEA BUDOWY KOMPUTEROWEGO MODELU SYMULACYJNEGO DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO - BOMBOWEGO "IKAR - 1"	32
3.1. <u>Schemat blokowy KMS "IKAR - 1"</u>	32
4. WSTĘPNA LISTA ZADAŃ (MODUŁÓW) PODLEGAJĄCYCH ROZWIĄZANIU	43
5. CHARAKTERYSTYKA INFORMACJI WEJŚCIOWEJ I WYNIKOWEJ (WYJŚCIOWEJ)	46
5.1. <u>Charakterystyka informacji wejściowych</u>	46
5.2. <u>Charakterystyka informacji wynikowych (wyjściowych)</u> ..	47
6. OCZEKIWANE EFEKTY ZASTOSOWANIA MODELU	48
7. RAMOWY PLAN BUDOWY MODELU	53
<u>Załączniki:</u>	
1 - Harmonogram realizacji projektu koncepcyjnego KMS "IKAR - 1"	54
2 - Opis zadania naukowego dla specjalistów z Katedry Przedmiotów Specjalnych ASG WP	55

WSTĘP

Podstawą merytoryczno - prawną opracowania zadania projektowego komputerowego modelu symulacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwsko - bombowego pod kryptonimem "IKAR - 1" jest:

- plan prac naukowo - badawczych Akademii Sztabu Generalnego WP na lata 1981 - 1985,
- zarządzenie komendanta ASG WP nr pf 10 z dnia 5 marca 1983 r.,
- rozkaz komendanta Wydziału Wojsk Lotniczych i OPK nr pf 18 z dnia 12 stycznia 1983 r.,

a ponadto:

- plan realizacji tematu naukowego "ORBITA - 1",
- zatwierdzone opracowanie "Komputerowy model symulacyjny działań bojowych lotnictwa "IKAR" (Rozpoznanie problemu naukowo - badawczego oraz ogólna koncepcja jego rozwiązania)¹⁾,
- opis zadania naukowego dla zespołu "IKAR".

1. CEL I PRZEZNACZENIE KOMPUTEROWEGO MODELU SYMULACYJNEGO DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO - BOMBOWEGO "IKAR - 1"

Celem budowy komputerowego modelu symulacyjnego (KMS) działań bojowych lotnictwa myśliwsko - bombowego (LMB) "IKAR - 1" jest:

- a) doskonalenie procesu dydaktycznego poprzez umożliwienie prowadzenia gier decyzyjnych ze słuchaczami kursów wojsk lotniczych ASG;
- b) weryfikacja i optymalizacja - drogą eksperymentów symulacyjnych - decyzji o działaniach bojowych LMB;
- c) weryfikacja zasad i sposobów prowadzenia działań bojowych przez LMB przy zmianie warunków działań, sprzętu lotniczego, środków

1) Wyd. ASG WP, Warszawa 1984 r.

rażenia i środków obrony powietrznej;

- d) kształtowanie umiejętności i nawyków kadry naukowo - dydaktycznej, słuchaczy ASG WP (głównie kursów wojsk lotniczych) a także oficerów dowództw i sztabów wojsk lotniczych w wykorzystaniu nowoczesnych metod i narzędzi badawczych do rozwiązywania problemów z zakresu zastosowania bojowego LMB.

Komputerowy model symulacyjny działań bojowych LMB przeznaczony będzie do:

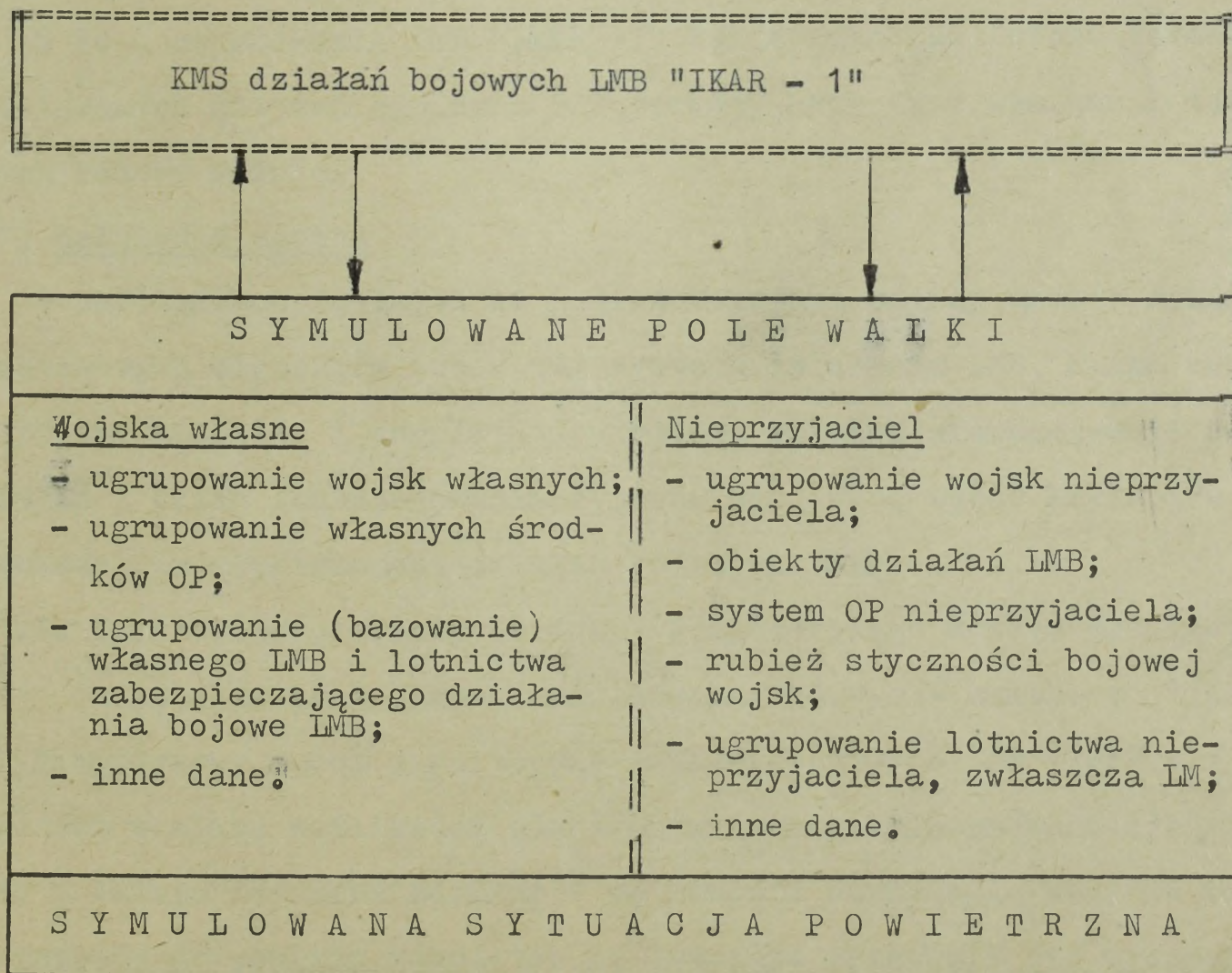
- a) symulowania działań bojowych LMB oraz oceny rezultatów działań tego rodzaju lotnictwa;
- b) oceny poprawności wypracowywanych decyzji o użyciu LMB na współczesnym i perspektywicznym polu walki;
- c) prowadzenia badań naukowych z zakresu wykorzystania bojowego LMB, pokonywania systemu obrony powietrznej (OP) nieprzyjaciela i wyprowadzania LMB z obszaru przeciwnika na lotniska bazowania;
- d) prowadzenie eksperymentów umożliwiających ocenę skutków zastosowania nowych środków i sposobów walki;
- e) prognozowania rezultatów stron walczących (strat zadanych i poniesionych) podczas wykonywania jednego uderzenia oraz szeregu uderzeń w ciągu określonego czasu.

Zgodnie ze swoim przeznaczeniem projektowany KMS "IKAR - 1" powinien umożliwiać badanie i rozwiązywanie dwóch zasadniczych problemów:

1. Wybór obiektów uderzeń oraz określenie skutków uderzeń (zniszczenie, obezwładnienie, dezorganizacja działań) w aspekcie decyzji optymalnych lub zbliżonych do poziomu optymalnego - dla założonej (określonej) ilości sił LMB i konkretnej sytuacji operacyjnej.

2. Określenie potrzebnej ilości sił LMB do wykonania zadania oraz najkorzystniejszego sposobu jego wykonania dla przydzielonej (nakazanej) ilości obiektów uderzeń i określonego stopnia ich porażenia (zniszczenie, obozwanie, dezorganizacja działań) a także nakazanego (pożądanego) prawdopodobieństwa wykonania zadania bojowego.

Badanie i rozwiązywanie powyższych problemów musi się odbywać z uwzględnieniem realiów współczesnego pola walki a więc musi być oparte na określonym (symulowanym) tle operacyjno - taktycznym, uwzględniającym działania wojsk własnych i przeciwdziałanie nieprzyjaciela. Działania własnego lotnictwa i lotnictwa nieprzyjaciela będą obrazowane za pomocą symulatora sytuacji powietrznej.



Ponadto KMS działań bojowych LMB "IKAR - 1" powinien spełniać następujące wymagania:

- a) minimalizacja objętości i zawartości informacji wprowadzanej dla każdego eksperymentu;
- b) minimalizacja czasu na cykl obliczeń, tak by był on porównywalny z czasem jaki, ma decydent w systemie rzeczywistym;
- c) funkcjonowanie modelu ma mieć charakter gry z możliwością reakcji uczestnika (użytkownika) w określonych chwilach czasu i po zajściu określonych zdarzeń;
- d) wszelkie decyzje podejmują uczestnicy (grający), w algorytmie (oprogramowaniu) będą przyjęte jedynie pewne reguły decyzji.

2. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE W KOMPUTEROWYM MODELU SYMULACYJNYM DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO - BOMBOWEGO "IKAR - 1"

W celu opracowania KMS "IKAR -1" koniecznym jest sformułowanie podstawowych założeń ogólnych i informacyjnych oraz wymagań dotyczących budowy modelu.

2.1. Założenia ogólne

W założeniach ogólnych za najistotniejsze należy uznać: wybór podstawowych elementów (modułów) systemu działania LMB, które chcemy poddać analizie i ocenie na podstawie modelu; sformułowanie celu działań i zasad funkcjonowania systemu badanego; wybór kryteriów i wskaźników efektywności działań bojowych LMB.

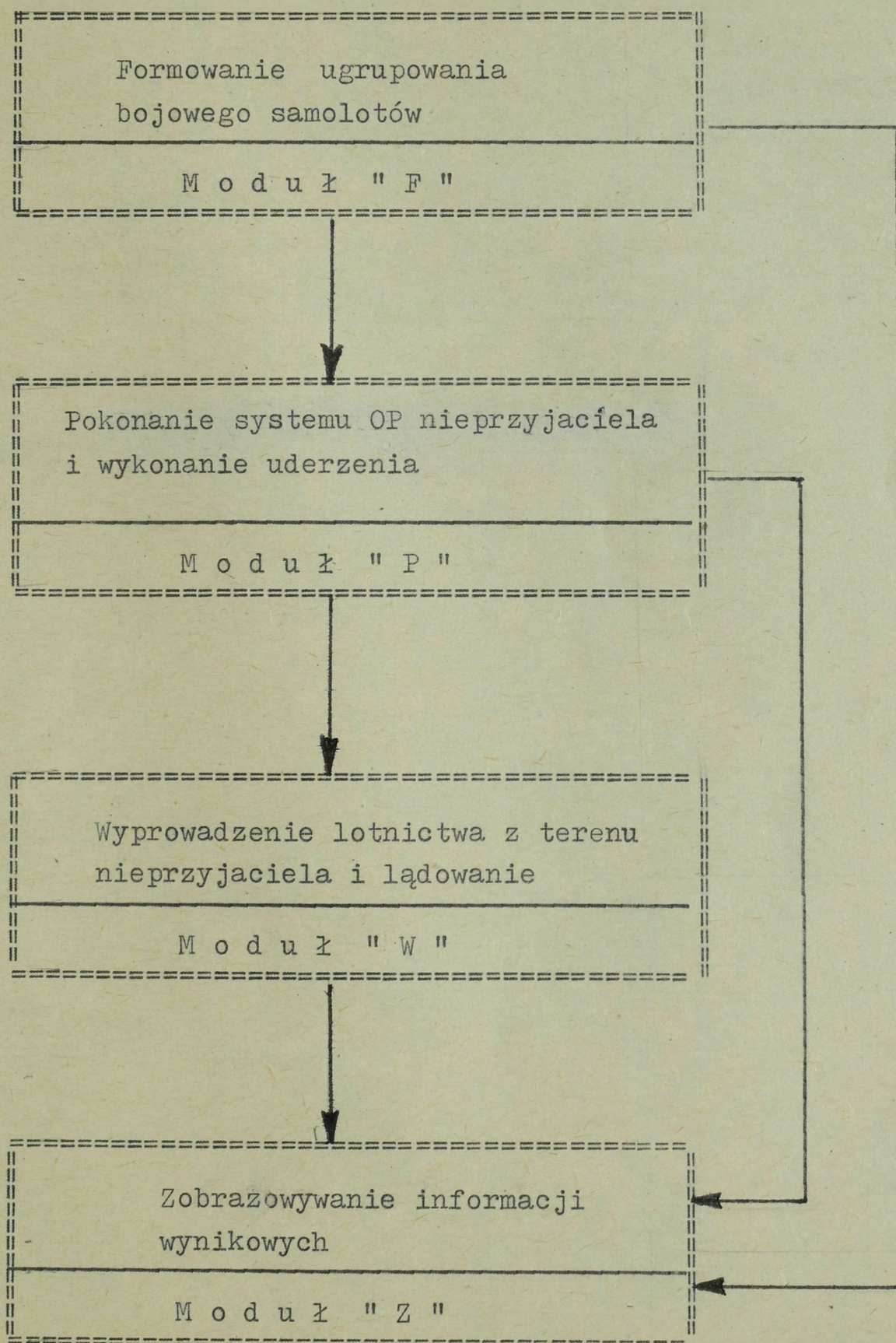
2.1.1. Podstawowe elementy (moduły) komputerowego modelu symulacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwsko - bombowego "IKAR-12"

Komputerowy model symulacyjny działań bojowych LMB "IKAR - 1" powinien w miarę możliwości odwzorowywać wszystkie najważniejsze procesy z całego łańcucha zdarzeń - od momentu otrzymania zadania przez wykonawców do powrotu samolotów na lotniska bazowania (po wykonaniu zadania) i odtworzenia gotowości bojowej do powtórnego wylotu. Procesy te powinny przebiegać z uwzględnieniem najważniejszych czynni-

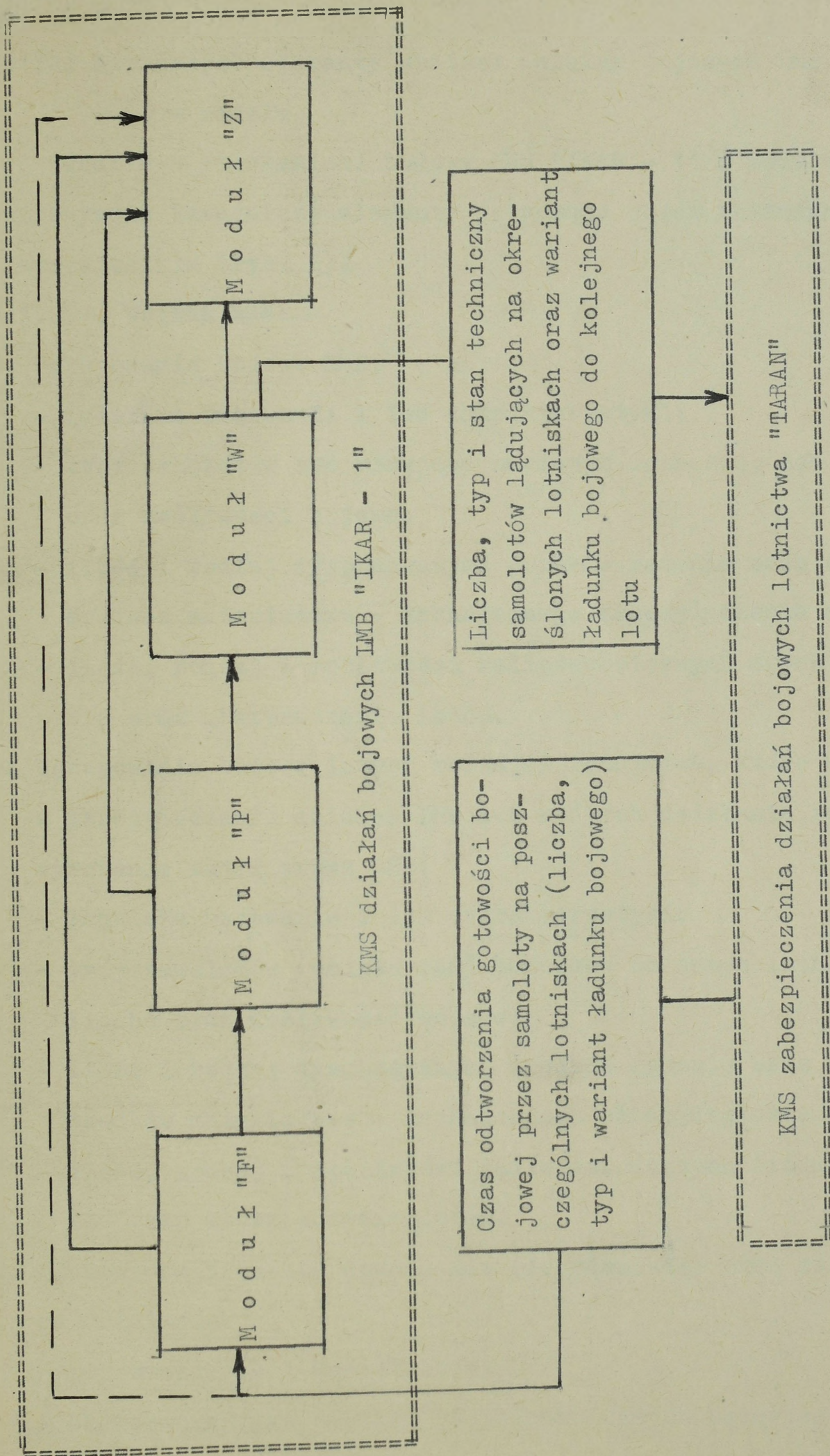
ków determinujących te procesy a więc powinny być uwzględnione realia współczesnego pola walki, możliwości bojowe samolotów, stosowane środki rażenia i walki radioelektronicznej (WRE), środki walki systemu obrony powietrznej (OP) nieprzyjaciela i ich możliwości bojowe, ważność i charakterystykę obiektu (obiektów) uderzeń, warunki atmosferyczne itp. Między tymi czynnikami występują wzajemne bezpośrednie i pośrednie zależności i im więcej z nich zostanie uwzględnionych, tym model będzie bardziej zbliżony do rzeczywistości. KMS "IKAR - 1" powinien więc składać się z szeregu modułów pozwalających na modelowanie szeregu procesów cząstkowych, jakie występują w trakcie prowadzenia działań bojowych przez LMB. Ze wstępnych badań wynika, że celowym jest wyodrębnienie następujących zasadniczych modułów (rys. 1):

- formowanie ugrupowania bojowego samolotów - moduł "F";
- pokonywanie systemu OP nieprzyjaciela i atakowanie obiektu (obiektów) uderzenia - moduł "P";
- wyprowadzenie LMB z obszaru nieprzyjaciela na lotniska bazowania - moduł "W";
- obrazowanie informacji wynikowych - moduł "Z":

W KMS "IKAR - 1" nie przewiduje się wyodrębnienia modułu odtwarzania gotowości bojowej samolotów do powtórnego wylotu, ponieważ proces ten będzie modelowany w jednym z modułów KMS zabezpieczenia działań bojowych lotnictwa "TARAN". Zasadnicze powiązania strukturalne i informatyczne między KMS "IKAR - 1" a KMS "TARAN" przedstawiono na rys. 2.



Rys. 1. Moduły funkcjonalne KMS działań bojowych LMB "IKAR - 1"



Rys. 2. Zasadnicze powiązania informacyjne pomiędzy KMS "IKAR - 1" a KMS "TARAN"

2.1.2. Zasadnicze elementy systemu działań bojowych LMB odwzorowywane w modelu

Zgodnie z założeniami budowy KMS "IKAR - 1" w modelu będą odwzorowywane zasadnicze elementy dotyczące wojsk własnych i wojsk nieprzyjaciela (rys. 3).

2.1.2.1. Wojska własne

A. Ugrupowanie bojowe LMB:

- lotniska bazowania i ich charakterystyki;
- typy samolotów LMB bazujące na danym lotnisku, ich liczba oraz możliwości bojowe;
- ilość i rodzaj dysponowanych środków rażenia oraz stan (limit) środków materiałowo - technicznego zabezpieczenia działań;
- ilość, rodzaj i możliwości radiotechnicznych środków dowodzenia oraz ubezpieczenia lotów.

B. Ugrupowanie bojowe innych rodzajów lotnictwa, które uczestniczą w zabezpieczeniu działań LMB lub których działania rzutują na wykonanie zadań przez LMB:

- lotniska bazowania i ich charakterystyki;
- typy samolotów (śmigłowców) bazujące na danym lotnisku, ich liczba oraz możliwości bojowe;
- ilość i rodzaj dysponowanych środków rażenia oraz stan (limit) środków materiałowo - technicznego zabezpieczenia działań;
- ilość, rodzaj i możliwości radiotechnicznych środków dowodzenia oraz ubezpieczenia lotów.

C. Stanowiska i punkty dowodzenia (decydenckie) oraz zabezpieczające działania:

- przeznaczenie i kompetencje;
- charakterystyka środków radiotechnicznych będących na wyposażeniu tych punktów.

D. Rubież styczności bojowej wojsk.

E. Inne elementy własnych wojsk wywierające wpływ na prowadzenie działań bojowych przez LMB:

- związki taktyczne (oddziały), na korzyść których wykonuje zadania LMB;
- naziemne środki OPL wojsk;
- strefy dyżurowania (samodzielnego poszukiwania) LM;
- naziemne środki WRE;
- korytarze przelotu, strefy zakazane itp.

2.1.2.2. Wojska nieprzyjaciela

A. Obiekty uderzeń, ich rodzaje i charakterystyki.

B. Powietrzne i naziemne środki wykrywania i ich możliwości.

C. Środki OP nieprzyjaciela, ich charakterystyki i możliwości.

D. Środki WRE.

2.1.2.3. Teren

2.1.2.4. Warunki atmosferyczne

2.1.3. Procesy i zjawiska odwzorowywane w modułach KMS "IKAR - 1"

Zgodnie z założeniami przyjętymi w podrozdziale 2.1.1 w poszczególnych modułach KMS "IKAR - 1" będą odwzorowywane następujące etapy działań bojowych LMB:

- a) moduł "F" - formowanie ugrupowania bojowego samolotów - odwzorowuje procesy i zjawiska od momentu postawienia zadania bojowego na wykonanie uderzenia do czasu znalezienia się ugrupowania bojowego LMB w zasięgu oddziaływania ogniowych środków systemu OP nieprzyjaciela;
- b) moduł "P" - pokonywanie systemu OP nieprzyjaciela i wykonanie uderzenia - odwzorowuje procesy i zjawiska zachodzące podczas pokonywania przez ugrupowanie bojowe LMB systemu OP nieprzyja-

ciela, wyjścia w rejon obiektu uderzenia oraz atakowania obiektu (obiektów);

- c) moduł "W" - wyprowadzenie LMB z terenu nieprzyjaciela i lądowanie - odwzorowuje procesy i zjawiska zachodzące podczas formowania ugrupowania bojowego LMB po wykonaniu uderzenia, pokonywania przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela na trasie powrotnej, rozformowania ugrupowania bojowego i lądowania samolotów;
- d) moduł "Z" - zobrazowywanie informacji wynikowych - służy do bieżącego i końcowego zobrazowywania wyników działania systemu w formie liczbowej, tekstowej i graficznej.

2.1.3.1. Formowanie ugrupowania bojowego samolotów - moduł "F"

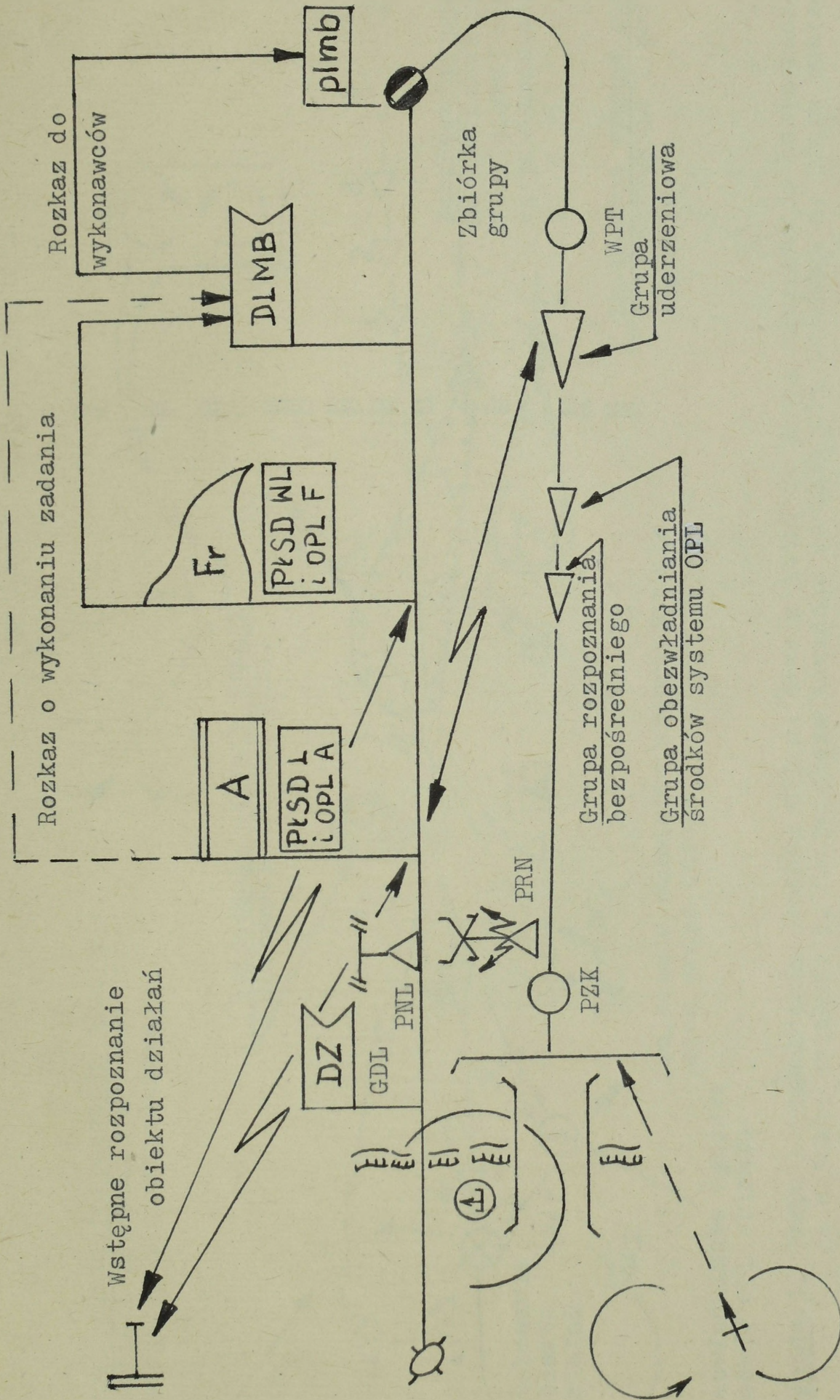
W module "F" będą odwzorowywane następujące zasadnicze procesy i zjawiska (rys. 4):

- a) przekazanie rozkazu o wykonaniu zadania od decydenta do wykonawcy (wykonawców);
- b) uruchomienie silników, kołowanie i start grupy (grup);
- c) zbiórka grupy (grup);
- d) lot ugrupowania bojowego LMB nad własnym terenem (od wyjściowego punktu trasy lub miejsca sformowania ugrupowania do momentu wejścia ugrupowania w strefę oddziaływania ogniowego środków OP nieprzyjaciela).

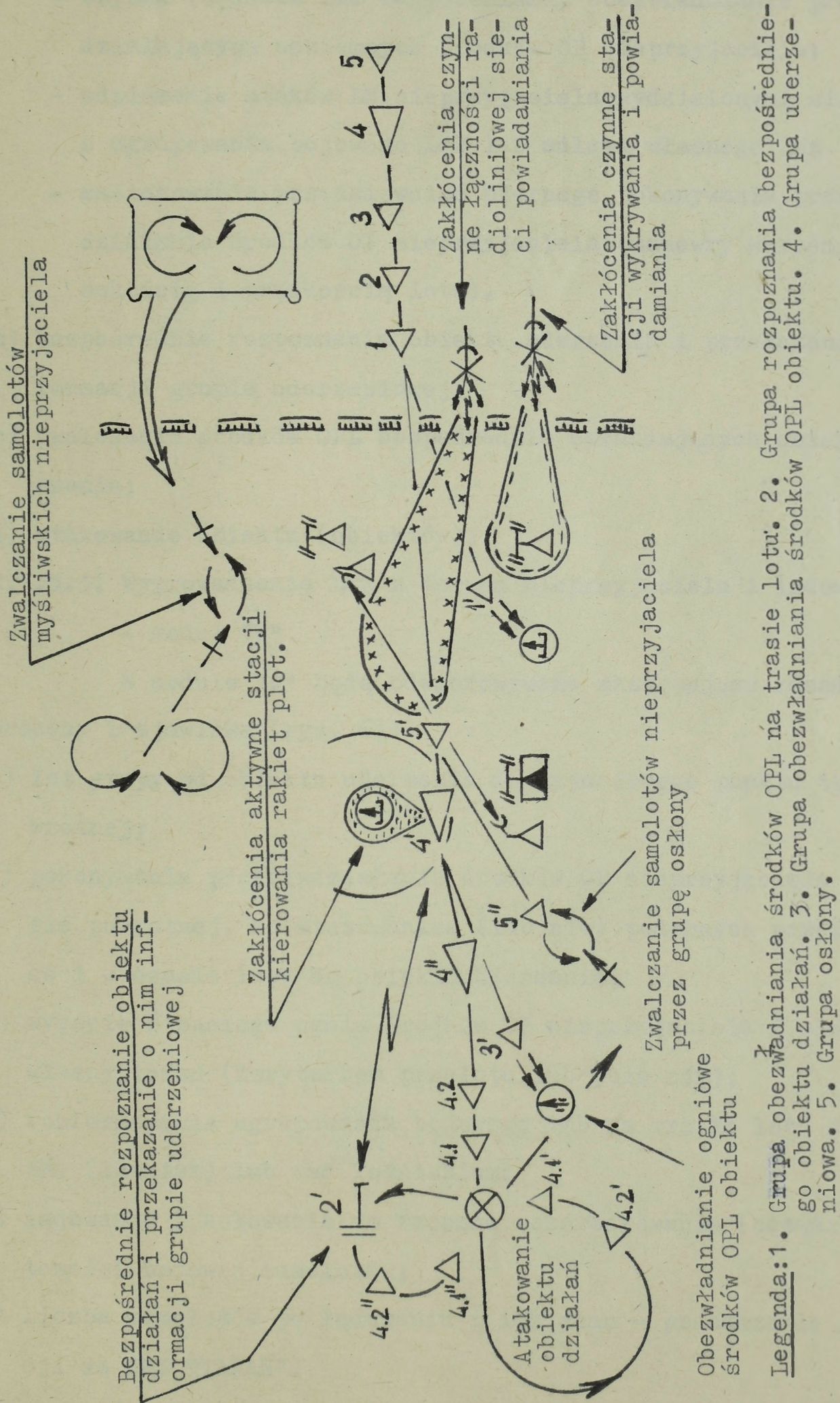
2.1.3.2. Pokonywanie systemu OP nieprzyjaciela i wykonanie uderzenia - moduł "P"

W module "P" będą odwzorowywane następujące zasadnicze procesy i zjawiska (rys. 5):

- a) pokonywanie przez ugrupowanie bojowe LMB środków OP nieprzyjaciela, w tym głównie:
 - zastosowanie przedsięwzięć maskowania radioelektronicznego;
 - zakłócanie (czynne i bierne) systemu wykrywania i dowodzenia środkami OP nieprzyjaciela;



Rys. 4. Podstawowe procesy odwzorowywane w module formowania ugrupowania samolotów



Legenda: 1. Grupa obezwładniania środków OPL na trasie lotu. 2. Grupa rozpoznania bezpośredniego obiektu działań. 3. Grupa obezwładniania środków OPL obiektu. 4. Grupa uderzeniowa. 5. Grupa osłony.

Rys. 5. Podstawowe procesy odwzorowywane w module pokonywania systemu OP nieprzyjaciela i wykonania uderzenia

- czynne (ogniowo lub zakłóceniami) obezwładnianie przeciwdziałających naziemnych środków OP nieprzyjaciela;
 - odpieranie ataków LM nieprzyjaciela wydzielonymi siłami z ugrupowania bojowego LMB lub siłami własnego LM;
 - zastosowanie przedsięwzięć biernego pokonywania przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela (manewry kursem, wysokością i prędkością lotu).
- b) bezpośrednie rozpoznanie obiektu uderzenia i przekazanie informacji grupie uderzeniowej;
 - c) zwalczanie środków OPL bezpośrednio osłaniających obiekt uderzenia;
 - d) atakowanie obiektu (obiektów).

2.1.3.3. Wyprowadzenie LMB z terenu nieprzyjaciela i lądowanie

- moduł "W"

W module "W" będą odwzorowywane następujące zasadnicze procesy i zjawiska (rys. 6):

- a) lot grupy od obiektu uderzenia do wyjściowego punktu trasy powrotnej;
- b) pokonywanie przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela na trasie powrotnej, ze stosowaniem (lub nie) podobnych przedsięwzięć co i w czasie lotu do obiektu uderzenia;
- c) wyjście z zasięgu ognia środków OP nieprzyjaciela i wlot nad własny teren (korytarzem przelotu lub poza nim);
- d) rozformowanie ugrupowania bojowego LMB na trasie lotu do lotniska (lotnisk) lub nad lotniskiem;
- e) lądowanie i kołowanie do rejonów rozśrodkowania (odtwarzania gotowości bojowej) samolotów;
- f) liczba samolotów po lądowaniu i ich stan - przekazanie informacji do KMS "TARAN".

2.1.3.4. Zobrazowywanie informacji wynikowych - moduł "Z"

Moduł ten powinien zabezpieczać zobrazowywanie w postaci liczbowej, tekstowej lub graficznej informacji wejściowej i wynikowej poszczególnych modułów funkcjonalnych systemu oraz przedstawianie na żądanie użytkownika aktualnego stanu systemu w jednej z wyżej wymienionych postaci.

2.2. Cel działań lotnictwa myśliwsko - bombowego oraz wybór kryteriów i wskaźników skuteczności (efektywności)

2.2.1. Cel działań LMB

Zgodnie z zasadami wykorzystania poszczególnych rodzajów lotnictwa, lotnictwo myśliwsko - bombowe jest przeznaczone do zwalczania obiektów naziemnych (nawodnych), przede wszystkim ruchomych, o znaczeniu taktycznym i operacyjnym, na korzyść wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej, we współdziałaniu z nimi lub samodzielnie¹⁾.

Zgodnie ze swoim przeznaczeniem LMB wykonuje następujące zadania²⁾:

- niszczy broń jądrową i środki jej przenoszenia;
- zwalcza konwencjonalne środki ogniowe, zwłaszcza artylerię;
- obezwładnia punkty oporu i siłę żywą;
- zwalcza odwody taktyczne i bliższe operacyjne;
- obezwładnia środki radioelektroniczne, punkty i stanowiska dowodzenia;
- niszczy i obezwładnia naziemne środki OP nieprzyjaciela;
- niszczy samoloty i śmigłowce na lotniskach (lądowiskach) oraz urządzenia lotniskowe;
- zwalcza obiekty morskie.

Zadania powyższe LMB może wykonywać wykorzystując konwencjonalne lub jądrowe środki rażenia. Większość wymienionych zadań bojowych

1) Podstawy taktyki lotnictwa. Podręcznik. Wyd. ASG WP, Warszawa 1984 r.

2) Tamże.

LMB wykonuje w ramach wsparcia lotniczego (bezpośredniego lub pośredniego) wojsk lądowych, niszcząc i obezwładniając obiekty pola walki oraz dezorganizując ich działania. Samoloty (śmigłowce) na lotniskach (lądowiskach) niszczy i obezwładnia najczęściej w ramach operacji powietrznych (przeciwpowietrznych), a obiekty morskie podczas działań na korzyść marynarki wojennej.

Z przeznaczenia oraz sformułowanych wyżej zadań wynika, że zasadniczym celem działań bojowych LMB jest zwalczanie obiektów naziemnych (nawodnych). Oczywiście w zwalczaniu obiektów nieprzyjaciela, oprócz lotnictwa, biorą również udział i inne środki walki wchodzące w skład wojsk frontu (wojska rakietowe i artyleria, środki ogniowe wojsk lądowych). Dlatego też lotnictwo będzie zwalczało tylko wybraną część obiektów nieprzyjaciela, zwłaszcza położonych poza zasięgiem ognia pierwszorzutowych związków taktycznych wojsk lądowych.

Reasumując należy przyjąć, że zasadniczym celem działań bojowych LMB jest zwalczenie (zniszczenie, obezwładnienie, zdeorganizowanie działań) jak największej liczby obiektów nieprzyjaciela. Obrazuje to następująca zależność:

$$F = \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N x_{jn} k_{jn}$$

gdzie: J - liczba obiektów podlegających zwalczaniu przez LMB (mieszcząca się w granicach możliwości bojowych);

N - liczba samolotów wydzielonych (planowanych) do realizacji zadań;

x_{jn} - liczba oddziaływań n - tego samolotu (grupy samolotów) na j - ty obiekt nieprzyjaciela;

k_{jn} - wskaźnik operacyjny charakteryzujący skuteczność oddziaływania n - tego samolotu (grupy) na j - ty obiekt ataku. Wskaźnik ten jest funkcją ważności atako-

wanego obiektu (o) i potencjału bojowego (c) samolotu (grupy), stąd

$$k = f(o, c).$$

Kryterium to preferuje skuteczność (efektywność) wykorzystania środków walki z punktu widzenia maksymalizacji strat zadanych nieprzyjacielowi, przy uwzględnieniu zasadniczego celu działań LMB jakim jest zwalczanie obiektów naziemnych (nawodnych). Istotne jest również to, że takie sformułowanie celu działań bojowych LMB umożliwia jego odzwierciedlenie w sposób sformalizowany w modelu matematycznym.

2.2.2. Kryteria skuteczności (efektywności) działań bojowych LMB

Skuteczność (efektywność) dowolnego działania oceniana jest z reguły na podstawie stopnia osiągnięcia celu działania oraz poniesionych kosztów. Można w związku z tym uznać, że efektywność działań bojowych LMB będzie tym większa, im wyższy osiągnie się stopień realizacji zadania i im mniejszy będzie wydatek posiadanych sił. Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia oraz przyjęte założenia wyboru kryteriów¹⁾ ustala się, że skuteczność działań bojowych LMB oceniać się będzie według dwóch podstawowych mierników:

- stopnia wykonania zadania bojowego;
- wydatku sił i środków na wykonanie zadania bojowego.

Tak sprecyzowane kryteria oceny skuteczności działań bojowych LMB pozwalają rozwiązać każde zadanie według następującego schematu: optymalizując jedną wartość zadania bojowego czynimy to dla stałej liczby sił wydzielonych do jego realizacji lub mając ustalony stopień wykonania zadania dążymy do osiągnięcia go minimalnymi siłami. Pierwsze kryterium - stopień wykonania zadania bojowego - określa poziom (granicę), który w trakcie wykonania zadania bojowego (wykonania uderzenia) należy osiągnąć. Oceniając skuteczność wykona-

¹⁾ Komputerowy model symulacyjny działań bojowych lotnictwa "IKAR-1".
Wyd. ASG WP, Warszawa 1984 r.

nia zadania według tego kryterium porównujemy osiągnięty rezultat z założonym (zaplanowanym). Jeżeli ustalony stopień wykonania zadania bojowego został rzeczywiście osiągnięty lub przekroczony, oceniane zadanie uważamy za skutecznie wykonane. W przypadku odwrotnym, gdy działalność w ramach postawionego zadania nie pozwoliła na osiągnięcie pożądanego (zaplanowanego) rezultatu, zadanie takie należy zaliczyć do zadań nieskutecznie zrealizowanych (częściowo wykonanych, nie wykonanych).

Podstawowymi wskaźnikami skuteczności działań bojowych LMB według pierwszego kryterium są:

- prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego (P_{WZ});
- oczekiwany rezultat działań bojowych (M):

Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego (P_{WZ}) jest wskaźnikiem liczbowym stopnia obiektywnej możliwości wykonania zadania bojowego w określonych warunkach przez pojedynczy samolot lub grupę samolotów myśliwsko - bombowych.

Z analizy lotu bojowego na zwalczanie obiektów naziemnych wynika, że stanowi on ciąg zdarzeń (lot do rejonu wykonania zadania, pokonanie systemu OP nieprzyjaciela, wykrycie obiektu i jego zaatakowanie, itd.), następujących kolejno i ściśle ze sobą powiązanych. Każde ze zdarzeń (czynności) zachodzących w procesie lotu bojowego może zakończyć się sukcesem lub porażką¹⁾. Wynik zdarzenia (sukces lub porażka) jest zjawiskiem przypadkowym (losowym), a zatem można go określić pewną wartością prawdopodobieństwa jego zaistnienia. Cały lot bojowy zakończy się powodzeniem jeśli sukcesem zakończą się wszystkie zdarzenia składające się na ten lot. Zatem łączne prawdopodobieństwo wykonania zadania będzie koniunkcją poszczególnych prawdopodobieństw składowych, w pierwszym rzędzie takich jak:

- prawdopodobieństwo wyjścia samolotu (grupy) w rejon obiektu działań (P_{wyj});

1) Sukces to pozytywny dla nas wynik zdarzenia, np. rażenie obiektu. Porażka to wynik negatywny, np. nie wykrycie obiektu przez pilota.

- prawdopodobieństwo wykrycia obiektu działań przez grupę uderzeniową (P_w);
- prawdopodobieństwo pokonania systemu OP nieprzyjaciela na trasie lotu do obiektu i w trakcie jego zwalczania (P_{OP});
- prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania radioelektronicznego nieprzyjaciela (P_{rpd});
- prawdopodobieństwo wykonania ataku w pierwszym nalocie (P_a);
- prawdopodobieństwo rażenia obiektu ($P_{ra\acute{z}}$);
- współczynnik niezawodności systemów radiotechnicznych oraz układu "człowiek - samolot" (K_{nt}).

Wartość prawdopodobieństwa wykonania zadania bojowego (P_{wz}) jako iloczynu prawdopodobieństw składowych wyznaczamy według następującego wzoru:

$$P_{wz} = P_{wyj} \cdot P_w \cdot P_{OP} \cdot P_{rpd} \cdot P_a \cdot P_{ra\acute{z}} \cdot K_{nt} \cdot$$

Przyjmuje się, że zadanie może być skutecznie wykonane wówczas, gdy wyznaczone według powyższego wzoru P_{wz} nie będzie mniejsze niż prawdopodobieństwo nakazane (pożądane) wykonania zadania bojowego (P_g), to jest:

$$P_{wz} \geq P_g \cdot$$

Wartość prawdopodobieństwa nakazanego (P_g) określa dowódca stawiający zadanie bojowe. W zależności od zakładanych celów działań, ważności zadania i rodzaju obiektu, wartość tego prawdopodobieństwa najczęściej przyjmuje się w przedziale $[0,5 + 0,95]$.

Oczekiwany rezultat działań bojowych to wskaźnik służący do określania wyników działań. Wskazuje on oczekiwaną liczbę zwalczonych (zniszczonych, obezwładnionych, zdezorganizowanych) obiektów pojedynczych lub grupowych przez określoną (wydzieloną) grupę samolotów myśliwsko - bombowych. Pozwala on na ocenę wariantów działań według zasady: im więcej, tym lepiej. Oznacza to, że lepszy jest taki wariant, który zapewnia zniszczenie większej liczby obie-

któw działań.

Oczekiwany rezultat działań bojowych grupy samolotów (M) jest sumą rezultatów działań poszczególnych samolotów atakujących dany obiekt, stąd:

$$M = \sum_{j=1}^J P_{\text{raź}_j}$$

gdzie: J - liczba samolotów jaka zaatakuje dany obiekt;

$P_{\text{raź}_j}$ - prawdopodobieństwo rażenia obiektu przez j - ty samolot.

Tak sformułowane kryterium nie daje w pełni odpowiedzi na pytanie: w jakim stopniu zostały wykorzystane możliwości bojowe samolotów myśliwsko - bombowych w konkretnych warunkach? Zatem niezbędne jest sprecyzowanie takiego kryterium, które umożliwi ocenę stopnia wykorzystania możliwości bojowych. Mamy tu na uwadze potencjalne możliwości bojowe samolotów myśliwsko - bombowych, z uwzględnieniem wyłącznie ich parametrów taktyczno - technicznych, przy pełnym zaspokojeniu potrzeb informacyjnych, optymalnym dowodzeniu, współdziałaniu i zabezpieczeniu działań bojowych. Inaczej mówiąc jest to potencjalny (wzorcowy) rezultat działań bojowych, który można osiągnąć w idealnych (poligonowych) warunkach. Należy zatem ocenić w jakim stopniu rezultat ten jest możliwy do osiągnięcia w sytuacji realnej (założonej), a więc z uwzględnieniem realnych warunków prowadzenia działań. Ocenę taką umożliwia przyjęcie jako kryterium skuteczności wskaźnika oczekiwanego rezultatu działań bojowych (E):

$$E = \frac{M_r}{M_p}$$

gdzie: M_r - oczekiwany rezultat działań jaki może być osiągnięty przez określoną (wydzieloną) ilość samolotów w konkretnych (realnych) warunkach;

M_p - oczekiwany rezultat działań jaki może być osiągnięty.

przez tą ilość samolotów w warunkach poligonowych.

Należy przyjąć, że im większą wartość osiągnie ten wskaźnik tym większa będzie skuteczność działań bojowych LMB.

Drugie kryterium - wydatek sił i środków na realizację zadania bojowego - umożliwia ocenę skuteczności wykonania zadań według ponoszonych kosztów. Pozwala ono przede wszystkim dowódcy (decydentowi) ocenić możliwości bojowe podległych sił, a tym samym określić prognostyczną ilość sił niezbędnych do wykonania otrzymanego zadania. Do głównych wskaźników skuteczności bojowej LMB według drugiego kryterium zaliczamy:

- liczbę samolotów potrzebną do wykonania zadania z nakazanym prawdopodobieństwem;
- oczekiwane straty własne.

Liczba samolotów potrzebna do wykonania zadania bojowego (N_b) - służy do ustalenia ile potrzeba wydzielić samolotów myśliwsko - bombowych aby wykonać zadanie z nakazanym (wymaganym) prawdopodobieństwem w konkretnych (założonych) warunkach.

Liczbę samolotów potrzebną do wykonania zadania bojowego oblicza się według następujących wzorów:

a) podczas zwalczania obiektu pojedynczego

$$N_b = \frac{\log (1 - P_g)}{\log (1 - P_{wz})}$$

gdzie: P_g - nakazane (założone) prawdopodobieństwo wykonania zadania;

P_{wz} - prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego przez pojedynczy samolot;

b) podczas zwalczania obiektu grupowego

$$N_b = \frac{\log (1 - P_p)}{\log (1 - P_{wz})} \cdot K_c$$

gdzie: K_c - liczba elementów obiektu grupowego (powierzchnia obiektu);

m_p - stosunek liczby elementów obiektu grupowego podlegających zwalczaniu (procent rażonej powierzchni obiektu) (m) do ogólnej liczby elementów obiektu grupowego (powierzchni obiektu), stąd

$$\eta_p = \frac{m}{K_c} \cdot$$

Podobnie jak w przypadku oceny rezultatów działań bojowych LMB, również samo określenie liczby samolotów potrzebnych do wykonania zadania nie daje w pełni odpowiedzi na pytanie czy efektywnie zostaną wykorzystane siły (czy efekty są adekwatne do poniesionych kosztów). W związku z tym celowym jest wprowadzenie dodatkowego wskaźnika efektywnej liczby samolotów (E_s):

$$E_s = \frac{N_b}{N_p}$$

gdzie: N_b - liczba samolotów potrzebna do wykonania zadania bojowego w konkretnych (realnych) warunkach (bojowa liczba samolotów);

N_p - liczba samolotów potrzebna do wykonania zadania w warunkach idealnych (poligonowych) (poligonowa liczba samolotów).

Im większą wartość osiągnie ten wskaźnik, tym bardziej efektywne jest wykorzystanie posiadanych sił i środków.

Wykonanie zadań przez LMB wymaga dotarcia samolotów do obiektu działań, a więc przeniknięcia przez system OP nieprzyjaciela. Wiąże się to ściśle z narażeniem samolotów na oddziaływanie aktywnych środków OP nieprzyjaciela. Doświadczenia pozwalają na podzielenie skutków tego oddziaływania na trzy podstawowe grupy:

- straty bezpowrotne;

- straty częściowe, głównie techniczne, w wyniku których samoloty muszą być poddane naprawie (remontowi) i mogą być ponownie użyte po upływie określonego czasu;
- straty doraźne, dotyczące nie wykonania określonego zadania z innych przyczyn, na przykład nie dotarcia załogi do obiektu działań z powodu silnego przeciwdziałania nieprzyjaciela lub całkowitej utraty orientacji. Po powrocie na lotnisko bazowania samoloty nie wymagają napraw i mogą być użyte do kolejnego lotu.

Biorąc powyższe pod uwagę oczekiwane straty własne w trakcie realizacji jednego zadania bojowego (n_a) są sumą strat bezpowrotnych (n_b), strat częściowych (n_c) i strat doraźnych (n_d), czyli

$$n_a = n_b + n_c + n_d .$$

Względną wielkość strat możemy scharakteryzować wskaźnikiem strat (a), określanym na podstawie zależności:

$$a = \frac{n_a}{N_b} .$$

Znajomość wartości tego wskaźnika pozwala na określenie wielkości sił LMB jaka może być wykorzystana dla realizacji kolejnych zadań bojowych (N_J):

$$N_J = N_S - \sum_{j=1}^{J-1} n_{a_j}$$

gdzie: J - numer kolejnego lotu bojowego;

N_S - wyjściowa liczba samolotów sprawnych do działań;

n_{a_j} - straty samolotów w j - tym locie.

2.3. Założenia informacyjne

A. Modelowanie działań bojowych LMB będzie się odbywało zgodnie z wcześniej przyjętą przez dowódcę (grającego) decyzją, uwzględniającą aktualną (założoną) sytuację operacyjno - taktyczną. De-

cyzja ta powinna zawierać następujące zasadnicze informacje:

- liczbę i typ wykorzystywanych samolotów, miejsce ich bazowania, rozmieszczenie na lotnisku samolotów w poszczególnych stopniach gotowości bojowej;
- obiekt (obiekty) działań i jego charakterystyka;
- wariant uzbrojenia samolotów;
- sposób uruchomienia, kołowania, startu i zbiórki samolotów;
- oś trasy, ugrupowanie bojowe i warunki lotu nad własnym terenem;
- oś trasy, ugrupowanie bojowe i warunki lotu nad terenem nieprzyjaciela;
- stosowane przedsięwzięcia pokonywania przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela;
- stosowane przedsięwzięcia zabezpieczające wyjście nad obiekt działań i pokonanie przeciwdziałania jego środków OPL;
- sposób, liczba i warunki ataków oraz zastosowane środki rażenia;
- oś trasy, ugrupowanie bojowe, sposób jego sformowania i warunki lotu na trasie powrotnej nad terenem nieprzyjaciela;
- stosowane przedsięwzięcia pokonania przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela na trasie powrotnej;
- oś trasy, ugrupowanie bojowe i warunki lotu na trasie powrotnej nad własnym terenem;
- sposób rozformowania ugrupowania bojowego, lądowania oraz kołowania do miejsca odtwarzania gotowości bojowej samolotów.

B. Komputerowy model symulacyjny działań bojowych LMB "IKAR - 1"

korzysta z danych:

- zawartych w bazie danych;
- wprowadzonych na początku eksperymentu symulacyjnego;
- wypracowywanych w trakcie eksperymentu;

- przesłanych z innych modeli symulacyjnych.

Baza danych KMS "IKAR - 1" powinna składać się z następujących zbiorów logicznych:

- danych stałych;
- danych zmiennych;
- zbioru tabel.

Zbiór danych stałych modelu powinien składać się z dwóch podzbiorów: danych o wojskach własnych i danych o wojskach nieprzyjaciela. Podzbiór danych stałych o wojskach własnych powinien zawierać następujące informacje (dane):

- nazwy i organizację oddziałów i pododdziałów LMB;
- etaty jednostek;
- normy taktyczne dla wojsk własnych;
- parametry taktyczno - techniczne sprzętu;
- podstawowe warianty uzbrojenia samolotów;
- parametry taktyczno - techniczne środków rażenia.

Podzbiór danych stałych o wojskach nieprzyjaciela powinien zawierać następujące informacje (dane):

- nazwy i charakterystyki obiektów działań;
- nazwy i organizację oddziałów i pododdziałów lotnictwa nieprzyjaciela, a zwłaszcza lotnictwa myśliwskiego;
- nazwy i organizację pododdziałów OPL;
- etaty jednostek;
- normy taktyczne środków systemu OP nieprzyjaciela;
- podstawowe parametry taktyczno - techniczne sprzętu;
- podstawowe warianty uzbrojenia samolotów myśliwskich;
- parametry taktyczno - techniczne środków rażenia.

Zbiór danych zmiennych modelu tworzą dane:

- wprowadzane na początku eksperymentu;
- wypracowywane w trakcie eksperymentu;

- wchodzące z innych modeli.

Dane zmienne wprowadzane na początku eksperymentu:

- położenie poszczególnych elementów modelu symulacyjnego na początku eksperymentu (symulacji);
- zmiany w stosunku do etatu jednostek;
- stan środków zabezpieczenia materiałowo - technicznego.

Dane zmienne wchodzące z innych modeli są to dane dotyczące działań wojsk lądowych, działań nieprzyjaciela oraz systemu zabezpieczenia działań bojowych LMB.

Zbiór tabel jest zbiorem zabezpieczającym dodatkowe potrzeby informacyjne użytkowników.

Ponadto w bazie danych musi istnieć możliwość wprowadzania danych dodatkowych (np. danych o sprzęcie wprowadzanym na wyposażenie wojsk, nowych zasad użycia itp.).

2.4. Wymagania dotyczące budowy KMS "IKAR - 1"

Zgodnie z przyjętymi założeniami KMS "IKAR - 1" powinien:

- umożliwiać symulację działań bojowych LMB;
- mieć charakter uniwersalny;
- mieć charakter konwersacyjny;
- umożliwiać kompleksową, wielopłaszczyznową analizę oraz ocenę skuteczności działań bojowych LMB z uwzględnieniem celów i zadań systemu jako całości i poszczególnych jego elementów.

Uniwersalność modelu ma zapewnić możliwość symulowania działań bojowych LMB o dowolnym składzie organizacyjnym i dla różnych szczebli dowodzenia. Zakłada się jednak, że będzie on przeznaczony głównie do rozwiązywania problemów taktycznych i operacyjno - taktycznych. Należy jednak przewidywać rozwinięcie modelu do rozwiązywania problemów operacyjnych.

Konwersacyjność modelu wynika z założonego sposobu jego wykorzystania dla celów dydaktycznych. Chodzi głównie o to aby użytkownik (wykładowca, słuchacz) mógł aktualnie uczestniczyć w procesie symulacji działań bojowych LMB i wpływać na jego przebieg. W dotychczasowych rozwiązaniach rola użytkownika z zasady ograniczała się do jednorazowego opracowania danych wejściowych i analizy końcowych wyników obliczeń. Należy więc tak opracować model i zasady jego wykorzystania aby można było uzyskiwać wyniki częściowe (w trakcie realizacji procesu) i na ich podstawie oceniać i ewentualnie zmieniać swoje decyzje, wprowadzać korekty do wariantu działań. Inaczej mówiąc aby można było śledzić symulowany proces działań i wpływać na jego przebieg. Ma to szczególne znaczenie w grach decyzyjnych prowadzonych dla celów dydaktycznych, ale odgrywa również poważną rolę w badaniach naukowych. W jakim stopniu uda się zapewnić konwersacyjność modelu na obecnym etapie badań trudno jest określić. W dużej mierze będzie to zależne od możliwości infrastruktury technicznej EMC "Irys", szczególnie w zakresie odwzorowywania procesu działań bojowych LMB w czasie i w przestrzeni.

Umożliwienie kompleksowych i wielopłaszczyznowych analiz jest konieczne ze względu na złożoność odwzorowywanego procesu, a także potrzebę pokazania zależności pomiędzy poszczególnymi elementami systemu. Z punktu widzenia wykorzystania i przydatności modelu zastosowana metoda badawcza powinna być tak opracowana, aby uwzględniała (pod względem sposobu wprowadzania i objętości informacji wejściowej) czas jakim dysponują sztaby i wojska na przygotowanie działań bojowych. Zastosowana metoda (symulacja komputerowa) powinna umożliwiać również względnie pełne odzwierciedlenie złożoności procesu działań bojowych LMB, a w tym działalności człowieka (dowódcy, decydenta).

3. OGÓLNA IDEA BUDOWY KOMPUTEROWEGO MODELU SYMULACYJNEGO DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKO - BOMBOWEGO "IKAR - 1"

3.1. Schemat blokowy KMS "IKAR - 1"

Podczas budowy schematu blokowego modelu "IKAR - 1" przyjęto, że przed rozpoczęciem procesu symulacji zostaną wykonane następujące czynności:

- aktualizacja bazy danych;
- określenie warunków początkowych eksperymentu;
- wypracowanie decyzji o działaniach bojowych LMB.

Po wykonaniu powyższych czynności przebieg procesu symulacji działań bojowych LMB przedstawiony jest na schemacie blokowym.

Przyjęte w schemacie blokowym symbole oznaczają:

- x_p y_p - współrzędne punktów trasy lotu ugrupowania bojowego LMB;
- x_b y_b - współrzędne punktu znajdowania się ugrupowania bojowego na trasie lotu w danej chwili czasu t ;
- H - wysokość lotu;
- q - kurs lotu;
- t_z - czas zbiórki ugrupowania bojowego LMB;
- Q_b - zapas paliwa w danej chwili czasu t .

P O C Z ą T E K

Wprowadzenie

- warunków początkowych eksperymentu;
- danych z decyzji uczestnika eksperymentu.

Sprawdź warunek

Czy należy odwzorowywać na monitorze ekranowym "sytuację wyjściową" eksperymentu?

T A K

N I E

Zobrazowanie na monitorze ekranowym położenie wojsk własnych:

- lotnisk bazowania LMB z podaniem ich charakterystyk (liczba dróg startowych i kołowania, ich długość, położenie i liczba stref rozśrodkowania itp.);
- indeksy jednostek bazujących na danym lotnisku;
- rozmieszczenie punktów dowodzenia, radio-nawigacyjnych i naprowadzania lotnictwa;
- rozmieszczenie środków OPL;
- rubież styczności bojowej wojsk;
- lotniska bazowania lotnictwa działającego na korzyść LMB i ich charakterystyki;
- indeksy jednostek bazujących na danym lotnisku;
- strefy (rejony) działań lotnictwa zabezpieczającego działania LMB i inne dane.

1

2

1

Zobrazowanie na monitorze ekranowym położenia wojsk nieprzyjaciela:

- położenie obiektu (obiektów) działań i jego charakterystyka;
- rozmieszczenie środków systemu OP i OPL nieprzyjaciela, stanowisk dowodzenia tymi środkami;
- rozmieszczenie lotnisk bazowania i stref dyżurowania LM i inne dane.

2

W oparciu o dane z decyzji, a dotyczące:

- położenia punktu zbiórki $\langle x_p, y_p, H, V, q \rangle$
- czasu zbiórki $\langle t_z \rangle$

oraz poprzednio określone położenie lotnisk, na których bazują samoloty wydzielone do wykonania zadania, wyznaczamy:

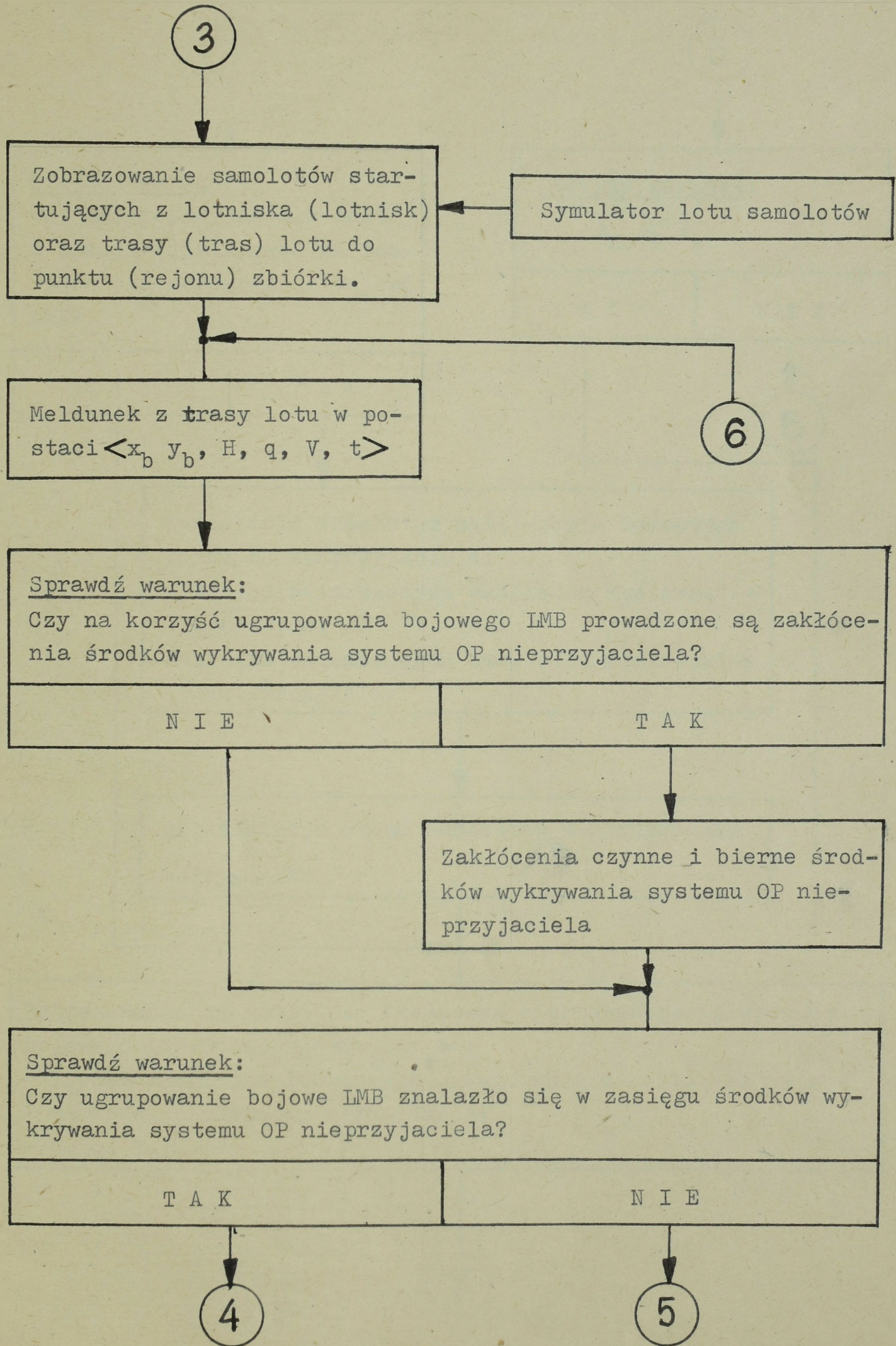
- czas startu samolotów z poszczególnych lotnisk bazowania;
- trasę lotu do punktu (rejonu) zbiórki, z uwzględnieniem minimalizacji zużycia paliwa i czasu zbiórki.

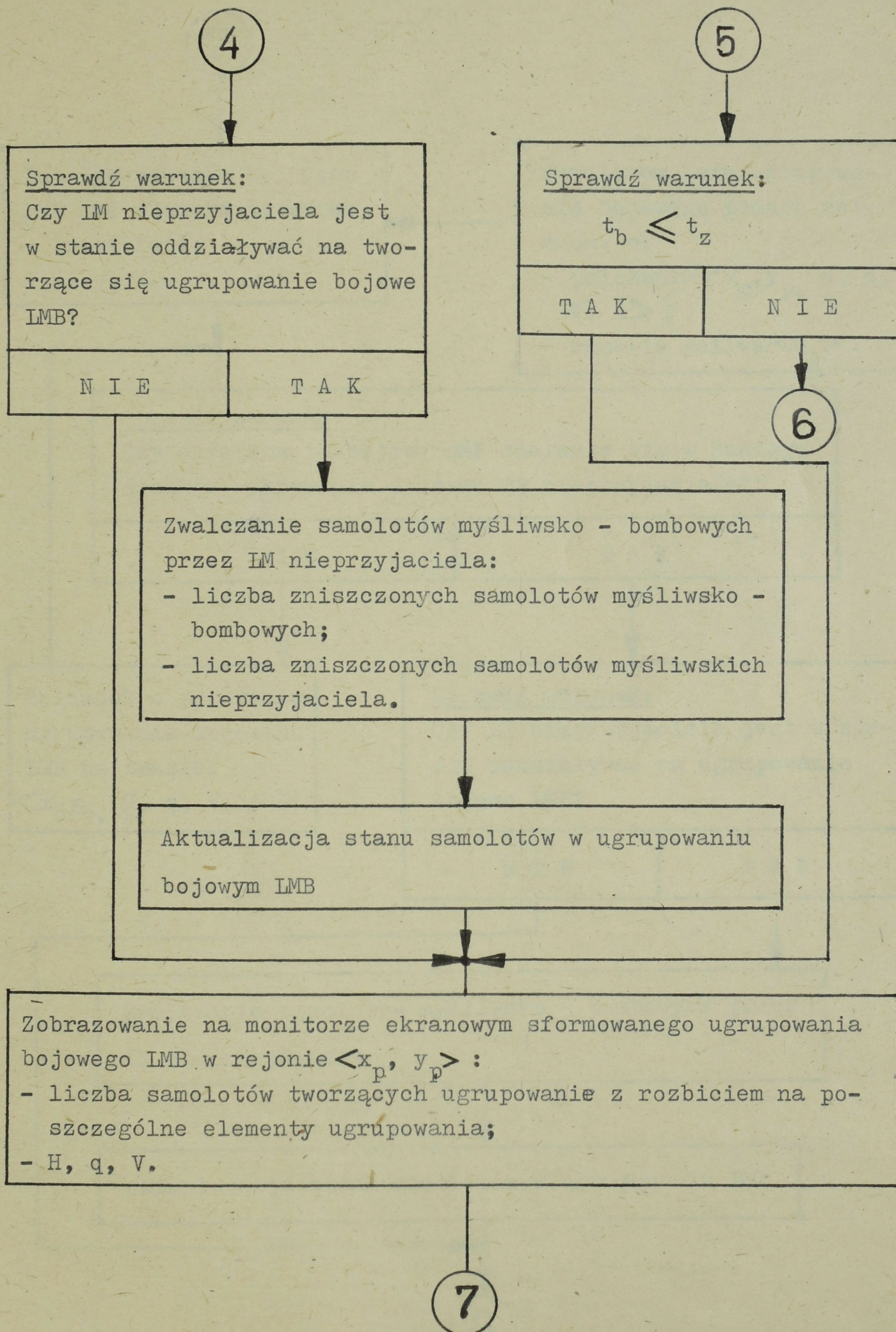
Symulator
lotu
samolotu

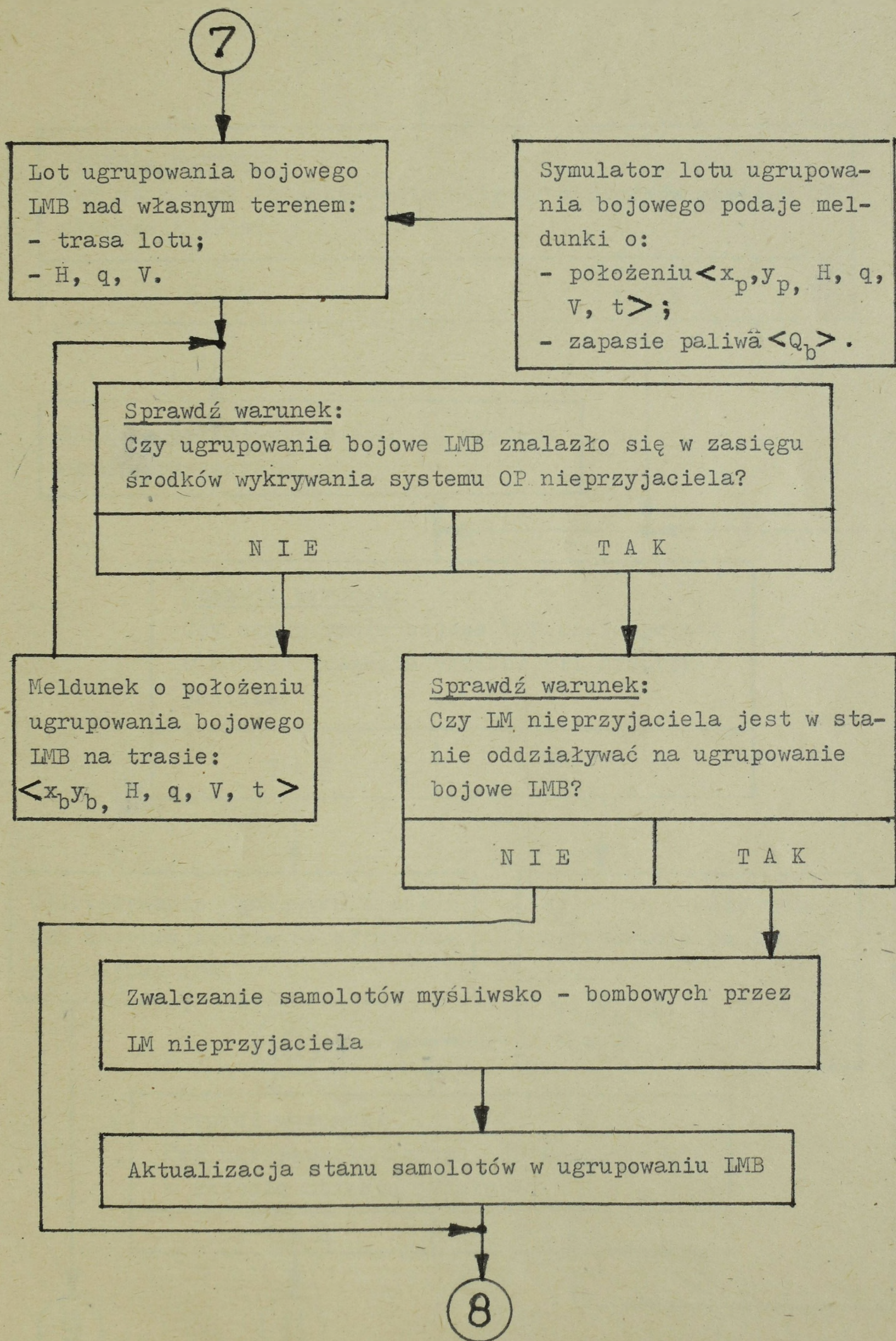
W oparciu o wyznaczoną trasę lotu do punktu zbiórki oraz dane z charakterystyki lotnisk określić czas i kolejność startu samolotów.

Z decyzji dowódcy:
- sposób startu i zbiórki samolotów;
- ugrupowanie po zbiórce.

3







8

Sprawdź warunek :
Czy stosowane są zakłócenia aktywnych środków systemu OP nieprzyjaciela?

T A K	N I E
-------	-------

Zakłócanie aktywnych środków systemu OP nieprzyjaciela.

Sprawdź warunek:
Czy ugrupowanie bojowe LMB znajduje się w zasięgu rażenia środków OPL nieprzyjaciela?

T A K	N I E
-------	-------

Oddziaływanie ogniowych środków OPL nieprzyjaciela na ugrupowanie bojowe LMB.

Meldunek o położeniu ugrupowania na trasie lotu
 $\langle x_b, y_b, H, q, V, t \rangle$
 $\langle Q_b \rangle$

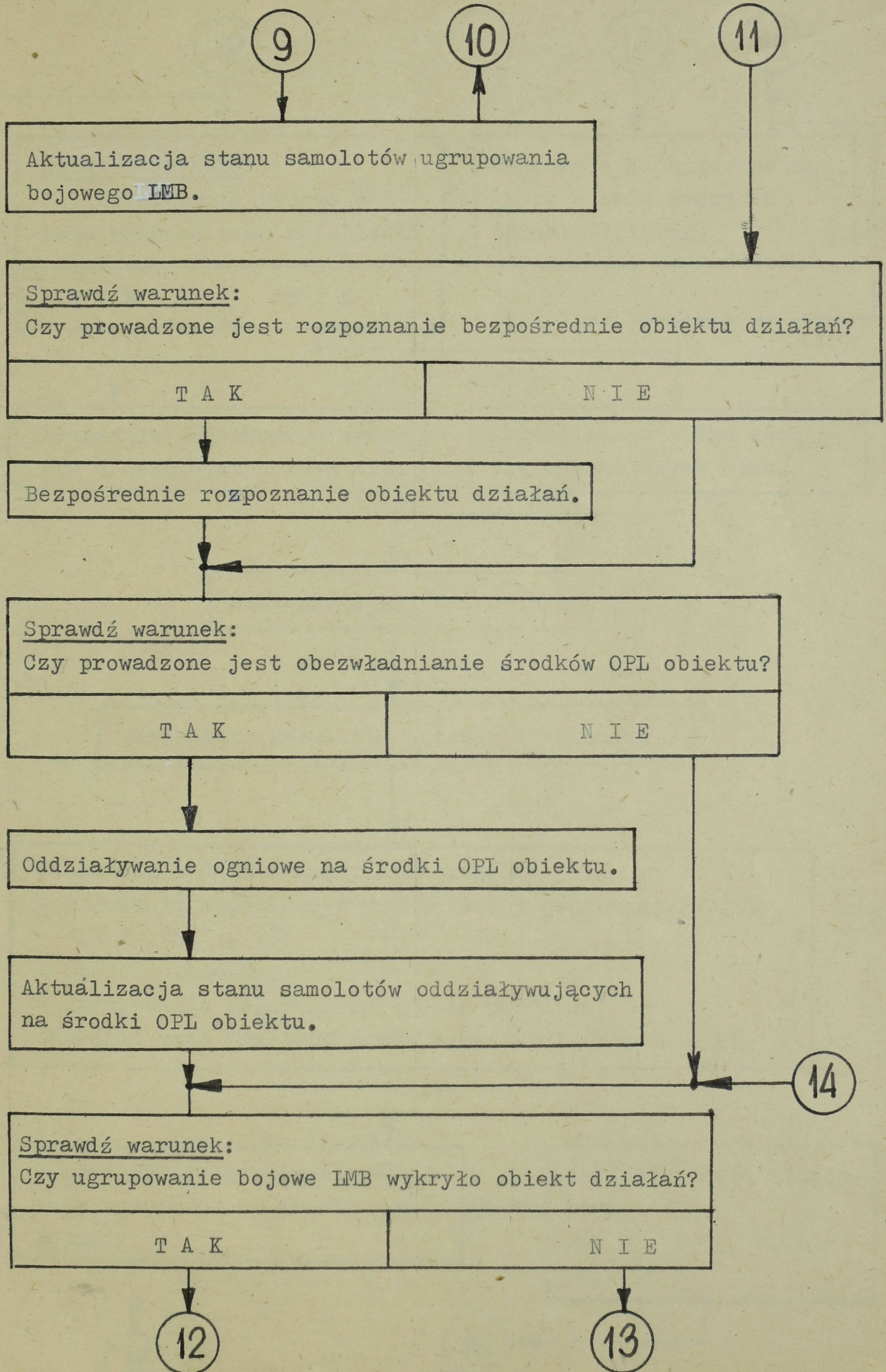
10

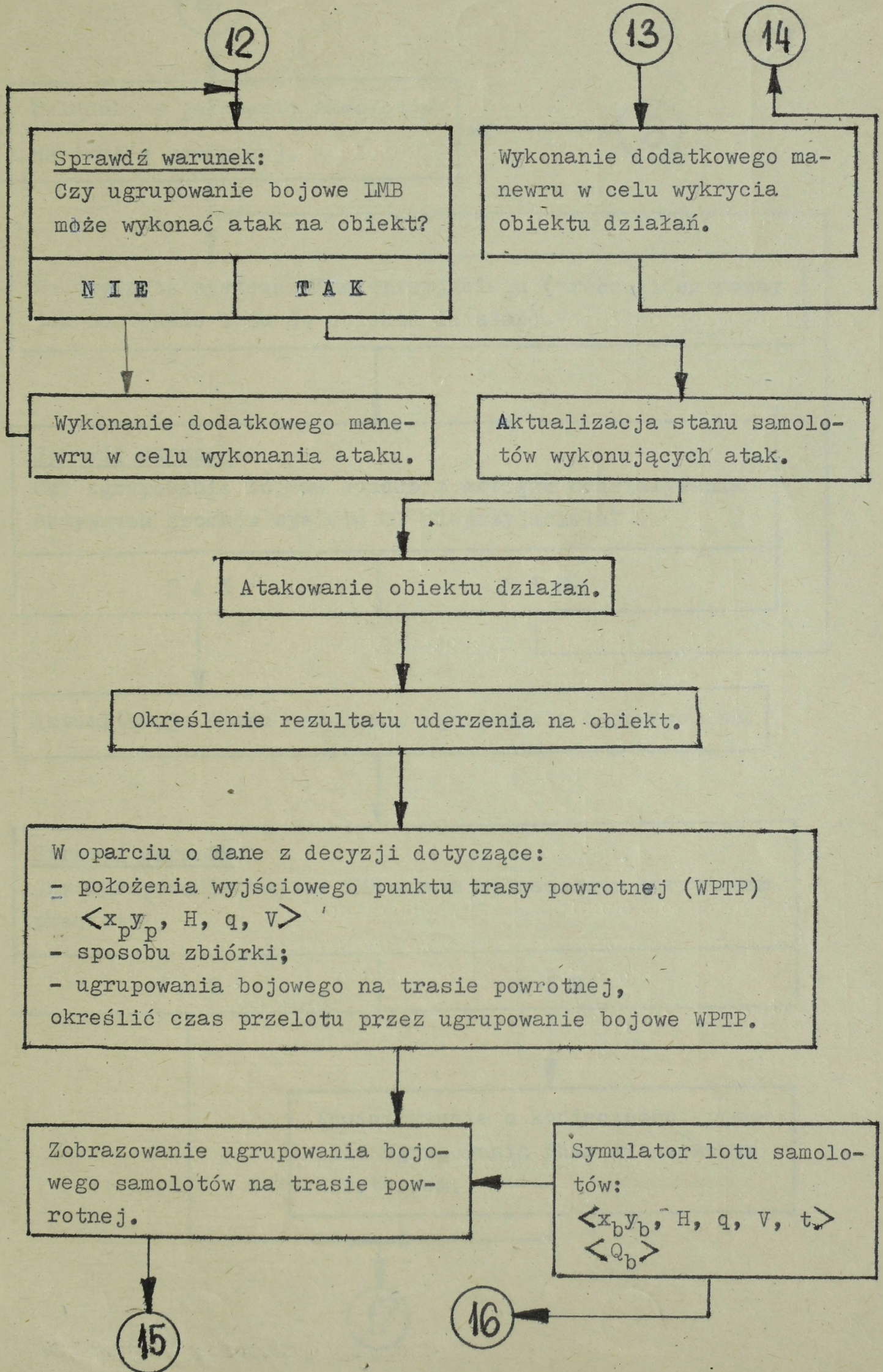
Sprawdź warunek:
Czy ugrupowanie bojowe LMB znajduje się w rejonie obiektu działań?

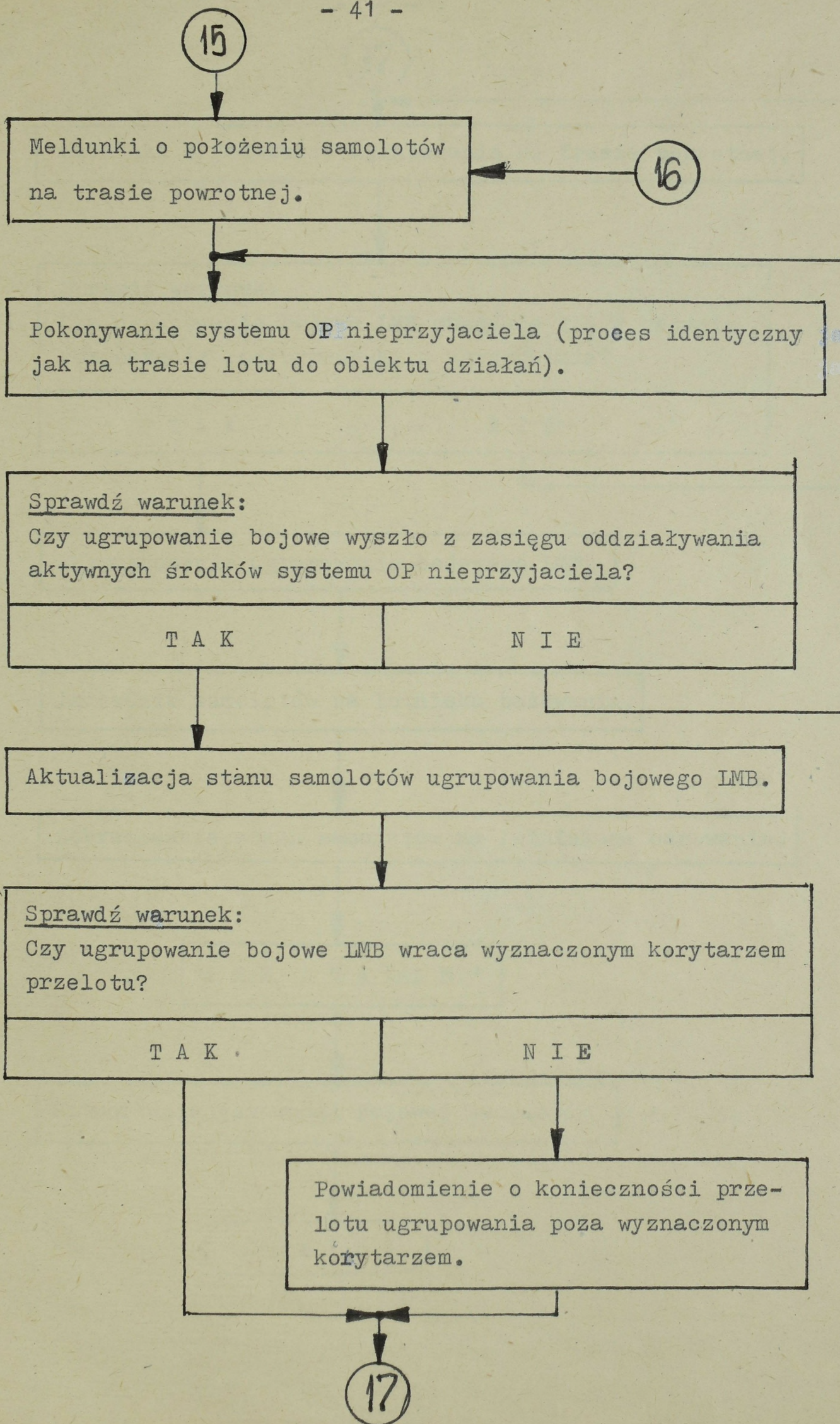
T A K	N I E
-------	-------

9

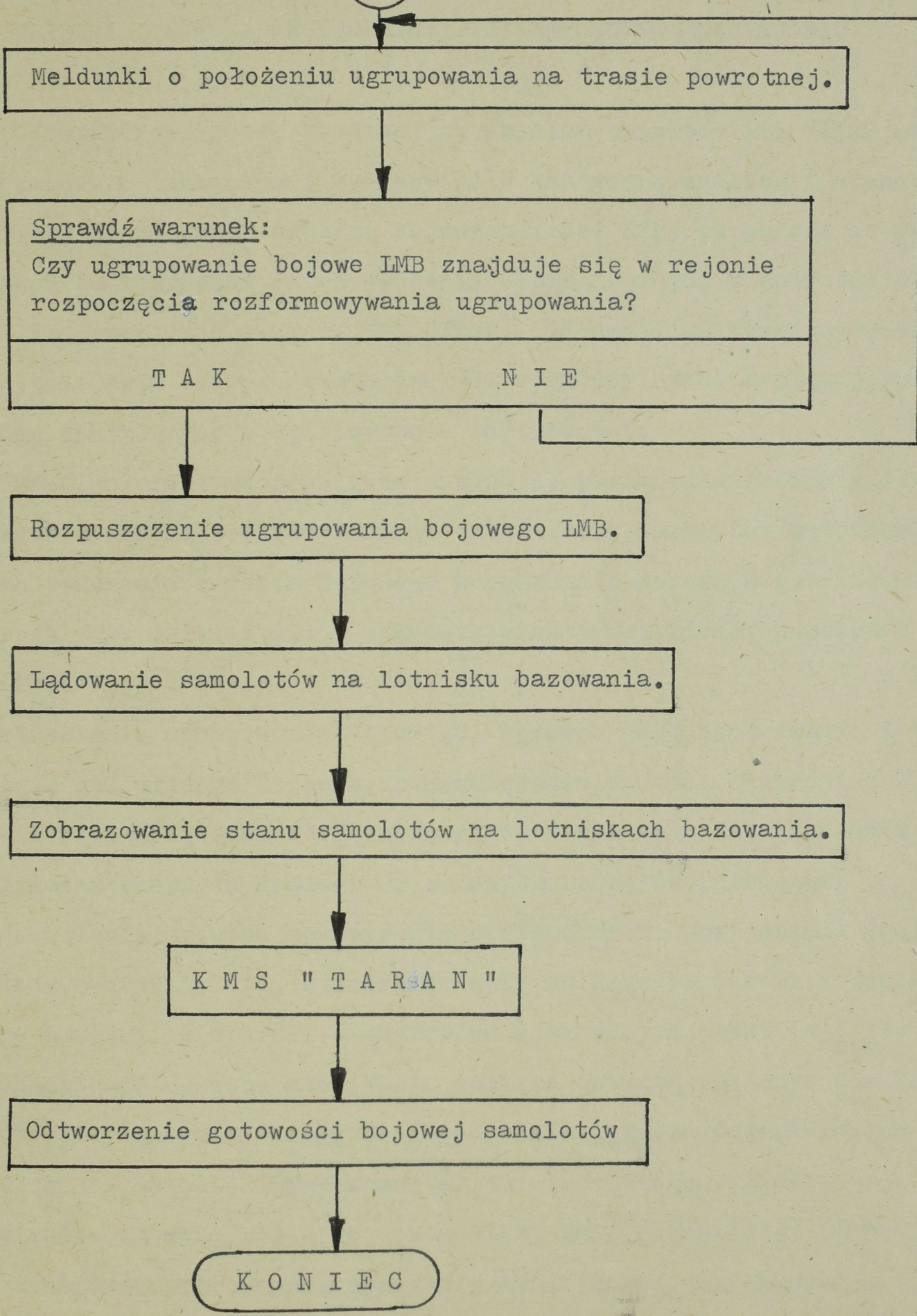
11







17



4. WSTĘPNA LISTA ZADAŃ (MODUŁÓW) PODLEGAJĄCYCH ROZWIĄZANIU

Komputerowy model symulacyjny działań bojowych LMB "IKAR -1" ma zapewnić taktyczną i operacyjno - taktyczną analizę i ocenę procesu prowadzenia działań bojowych przez LMB, na podstawie wskaźników skuteczności (efektywności) sformułowanych w podrozdziale 2.2.2. Przewiduje się, że KMS "IKAR - 1" umożliwi rozwiązywanie (na podstawie szeregu eksperymentów symulacyjnych) następujących zadań taktycznych i operacyjno - taktycznych:

- określenie optymalnego (racjonalnego) wariantu uzbrojenia i warunków użycia środków rażenia oraz liczby samolotów potrzebnej do wykonania zadania bojowego w oparciu o wskaźnik oczekiwanego rezultatu działań (E) i wskaźnik efektywnej liczby samolotów (E_s);
- określenie ugrupowania bojowego, sposobu jego sformowania i trasy lotu nad własnym terenem, z uwzględnieniem minimalizacji zużycia paliwa i czasu formowania ugrupowania oraz niezakłócania działań własnych środków OP i innych rodzajów lotnictwa;
- określenie sposobu pokonywania systemu OP nieprzyjaciela (osie tras, warunki lotu, wydzielone siły do zabezpieczenia, stosowane manewry) w oparciu o kryterium minimalnych strat ($a_{min.}$);
- określenie sposobu atakowania obiektu działań (pokonywanie OPL obiektu, kierunki i sposoby atakowania itp.) z uwzględnieniem warunku, że oczekiwany rezultat działań osiąga wartości największe ($E \rightarrow E_{max.}$) a wskaźnik strat jest najmniejszy ($a \rightarrow a_{min.}$);
- określenie sposobu powrotu nad własny teren, rozformowania ugrupowania bojowego i lądowania, z uwzględnieniem minimalizacji strat, minimalizacji czasu realizacji przedsięwzięć oraz nie zakłócania działań własnych środków OP i innych rodzajów lot-

nictwa;

- określanie ilości sił zdolnych do kolejnego lotu po odtworzeniu gotowości bojowej (w powiązaniu z KMS "TARAN");
- określenie liczby i kolejności zwalczania obiektów przez wydzielone siły LMB w oparciu o kryterium ważności obiektów, ich mobilność oraz stopień zagrożenia dla wojsk własnych.

Przedstawiona lista zadań obrazuje podstawowe kierunki wykorzystania KMS "IKAR - 1" w ścisłym powiązaniu z wybranymi (mierzalnymi) wskaźnikami skuteczności (efektywności). Przedstawione zadania mogą być rozwiązywane całościowo lub na żądania użytkownika (decydenta) mogą być rozwiązywane zadania częściowe w ramach poszczególnych modułów (podmodułów).

Na obecnym etapie badań przewiduje się możliwość rozwiązywania w oparciu o moduł formowania ugrupowania bojowego ("F") następujących zadań cząstkowych:

- określenie czasu startu grupy (grup) od momentu podjęcia przez grającego (decydenta) decyzji o wykonaniu uderzenia, w zależności od składu grupy, stopnia gotowości bojowej samolotów i ich rozmieszczenia na lotnisku oraz przyjętego wariantu startu;
- formowanie dowolnych ugrupowań bojowych podstawowymi metodami wykonywania zbiórek, a głównie metodą dopędzania, zakretem o 90° i 180° ;
- określenie czasu zbiórki lub miejsca sformowania ugrupowania bojowego albo sposobu i warunków zbiórki dla zakończenia jej w nakazanym miejscu (czasie);
- wybór dogodnej trasy lotu nad własnym terenem zapewniającej najpóźniejsze wykrycie przez środki systemu OP nieprzyjaciela, bezpieczeństwo przed porażeniem przez środki OPL wojsk własnych, minimalne zużycie paliwa i możliwość zapewnienia dowodzenia.

W oparciu o moduł pokonywania systemu OP nieprzyjaciela i wykonania uderzenia ("P") przewiduje się możliwość rozwiązywania następujących zadań cząstkowych:

- wybór trasy nad terenem nieprzyjaciela zapewniającej możliwie krótki czas przebywania w strefie oddziaływania aktywnych środków systemu OP nieprzyjaciela, możliwie krótki czas lotu do obiektu działań i wykonanie ataku na obiekt z dogodnego kierunku;
- określenie skuteczności zastosowanych przedsięwzięć z zakresu pokonywania przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela (obezwładnianie ogniowe i zakłóceniami, manewry kursem, prędkością i wysokością lotu, niedopuszczenie do ataków LM nieprzyjaciela) w oparciu o kryterium minimalizacji strat;
- określenie strat jakie poniesie ugrupowanie bojowe LMB podczas pokonywania przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela i liczby samolotów, które wyjdą w rejon obiektu działań;
- określenie skuteczności przedsięwzięć zabezpieczających wykonanie uderzenia (rozpoznanie bezpośrednio obiektu działań, obezwładnianie ogniem i zakłóceniami środków OPL obiektu);
- określenie sposobu i warunków ataku oraz wybór środków rażenia w zależności od obiektu działań, warunków działań i dysponowanego asortymentu środków rażenia;
- określenie rezultatów uderzenia (liczba zniszczonych obiektów, stopień porażenia);
- określenie strat jakie poniesie ugrupowanie bojowe LMB w czasie atakowania obiektu działań.

W oparciu o moduł wyprowadzenia lotnictwa z terenu nieprzyjaciela i lądowania ("W") przewiduje się możliwość rozwiązywania następujących zadań cząstkowych:

- określenie sposobu ponownego sformowania ugrupowania bojowego LMB i dolotu do wyjściowego punktu trasy powrotnej (WPTP);
- wybór najdogodniejszej trasy powrotnej;
- określenie skuteczności zastosowanych przedsięwzięć z zakresu pokonywania przeciwdziałania środków OP nieprzyjaciela na trasie powrotnej;
- określenie strat jakie poniesie ugrupowanie bojowe LMB na trasie powrotnej;
- wybór trasy powrotnej nad własnym terenem, miejsca i sposobu rozformowania ugrupowania bojowego;
- określenie sposobu i czasu lądowania;
- określenie liczby i stanu lądujących samolotów;
- określenie, w powiązaniu z KMS "TARAN", czasu odtwarzania gotowości bojowej i liczby samolotów zdolnych do kolejnego lotu.

5. CHARAKTERYSTYKA INFORMACJI WEJŚCIOWEJ I WYNIKOWEJ (WYJŚCIOWEJ)

5.1. Charakterystyka informacji wejściowej

Dla sprawnego funkcjonowania modelu muszą być wprowadzane informacje w etapie przygotowania eksperymentu, na początku eksperymentu i w trakcie jego trwania.

A. Informacje wprowadzane w etapie przygotowania eksperymentu

Informacje te wprowadza przygotowujący eksperyment (kierownik gry). Mają one na celu stworzenie aktualnego (założonego) tła operacyjno - taktycznego na jakim będzie się odbywał eksperyment, aktualizację bazy danych modelu, głównie w zakresie danych o wojskach własnych i nieprzyjaciela.

B. Informacje wprowadzane na początku eksperymentu

Informacje te wprowadza uczestnik eksperymentu (grający) i na

ich podstawie będzie odbywał się proces symulacji. Inaczej mówiąc są to głównie dane z decyzji o działaniach bojowych LMB.

C. Informacje wprowadzane w trakcie eksperymentu

Informacje te mogą być wprowadzane przez kierownika eksperymentu, grającego lub mogą napływać z innych modeli symulacyjnych.

Zgodnie z założeniami budowy KMS "IKAR - 1" proces symulacji - na życzenie użytkownika - może dotyczyć całego lotu bojowego lub poszczególnych jego etapów. W związku z tym objętość (zakres) informacji wejściowej będzie odpowiednia do potrzeb, pełna - w przypadku symulowania całego procesu i częściowa - w przypadku symulowania określonego etapu lotu.

5.2. Charakterystyka informacji wynikowej (wyjściowej)

Informacje wynikowe (wyjściowe), podobnie jak informacje wejściowe, możemy sklasyfikować pod względem czasu udostępniania ich użytkownikowi (grającemu).

A. Informacje wynikowe udostępniane przed rozpoczęciem eksperymentu

Są to informacje dotyczące warunków w jakich odbywał się będzie eksperyment (np. położenie i stany wojsk, tło operacyjno - taktyczne itd.), a także dane wynikowe procesu symulacyjnego pewnych etapów działań (np. sposób sformowania ugrupowania), które przeprowadzi użytkownik w fazie wypracowywania decyzji.

B. Informacje uzyskiwane po wprowadzeniu decyzji

Są to informacje, które może uzyskać użytkownik przed rozpoczęciem procesu symulacji, np. stan sił i środków, które można jeszcze wykorzystać itp.

C. Informacje uzyskiwane w trakcie procesu symulacji

Są to informacje bieżące jakie może otrzymywać uczestnik lub prowadzący eksperyment, a dotyczące stanu systemu w danej chwili.

li albo po zakończeniu pewnego etapu procesu (np. stan ugrupowania bojowego LMB po pokonaniu systemu OP nieprzyjaciela).

D. Informacje uzyskiwane po zakończeniu procesu symulacji

Są to zbiorcze informacje jakie uzyskuje grający i prowadzący eksperyment po zakończeniu procesy symulacji.

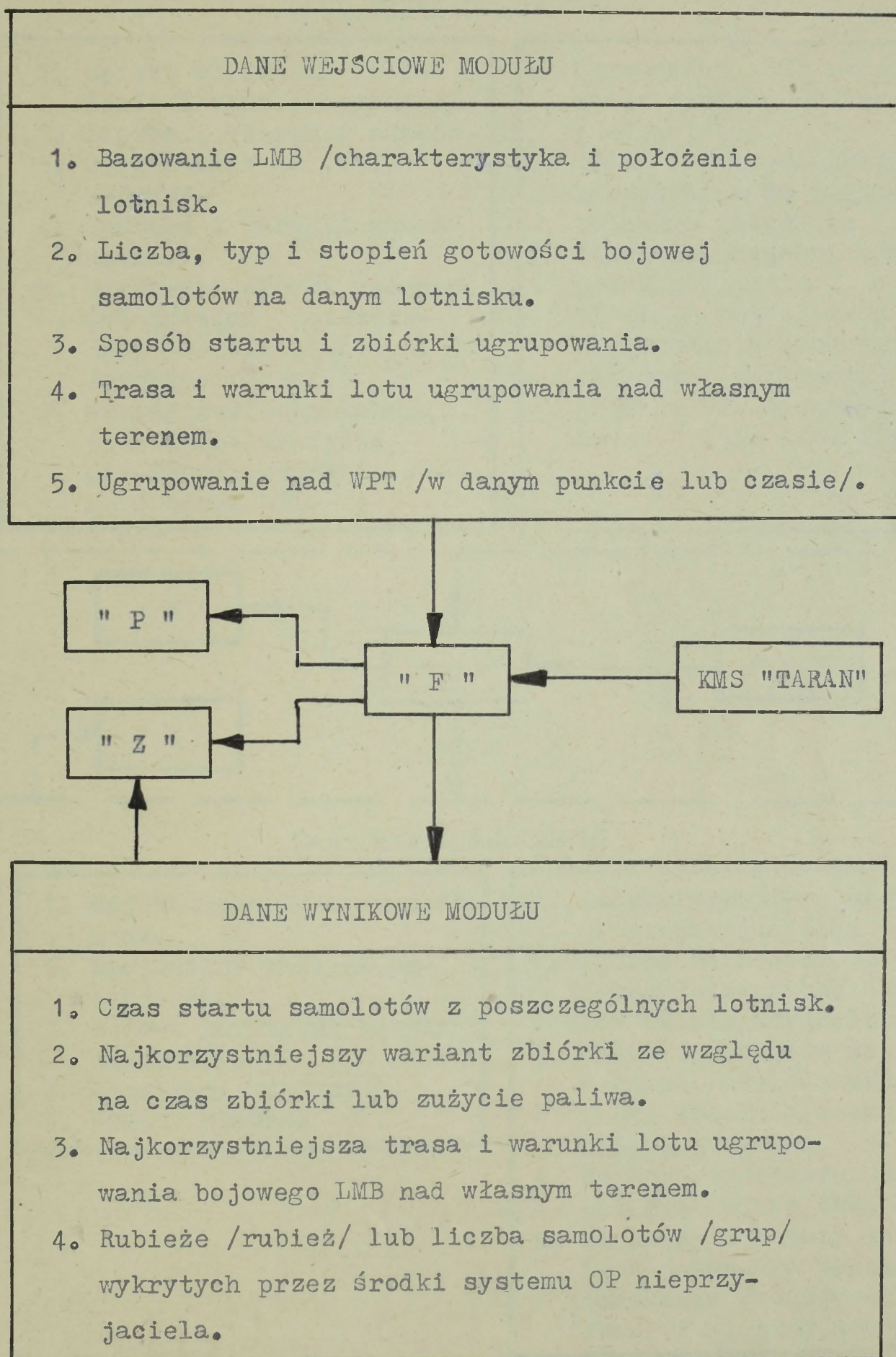
Informacje wynikowe będą przedstawiane w trzech formach: tabel, wykresów lub graficznego odwzorowania procesu. Informacje te będą wyprowadzane na urządzenia końcowe EMC typu drukarka wierszowa, monitor ekranowy i urządzenie graficzne typu Benson 122. Informacje wynikowe wymienione w punkcie A i D generalnie będą wyprowadzane na drukarkę wierszową i urządzenie graficzne, z możliwością przedstawiania ich - na żądanie użytkownika - na monitorze ekranowym. Natomiast informacje wymienione w punkcie B i C będą przedstawiane na monitorze ekranowym, z możliwością przedstawiania ich - na żądanie użytkownika - na drukarce wierszowej i urządzeniu graficznym.

Charakterystyka zasadniczych danych wejściowych i wynikowych procesu symulacji działań bojowych LMB, z rozbiciem na poszczególne moduły funkcjonalne KMS "IKAR - 1", przedstawiona jest na rys. rys. 7 - 9.

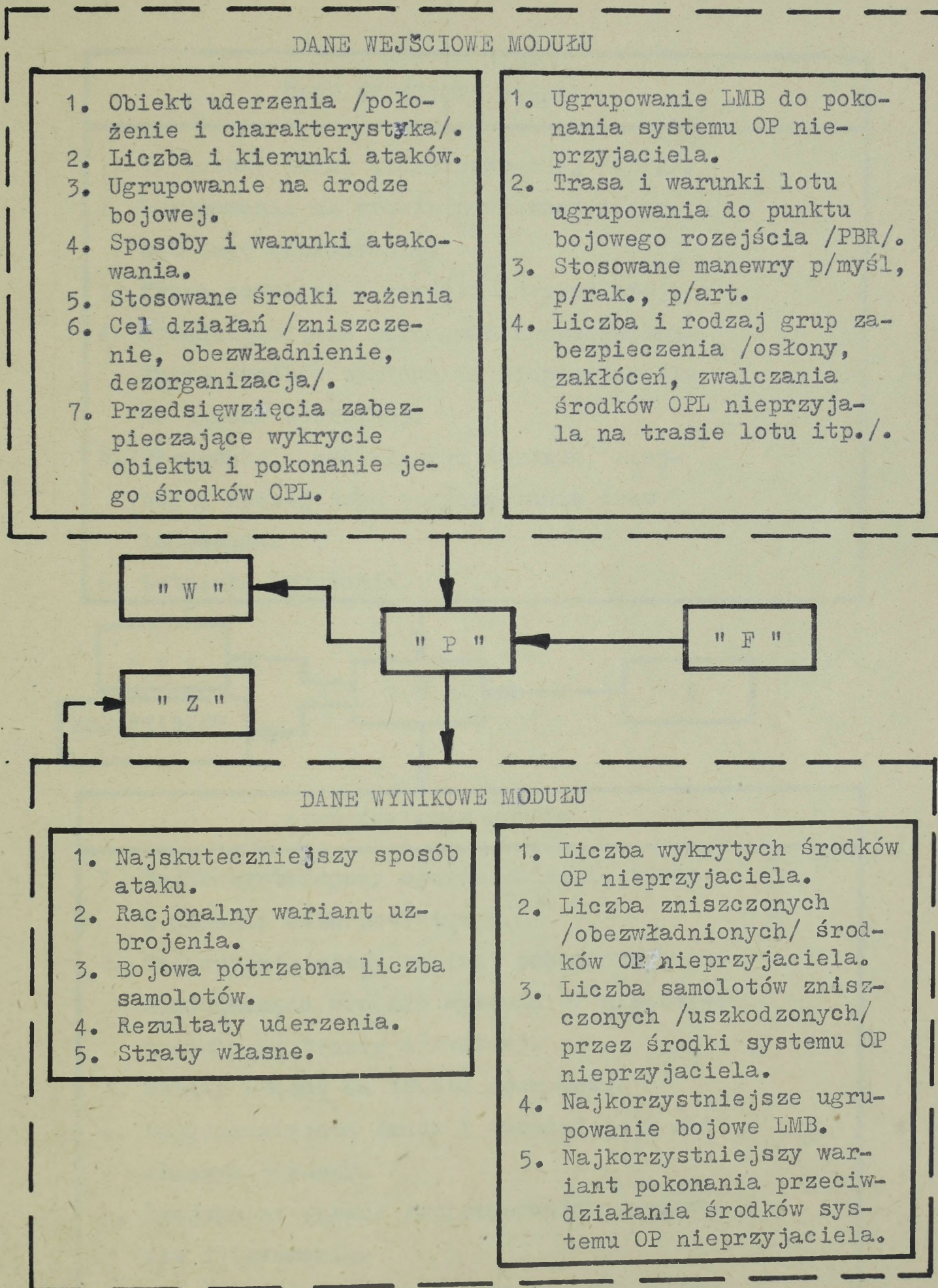
6. OCZEKIWANE EFEKTY ZASTOSOWANIA MODELU

Zgodnie z przeznaczeniem KMS działań bojowych LMB "IKAR - 1" będzie wykorzystywany do celów dydaktycznych i naukowo - badawczych. Zastosowanie modelu w każdym z wyżej wymienionych obszarów pozwoli na uzyskanie określonych efektów. Do najważniejszych należy zaliczyć umożliwienie:

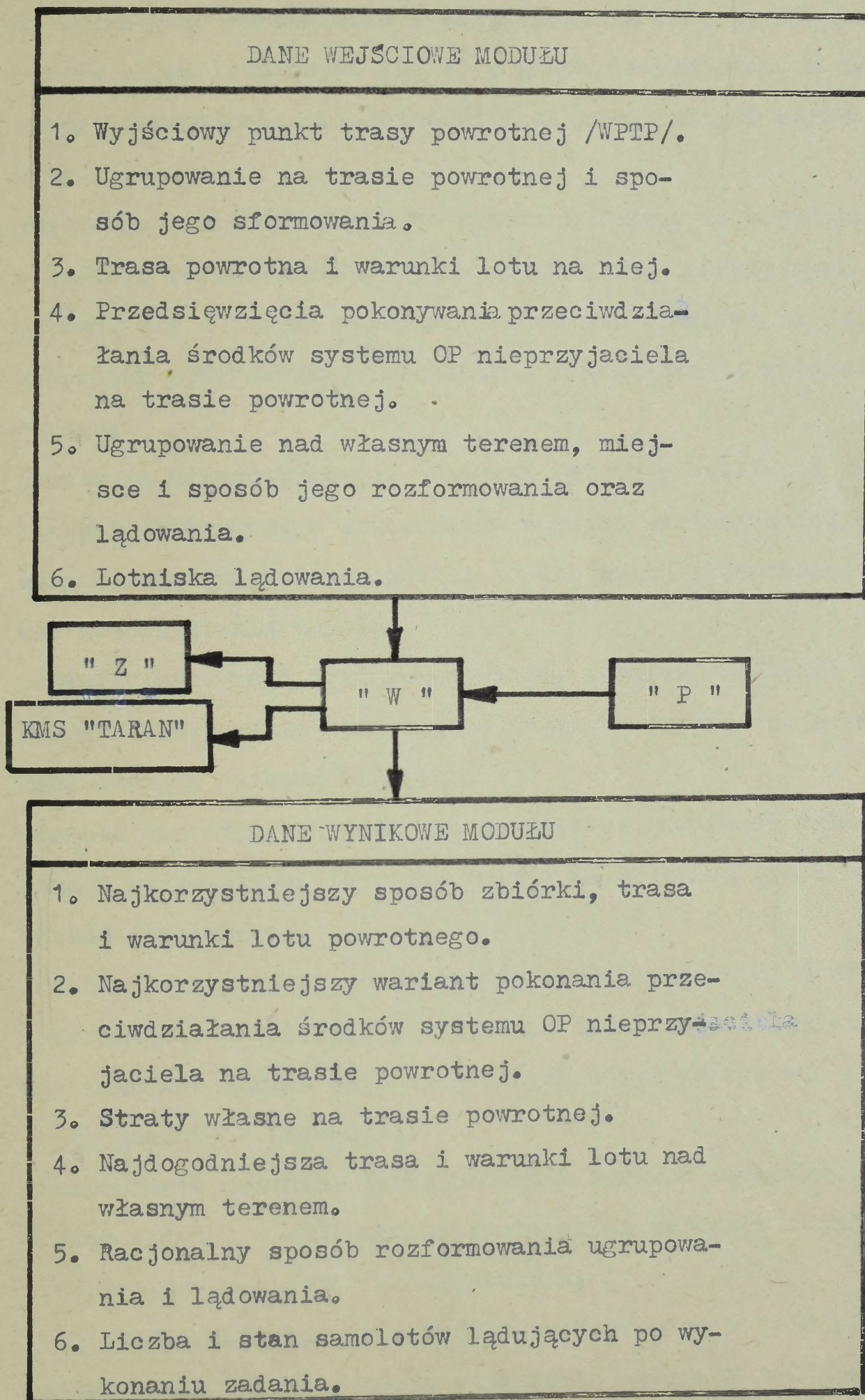
a) w procesie dydaktycznym:



Rys. 7. Zasadnicze dane wejściowe i wynikowe modułu formowania ugrupowania bojowego samolotów



Rys. 8. Zasadnicze dane wejściowe i wynikowe modułu pokonywania systemu OP nieprzyjaciela i wykonania uderzenia



Rys. 9. Zasadnicze dane wejściowe i wynikowe modułu wyprowadzenia LMB z terenu nieprzyjaciela i lądowania

- wielokrotnego sprawdzania i weryfikowania decyzji słuchaczy kursów wojsk lotniczych ASG WP w grach decyzyjnych, a tym samym doskonalenie umiejętności z zakresu taktyki działań LMB;
 - nauczania wielostronnego, co wynika z faktu, że użytkownicy w trakcie rozwiązywania złożonych problemów decyzyjnych zapoznają się z nowymi metodami badawczymi opartymi na osiągnięciach cybernetyki, informatyki i modelowania matematycznego;
 - nauczania alternatywnego, ponieważ istnieje możliwość szybkiego i obiektywnego sprawdzenia różnych wariantów podejmowanych decyzji, których skutki trudne są do przewidzenia bez wykorzystania modelu;
 - uczenia poprawnego toku rozumowania, poprzez możliwość bieżącego obserwowania wpływu podejmowanych decyzji na przebieg symulowanych działań bojowych;
 - uczenia poprawnego wnioskowania, poprzez możliwość dynamicznego wpływania użytkownika modelu na przebieg symulowanych działań bojowych;
 - uczenia praktycznego posługiwania się nowoczesnymi środkami informatyki, co sprzyja pokonywaniu istniejących u wielu użytkowników barier psychologicznych w tym zakresie.
- b) w pracy naukowo - badawczej:
- odwzorowanie dynamiki funkcjonowania systemu będącego przedmiotem modelu, w szerokim zakresie zmian warunków i parametrów opisujących jego funkcjonowanie;
 - symulowanie określonych sytuacji problemowych w celu przeprowadzenia ich badań, głównie w zakresie oceny skuteczności działań bojowych LMB, pokonywania systemu OP nieprzyjaciela,

- sformowania i rozformowania ugrupowania bojowego;
- analizę i ocenę czynników mających wpływ na skuteczne wykonywanie zadań przez LMB oraz określenie ich wartości liczbowych;
 - ocenę wpływu zmian w zakresie zastosowanych sposobów i warunków działań na przebieg i skuteczność wykonania zadań przez LMB;
 - prognozowanie efektów wprowadzenia do uzbrojenia nowych środków walki (samolotów i środków rażenia).

7. RAMOWY PLAN BUDOWY MODELU

Zgodnie z otrzymanym zadaniem naukowym w ramach realizacji tematu "IKAR - 1" poszczególne etapy budowy modelu będą wykonane w następujących terminach:

- a) projekt koncepcyjny - sierpień 1985 - lipiec 1986 r. ;
- b) projekt technologiczny - sierpień 1986 - lipiec 1987 r. ;
- c) wstępne uruchomienie modelu - sierpień 1987 - lipiec 1988r.;
- d) eksploatacja próbna - sierpień 1988 - lipiec 1989 r. ;
- e) eksploatacja użytkowa - od sierpnia 1989 r.

Szczegółowy harmonogram realizacji projektu koncepcyjnego KMS "IKAR - 1" przedstawiono w załączniku 1.

Terminy realizacji poszczególnych przedsięwzięć podane w harmonogramie są realne do wykonania pod warunkiem zapewnienia niezbędnego czasu wykonawcom oraz uczestnictwa w pracach specjalistów z Katedry Przedmiotów Specjalnych oraz informatyka z IBSO.

Opis zadania naukowego dla specjalistów z Katedry Przedmiotów Specjalnych ASG WP przedstawiono w załączniku 2.

Załącznik 1

HARMONOGRAM REALIZACJI PROJEKTU KONCEPCYJNEGO KMS "IKAR - 1"

Lp.	Termin realizacji (rok, miesiąc)	1985								1986							
		VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII				
	Realizowane przedsięwzięcie																
1.	Analiza procesów odwzorowywanych w modelu oraz ich sformalizowany opis.	↓										↑					
2.	Struktura organizacyjno - funkcjonalna i informacyjna modelu.				↓							↑					
3.	Treść i forma dokumentów wejściowych (wynikowych).	↓										↑					
4.	Charakterystyka danych stałych i normatywnych.	↓										↑					
5.	Podział modelu na jednostki funkcjonalne i programy.											↑					
6.	Zakres wykorzystania istniejącego oprogramowania (standardowego i użytkowego).											↑					
7.	Wymagania dotyczące bazy danych.				↓							↑					
8.	Zestawienie algorytmów procedur obliczeniowych i logicznych.											↑					
9.	Redakcyjne opracowanie projektu koncepcyjnego KMS "IKAR - 1".											↑					↕

Załącznik 2

OPIS ZADANIA NAUKOWEGO DLA SPECJALISTÓW Z KATEDRY PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH ASG WP

1. Podstawą merytoryczno - prawną opracowania zadania naukowego są:
 - zarządzenie komendanta ASG WP nr Pf 10 z dnia 5.03.1983 r.;
 - rozkaz komendanta Wydziału WL i OPK nr Pf 18 z dnia 12.01.1984 r.;
 - zadanie projektowe KMS "IKAR - 1".
2. Celem pracy jest rozwiązanie następujących zagadnień wchodzących w zakres opracowywanego KMS działań bojowych lotnictwa myśliwsko - bombowego "IKAR - 1":
 - określenie możliwości przestrzennych wykonania zadania przez samolot (grupę samolotów) ze względu na posiadany zapas paliwa i warunki lotu;
 - formowanie ugrupowania bojowego LMB;
 - obezwładnienie radioelektroniczne środków systemu OP nieprzyjaciela w pasie przelotu ugrupowania bojowego LMB;
 - zwalczanie obiektów naziemnych (nawodnych) przy wykorzystaniu artyleryjsko - raketowego i bombardierskiego uzbrojenia samolotów myśliwsko - bombowych;
 - rozformowanie ugrupowania bojowego LMB i lądowanie samolotów.
3. Od wykonawców oczekuje się rozwiązania wyżej wymienionych problemów w formie projektu koncepcyjnego umożliwiające zestawienie go, w ramach modelu, w projekcie koncepcyjnym KMS "IKAR - 1".
4. Wymagania i ograniczenia do opracowywanych problemów:
 - a) podmoduł określania możliwości przestrzennych wykonania zadania powinien umożliwiać:
 - obliczanie zużycia paliwa przez samolot (grupę samolotów) przy danych warunkach lotu;

- określenie możliwości wykonania zadania przy danym zapasie paliwa;
 - określenie warunków lotu umożliwiających wykonania zadania przy danym zapasie paliwa.
- b) Podmoduł formowania ugrupowania bojowego LMB powinien umożliwiać:
- formowanie dowolnych ugrupowań samolotów podstawowymi metodami wykonywania zbiórek, a głównie metodą dopędzania, zakretem o 90 i 180° ;
 - formowanie ugrupowania samolotów startujących z jednego lub "n" lotnisk oraz po wykonaniu ataku na obiekt działań;
 - zawiązywanie tras lotu samolotów w dowolnym punkcie przestrzeni na podstawie parametrów $\langle x_b, y_b, H, q, V, t \rangle$;
 - formowanie ugrupowania bojowego powinno być w miarę możliwości optymalizowane funkcją kryterium minimalizującą zużycie paliwa na zbiórkę, a także zapewnieniem warunków maskowania.
- c) Podmoduł obezwładniania radioelektronicznego środków systemu OP nieprzyjaciela w pasie przelotu ugrupowania bojowego LMB powinien umożliwiać:
- określanie sposobów prowadzenia walki radioelektronicznej organicznymi środkami LMB i przełożonego oraz środkami współdziałającymi;
 - określania skuteczności zakłóceń w odniesieniu do zakłócanych środków nieprzyjaciela oraz wpływu prowadzonej WRE na pokonanie systemu OP nieprzyjaciela.
- d) Podmoduł zwalczania obiektów naziemnych (nawodnych) przy wykorzystaniu artyleryjsko - raketowego i bombardierskiego uzbrojenia samolotów myśliwsko - bombowych powinien umożliwiać:
- wybór sposobu ataku i środków rażenia w zależności od obiektu i warunków działań;

- wykonywanie pojedynczych i grupowych ataków obiektów naziemnych (punktowych, liniowych i powierzchniowych) z lotu poziomego, nurkowego i wznoszącego;
 - określanie rezultatów uderzeń pojedynczego samolotu i grupy samolotów na dany obiekt (stopień porażenia obiektu).
- e) Podmoduł rozformowania ugrupowania bojowego LMB i lądowania samolotów powinien umożliwiać:
- rozformowywanie dowolnych ugrupowań samolotów podstawowymi metodami, z uwzględnieniem maskowania i warunków rozformowania;
 - lądowanie samolotów na jednym lub "n" lotniskach.
5. Dodatkowe wymagania i założenia dotyczące przedstawionych do rozwiązania problemów będą uzgadniane w trybie roboczym z głównym projektantem KMS "IKAR - 1" płk. prof. dr hab. Jerzym MACHURĄ.
6. Terminy realizacji:
- a) zadanie projektowe - do końca listopada 1985 r.,
 - b) projekt koncepcyjny - do końca marca 1986 r.

Wydrukowano w 3 egz.

Egz.Nr 1-3 - Bibl.Nauk.
Wyk.ppłk R.Szymański, mjr Z.Klimkiewicz
Druk.DS dnia 1985.08.01.
Nr ks.masz.PF232/WL

