R G B WH GR BL Grey Scale #13 C M Y K
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

Maszkey

AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE
Egz. nr 1

Ppłk mgr inż. Stanisław RUTECKI

Algorytmizacja procesów kierowania ogniem armijnego zgrupowania oddziałów rakiet i artylerii przeciwlotniczej z uwzględnieniem działań lotnictwa myśliwskiego w systemie obrony przeciwlotniczej wojsk

Rozprawa doktorska

Nr 442
BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid.
11828

WARSZAWA 1977

Colour Chart #13
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Inches Centimetres
DANES-PICTA.COM

Maszty

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE
POUFNE
Egz. nr 1

Ppłk mgr inż. Stanisław RUTECKI

Algorytmizacja procesów kierowania ogniem armijnego zgrupowania oddziałów rakiet i artylerii przeciwlotniczej z uwzględnieniem działań lotnictwa myśliwskiego w systemie obrony przeciwlotniczej wojsk

Rozprawa doktorska

Nr ewid. 442
BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid.
11828

WARSZAWA 1977

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O W P

im.gen.broni Karola Świerczewskiego

JAWNE

Egz.Nr..... 1

Przekł. Prot. 320/21.03.95

ppłk mgr inż. Stanisław RUTECKI

ALGORYTMIZACJA PROCESÓW KIEROWANIA OGNIEM ARMIJNEGO ZGRUPOWANIA ODDZIAŁÓW RAKIET I ARTYLERII PRZECIWLOTNICZEJ Z UWZGLĘDNIENIEM DZIAŁAŃ LOTNICTWA MYŚLIWSKIEGO W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ WOJSK

Rozprawa doktorska

Biblioteka Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej w Dęblinie
Nr 442

Akademii Obrony Narodowej
A1828

Opracowano
pod kierownictwem naukowym
płk.doc.Stanisława PIURY

WARSZAWA 1977

PODSTAWOWE SKRÓTY STOSOWANE W PRACY

AZPlot - armijne zgrupowanie przeciwlotnicze

BA WOPL - brygada artylerii wojsk obrony przeciwlotniczej

prplot - pułk rakiet przeciwlotniczych

LM - lotnictwo myśliwskie

SD - stanowisko dowodzenia

plm - pułk lotnictwa myśliwskiego

PNW - punkt naprowadzania i współdziałania

paplot - pułk artylerii przeciwlotniczej

do - dywizjon ogniowy

SNR - stacja naprowadzania rakiet

RSWP - radiolokacyjna stacja wstępnego poszukiwania

EMC - elektroniczna maszyna cyfrowa

BD - baza danych

UTD - urządzenie transmisji danych

t_{EMC} - czas wypracowania informacji decyzyjnej przez EMC

tpd - czas przekazywania informacji decyzyjnej

NBJ - nosiciel broni jądrowej

V_{cj} - prędkość lotu j-tego celu

P_{ij} - parametry trasy j-tego celu względem i-tego pododdziału OPL

$D^{min}_{RSZ,ij}$; $D^{max}_{RSZ,ij}$ - odległość do minimalnej, maksymalnej rubieży stawiania zadań i-temu pododdziałowi OPL względem j-tego celu

$D^{min}_{EMC,ij}$; $D^{max}_{EMC,ij}$ - odległość od minimalnej, maksymalnej rubieży uwzględniania j-tego celu względem i-tego pododdziału OPL w danej etapowej sytuacji powietrznej

x^c_j, y^c_j - współrzędne aktualnego położenia j-tego celu

x_j^{c+1}, y_j^{c-1} - współrzędne następnego położenia j-tego celu

ZP - cel stosujący zakłócenia pasywne

ZA - cel stosujący zakłócenia aktywne

ZM - cel stosujący zakłócenia mieszane

G - cel grupowy

SPIS TREŚCI

Str.

W S T Ę P..... 11

1. Podstawowe funkcje i zadania realizowane w systemie kierowania armijnym zgrupowaniem przeciwlotniczym..... 18

2. Opis wybranych wariantów struktury informacyjno-funkcjonalnej systemu kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego..... 20

3. Wybór i opis najkorzystniejszego wariantu struktury informacyjno-funkcjonalnej systemu, kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego..... 34

4. Ogólna koncepcja rozwiązania zadania..... 38

4.1. Problem wyboru punktu kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego..... 38

4.2. Ogólny algorytm rozwiązania zadania..... 41

5. Zbieranie i wprowadzanie informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC..... 46

5.1. Treść informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej..... 46

5.2. Wpływ czasu wprowadzania informacji radiolokacyjnej na czas reakcji systemu kierowania ogniem zgrupowania przeciwlotniczego.... 48

5.3. Sposób wprowadzania informacji radiolokacyjnej z zestawu urządzeń DUNAJEC do EMC.... 53

6. Zbieranie i wprowadzanie informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL i LM do EMC..... 60

6.1. Dane wejściowe zmienne..... 60

6.1.1. Dokumenty /formularze/ wypełniane w bateriach rakiet przeciwlotniczych KUB i KRUG..... 61

6.1.2. Dokumenty /formularze/ wypełniane w bateriach pułku artylerii przeciwlotniczej /paplot/..... 65

6.1.3. Dokumenty /formularze/ wypełniane na SD lotnictwa myśliwskiego..... 66

6.1.4. Sposób wprowadzania informacji dotyczącej stanu, położenia i gotowości bojowej pododdziałów OPL i lotnictwa myśliwskiego do EMC..... 68

6.1.5. Dokumenty wypełnione na SD AZplot..... 71

6.2. Dane wejściowe stałe..... 77

6.2.1. Dane stałe dotyczące oddziałów i poddziałów OPL..... 78

6.2.2. Dane stałe dotyczące lotnictwa myśliwskiego..... 85

7. Baza danych..... 88

7.1. Fizyczna struktura bazy danych..... 88

7.2. Aktualizacja bazy danych..... 91

8. Matematyczny opis analizy sytuacji powietrznej i oceny możliwości ogniowych pododdziałów OPL oraz LM..... 92

8.1. Analiza sytuacji powietrznej..... 92

8.1.1. Określanie prędkości lotu celu..... 93

8.1.2. Ekstrapolacja współrzędnych celów oraz określanie tras lotu celów..... 93

8.1.3. Określanie parametrów tras lotu celów względem pododdziałów OPL..... 95

8.1.4. Określanie maksymalnej i minimalnej rubieży stawiania zadań pododdziałom OPL..... 96

8.1.5. Określanie maksymalnej i minimalnej rubieży uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej..... 97

8.1.6. Określanie bieżącej odległości celów od pododdziałów OPL oraz odległości do ekstrapolowanych położeń celów..... 99

8.1.7. Określanie kątów kursowych tras lotu celów względem pododdziałów OPL..... 99

8.1.8. Określanie azymutu topograficznego pododdział OPL- cel..... 100

8.1.9. Sposób uwzględniania kątów zakrycia..... 103

8.1.10. Określanie ilości celów zapisanych w pamięci EMC oraz celów uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej..... 103

8.2. Ocena możliwości ogniowych pododdziałów rakietowych OPL..... 104

8.2.1. Określanie dalszej granicy strefy ognia..... 105

8.2.2. Określanie bliższej granicy strefy ognia..... 106

8.2.3. Określanie dalszej granicy strefy startu..... 110

8.2.4. Określanie bliższej granicy strefy startu..... 110

8.2.5. Określanie czasu przebywania celu w strefie startu..... 111

8.2.6. Określanie czasu dolotu celu do dalszej granicy strefy startu..... 112

8.2.7. Określanie odstępów czasowych między celami..... 112

8.2.8. Określanie parametru granicznego dla danego typu pododdziału OPL..... 113

8.2.9. Określanie ważności operacyjnej celów powietrznych..... 115

8.2.10. Określanie ważności operacyjnej pododdziałów OPL..... 122

8.2.11. Określanie prawdopodobieństwa rażenia celów powietrznych przez pododdziały OPL..... 124

8.3. Ocena możliwości ogniowych paplot..... 126

8.3.1. Obliczanie głębokości strefy /G/..... 126

8.3.2. Obliczanie prawdopodobieństwa rażenia celu przez baterie paplot..... 127

8.3.3. Określanie odległości do rubieży stawiania zadań paplot oraz rubieży uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej..... 128

8.3.4. Określanie promienia okręgu opisanego na punktach rozmieszczenia paplot..... 129

8.4. Ocena możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego działającego w systemie obrony przeciwlotniczej wojsk..... 130

8.4.1. Określanie odległości od lotnisk i stref dyżurowania do celów powietrznych..... 131

8.4.2. Określanie odległości do możliwej rubieży wprowadzania do walki samolotów myśliwskich dyżurujących na lotniskach..... 132

8.4.3. Określanie odległości do możliwości rubieży wprowadzania do walki samolotów myśliwskich dyżurujących w strefach dyżurowania..... 139

8.4.4. Określanie możliwego czasu dyżurowania myśliwców w strefie oraz maksymalnej odległości rubieży wprowadzenia myśliwców dyżurujących w strefie do walki, zapewniającej ich powrót na lotnisko..... 142

8.4.5. Określanie możliwości ostrzelania celów powietrznych przez samoloty myśliwskie dyżurujące na lotniskach i w strefach

dyżurowania przed rubieżą wykonania zadania i przed maksymalną rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej..... 147

8.4.6. Określanie ilości samolotów myśliwskich niezbędnych do niszczenia celu powietrznego z założoną efektywnością..... 151

9. Określanie optymalnego wariantu przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL i LM..... 154

9.1. Określanie optymalnego wariantu przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL zgrupowania..... 154

9.2. Określanie wariantów przydziału celów powietrznych lotnictwu myśliwskiemu..... 161

9.3. Określanie optymalnego wariantu przydziału celów powietrznych lotnictwu myśliwskiemu.... 163

10. Wypracowanie danych do wskazania celów pododdziałom armijnego zgrupowania przeciwlotniczego... 169

11. Sposób przekazywania danych decyzyjnych pododdziałom OPL i na SD lotnictwa myśliwskiego..... 173

12. Zakończenie..... 175

13. Załączniki..... 177

13.1. Sposoby wprowadzania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC..... 177

13.2. Charakterystyka zestawu urządzeń DUNAJEC.... 181

13.3. Sposób wypełniania poszczególnych kolumn tabeli /formularza/ 2..... 189

13.4. Sposób wypełniania poszczególnych kolumn tabeli /formularza/ 4 191

13.5. Sposób wypełniania poszczególnych kolumn tabeli /formularza/ 5 193

13.6. Pionowy i poziomy przekrój stref ognia zestawów rakietowych typu KRUG, KUB i przeciwlotniczych armat S-60..... 196

13.7. Sposób aktualizacji bazy danych..... 203

13.8. Krótka charakterystyka EMC RODAN-10..... 207

14. Algorytm rozwiązania zadania..... 209

14.1. Oznaczenia stosowane w algorytmach..... 209

14.2. Algorytm ogólny /sterujący/..... 210

14.3. Algorytm analizy sytuacji powietrznej..... 213

14.4. Algorytm oceny możliwości ogniowych pododdziałów OPL..... 223

14.5. Algorytm oceny możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego..... 239

15. Bibliografia 250

W S T Ę P

W systemie OPL armii mogą być organizowane zgrupowania przeciwlotnicze przeznaczone do osłony głównego zgrupowania armii na głównym kierunku uderzenia, drugiego rzutu armii, odwodów specjalnych i innych obiektów mających znaczenie operacyjne /przeprawy wodne, lotniska, składy broni rakietowej i amunicji jądrowej/. Dla efektywnego kierowania ich działaniami należy maksymalnie zmniejszać czas reakcji w stosunku do wykrytych celów powietrznych w warunkach centralizacji procesów decyzyjnych oraz automatyzować procesy kierowania ogniem. Skracając czas reakcji systemu kierowania ogniem zgrupowania unika się dezaktualizacji informacji decyzyjnej co niewątpliwie wpływa na zwiększenie efektywności zgrupowania przeciwlotniczego.

Decydujący jednak wpływ na zwiększenie efektywności systemu AZplot będzie miała automatyzacja procesów kierowania ogniem tego systemu. W tym wypadku efektywność systemu OPL wzrośnie nie tylko ze względu na dużą ilość pododdziałów OPL uczestniczących w odpieraniu nalotu /mały czas reakcji systemu/, lecz także ze względu na koordynację działań - optymalny przydział celów pododdziałom OPL.

Należy stwierdzić, że problemy automatyzacji procesów kierowania ogniem systemów OPL są trudne i bardzo złożone z punktu widzenia zarówno podstawowych wymagań operacyjno-taktycznych, jak i technicznych. Wiele zagadnień nie zostało jeszcze do końca przebadanych i rozwiązanych. Szczególnie ważny problem stanowi przydział celów pododdziałom OPL posiadającym środki ogniowe o małym zasięgu ognia, a w wypadku celów bardzo nisko lecących - prawie wszystkim pododdziałom OPL.

Mając na uwadze powyższe trudności oraz doświadczenia uzyskane w czasie wojny na Bliskim Wschodzie, z których wynika, że nalepsze efekty bojowe osiąga się w przypadku organizowania dla osłony ważnych obiektów zgrupowania rakiet i artylerii o różnych kalibrach i parametrach bojowych, zająłem się w swojej pracy automatyzacją procesów kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego. W jego skład mogą wchodzić oddziały i pododdziały OPL wyposażone w środki ogniowe o średnim zasięgu ognia i posiadające własne stacje radiolokacyjne wykrywania i naprowadzania, co w pewnym stopniu ułatwi proces automatyzacji. Nie znaczy to jednak, że w tym przypadku wprowadzenie automatyzacji jest sprawą prostą . Okazuje się bowiem, że wiele problemów nastręcza realizacja transmisji danych z pododdziałów OPL do EMC i informacji decyzyjnej z EMC do pododdziałów OPL. Sprawa jeszcze bardziej się komplikuje w przypadku zautomatyzowanego wprowadzania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC. Trudno jest zatem mówić o automatyzacji procesów kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego bez rozwiązania problemów dotyczących transmisji wyżej wymienionych danych.

Nie zważając jednak na trudności należy stwierdzić, że w przypadku scentralizowanego kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego /do takiego zaś sposobu kierowania należy zawsze dążyć/ automatyzacja procesów kierowania jest nieodzowna szczególnie z dwóch powodów:

1/ potrzeby wypracowania optymalnej decyzji przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL w warunkach dużej liczby celów i pododdziałów OPL w składzie zgrupowania,

2/ konieczności maksymalnego skrócenia czasu przeznaczonego na zbiór i opracowanie informacji sytuacyjnej oraz przesłanie informacji decyzyjnych do pododdziałów OPL, co wymaga likwidacji obecnie stosowanego systemu foniczno-planszetowego.

Zasadniczym zagadnieniem, które starałem się rozwiązać w niniejszej pracy, jest dokonanie optymalnego przydziału celów pododdziałom OPL i LM za pomocą EMC oraz przekazanie im informacji decyzyjnej w czasie zapewniającym efektywne wykonanie zadania.

W celu realizacji wymienionego zagadnienia wstępnie rozpatrzono możliwości w zakresie zautomatyzowanego wprowadzania informacji radiolokacyjnej do EMC oraz sposoby zbierania, zestawiania i przekazywania informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL do EMC. Opracowano sformalizowane dokumenty /formularze/ i przedstawiono sposoby wypełniania ich na różnych szczeblach kierowania ogniem.

Zagadnienie optymalnego przydziału celów pododdziałom OPL i LM opracowano w kilku wariantach. O wyborze danego wariantu decyduje dowódca zgrupowania /przez wprowadzenie odpowiedniej informacji do EMC/.

Do zasadniczych wariantów przydziału celów można zaliczyć:

- przydział celów powietrznych pododdziałom OPL w razie zagrożenia jądrowego,
- przydział celów powietrznych pododdziałom OPL z uwzględnieniem prawdopodobnego miejsca znajdowania się nosiciela broni jądrowej /NBJ/,

- przydział celów powietrznych zgodnie z zasadą, że na dalekich podejściach cele zwalcza LM a na bliskich podejściach pododdziały OPL /w oddzielnych strefach/,
- przydział celów powietrznych zgodnie z zasadą, że na bliskich podejściach zwalczają pododdziały OPL i LM /we wspólnej strefie/,
- przydział celów zgodnie z zasadą, że lotnictwu myśliwskiemu przydzielać grupę celów znajdujących się w innej przestrzeni powietrznej w stosunku do celów przydzielanych pododdziałom OPL,
- przydział celów zgodnie z zasadą, że do celów grupowych przydzielać po dwa pododdziały OPL jeżeli ich ilość jest wystarczająca.

W rozpatrywanych wariantach struktury informacyjno-funkcjonalnej /rys.1-4/ nie przewiduje się wypracowywania informacji decyzyjnej przez EMC dla baterii paplot /tylko dla paplot/ ze względu na stosunkowo mały zasięg ognia tych środków. Skuteczność strzelania w tym wypadku byłaby mała /szczególnie przy strzelaniu do celów manewrujących/, a czas wypracowania informacji decyzyjnej przez EMC wydłużyłby się odczuwalnie.

Algorytmy opracowano dla dowolnego modelu nalotu SNP, a nie dla ściśle określonych modeli nalotu.

Niektóre zagadnienia przedstawione w niniejszej pracy były już częściowo rozwiązywane w innych opracowaniach lecz w odmiennym ujęciu i w stosunku do innych środków ogniowych. Automatyzacja procesów kierowania ogniem zgrupowania tego typu nie była do tej pory rozpatrywana.

W pracy wykorzystano następujące metody badawcze:
- graficzno-analityczne
- programowania liniowego.

Z metod transportowych wchodzących w skład programowania liniowego wykorzystano Zmodyfikowaną Metodę Węgierską zarówno dla przydziału celów pododdzialom OPL jak i lotnictwu myśliwskiemu.

Do źródeł zasadniczych wykorzystywanych w pracy należą: wydawnictwa wyszczególnione w bibliografii, obserwacje z ćwiczeń oraz dyskusje i wnioski gromadzone podczas seminariów doktoranckich prowadzonych w katedrze WOPL.

Studiując literaturę zachodnią w dziedzinie obrony powietrznej daje się zauważyć brak systemów w wojskach operacyjnych, które rozwiązywałyby problem przydziału celów powietrznych środkom naziemnym i lotnictwu myśliwskiemu. Systemy tego typu są stacjonarne i buduje się je wyłącznie dla obrony powietrznej terytorium państwa lub kilku państw. Typowym przedstawicielem tego typu systemów jest zachodnioeuropejski system obrony powietrznej NADGE.

Z zasady w wojskach operacyjnych opracowane systemy są przeznaczone do kierowania ogniem oddziałów i pododdziałów przeciwlotniczych wyposażonych w rakiety jednego typu lub rakiety i środki lufowe. Typowym przedstawicielem tego typu systemów jest MISSILE MONITOR.

W opracowanych algorytmach kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego wykorzystano opracowane wcześniej w Instytucie Dowodzenia następujące podprogramy:

- przeliczanie płaskich współrzędnych prostokątnych /Gaussa-Krü-gera/ ze strefy o numerze większym /wschodniej/ do strefy o numerze mniejszym /zachodniej/,

- przeliczanie współrzędnych siatki OP wz.61 na współrzędne płaskie prostokątne.

Wymienione podprogramy nie są przedstawione w danej pracy, będą wykorzystane na etapie oprogramowania.

Kierując się czasem wypracowywania informacji decyzyjnej przez EMC przyjęto następującą zasadę określania ilości jednostek ogniowych[x/] wprowadzanych do pamięci EMC:

- dla pułku KUB - 5 jednostek ogniowych /przydziału celów dokonuje się dla każdej baterii/,
- dla paplot - 1 jednostkę ognia /przydziału celów dokonuje się dla pułku/,
- dla brygady KRUG uwzględniono dwa warianty:

  a/ wariant I - 3 jednostki ogniowe
  /przydziału celów dokonuje się dla dywizjonu ogniowego/,

  b/ wariant II - 9 jednostek ogniowych
  /przydziału celów dokonuje się dla każdej baterii/.

Głównym celem niniejszej pracy jest wypracowanie informacji decyzyjnej dla naziemnych środków OPL. Jednak ze względu na to, że utworzone AZplot może odpierać naloty przeciwnika powietrznego wspólnie z częścią sił lotnictwa myśliwskiego działającego w systemie OPL armii w opracowanych algorytmach uwzględnia się możliwą rubież wprowadzenia myśliwców do walki, pomijając równocześnie inne elementy

---

x/ Jako jednostkę ogniową w danym przypadku należy rozumieć pododdział lub oddział OPL, dla którego informację decyzyjną wypracowuje EMC.

jak punkty naprowadzania oraz zabezpieczenie w pole radiolokacyjne /założono, że te wielkości będą uwzględniane przez podejmującego decyzję o starcie samolotów/. Taki sposób rozwiązania zagadnienia jest zgodny z tematem niniejszej pracy. Rozwiązanie zagadnienia kompleksowo dla środków naziemnych i lotnictwa myśliwskiego spowodowałoby poważne rozbudowanie pracy oraz wyraźne zwiększenie czasu wypracowywania informacji decyzyjnej.

1. PODSTAWOWE FUNKCJE I ZADANIA REALIZOWANE W SYSTEMIE KIEROWANIA OGNIEM ARMIJNEGO ZGRUPOWANIA PRZECIWLOTNICZEGO

W armijnym zgrupowaniu OPL można wyróżnić: system dowodzenia, system rozpoznania, system ognia i system zaopatrywania. System kierowania ogniem AZplot jest częścią systemu dowodzenia AZplot.

Zadania systemu kierowania ogniem AZplot rozpatruje się w ścisłym połączeniu z systemem rozpoznania.

Ze względu na różnorodność sprzętu ogniowego /różne charakterystyki i możliwości ogniowe, które nawzajem mogą się uzpełniać/ wchodzącego w skład zgrupowania, może ono zwalczać cele powietrzne w każdych warunkach z dużą efektywnością na małych, średnich i dużych wysokościach.

Do zadań systemu kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego należy:

- utrzymanie wysokiego stopnia gotowości bojowej SD pododdziałów ogniowych OPL, środków rozpoznania radiolokacyjnego i łączności;
- zapewnienie ciągłego, sprawnego i stabilnego kierowania podległymi pododdziałami OPL;
- sprawne i ciągłe kierowanie środkami rozpoznania w zakresie uzyskiwania informacji o nieprzyjacielu powietrznym i naziemnym;
- zapewnianie ciągłego napływu informacji z podległych pododdziałów OPL dotyczących ich miejsca znajdowania się, stanu i gotowości bojowej;

- przygotowywanie niezbędnych danych służących do powzięcia przez dowódcę zgrupowania przeciwlotniczego decyzji dotyczącej zwalczania celów powietrznych;
- wypracowywanie - stosownie do położenia bojowego - optymalnej decyzji co do przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL i LM;
- przekazywanie zadań bojowych podległym pododdziałom OPL i LM;
- przesyłanie do ZT własnej armii oraz sąsiadów informacji dotyczącej przydziału celów powietrznych podległym pododdziałom OPL;
- uprzedzanie własnych pododdziałów OPL o przelotach własnego lotnictwa przez ich strefy ognia;
- realizowanie współdziałania z lotnictwem myśliwskim, jednostkami wojsk radiotechnicznych i sąsiadami /z RPW oraz RSWP oddziałów i pododdziałów wchodzących w skład zgrupowania najkorzystniej rozmieszczonych w terenie względem zgrupowania/;
- kontrolowanie wykonania zadań ogniowych;
- prowadzenie ewidencji działań bojowych i składanie meldunków na SD szczebla nadrzędnego.

2. OPIS WYBRANYCH WARIANTÓW STRUKTURY INFORMACYJNO-FUNKCJONALNEJ SYSTEMU KIEROWANIA OGNIEM ARMIJNEGO ZGRUPOWANIA PRZECIWLOTNICZEGO /AZplot/.

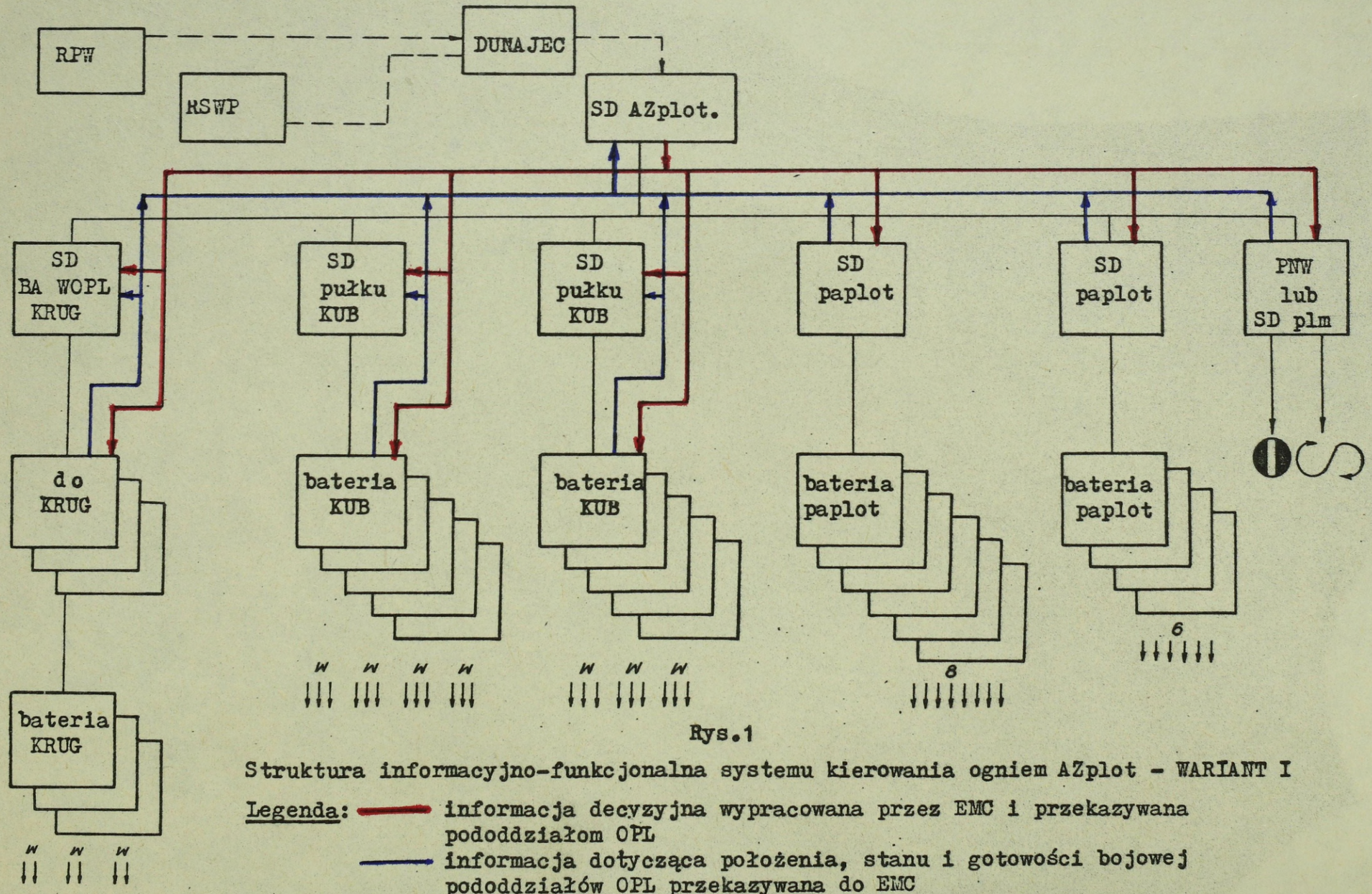
Istnieje znaczna ilość wariantów struktury informacyjno-funkcjonalnej. Na podstawie praktycznej oceny możliwych struktur, wybrano cztery, które najbardziej odpowiadają możliwościom w zakresie technicznego zabezpieczenia i mogą sprostać zakładanym wymaganiom. Wraz ze zmianą struktury informacyjno-funkcjonalnej zmienia się sposób opracowania algorytmów ujmujących procesy kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego. Można przyjąć jedną strukturę i dla niej opracować algorytmy kierowania ogniem, ewentualnie opracować dwa warianty /dla dwóch struktur/ i stosownie do potrzeb dokonać wyboru wariantu lepszego. Należy jednak zastanowić się, czy istnieje potrzeba opracowywania dwóch lub więcej wariantów. Dlatego poniżej przeprowadzono analizę czterech wybranych struktur /wariantów rys.1 - 4/ w celu dokonania wyboru struktury optymalnej, stosownie do przyjętego kryterium.

Jako kryterium w danym wypadku przyjęto z jednej strony czas wypracowania informacji decyzyjnej przez EMC, z drugiej zaś - możliwie dużą centralizację kierowania ogniem oraz krótki czas przekazywania informacji decyzyjnej pododdziałom OPL.

Skład armijnego zgrupowania oddziałów rakiet i artylerii przeciwlotniczej z uwzględnieniem lotnictwa myśliwskiego oraz rozpatrywane struktury informacyjno funkcjonalne są przedstawione na rys. 1-4.

Należy stwierdzić, że nie zawsze w zgrupowaniu wystąpi maksymalna ilość pododdziałów OPL /29+1/ pokazana na rys. 1-4; raczej będzie należeć to do rzadkości. Podczas opracowywania programów roboczych należy jednak zarezerwować miejsca w pamięci EMC dla maksymalnej ilości pododdziałów OPL. Jeżeli w danym zgrupowaniu będzie uczestniczyć ilość pododdziałów OPL mniejsza od ilości pododdziałów maksymalnie przyjętych, to miejsca w pamięci EMC przeznaczone dla tych pododdziałów OPL, które w danym przypadku nie wystąpią w zgrupowaniu, należy wypełnić zerami.

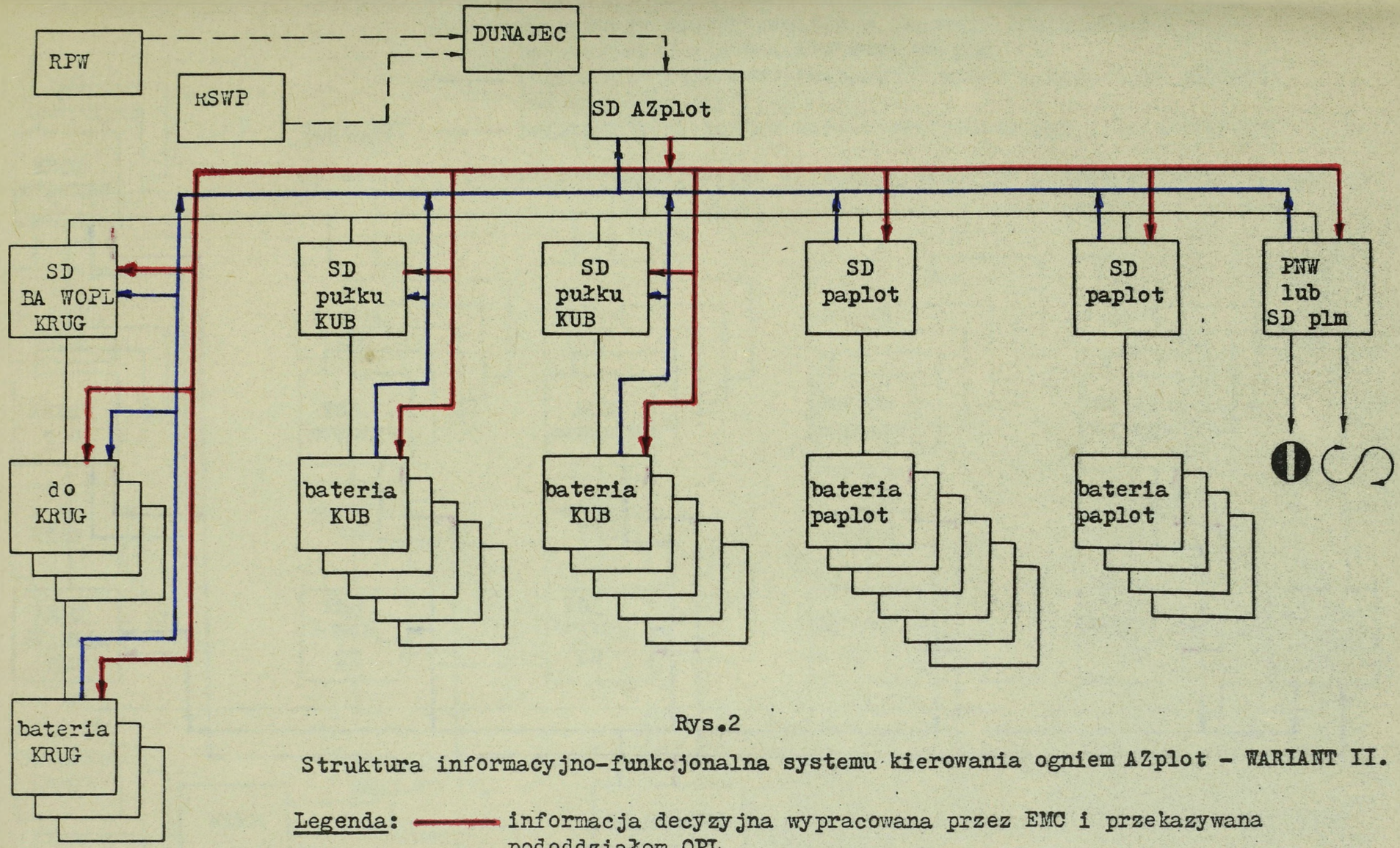
Ilość pododdziałów OPL w zgrupowaniu z punktu widzenia pracy programów może się zmieniać, od 1 pododdziału do ilości maksymalnie przyjętej, tj. 29+1. Nie spowoduje to zakłóceń w pracy programów.



Rys.1

Struktura informacyjno-funkcjonalna systemu kierowania ogniem AZplot - WARIANT I

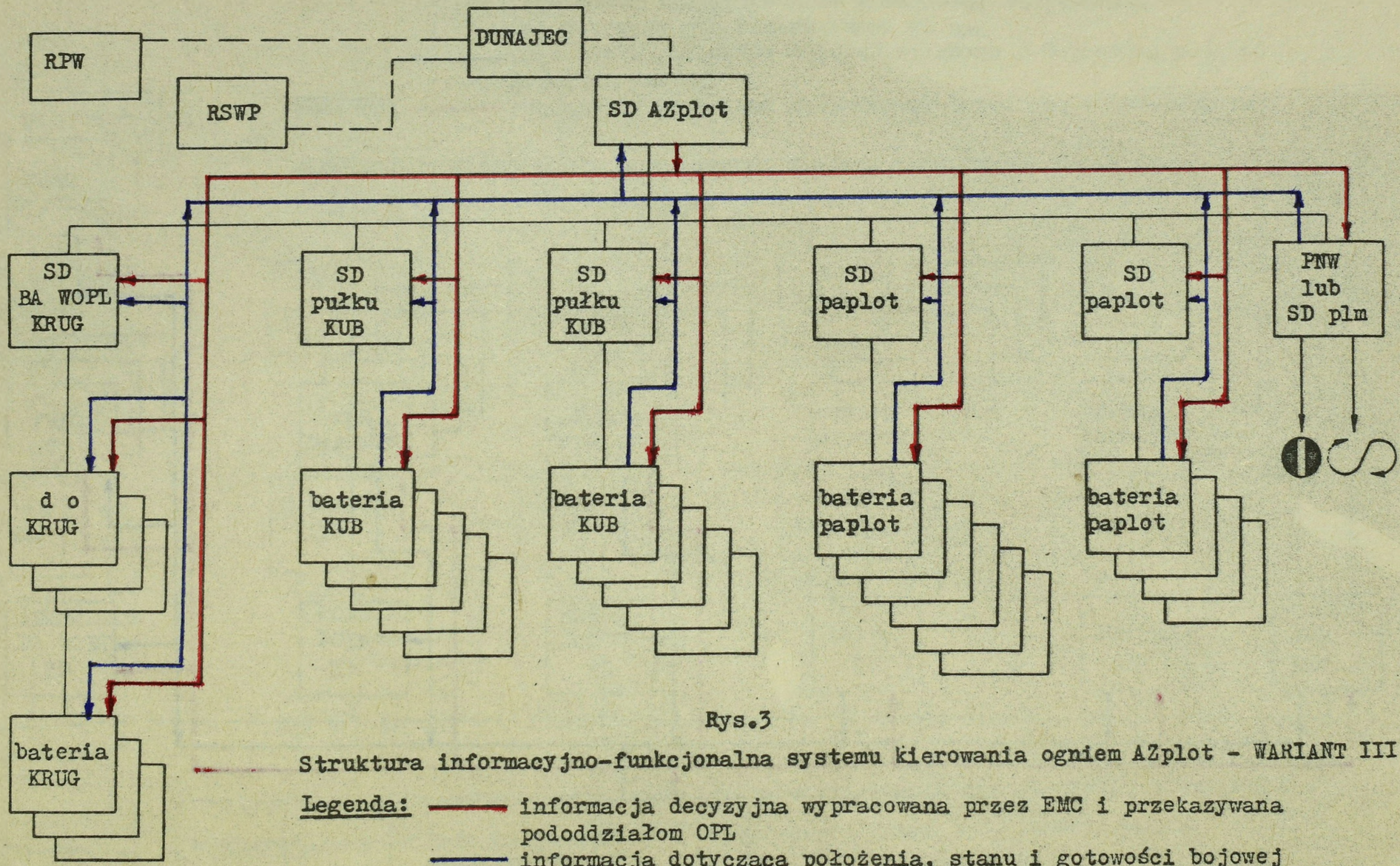
Legenda:
- informacja decyzyjna wypracowana przez EMC i przekazywana pododdziałom OPL
- informacja dotycząca położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL przekazywana do EMC
- informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej



Rys.2

Struktura informacyjno-funkcjonalna systemu kierowania ogniem AZplot - WARIANT II.

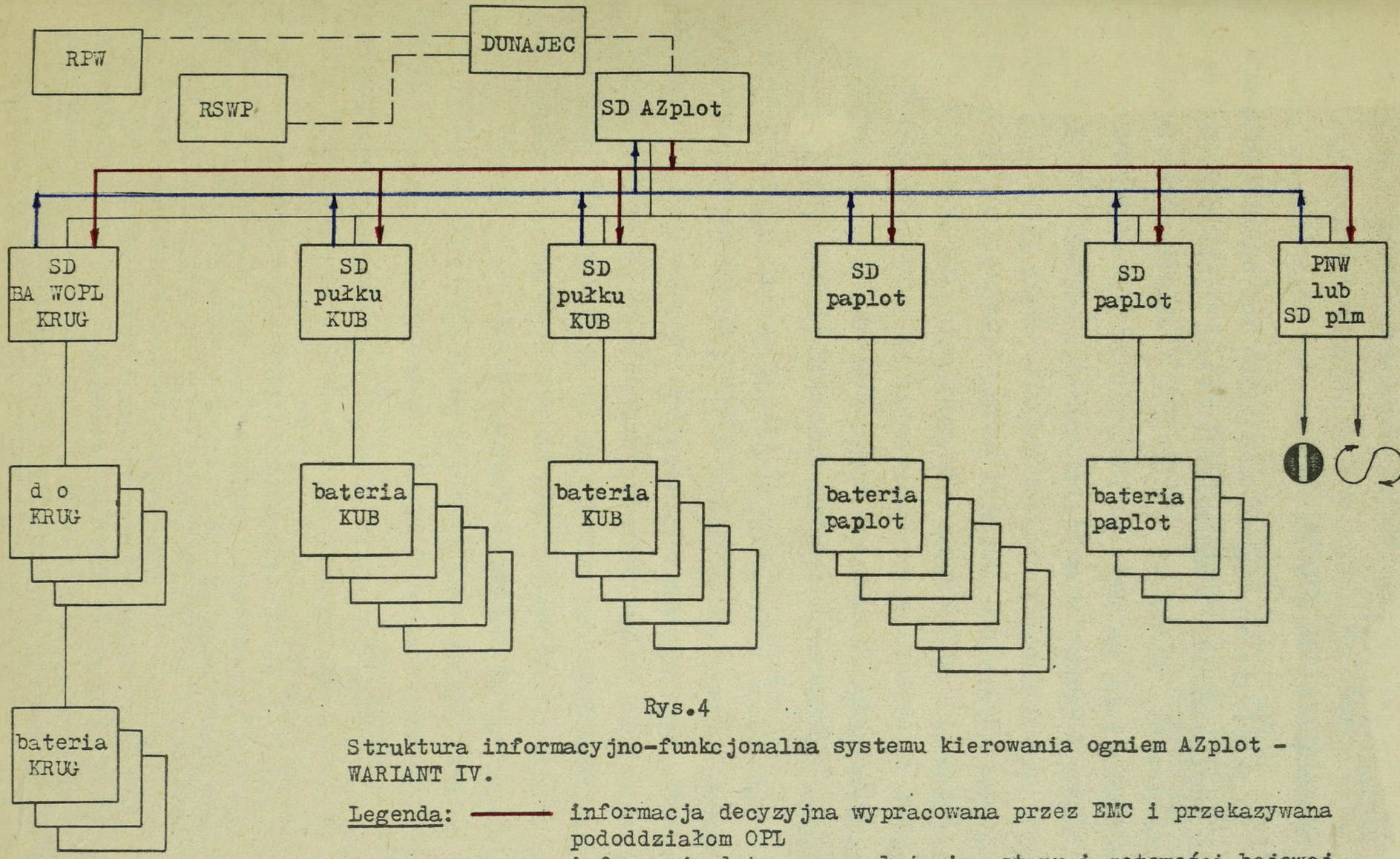
Legenda:
- informacja decyzyjna wypracowana przez EMC i przekazywana pododdziałom OPL
- informacja dotycząca położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL przekazywana do EMC
- informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej



Rys.3

Struktura informacyjno-funkcjonalna systemu kierowania ogniem AZplot - WARIANT III.

Legenda:
- ——— informacja decyzyjna wypracowana przez EMC i przekazywana pododdziałom OPL
- ——— informacja dotycząca położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL przekazywana do EMC
- ---- informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej



Rys.4

Struktura informacyjno-funkcjonalna systemu kierowania ogniem AZplot - WARIANT IV.

Legenda:
- ——— informacja decyzyjna wypracowana przez EMC i przekazywana pododdziałom OPL
- ——— informacja dotycząca położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL przekazywana do EMC
- - - - informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej

WARIANT I /rys.1/

Charakterystyka wariantu

Na podstawie analizy istniejących lub opracowywanych /eksperymentalnie/ urządzeń radiolokacyjnych przyjęto, że wprowadzanie informacji sytuacyjnej[1/] dotyczącej sytuacji powietrznej do EMC może odbywać się za pomocą urządzeń "DUNAJEC", które dokonują jej obróbki i wprowadzania do EMC w sposób automatyczny. Przeanalizowano również możliwość wprowadzania informacji radiolokacyknej do EMC za pomocą urządzeń PU-12 i zestawu zautomatyzowanego kierowania ogniem /K-1/. Jednak ze względu na techniczną niemożliwość bezpośredniego połączenia tych urządzeń z EMC, na obecnym etapie nie mogą one być wykorzystane do tego celu.

Informacja sytuacyjna dotycząca położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL[x/] i LM wprowadzana jest do EMC automatycznie za pomocą UTD. W bateriach KUB, paplot do KRUG i SD LM znajdują się nadajniki UTD, za pomocą których przekazuje się informację drogą radiową automatycznie do urządzeń odbiorczych UTD bezpośrednio połączonych z EMC i znajdujących się na SD AZplot. Natomiast z baterii KRUG i baterii paplot powyższa informacja przekazywana jest do EMC pośrednio przez SD dywizjonu ogniowego KRUG i SD paplot.

1/W rozpatrywanym systemie wszystkie informacje napływające do systemu nazwano informacjami sytuacyjnymi, a informacje wypływające z systemu - decyzyjnymi.
W dalszych rozważaniach określenie informacja sytuacyjna będzie pominięte, natomiast używać się będzie określeń: informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej i informacja dotycząca położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL,rozumiejąc, że oba te określenia są elementami składowymi informacji sytuacyjnej.

x/Przez pododdział OPL /sformułowanie to często występuje w niniejszej pracy/ należy rozumieć baterię KUB, baterię KRUG, baterię paplot i dywizjon ogniowy KRUG.

Zbiory informacji o własnych pododdziałach OPL, LM i celach powietrznych tworzą bazę danych /BD/ i są ciągle aktualizowane, na podstawie specjalnych podprogramów. Aby zapisać informacje zawarte w zbiorach, w pamięci EMC wydzielono odpowiednie pola robocze. Pobieranie informacji ze zbiorów i zasilanie nimi programów użytkowych realizowane jest na podstawie programu zarządzającego.

Na podstawie informacji zawartej w BD dokonuje się analizy sytuacji powietrznej i oceny możliwości zwalczania celów przez wszystkie pododdziały OPL zgrupowania i LM będące w gotowości do prowadzenia ognia. Wyniki obliczeń zapisuje się w pamięci EMC w formie macierzy. Na podstawie wyników obliczeń zestawionych w macierzy dokonuje się optymalizacji przydziału celów pododdziałom OPL zgrupowania i LM, a następnie wypracowuje dane do ich wskazania, które dalej nazwano informacją decyzyjną.

Informacja decyzyjna[2/] wypracowana jest przez EMC dla poszczególnych dywizjonów ogniowych KRUG, baterii KUB, paplot oraz LM. Informację tę przekazuje się wymienionym pododdziałom OPL, LM i paplot za pomocą UTD. Na SD AZplot znajduje się nadajnik UTD bezpośrednio połączony z EMC, za pomocą którego przekazuje się informację decyzyjną drogą radiową automatycznie do urządzeń odbiorczych UTD znajdujących się w pododdziałach OPL. Informacja ta zobrazowana jest na monitorze ekranowym w sposób przejrzysty i nadaje się do bezpośredniego wykorzystania. Informacja decyzyjna oraz informacja o położeniu, stanie i gotowości bojowej pododdziałów OPL jest równolegle przekazywana na SD pułków

---

2/W żadnym z wariantów nie przewiduje się wypracowywania informacji decyzyjnej przez EMC dla baterii paplot. Dokładność przydziału celów byłaby mała ze względu na mały zasięg ognia tych środków /szczególnie przy celach manewrujących/ a zwiększyłby się poważnie czas liczenia EMC.

KUB i SD brygady KRUG. Zapewni to dowódcom tych oddziałów orientację w kierowaniu ogniem oraz możliwość wprowadzania zmian w decyzji wypracowanej przez EMC, a w sytuacjach - nawet podejmowanych własnych decyzji.

Zalety wariantu

Czas przekazywania informacji decyzyjnej wypracowanej przez EMC wymienionym pododdziałom OPL zgrupowania i LM oraz czas przekazywania informacji do EMC o położeniu, stanie i gotowości bojowej w tym wariancie /rys.1/, jest krótki /około 1 min./. Czas wypracowywania informacji decyzyjnej przez EMC jest stosunkowo krótki /około 30 sek./ ze względu na małą ilość pododdziałów OPL zapisanych w pamięci EMC, dla których dokonuje się przydziału celów powietrznych. Stopień centralizacji kierowania pododdziałami OPL jest średni /nie obejmuje bat.KRUG i bat.paplot/. Informacja decyzyjna zobrazowana jest na monitorze ekranowym bardzo przejrzyście i nadaje się do bezpośredniego wykorzystania. Nie potrzeba wykorzystywać żadnych urządzeń lub tabel rozszyfrowujących tę informację.

Wady wariantu

Wariant ten nie zapewnia pełnej centralizacji kierowania pododdziałami OPL, co w pewnym stopniu zwiększy czas przekazywania informacji decyzyjnej do baterii KRUG i baterii paplot. Przydział celów tym bateriom jest dokonywany na szczeblu do KRUG i paplot w wyniku czego powstają ogniwa pośrednie podczas wypracowywania informacji decyzyjnej.

Wnioski dotyczące wykorzystania wariantu

Omawiany wariant na obecnym etapie może znaleźć praktyczne zastosowanie, ponieważ zapewnia średni stopień centralizacji kierowania pododdziałami OPL oraz stosunkowo krótkie

czasy wypracowania i przekazywania informacji decyzyjnej. Mimo, że wariant ten nie zapewnia pełnej centralizacji kierowania, to należy przypuszczać, że zwiększenie czasu przekazywania informacji decyzyjnej baterii KRUG będzie mieścić się w granicach dopuszczalnych, ponieważ w brygadzie KRUG istnieje wewnętrzna automatyzacja procesów przekazywania informacji podległym pododdziałom.

WARIANT II /rys.2/

Charakterystyka wariantu

Informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej wprowadzana jest do EMC w taki sam sposób jak w wariancie I.

Informacja o położeniu, stanie i gotowości bojowej pododdziałów OPL wprowadzana jest do EMC w zasadzie tak samo jak w wariancie I. Różnica polega jedynie na tym, że w pododdziałach rakiet KRUG zostało wyeliminowane ogniwo pośrednie /dywizjon ogniowy/. Informacja z baterii KRUG jest bezpośrednio wprowadzana do EMC i równolegle przekazywana na SD dywizjonu ogniowego KRUG oraz SD BA WOPL KRUG.

Informacja decyzyjna wypracowywana jest przez EMC dla poszczególnych baterii KRUG, baterii KUB, paplot oraz lotnictwa myśliwskiego. Sposób przekazywania tej informacji jest w zasadzie identyczny jak w wariancie I, z tą małą różnicą, że w BA WOPL KRUG informacja jest przekazywana bezpośrednio do baterii KRUG i równolegle dywizjonowi ogniowemu KRUG i BA WOPL KRUG. Wyeliminowane zostały ogniwa pośrednie: BA WOPL KRUG i dywizjon ogniowy KRUG.

Zalety wariantu

Zwiększa się stopień centralizacji kierowania pododdziałami OPL w stosunku do wariantu I. W pionie rakiet KRUG zmniejsza się czas przekazywania informacji decyzyjnej i informacji o położeniu, stanie i gotowości bojowej pododdziałów OPL na skutek wyeliminowania ogniw pośrednich.

Wady wariantu

Zwiększa się czas wypracowywania przez EMC informacji decyzyjnej na skutek zwiększenia ilości pododdziałów OPL /z 16 do 22/, których współrzędne będą wprowadzane do EMC.

Wnioski dotyczące wykorzystania wariantu

Wariant ten może znaleźć praktyczne zastosowanie pod warunkiem, że będzie wykorzystana EMC szybko licząca. Przy wykorzystaniu EMC o średniej szybkości liczenia /np.proponowana w tej pracy EMC typu RODAN-10/, nie jest wskazane stosowanie tego wariantu,ponieważ zwiększy się czas wypracowania informacji decyzyjnej o około 1 min. Opracowane algorytmy uwzględniają możliwość wypracowywania i przekazywania informacji decyzyjnej zgodnie z wariantem II w razie zastosowania EMC szybko liczącej.

Decyzję o wykorzystaniu tego wariantu podejmuje dowódca zgrupowania przez wpisanie cyfry 1 w tabeli 8 /1 wiersz, 8-kolumna/. Informacja decyzyjna będzie wówczas wypracowywana dla każdej baterii KRUG i w zależności od struktury technicznej /zainstalowania UTD w bateriach/ przekazywana poszczególnym bateriom KRUG.

WARIANT III /rys.3/

Charakterystyka wariantu

Informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej wprowadzana jest do EMC w taki sam sposób jak w wariancie I.

Informacja o położeniu, stanie i gotowości bojowej pododdziałów OPL wprowadzana jest do EMC automatycznie za pomocą UTD, bezpośrednio od wszystkich pododdziałów OPL, będących na najniższych poziomach w przyjętej strukturze, oraz od LM. Informację tę przekazuje się równolegle pododdziałom lub oddziałom OPL będącym na wyższych poziomach. Sposób przekazywania tej informacji jest identyczny jak w wariancie I.

Informacja decyzyjna wypracowywana jest przez EMC dla wszystkich pododdziałów OPL będących na najniższych poziomach w przyjętej strukturze oraz dla LM. Informację tę przekazuje się wymienionym pododdziałom OPL i LM za pomocą UTD. Sposób przekazywania tej informacji - jak w wariancie I. Jednocześnie informację tę przyjmują pododdziały lub oddziały OPL będące na wyższych poziomach przyjętej struktury w celu zapewnienia sobie możliwości wprowadzania zmian w decyzji wypracowanej przez EMC, a w sytuacjach szczególnych nawet podejmowania własnych decyzji. Sposób wypracowania informacji decyzyjnej jest identyczny jak w wariancie I.

Zalety wariantu

Wariant ten zapewnia największy stopień centralizacji kierowania pododdziałami OPL oraz optymalny przydział celów powietrznych pododdziałom OPL. Charakteryzuje go krótki czas przekazywania informacji decyzyjnej pododdziałom OPL /około 20 sek./.

Wady wariantu

Czas wypracowania informacji decyzyjnej przez EMC jest długi i trwa ponad 2 min. ze względu na dużą ilość pododdziałów OPL umiejscowionych w pamięci EMC.

Wnioski dotyczące wykorzystania wariantu

Na obecnym etapie nie można zastosować tego wariantu ponieważ jeśli wykorzysta się dostępne EMC, czas wypracowania informacji decyzyjnej będzie zbyt długi - ponad 2 min. W związku z powyższym pododdziały OPL będą otrzymywały zadania wówczas, gdy cele znajdują się na zbyt dużych odległościach od ugrupowania /co jest sprzeczne z zasadami strzelania/ i w konsekwencji często nie będą one mogły zwalczać właściwego celu powietrznego.

WARIANT IV /rys.4/

Charakterystyka wariantu

Informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej wprowadzana jest do EMC w taki sam sposób jak w wariancie I.

Informacja o położeniu, stanie i gotowości bojowej pododdziałów OPL wprowadzana jest do EMC drogą radiową automatycznie za pomocą UTD z SD oddziałów OPL i SD LM. Na SD poszczególnych oddziałów OPL dokonuje się zbiorczych zestawień tych danych przekazywanych z podległych pododdziałów OPL zwykłymi środkami łączności.

Informacja decyzyjna wypracowywana jest przez EMC dla poszczególnych oddziałów OPL i LM. Informację tę przekazuje

się na poszczególne SD oddziałów i SD LM za pomocą UTD. Sposób przekazywania tej informacji - jak w wariancie I. Informacja decyzyjna dotyczy optymalnego przydziału celów powietrznych poszczególnym oddziałom OPL, natomiast w zakresie przydziału tych celów pododdziałom OPL /środkom ogniowym/ nie jest ona optymalna. Na SD poszczególnych oddziałów OPL dokonuje sił przydziału wskazanych z SD AZplot celów podległym pododdziałom OPL i dane te przekazuje się zwykłymi środkami łączności.

Zalety wariantu

Czas wypracowania informacji decyzyjnej przez EMC jest bardzo krótki w porównaniu z czasem wykonania tej czynności według innych wariantów /około 10 sek/.

Wady wariantu

Wariant ten nie zapewnia dostatecznego stopnia centralizacji kierowania pododdziałami OPL. Decyzja wypracowana przez EMC może poważnie odbiegać od optymalnej decyzji przydziału celów powietrznych poszczególnym pododdzialom OPL. Czas przekazywania informacji decyzyjnej wypracowanej przez EMC pododdziałom OPL i LM oraz czas przekazywania informacji o położeniu, stanie i gotowości bojowej pododdziałów OPL do EMC są długie /około 3 min./.

Wnioski dotyczące wykorzystania wariantu

Nie powinno się stosować tego wariantu ze względu na duże wady. Wprowadzona automatyzacja w małym stopniu automatyzuje procesy kierowania ogniem pododdziałów OPL, jak również w małym stopniu zapewnia centralizację kierowania, a co za tym idzie jest mało opłacalna.

3. WYBÓR I OPIS NAJKORZYSTNIEJSZEGO WARIANTU STRUKTURY INFORMACYJNO-FUNKCJONALNEJ SYSTEMU KIEROWANIA OGNIEM ARMIJNEGO ZGRUPOWANIA PRZECIWLOTNICZEGO

Analizę wyboru najkorzystniejszego wariantu przeprowadzono na podstawie następujących kryteriów:

- zapewnienie wysokiego stopnia centralizacji kierowania ogniem zgrupowania;
- wypracowanie informacji decyzyjnej w krótkim czasie - około 30 sek;
- przekazanie informacji decyzyjnej do pododdziałów OPL w krótkim czasie od 20 - 30 sek.

Z przeprowadzonej analizy wybranych wariantów struktury informacyjno-funkcjonalnej systemu kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego wynika, że najbradziej korzystnym wariantem stosownie do przyjętych kryteriów jest wariant I. Zapewnia on stosunkowo wysoki stopień centralizacji kierowania pododdziałami OPK oraz wypracowanie informacji decyzyjnej w krótkim czasie.

Najlepszym wariantem byłby wariant spełniający jednocześnie dwa podstawowe warunki: zapewnienie wysokiego stopnia centralizacji kierowania pododdziałami OPL oraz wypracowanie informacji decyzyjnej w bardzo krótkim czasie. Jednak wymagane warunki są sprzeczne i z tej przyczyny obecnie nie mogą być zrealizowane. Jeżeli dany wariant spełnia pierwszy warunek, to nie spełnia drugiego, i odwrotnie. Zatem wariantem optymalnym w danych warunkach będzie wariant I, który w sposób wystarczający /niemaksymalny/

zapewnia spełnienie dwóch podstawowych wymienionych wyżej warunków. Stwierdzenie to jest słuszne, jeśli w rozpatrywanym systemie wykorzysta się EMC, obecnie dostępnych, typu ODRA-1305 czy RODAN-10. Szybki rozwój techniki obliczeniowej pozwala nam sądzić, że w najbliższym czasie będą już dostępne EMC szybko liczące. Z chwilą wprowadzenia tego typu maszyn automatycznie korzystniejszym wariantem będzie wariant II. Dlatego w programie uwzględniono możliwość wypracowania informacji decyzyjnej według dwóch wariantów w zależności od typu wykorzystywanej EMC.

Dla lepszego zilustrowania zalet i wad wybranych wariantów w tabeli A podano ich charakterystyki liczbowe.

TABELA A

Wielkości liczbowe charakteryzujące poszczególne warianty struktury informacyjno-funkcjonalnej systemu kierowania ogniem AZplot

Nr wariantu	Ilość pododdziałów usytuowanych w miejscowościach w EMC	Ilość pododdz. OPL, w których można zainstalować UTD	Czas wypracowania informacji decyzyjnej przez EMC dla 20 celów	Czas wprowadz. inf. o położeniu, stanie i got. boj. do EMC	Czas przekazywania inf. decyzyjnej pododdziałom OPL	Stopień centralizacji
1	2	3	4	5	6	7
I	15+1	29+1	około 30 sek.	około 1 min	około 1 min	średni
II	21+1	29+1	1-2min	około 1 min	około 1 min	duży
III	29+1	29+1	powyżej 2 min	30 sek. do 1min	około 20 sek.	największy

1	2	3	4	5	6	7
IV	5+1	29+1	około 10 sek.	około 3 min	2-3 min	mały

W tabeli A "+1" oznacza WSD plm.

Zamieszczone w tabeli A czasy ustalono w sposób empiryczny na podstawie pracujących już podobnych urządzeń informatycznych, osobistego doświadczenia oraz teoretycznych założeń i wymagań w stosunku do nowego sprzętu informatycznego.

W przyjętej strukturze informacyjno-funkcjonalnej mogą być realizowane następujące sposoby kierowania oddziałami i pododdziałami armijnego zgrupowania przeciwlotniczego w walce z nieprzyjacielem powietrznym:

1. Pełna centralizacja kierowania armijnym zgrupowaniem przeciwlotniczym.
2. Decentralizacja kierowania do szczebla pułku KUB brygady KRUG i paplot.
3. Decentralizacja kierowania do szczebla pododdziału OPL.

Pierwszy sposób kierowania armijnym zgrupowaniem przeciwlotniczym charakteryzuje wariant I /lub II/. Jest to zasadniczy sposób kierowania i dla niego zostały opracowane algorytmy robocze. Jest to najlepszy sposób kierowania z punktu widzenia efektywności systemu, ponieważ zapewnia pełną koordynację działań pododdziałów OPL w walce z nieprzyjacielem powietrznym. Wartość oczekiwana liczby rażonych celów jest

w tym przypadku maksymalna. Pozostałe sposoby kierowania są sposobami drugorzędnymi i wykraczają poza zakres niniejszej pracy. Niemniej jednak przedstawię krótko ich charakterystykę.

Dla drugiego sposobu kierowania armijnym zgrupowaniem przeciwlotniczym charakterystyczne jest wypracowanie decyzji o zwalczaniu celów powietrznych, a mianowicie: decyzja i dane do wskazania celów pododdziałom OPL są wypracowywane na SD pułku KUB, SD BAW OPL KRUG i SD paplot sposobem tradycyjnym na podstawie informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej otrzymywanej z własnych RSWP oraz informacji o położeniu, stanie i działalności bojowej pododdziałów OPL. Sposób ten będzie stosowany z reguły w razie braku informacji radiolokacyjnej wprowadzanej do EMC lub awarii urządzeń, za pomocą których informacja ta jest wprowadzana do maszyny czy nawet awarii samej EMC. Przy tym sposobie kierowania informacja decyzyjna z różnych przyczyn nie będzie opracowywana przez EMC. W obu sposobach w razie uszkodzenia /awarii/ EMC, UTD lub innych urządzeń automatyzacji powodujących przerwy w pracy, wykorzystuje się system foniczno-planszetowy, który zawsze powinien być w gotowości do pracy.

Dla trzeciego sposobu kierowania charakterystyczny jest fakt, że decyzje o zwalczaniu celów powietrznych są podejmowane na szczeblu pododdziału OPL. Sposób ten z reguły będzie stosowany podczas zwalczania celów lecących na małych wysokościach i z dużymi prędkościami. Cele te będą zbyt późno wykrywane przez RSWP. Zestawy rakietowe w tym przypadku mogą własnymi stacjami poszukiwać celów na podstawie informacji dotyczącej kierunku nalotu.

~~A więc~~ W odpowiedzi rozkazu wykonywanie obrony
powietrznej wynikało, że nie tylko 1-go,

4. OGÓLNA KONCEPCJA ROZWIĄZANIA ZADANIA

4.1. Problem wyboru punktu kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego AZplot

Jak wynika z analizy kierowania ogniem z OK OPL A, tego typu zgrupowanie powinno być wyłączone z OK OPL A i mieć własny ośrodek kierowania ogniem. Jest to również związane z realizacją przez ośrodek kierowania ogniem zgrupowania specyficznych zadań powstających w wyniku wprowadzenia automatyzacji procesów kierowania ogniem. Zespół kierujący ogniem zgrupowania będzie posiadał zwiększone obowiązki, wykonując swe zadania dwoma sposobami: sposób pierwszy polega na zautomatyzowanym kierowaniu ogniem zaś drugi - na foniczno-planszetowym kierowaniu ogniem /drugi sposób powinien być realizowany równolegle z pierwszym/.

W pierwszym wypadku należy: dokonywać analizy sytuacji powietrznej i jeżeli zaistnieje konieczność - podejmować decyzje[x/] i wprowadzać je do EMC, następnie analizować informację decyzyjną wypracowaną przez EMC i akceptować ją przed realizacją.

---

x/Chodzi o decyzje podejmowane przez dowódcę AZplot w szczególnych sytuacjach powietrznych mogą one dotyczyć np. przydziału konkretnego celu danemu pododdziałowi OPL lub wyboru wariantu, według którego EMC będzie wypracowywać informację decyzyjną. Decyzje dowódcy mogą dotyczyć również celów, które nie należy przydzielać pododdziałom OPL i lotnictwu myśliwskiemu. Decyzje dowódcy AZplot są wprowadzane do EMC zgodnie z tabelą 8. W ten sposób nie wyłącza się całkowicie dowódcy AZplot z kierowania ogniem, stwarza mu się możliwość ingerencji do informacji decyzyjnej wypracowywanej przez EMC, jeżeli uzna to za stosowne na podstawie specyficznej sytuacji powietrznej.

W drugim wypadku należy: zobrazowywać sytuację powietrzną na planszetach, dokonywać jej analizy i być gotowym w każdej chwili do przejęcia kierowania ogniem zgrupowania /szczególnie w razie awarii systemu zautomatyzowanego/.

Nałożenie tych zadań na OK OPL A mogłoby spowodować połowiczną ich realizację ze względu na dużą ilość zadań wykonywanych przez OK OPL A.

Poza tym zakres kierowania na szczeblu armii różni się od zakresu kierowania AZplot ze względu na ilość armijnych pododdziałów OPL oraz na pododdziały związków taktycznych, które nie są uwzględnione na szczeblu AZplot.

W tej sytuacji powstaje pytanie, kto powinien kierować ogniem rozpatrywanego zgrupowania. Istnieją dwie możliwości, a mianowicie ogniem zgrupowania może kierować:

- drugi zestaw OK OPL A rozmieszczony w rejonie zgrupowania;
- jeden z prplot, który przyjąłby na siebie kierowanie ogniem zgrupowania kierując równolegle ogniem własnego pułku.

Analizując przydatność do kierowania ogniem każdego z wymienionych punktów dochodzi się do wniosku, że każdy z nich posiada pewne zalety i wady.

W przypadku gdy kierowanie ogniem przejmie jeden z prplot, powstaną trudności w zakresie obsady, sprzętu i pomieszczeń. Chodzi o to, ażeby nie tworzyć nowego ośrodka kierowania w całym tego słowa znaczeniu, a zorganizować go w miarę możliwości na bazie istniejącej obsady, sprzętu i pomieszczeń /dopuszczalne są przeróbki w zakresie zainstalowania EMC/. Zaletą tego sposobu kierowania jest to,

że byłby on związany zawsze z prplot, ponieważ jest tworzony na bazie jego sprzętu i obsług, a tym samym ze zgrupowaniem, ponieważ prplot będzie z zasady zawsze występował w rozpatrywanym zgrupowaniu.

Jak wynika z analizy kierowania ogniem z OK OPL A większe możliwości w kierowaniu ogniem zgrupowania stworzy wykorzystanie drugiego zestawu OK OPL A ze względu na to, iż ma on odpowiednie pomieszczenia, sprzęt i obsługi. OK OPL A jest przystosowany do kierowania ogniem tego typu zgrupowania. Bardzo istotną sprawą jest jeszcze fakt, że w zgrupowaniu przewiduje się udział LM i należy kierować nim w sposób efektywny, co może wykonywać wymieniony OK OPL A. Pozbawia się armię w ten sposób na pewien okres drugiego /zapasowego/ ośrodka kierowania, ale ponieważ zgrupowanie takie w zasadzie będzie istniało kilka lub kilkanaście godzin, można go będzie wykorzystać do kierowania ogniem zgrupowania. W razie zniszczenia, poważnej awarii urządzeń OPL OPK A lub konieczności przebazowania, funkcje te może przejąć SD AZplot.

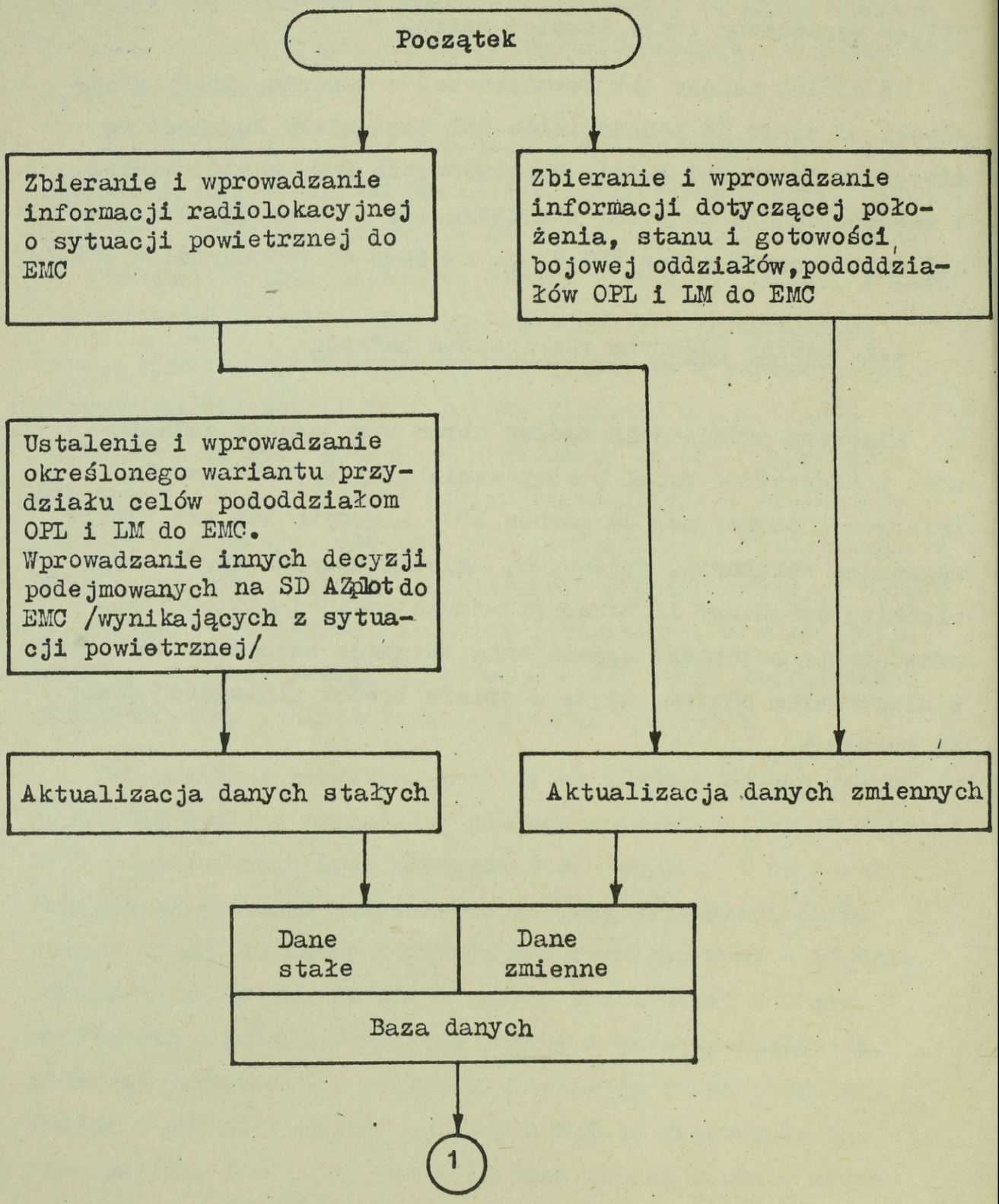
Jak wynika z powyższej analizy na dowódcę AZplot należy wyznaczać dowódcę prplot lub jednego z dowódców prplot /jeżeli w zgrupowaniu będą występować dwa prplot/ i na okres trwania zgrupowania przydzielać do jego dyspozycji drugi zestaw OK OPL A, który powinien być rozmieszczony w rejonie zgrupowania. Zestaw OK OPL A należy przekazywać w miarę możliwości z pełnym kompletem obsług i sprzętu łączności, ponieważ uzupełnienie obsług i sprzętu /w dużym stopniu/ ludźmi i sprzętem prplot mogłoby utrudnić kierowanie ogniem prplot. W czasie, kiedy dowódca prplot zostaje wyznaczony na dowódcę AZplot i kieruje jego ogniem, dowództwo

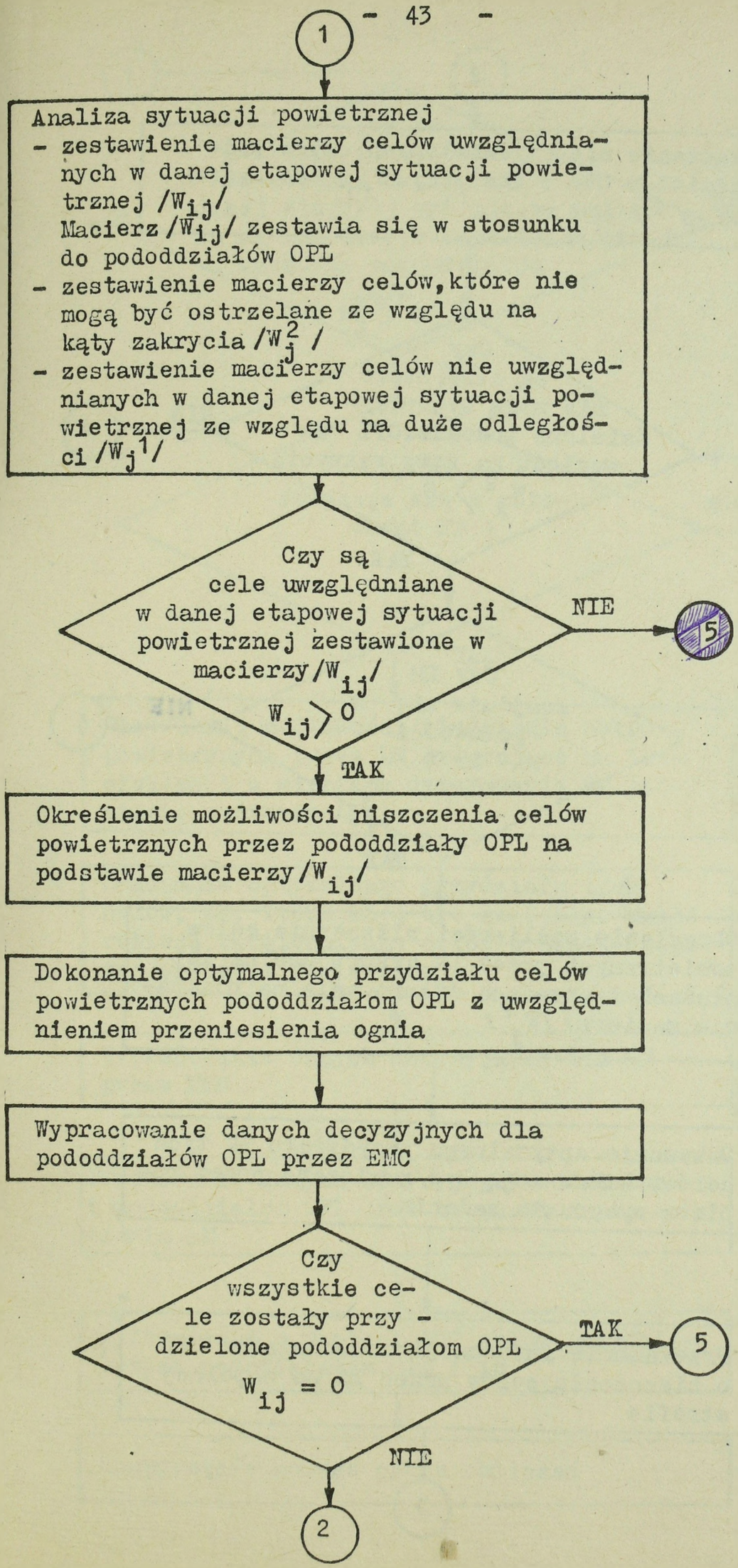
pułku obejmuje szef sztabu pułku i kieruje jego ogniem, lub oficer wyznaczony przez dowódcę pułku.

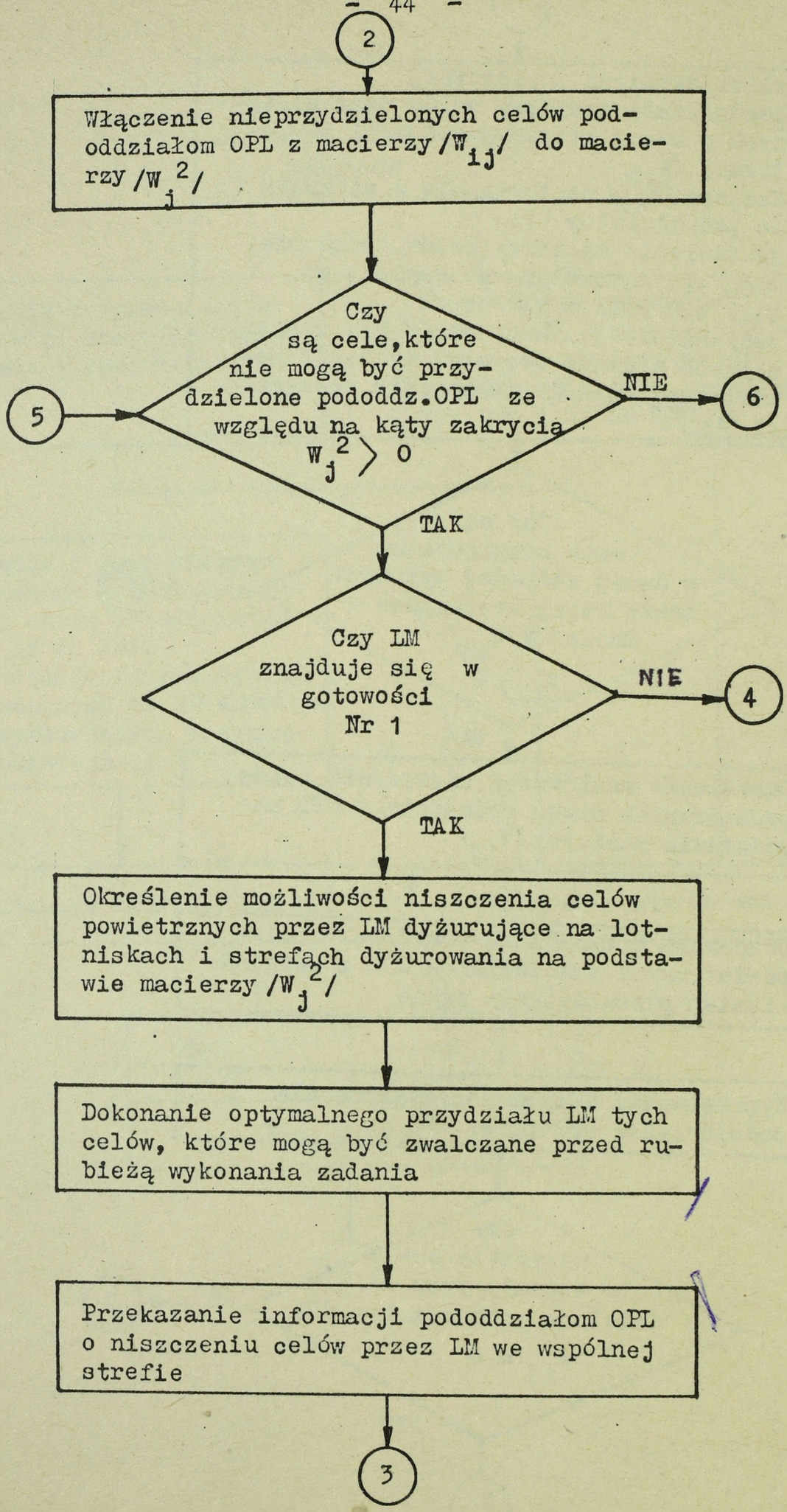
SD AZplot należy tak rozmieszczać w terenie, ażeby odległości od niego do pododdziałów OPL zapewniały łączność radiową. NA SD AZplot będzie umiejscowiona EMC, chodzi bowiem o zabezpieczenie pewności przekazywania informacji decyzyjnej wypracowanej przez EMC drogą radiową do pododdziałów OPL.

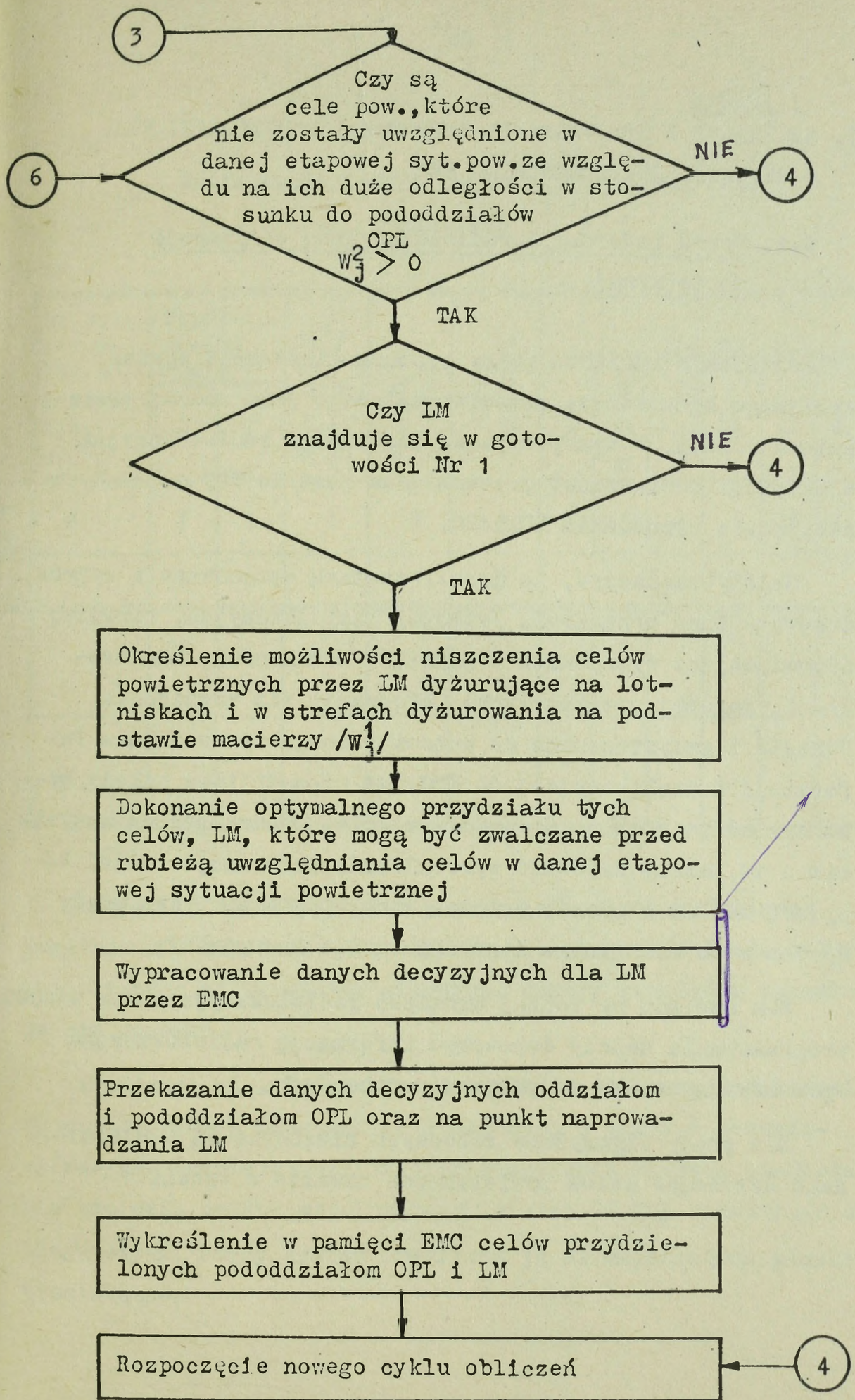
4.2. Ogólny algorytm rozwiązania zadania

Algorytm przedstawia ogólny obraz rozwiązania zadania oraz poszczególne kroki postępowania przy wypracowywaniu informacji decyzyjnej za pomocą EMC. Algorytm ten nie ujmuje zagadnień wstępnych, opisowych, uzasadniających wybór odpowiedniej struktury informacyjno-funkcjonalnej AZplot itp., przedstawia natomiast zagadnienia związane bezpośrednio z kierowaniem ogniem, ujęte w spisie treści niniejszej pracy od punktu 5.


Początek
Zbieranie i wprowadzanie informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC
Zbieranie i wprowadzanie informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej oddziałów, pododdziałów OPL i LM do EMC
Ustalenie i wprowadzanie określonego wariantu przydziału celów pododdziałom OPL i LM do EMC. Wprowadzanie innych decyzji podejmowanych na SD AZ plot do EMC /wynikających z sytuacji powietrznej/
Aktualizacja danych stałych
Aktualizacja danych zmiennych
Dane stałe
Dane zmienne
Baza danych
1


1
Analiza sytuacji powietrznej
- zestawienie macierzy celów uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej /W_{ij}/
Macierz /W_{ij}/ zestawia się w stosunku do pododdziałów OPL
- zestawienie macierzy celów, które nie mogą być ostrzelane ze względu na kąty zakrycia /W_j^2/
- zestawienie macierzy celów nie uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej ze względu na duże odległości /W_j^1/
Czy są cele uwzględniane w danej etapowej sytuacji powietrznej zestawione w macierzy /W_{ij}/
$W_{ij} > 0$
NIE
5
TAK
Określenie możliwości niszczenia celów powietrznych przez pododdziały OPL na podstawie macierzy /W_{ij}/
Dokonanie optymalnego przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL z uwzględnieniem przeniesienia ognia
Wypracowanie danych decyzyjnych dla pododdziałów OPL przez EMC
Czy wszystkie cele zostały przydzielone pododdziałom OPL
$W_{ij} = 0$
TAK
5
NIE
2


2
Włączenie nieprzydzielonych celów pododdziałom OPL z macierzy /W_{ij}/ do macierzy /W_j^2/
Czy są cele, które nie mogą być przydzielone pododdz. OPL ze względu na kąty zakrycia $W_j^2 > 0$
NIE
6
5
TAK
Czy LM znajduje się w gotowości Nr 1
NIE
4
TAK
Określenie możliwości niszczenia celów powietrznych przez LM dyżurujące na lotniskach i strefach dyżurowania na podstawie macierzy /W_j^2/
Dokonanie optymalnego przydziału LM tych celów, które mogą być zwalczane przed rubieżą wykonania zadania
Przekazanie informacji pododdziałom OPL o niszczeniu celów przez LM we wspólnej strefie
3


3
Czy są cele pow., które nie zostały uwzględnione w danej etapowej syt.pow.ze względu na ich duże odległości w stosunku do pododdziałów OPL $w_j^2 > 0$
NIE
4
6
TAK
Czy LM znajduje się w gotowości Nr 1
NIE
4
TAK
Określenie możliwości niszczenia celów powietrznych przez LM dyżurujące na lotniskach i w strefach dyżurowania na podstawie macierzy $/w_i^1/$
Dokonanie optymalnego przydziału tych celów, LM, które mogą być zwalczane przed rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej
Wypracowanie danych decyzyjnych dla LM przez EMC
Przekazanie danych decyzyjnych oddziałom i pododdziałom OPL oraz na punkt naprowadzania LM
Wykreślenie w pamięci EMC celów przydzielonych pododdziałom OPL i LM
Rozpoczęcie nowego cyklu obliczeń
4

5. ZBIERANIE I WPROWADZANIE INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ O SYTUACJI POWIETRZNEJ DO EMC

5.1. Treść informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej

Zasadniczym rodzajem pracy systemu kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego jest rodzaj pracy automatycznej. W tym przypadku informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej przekazywana jest do EMC automatycznie, np. z urządzenia DUNAJEC.

Należy zaznaczyć, że jeżeli zostaną opracowane i wyprodukowane inne urządzenia /stacje/ radiolokacyjne, bardziej odpowiadające wymaganiom w zakresie mobilności, manewrowości, jakości przekazywanej informacji niż urządzenie DUNAJEC i przystosowane do automatycznego wprowadzania informacji radiolokacyjnej do EMC, to niewątpliwie należy wykorzystać je w opracowywanym systemie. Chodzi przede wszystkim o to, ażeby zapewnić wprowadzanie informacji radiolokacyjnej do EMC w sposób automatyczny, ponieważ tylko wtedy system może efektywnie kierować ogniem zgrupowania.

Bez względu na rodzaj urządzeń radiolokacyjnych na etapie programowania należy dopasować informację radiolokacyjną wprowadzaną do EMC do programów roboczych.

Dla pracy algorytmów roboczych niezbędne są następujące dane dotyczące celów powietrznych zawarte w tabeli 1.

TABELA 1

Zestawienie danych charakteryzujących cele powietrzne

	Nr celu i symbol identyfikacyjny	Współrzędne celu		Przynależność i skład celu	Wysokość celu	Czas pomiaru	Rodzaj celu						
		x	y				Man	H<300m	V_c>350 m/s	ZP	G	ZA	NBJ
Liczba znaków	4	7	7	3	3	4	1	1	1	1	1	1	1
Lp	1	2	3	4	5	6	7						

Wszystkie obiekty powietrzne /cele i samoloty własne/ numeruje się liczbami czterocyfrowymi. Dla odróżnienia celów powietrznych od samolotów własnych, numery samolotów zaczynają się od zera.

Przyjmuje się, że urządzenie DUNAJEC przekazuje meldunki we współrzędnych płaskich prostokątnych w grupach siedmiocyfrowych. Istnieje możliwość przekazywania miejsca znajdowania się celu według współrzędnych siatki OP lub współrzędnych biegunowych. Wtedy system przelicza je na współrzędne płaskie prostokątne.

Przynależność i skład celów powietrznych oznacza się dwucyfrową lub trzycyfrową liczbą. Zależy to od ilości celów w grupie. Pierwsza cyfra w grupie oznacza indeks przynależności celu. Druga lub druga i trzecia cyfra w tej grupie oznacza liczbę samolotów w celu grupowym.

Wysokość lotu celu powietrznego oznacza się w hektometrach.

Czas określenia miejsca znajdowania się celu powietrznego podaje się grupą czterocyfrową, podając również godzinę i minutę.

Kolumnę siódmą podzielono na siedem części, każda z nich zawiera po jednym znaku. Przy toniczno-planszetowym wprowadzaniu informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC w kolumnę siódmą wpisuje się cyfry 1 odpowiednio na tych pozycjach, które odpowiadają danemu rodzajowi celów, np. jeśli cel zakłóca pasywnie, wtedy piszemy 0001000, jeżeli cel grupowy zakłóca pasywnie i aktywnie, wtedy piszemy 0001110, w przeciwnym wypadku w poszczególne pozycje wpisuje się 0.

Taki sposób wprowadzania wymienionej informacji do EMC może mieć miejsce na etapie eksperymentowania i uruchamiania programów roboczych.

Podczas automatycznego wprowadzania informacji radiolokacyjnej do EMC będzie ona przekazywana w postaci rekordu.

5.2. Wpływ czasu wprowadzania informacji radiolokacyjnej na czas reakcji systemu kierowania ogniem zgrupowania przeciwlotniczego

Czas wprowadzania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej jest częścią składową czasu reakcji systemu

kierowania zgrupowaniem[x/]. Czas reakcji systemu powoduje opóźnienia przekazywanej informacji decyzyjnej w stosunku do momentu wykrycia celu. Jeżeli czas reakcji systemu. będzie zbyt duży, to może okazać się, że w momencie przekazania informacji decyzyjnej danemu oddziałowi lub pododdziałowi OPL, cel będzie znajdował się poza strefą ognia danego środka ogniowego, zwłaszcza podczas strzelania do celów szybko lecących. Ponieważ nie można zbudować systemu, którego czas reakcji wynosiłby zero, to przynajmniej należy wszelkimi sposobami dążyć do jego zmniejszenia.

Czas reakcji rozpatrywanego systemu obejmuje:

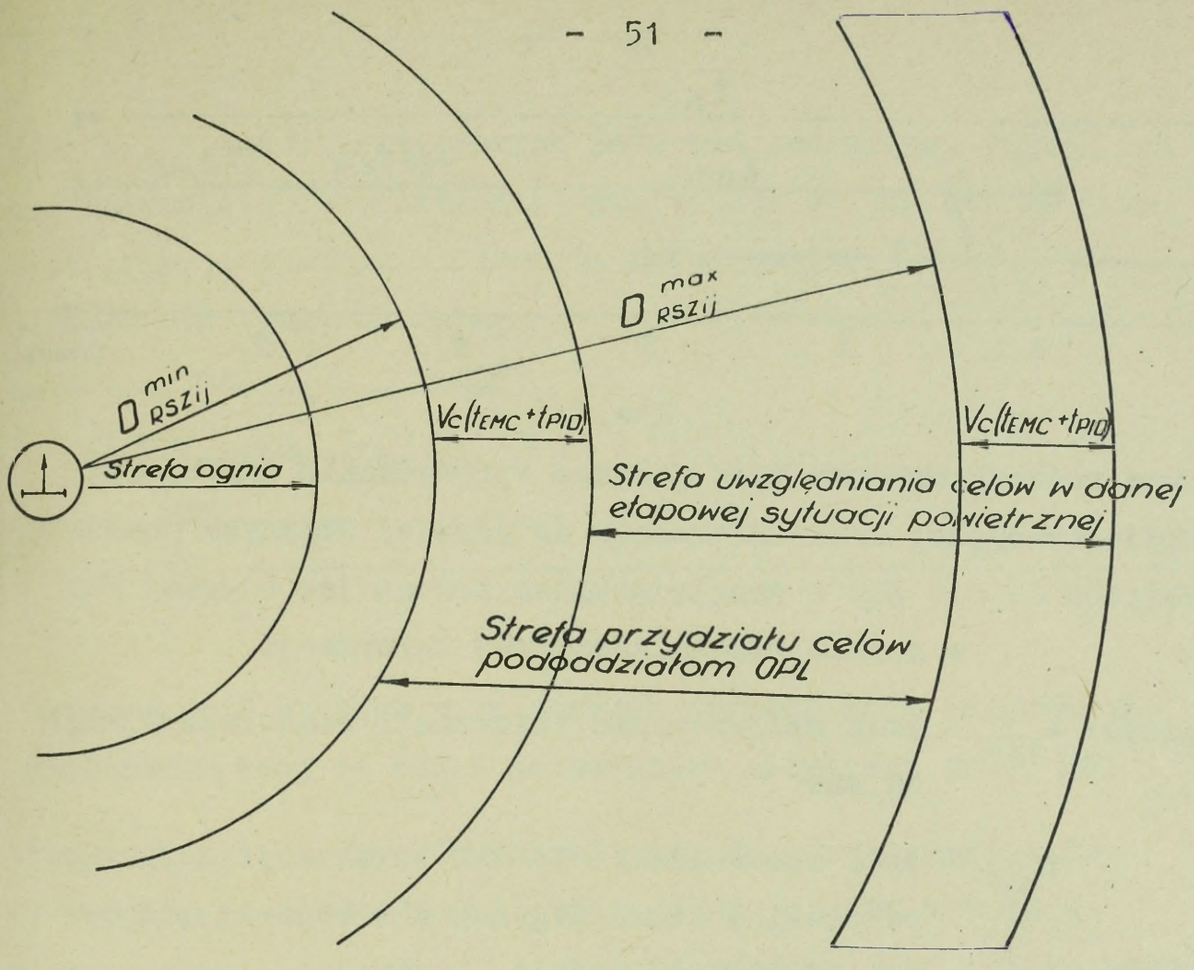
- czas wprowadzania informacji radiolokacyjnej do EMC;
- czas wprowadzania informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL do EMC, który w sposób losowy może pokrywać się z czasem wprowadzenia informacji radiolokacyjnej. Te dwa czasy mogą występować szeregowo lub równolegle;
- czas wypracowania informacji decyzyjnej;
- czas przekazywania informacji decyzyjnej pododdziałom OPL.

---

x/ Przez czas reakcji systemu kierowania zgrupowaniem w danym przypadku należy rozumieć czas liczony od momentu wykrycia celu do momentu przekazania informacji decyzyjnej pododdziałom OPL. Składowymi tego czasu są opóźnienia w podsystemie rozpoznania radiolokacyjnego i podsystemie kierowania ogniem. Wyłączono celowo z czasu reakcji czas od chwili wskazania celu do chwili otwarcia ognia, ponieważ dla pododdziałów OPL wyposażonych w różne zestawy jest on różny.

Z praktyki wynika, że czas wprowadzania informacji radiolokacyjnej do pamięci EMC ma istotny wpływ na czas reakcji systemu. Na obecnym etapie przy wykorzystaniu dostępnych urządzeń technicznych zajmuje on największą część reakcji systemu kierowania armijnym zgrupowaniem przeciwlotniczym. Ażeby system kierowania stanowił wartość użytkową, a nie eksperymentalną, niezbędne jest zastosowanie takich urządzeń technicznych, które powodowały minimalne opóźnienia wprowadzania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC.

Jeżeli przyjąć, że czas wypracowania informacji decyzyjnej przez EMC wynosi 30 sek., to cele lecące z prędkością 500 m/sek. przebędą w tym czasie 15 km odcinki trasy lotu. Wiele z nich znajdzie się w strefie uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej. Jest rzeczą konieczną, ażeby rozpatrywany system zapewnił wprowadzenie współrzędnych tych celów do pamięci EMC, ponieważ tylko w tym przypadku będą one uwzględniane w danym cyklu wypracowywania informacji decyzyjnej. Przy wykorzystaniu sposobu foniczno-planszetowego mogą być wprowadzone do pamięci EMC współrzędne tylko niektórych celów znajdujących się w strefie uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej /rys.5/. Zatem współrzędne pewnej ilości celów mogą być wprowadzane do pamięci EMC z dużym opóźnieniem i będą uwzględnione dopiero przy następnych cyklach wypracowywania informacji decyzyjnej. Może to z kolei spowodować wypracowanie spóźnionej informacji decyzyjnej. Przesunięcie dalszej granicy uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej nie rozwiązuje problemu, ponieważ informacje decyzyjne w stosunku do niektórych celów w tym przypadku będą wypracowywane zbyt wcześnie i będą przez to często nierealne.

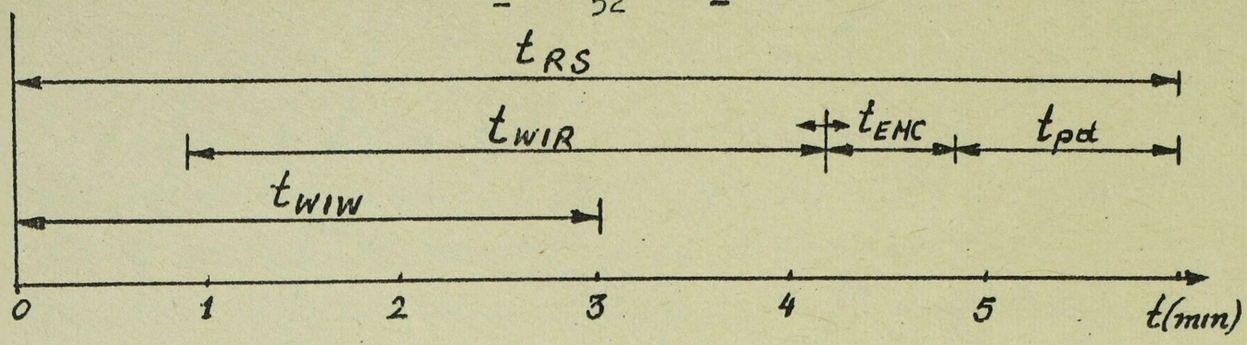


Rys. 5

Ilustracja graficzna strefy uwzględniania celów powietrznych w danej etapowej sytuacji powietrznej

Zagadnienie może być rozwiązane tylko przez zautomatyzowanie procesu zdejmowania i wprowadzania danych /dotyczących celów powietrznych/ do pamięci EMC. Sposób ten zapewni szybkie /$t \leqslant 30$ sek./ przekazanie do pamięci EMC współrzędnych wszystkich celów znajdujących się w strefie uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej, a dzięki czemu informacja decyzyjna będzie wypracowana i przekazana pododdziałom OPL we właściwym czasie.

Dla zilustrowania tego zagadnienia rozpatrzono trzy sposoby wprowadzania informacji radiolokacyjnej do pamięci EMC.



Rys.6

Czas reakcji systemu przy ręcznym wprowadzaniu informacji radiolokacyjnej oraz informacji dotyczącej własnych pododdziałów OPL do EMC z uwzględnieniem przestojów w pracy EMC w czasie wprowadzania tej informacji

gdzie: t_{WIR} - czas wprowadzania informacji radiolokacyjnej do EMC

t_{WIW} - czas wprowadzania do EMC informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL

t_{EMC} - czas wypracowania informacji decyzyjnej

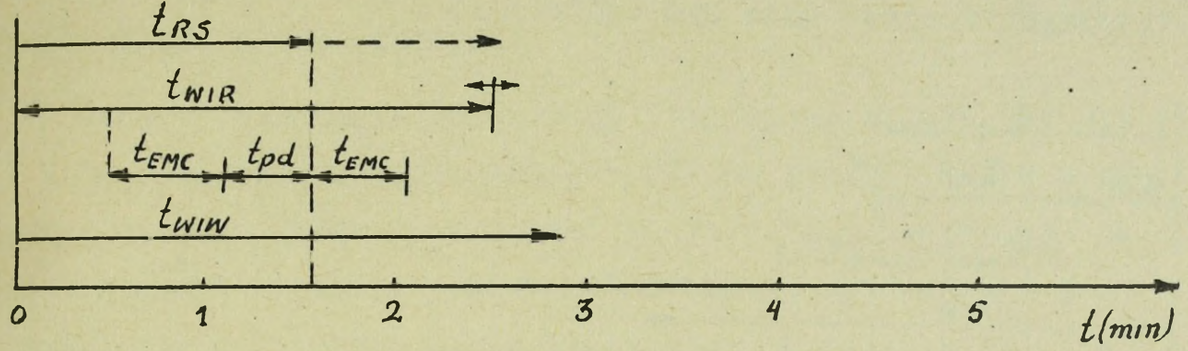
t_{pd} - czas przekazania informacji decyzyjnej pododdziałom OPL

t_{RS} - czas reakcji systemu kierowania zgrupowaniem przeciwlotniczym

⟷ - oznacza że wielkości t_{WIR} mogą się zmieniać w zależności od ilości opracowywanych celów

Pierwszy sposób /rys.6/ charakteryzuje występowanie przestojów w obliczeniach na czas przekazywania i wprowadzania informacji radiolokacyjnej oraz informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL do pamięci EMC. Informacje te przekazywane są w systemie foniczno-ręcznym. Czas reakcji systemu w tym przypadku jest duży/rzędu 6 min/. Informacja decyzyjna dotycząca

niektórych celów powietrznych może być spóźniona. Sposób ten nię nadaje się do praktycznej realizacji ze względu na duży czas reakcji systemu kierowania zgrupowaniem.

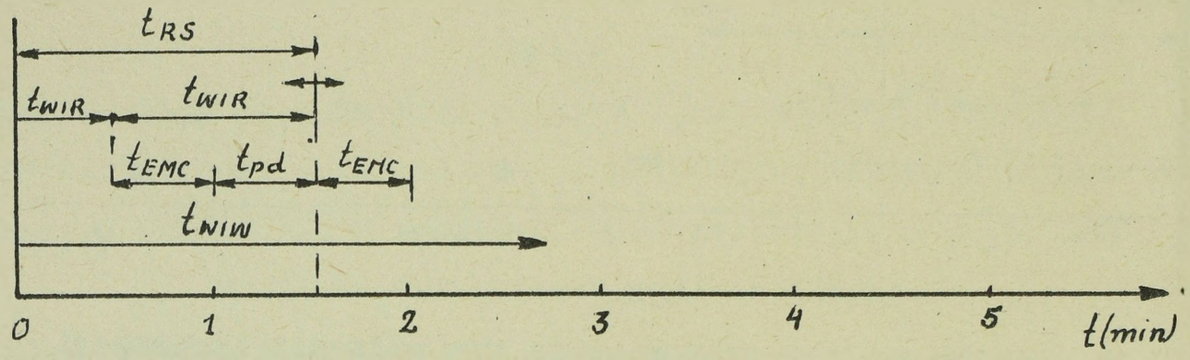


Rys.7

Czas reakcji systemu przy ręcznym wprowadzaniu informacji radiolokacyjnej do EMC z zachowaniem ciągłości pracy EMC

Drugi sposób /rys.7/ charakteryzuje przekazywanie informacji radiolokacyjnej i wprowadzanie do EMC w trakcie wypracowywania informacji decyzyjnej /równolegle, np.za pomocą klawiatury monitora ekranowego/. Ze względu na małą szybkość wprowadzania informacji radiolokacyjnej, w trakcie jednego cyklu wypracowywania informacji decyzyjnej mogą być wprowadzone do EMC współrzędne tylko niektórych celów powietrznych, pozostała zaś część będzie wprowadzona do EMC dopiero przy następnych cyklach wypracowywania informacji decyzyjnej. Czas reakcji systemu w tym przypadku jest mniejszy w stosunku do pierwszego sposobu /około 1,5 min/ ale tylko do pewnej części celów; w stosunku do innych celów znajdujących się również w strefie przydziału ten czas będzie dłuższy. Dlatego czas ten na rys.7 pokazano strzałką przerywaną. Sposób ten również nie nadaje się do zastosowania, ponieważ informację decyzyjną wypracowuje się nie na podstawie całej sytuacji powietrznej /mogą być nie uwzględniane wszystkie cele znajdujące się w strefie przydziału/,

lecz na podstawie pewnego wycinka tej sytuacji. Poza tym informacja decyzyjna w stosunku do niektórych celów powietrznych również może być opóźniona.



Rys.8

Czas reakcji systemu przy zautomatyzowanym wprowadzeniu informacji radiolokacyjnej do EMC z zachowaniem ciągłości pracy EMC

Trzeci sposób /rys.8/ charakteryzuje przekazywanie informacji radiolokacyjnej i wprowadzanie do EMC w trakcie wypracowywania informacji decyzyjnej /równolegle/ sposobem zautomatyzowanym /np.taką techniką jak w DUNAJCU/. Współrzędne zobrazowanych celów na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych mogą być zdjęte i wprowadzone do pamięci EMC w trakcie jednego cyklu wypracowywania informacji decyzyjnej, co zapewni wypracowanie jej we właściwym czasie w stosunku do wszystkich celów /przyjmuje się, że przy tempie pracy stacji radiolokacyjnych 30 sek. można przekazać dane o 15-20 celach powietrznych, stosując wyżej wspomnianą technikę przekazywania/. Czas reakcji przy tym sposobie wprowadzania informacji radiolokacyjnej jest mały /około 1,5 min./.

Sposób ten powinien być stosowany ze względu na stawiane wymagania w stosunku do wypracowywanego systemu, natomiast w praktyce jest on trudny do zrealizowania /brak odpowiednich urządzeń technicznych/.

Czas wprowadzania informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL do pamięci EMC w przypadku sposobu drugiego i trzeciego /rys.7,8/ nie wpływa na czas reakcji systemu, ponieważ informacja wprowadzana jest równolegle z informacją radiolokacyjną, a nawet w trakcie wypracowywania informacji decyzyjnej. Informacja ta wprowadzana jest do EMC na bieżąco w zależności od zmian zachodzących w pododdziałach OPL i dlatego na rys.7,8 pokazana jest w postaci strzałki.

5.3. Sposób wprowadzania informacji radiolokacyjnej z zestawu urządzeń DUNAJEC do EMC

Na podstawie przeprowadzonej oceny istniejących urządzeń technicznych, które można wykorzystać do zautomatyzowanego wprowadzania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC, przyjmuje się, że:

- podstawowym źródłem wtórnej informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej /do 30 obiektów powietrznych jednocześnie/ będzie zestaw urządzeń DUNAJEC;
- rezerwowym źródłem informacji radiolokacyjnej będzie tradycyjny foniczno-planszetowy system /uwzględniający zestaw zautomatyzowanego kierowania ogniem K-1/, który zawsze powinien być gotowy do pracy.

Zestaw urządzeń DUNAJEC obecnie pracuje w składzie stacjonarnym, tj.obiekt DS-21 dla szczebla batalionu radiotechnicznego, obiekty DS-11 dla szczebla kompanii radiotechnicznej są zamontowane na samochodach. Przewiduje się w najbliższym czasie również montaż obiektów DS-21 na samochodach. Mobilność zestawu urządzeń DUNAJEC pozwoli wykorzystać go w systemach wojsk operacyjnych.

Jako maszynę bazową przeznaczoną do wypracowywania informacji decyzyjnej /przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL/ proponuje się wykorzystać EMC typu RODAN-10.

Na wskaźniku pierwotnym zestawu urządzeń DUNAJEC /DS-11/ zobrazowana jest informacja radiolokacyjna, która napływa z RPW oraz RSWP /oddziału lub pododdziału wchodzącego w skład zgrupowania/, które są najkorzystniej rozmieszczone w terenie względem zgrupowania. Przekazanie tej informacji na wskaźnik wtórny oraz EMC systemu DUNAJEC odbywa się w sposób półautomatyczny przez zgranie markiera wskaźnika ze znacznikiem celu i wciśnięciem przycisku. Postępując w ten sposób kolejno z każdym znacznikiem celu powietrznego otrzymamy na wskaźniku wtórnym identyczne zobrazowanie sytuacji powietrznej jak na wskaźniku pierwotnym. Informacja radiolokacyjna ze wskaźnika pierwotnego do wtórnego jest przekazywana za pomocą radiolinii - rys.9. W identyczny sposób do punktu odbiorczego może być przekazywana informacja radiolokacyjna z innych RPW i punktów.

Informacja radiolokacyjna może napływać na wskaźnik pierwotny zestawu urządzeń DUNAJEC z różnych źródeł, np. z jednego RPW i jednej lub dwóch RSWP oddziałów i pododdziałów wchodzących w skład zgrupowania. W innym przypadku

może napływać z dwóch lub trzech RSWP oddziałów i pododdziałów. Ilość źródeł informacji radiolokacyjnej uzależniona jest od ilości obiektów DS-11, którymi zgrupowanie będzie dysponować, oraz od stacji radiolokacyjnych, które mogą bezpośrednio współpracować z tymi obiektami, ich rozmieszczeniem w terenie w stosunku do głównego kierunku nalotu.

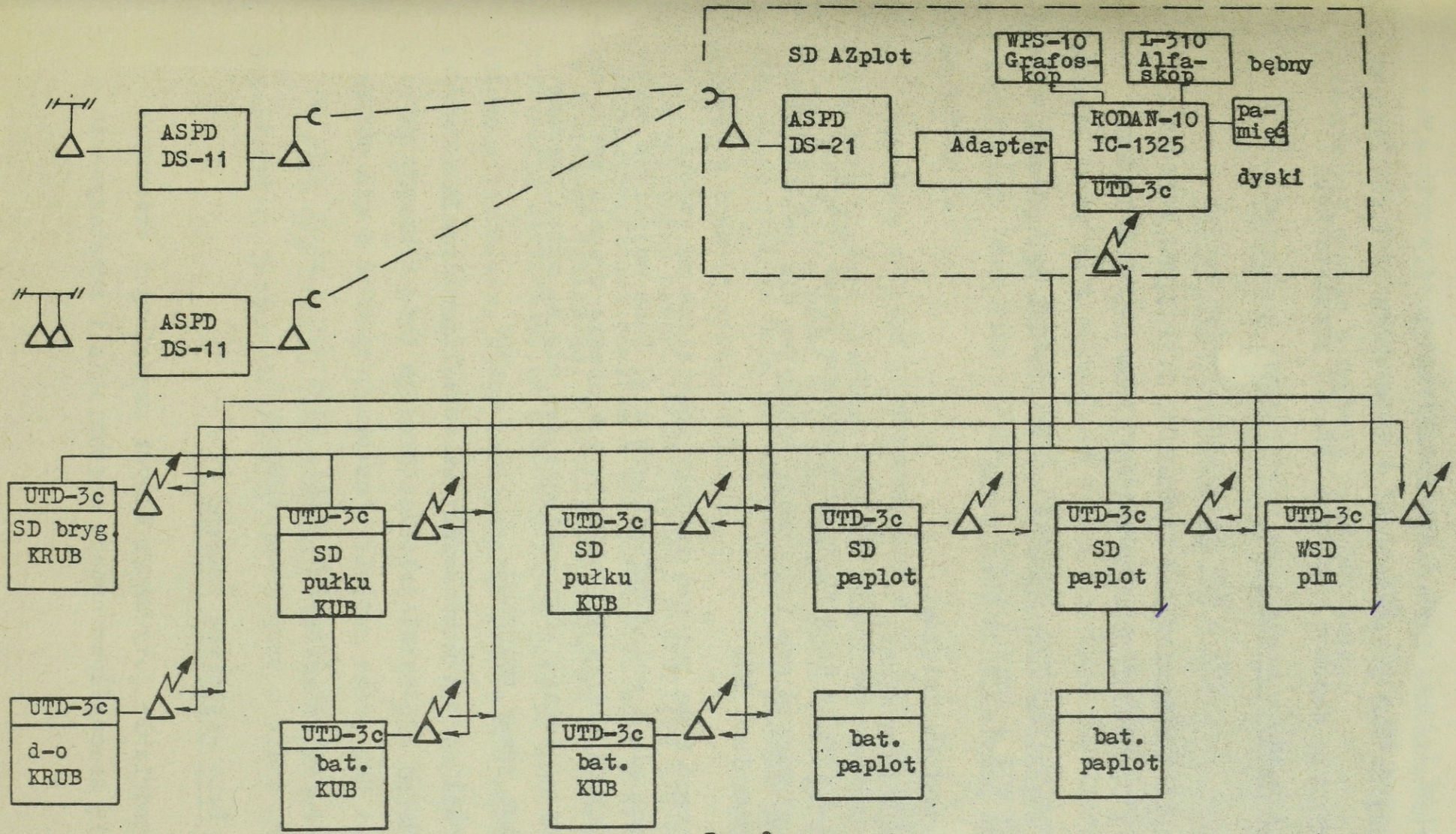
W urządzeniach wtórnych dokonuje się analizy informacji dostarczanej z poszczególnych RPW, w wyniku której na wskaźnik wtórny wyprowadza się uogólnioną informację. W ten sposób na wskaźniku wtórnym mamy zobrazowaną uogólnioną sytuację powietrzną. Bieżąca uogólniona informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej skupiona będzie w bloku pamięci EMC RODAN-10 systemu DUNAJEC.

Chodzi więc o dobór odpowiednich urządzeń transmisji danych, które uniemożliwiłyby płynny przepływ w czasie rzeczywistym ww. informacji do pamięci EMC RODAN-10 projektowanego systemu kierowania ogniem zgrupowania przeciwlotniczego.

W projektowanym systemie jako maszynę bazową proponuje się wykorzystać RODAN-10, ułatwi to bowiem przekazywanie informacji z systemu DUNAJEC do EMC RODAN-10 - bazowej. Należy do tego celu wykorzystać adapter kanał-kanał. Informacja zawarta w pamięci EMC RODAN-10 systemu DUNAJEC będzie automatycznie przesłana w postaci cyfrowej do EMC RODAN-10 projektowanego systemu.

Prototyp urządzeń do współpracy międzymaszynowej RODAN-10 RODAN-10 został opracowany w Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji.

Wskaźnik wtórny i EMC RODAN-10 systemu DUNAJEC będą zainstalowane na wozie znajdującym się w rejonie SD AZplot. Obok tego wozu powinien znajdować się drugi wóz, w którym będzie zainstalowana EMC RODAN-10-bazowa oraz grafoskop /alfaskop/. Rozmieszczenie tych dwóch wozów w niedużej odległości od siebie zapewni łatwe przekazywanie informacji z maszyny do maszyny.



Rys.9

Struktura techniczna oraz informacyjno-funkcjonalna systemu kierowania ogniem AZplot

bat. KRUG

——— - przekazywanie informacji decyzyjnej pododdziałom OPL

——— - przekazywanie informacji dotyczącej położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL

– – – - przekazywanie informacji radiolokacyjnej

Sposoby wprowadzania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC przedstawiono w załączniku nr 1.

Charakterystykę zestawu urządzeń DUNAJEC przedstawiono w załączniku nr 2.

6. ZBIERANIE I WPROWADZANIE INFORMACJI DOTYCZĄCEJ POŁOŻENIA, STANU I GOTOWOŚCI BOJOWEJ PODODDZIAŁÓW OPL I LM DO EMC

Dane wejściowe dotyczące pododdziałów OPL zgrupowania i LM można podzielić na dwie grupy:

- dane wejściowe zmienne,
- dane wejściowe stałe.

Jedne i drugie dane są wykorzystywane przez programy użytkowe wypracowujące informację decyzyjną dla pododdziałów OPL zgrupowania i LM.

Dane wejściowe zmienne zostały podzielone na szybko zmieniające się i wolno zmieniające się. Dane wejściowe szybko zmieniające się są aktualizowane w czasie trwania cyklu obliczeń. Dane wejściowe wolno zmieniające się są aktualizowane w przerwach pracy programu.

Dane stałe, jak sama nazwa wskazuje, nie ulegają zmianie lub zmieniają się bardzo rzadko. Dlatego będą wprowadzone do pamięci EMC przed rozpoczęciem pracy systemu i nie aktualizowane w trakcie dynamiki walki. Niektóre z nich mogą występować na stałe w programach roboczych.

6.1. Dane wejściowe zmienne

W zagadnieniu dotyczącym danych wejściowych zmiennych omawia się szczegółowo sposób zestawiania i przekazywania

danych dotyczących położenia, stanu i działalności bojowej pododdziałów OPL zgrupowania i LM do EMC. Dane te należy aktualizować zawsze w trakcie dynamiki walki.

6.1.1. Dokumenty /formularze/ wypełniane w bateriach rakiet przeciwlotniczych KUB i KRUG

W każdej baterii zgrupowania powinien znajdować się formularz, który jest dokumentem sformalizowanym umożliwiającym aktualizację bazy danych /BD/. Przyjętą formę formularza aktualizacji bazy danych /BD/ dla baterii KRUG i KUB ilustruje tabela 2.

Formularz zawiera 12 ponumerowanych kolumn. Wydzielono w nim dwie części: pierwsza dotyczy danych wprowadzanych do BD w zasadzie przed nalotem, które rzadziej ulegają zmianie, druga zawiera dane wprowadzane do BD w trakcie nalotu i nawet w trakcie cyklu obliczeń.

W przypadku baterii KRUG /zgodnie z przyjętą strukturą informacyjną/ dane zawarte w tym formularzu będą przekazane do dywizjonu ogniowego. W dywizjonie ogniowym na podstawie informacji otrzymanej od poszczególnych baterii zestawia się zbiorczy formularz, który następnie za pomocą UTD przesyła się do EMC. Zbiorczy formularz różni się jedynie ilością wierszy /ilość wierzy odpowiada ilości baterii/, znaczenie poszczególnych kolumn nie ulega zmianie.

Sposób wypełniania poszczególnych kolumn w formularzu przedstawiony jest w załączniku 3.

TABELA 2

Dane dotyczące położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL zestawione w bateriach KUB i KRUG

	Dane wprowadzane do BD przed nalotem					Dane wprowadzane do BD w trakcie nalotu							
	Nr baterii	Rodzaj baterii	Nr do dla KRUG i Nr pułku dla KUB	Położenie baterii		Gotowość baterii	Liczba rakiet	Nr celu ostrzelanego	Zużycie rakiet	Rezultaty strzelania	Stan baterii	Liczba rakiet na W	Rezerwa
				x	y								
Liczba znaków	4	1	2	7	7	1	2	4	1	1	1	1	3
Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Oprócz wyżej przedstawionego formularza za pomocą którego przekazuje się do EMC dane wejściowe szybko zmieniające się każda bateria zestawu KUB i KRUG po rozwinięciu się na nowym stanowisku ogniowym powinna zestawić kąty zakrycia SNR i poprzez UTD wprowadzić je do pamięci EMC.

Zbiór danych dotyczących kątów zakrycia zestawia się zgodnie z tabelą 3.

Sposób wypełniania poszczególnych kolumn w tabeli 3 jest następujący.

W kolumnę pierwszą wpisuje się numery baterii /liczby od 1 - 9999/.

Kolumnę drugą wypełnia się identycznie jak kolumnę drugą tabeli 2.

W kolumny od 3 do 11 wpisuje się kąty zakrycia /Ez/ dla azymutów od 0^{o} do 350^{o}. Kąty zakrycia dla jednej baterii /SNR/ zawarte są w czterech wierszach.

TABELA 3

Kąty zakrycia SNR zestawiane w bateriach KUB i KRUG

Nr baterii	Rodzaj baterii / Nr do dla KRUG / Nr pułku dla KUB / Stopnie		0	10	20	30	40	50	60	70	80
			90	100	110	120	130	140	150	160	170
			180	190	200	210	220	230	240	250	260
			270	280	290	300	310	320	330	340	350
Liczba znaków	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		0-80									
		90-170									
		180-260									
		270-350									
		0-8									
		90-170									
		180-260									
		270-350									

6.1.2. Dokumenty /formularze/ wypełniane w bateriach pułku artylerii przeciwlotniczej /paplot/

Każda bateria paplot powinna dysponować formularzem umożliwiającym szybkie zestawienie i przesłanie na SD paplot meldunku zawierającego dane niezbędne do wypracowania informacji decyzyjnej.

W tym przypadku identycznie jak w do KRUG, na SD paplot zestawia się zbiorczy formularz /na podstawie informacji otrzymywanych z baterii paplot/. Formularz zbiorczy różni się jedynie ilością wierszy od formularza wypełnianego w danej baterii.

Sposób wypełniania poszczególnych kolumn w formularzu przedstawiony jest w załączniku 4.

TABELA 4

Dane dotyczące położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL zestawiane w bateriach paplot

	Nr oddziału /paplot/	Nr baterii	Rodzaj sprzętu	Położenie baterii		Gotowość bojowa	Stan sprzętu	Stan amunicji
				x	y			
Ilość znaków	2	2	1	7	7	1	2	3
Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8

6.1.3. Dokumenty /formularze/ wypełniane na SD lotnictwa myśliwskiego

W celu aktualizacji bazy danych należy z SD LM przekazywać do EMC informację dotyczącą położenia, stanu i działalności bojowej własnego lotnictwa myśliwskiego wydzielonego do współdziałania z armijnym zgrupowaniem przeciwlotniczym.

Do zbierania i przekazywania informacji służy specjalny formularz /tabela 5/. Dane zawarte w formularzu przesyła się do EMC automatycznie za pomocą UTD. W formularzu powinny znajdować się tylko te dane, które są niezbędne do wypracowania informacji decyzyjnej /pracy programów roboczych/. W formularzu uwzględniono dwa typy samolotów: Lim-5 i Mig-21.

W razie wprowadzenia nowych typów samolotów można wykorzystywać ten sam formularz, należy jednak wymienić dane stałe stosownie do charakterystyk taktyczno-technicznych nowych typów.

Formularz zawiera 15 ponumerowanych kolumn. Ilość wierszy zależna jest od ilości lotnisk i stref dyżurowania, w których znajdują się samoloty współdziałające ze zgrupowaniem przeciwlotniczym.

Sposób wypełniania poszczególnych kolumn w formularzu przedstawiony jest w załączniku nr 5.

Przyjęty wzór formularza aktualizacji BD dla LM ilustruje tabela 5.

TABELA 5

Dane dotyczące położenia, stanu i gotowości bojowej LM współdziałającego z AZplot

Dane wprowadzane do BD przed nalotem					Dane wprowadzane do BD w trakcie nalotu											
Nr lotniska /strefy/	Miejsce dyżurowania /Hstr/	Nazwa kryptonim /lot.str./	Położenie lotniska /strefy/ x	Położenie lotniska /strefy/ y	Ilość Lim-5 got.1	Ilość Mig-21 got.1	Ilość Lim-5 na lotnisku	Ilość Mig-21 na lotnisku	Nr celu	Rezultaty działania LM	Straty własnego LM		Czas wejścia LM do strefy	Decyzja Nr celu		Nr lotniska z którego samolot wystartował do strefy
4	2	8	7	7	2	2	2	2	4	1	1	1	6	4	1	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14		15

6.1.4. Sposób wprowadzania informacji dotyczącej stanu, położenia i gotowości bojowej pododdziałów OPL i lotnictwa myśliwskiego do EMC

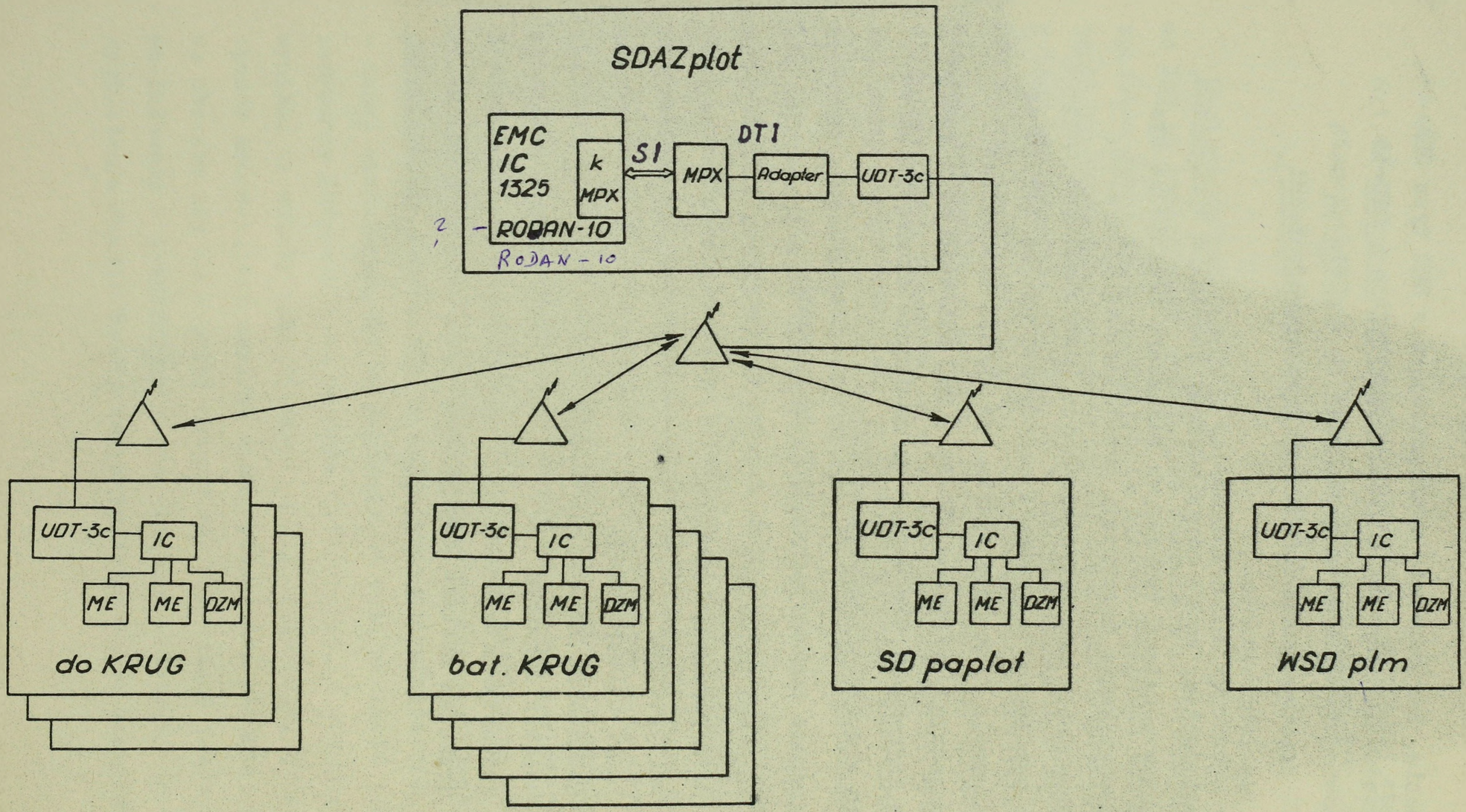
Wymienioną informację z pododdziałów OPL wprowadza się do EMC za pomocą wyżej omówionych formularzy. Zasadniczym sposobem pracy systemu kierowania ogniem armijnego zgrupowania przeciwlotniczego jest sposób pracy automatycznej. Z tego stwierdzenia wynika, że w trakcie odpierania nalotu nie należy traktować sposobu foniczno-ręcznego przekazywania tej informacji z pododdziałów OPL do EMC jako jednego z równorzędnych sposobów. Wynika to z czasu reakcji systemu, który zdecydowanie się zwiększa przy foniczno-ręcznym sposobie przekazywania informacji. Taki sposób przekazywania informacji może być wykorzystany jedynie na etapie uruchamiania programów użytkowych oraz w razie awarii systemu automatycznego. Można przedstawić różne struktury automatycznego przekazywania informacji uwarunkowane dostępnością urządzeń technicznych w chwili obecnej oraz szybkością przekazywania informacji. Jednak po krótkiej analizie okazałoby się, że przedstawione struktury nie spełniają jednocześnie dwóch warunków. Jeżeli mają urządzenia techniczne obecnie dostępne, to nie zapewnią dużej szybkości przekazywania informacji, a zaprojektowane urządzenia w danej strukturze, które zapewniłyby dużą szybkość przekazywania informacji są narazie niedostępne. Z powyższego wynika, że należy wykorzystywać takie urządzenia, które w sposób zadowalający spełnią wyżej podane dwa warunki, mimo że obecnie nie są w pełni osiągalne. Prowadzone prace naukowo-badawcze i adaptacyjne w tym kierunku wskazują, że w najbliższym czasie będzie można wykorzystać te urządzenia.

Obecnie, bezpośrednio współpracujące z EMC typu ODRA-1325 urządzenia transmisji danych, jak UTD-3a i UTD-3b nie odpowiadają stawianym wymaganiom ze względu na małą szybkość przekazywania informacji oraz nieodpowiedni sposób jej zobrazowania.

Rozwiązaniem, które odpowiadałoby stawianym wymaganiom, jest zestaw urządzeń tworzących strukturę techniczną systemu przekazywania informacji przedstawioną na rys.10. Prace prowadzone nad przystosowaniem poszczególnych urządzeń do współpracy w systemie przedstawionym na rys.10 są na ukończeniu. Z rysunku wynika, że chodzi zasadniczo o bezpośrednią współpracę UTD-3c i EMC RODAN-10 oraz zobrazowanie informacji decyzyjnej na monitorze ekranowym umieszczonym w dużej odległości od EMC.

Znaczenie symboli przyjętych na rysunku:

SI - Standard Interface
DTI - Data Terminal Interface
MPX - multiplekser
KMPX - kanał multipleksera
UTD - urządzenie transmisji danych
ME - monitor ekranowy
JS - jednostka sterująca
DZM - drukarka znakowo mozajkowa



Rys.10

Struktura techniczna systemu przekazywania informacji AZplot.

Urządzeniem umożliwiającym podłączenie większej ilości pododdziałów OPL do EMC jest multiplekser.

Urządzenie transmisji danych UTD-3c zapewnia przekazywanie informacji z szybkością 50,100,200,600,1200 bodów liniami przewodowymi i w kanałach radiowych. Informacje przesyłane za pomocą UTD-3c są automatycznie utajniane. Wyposażenie każdego pododdziału OPL zgodnie z przyjętą strukturą informacyjno-funkcjonalną w dwa ME i jedną DZM całkowicie zabezpieczy ich potrzeby w zakresie automatycznego wprowadzania informacji do EMC oraz przyjmowania informacji decyzyjnej, komend i sygnałów z SD AZplot.

Informacja przekazywana z pododdziału OPL oraz przyjmowana będzie zobrazowana na monitorze ekranowym bardzo przejrzyście. Monitor ekranowy daje możliwość kasowania całego obrazu, części wiersza lub pojedynczych znaków oraz utrwalenia określonych części tekstu, np. numerów pododdziałów OPL, ich kryptonimów i działalności bojowej. Zapewnia także bieżącą kontrolę treści informacji i wnoszenie ewentualnych poprawek.

Drukarka znakowo-mozajkowa daje możliwość trwałego zapisu i przechowania dokumentów działalności bojowej.

6.1.5. Dokumenty wypełniane na SD AZplot

Na SD AZplot zbiera się i wprowadza do EMC następujące dane wolno zmieniające się:

- dane dotyczące bronionych obiektów i rodzaju współrzędnych wykrywanych celów powietrznych;
- dane dotyczące kodów siatki OP.

Dane te zestawia się w formie tabel 6 i 7.

TABELA 6

Dane dotyczące bronionych obiektów
i rodzajów współrzędnych celów
powietrznych

	Numer obiektu	Współrzędne ośrodka obiektu /obiektów/		Promień obiektu /Ro/ /km/	Waga obiektu (znaczenie)	Rodzaj obiektu	Kod rodzaju współrzędnych celów
		x	y				
Liczba znaków	2	7	7	2	1	2	1
Lp.	1	2	3	4	5	6	7

Sposób wypełniania poszczególnych kolumn w tabeli 6 jest następujący.

W kolumnę pierwszą wpisuje się numer obiektu /liczy od 1-99/. Jeżeli numer obiektu jest liczbą jednocyfrową, to pozycję pierwszą należy uzupełnić zerem, np.05.

W kolumnę drugą i trzecią wpisuje się współrzędne środka obiektu /jako obiekt mogą być przyjęte obiekty punktowe rozmieszczone na małych odległościach/.

W kolumnę czwartą wpisuje się promień obiektu /liczby od 1-99/. Określając promień obiektu należy ustalić czy dany obiekt jest obiektem punktowym, czy powierzchniowym.

Promień obiektu punktowego równa się zero. Przyjęto, że do celów punktowych zalicza się takie obiekty stacjonarne, jak: mosty stałe, hangary, budynki, ugrupowania pododdziałów w sile kompanii, parki wozów bojowych itp. Do celów powierzchniowych zalicza się ugrupowania bojowe wojsk od szczebla batalionu wzwyż oraz zespoły celów punktowych rozmieszczone na odległościach gwarantujących wysokie prawdopodobieństwo ich porażenia jednym uderzeniem o określonych parametrach.

W kolumnę piątą wpisuje się ważność obiektu wyrażoną za pomocą następujących kodów:

1 - obiekty bardzo ważne,
2 - obiekty ważne,
3 - pozostałe obiekty.

W kolumnę siódmą wpisuje się następuące cyfry:

0 - jeżeli położenie celu jest przekazywane we współrzędnych prostokątnych,
1 - jeżeli położenie celu jest przekazywane we współrzędnych sferycznych,
2 - jeżeli położenie celu jest przekazywane we współrzędnych siatki OP.

TABELA 7

Kody stref, sektorów i dużych kwadratów siatki OP

	Strefy		Sektory								Duże kwadraty									
Liczby stałe	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Kody	09	12	9	0	4	7	1	5	3	6	8	5	2	9	0	3	6	7	4	1

W tabeli 7 wpisuje się kody stref, sektorów i dużych kwadratów. Są one niezbędne tylko w razie przekazywania meldunków radiolokacyjnych w układzie siatki OP, które następnie należy przeliczyć do układu współrzędnych płaskich prostokątnych. Układ ten przyjęto jako podstawowy i jest on wykorzystywany w programach roboczych.

Dane zawarte w tabelach 6 i 7 należy zestawiać i wprowadzać do EMC przed nalotem i w zasadzie nie będą one aktualizowane w trakcie trwania nalotu.

Dane te można wprowadzać do EMC różnymi sposobami, tj. za pomocą taśmy perforowanej, monitora technicznego, monitora ekranowego itp.

Na SD AZplot zestawia się również i wprowadza do EMC dane szybko zmieniające się dotyczące decyzji dyspozycyjnych dowódcy AZplot. Dane te zestawia się zgodnie z tabelą 8.

Dane zawarte w tabeli 8 ulegają częstszym zmianom i w zasadzie będą aktualizowane w trakcie trwania nalotu. O zmianie danych w tabeli 8 będzie decydował dowódca zgrupowania lub oficer wyznaczony do kierowania ogniem zgrupowania. Dane te powinny być wprowadzane natychmiast do EMC /nie może tu wchodzić w rachubę wprowadzanie za pomocą taśmy perforowanej/. Kierujący ogniem zgrupowania przeciwlotniczego powinien mieć przed sobą monitor ekranowy, na którym będzie zobrazowana informacja decyzyjna; za pomocą klawiatury tego monitora powinien wprowadzać dane zgodnie z tabelą 8 do EMC. Dane zawarte w tabeli 8 i wprowadzone do EMC będą miały decydujący wpływ na jakość informacji decyzyjnej.

TABELA 8

Decyzje dyspozycyjne dowódcy AZplot

Dane wprowadzane do EMC w trakcie nalotu w OK OPL Z ?									
	Nr bat.	Rodzaj bat.	Nr do dla KRUG i Nr pułku dla KUB	Decyzja dowódcy /Nr celu/	Zagrożenie jądrowe	Azymut NBJ /β_N/	Ilość bat. paplot do jednego celu	Przydział celów LM i pododdziałom OPL według grup będących w różnych przestrzeniach powietrznych	Decyzja o wykorzystaniu wariantu II	Decyzja dowódcy dotycząca ograniczenia rakiet
Liczba znaków	4	1	2	5	1	3	1	5	1	1
Lp.	1	2		3	4	5	6	7	8	9

Poszczególne kolumny tabeli 8 wypełnia się w następujący sposób:

Kolumnę pierwszą i drugą wypełnia się w taki sam sposób jak w tabeli 2.

W kolumnę trzecią wpisuje się numer celu przydzielonego danej baterii przez dowódcę zgrupowania przeciwlotniczego. Jeżeli dowódc przydzieli cel powietrzny pułkowi lub dywizjonowi ogniowemu /a nie baterii/, to w kolumnę pierwszą należy wpisać zero. Decyzja dowódcy będzie uwzględniona w programie przydziału celów bateriom. Jeżeli przed numerem celu będzie wpisana cyfra zero /np.02630/, to oznacza że danego celu nie należy przydzielać pododdziałom OPL i lotnictwu myśliwskiemu.

W kolumnę czwartą wpisuje się cyfrę 1,jeżeli istnieje okres zagrożenia jądrowego i wówczas obliczenia są wykonywane zgodnie z wariantem przydziału pododdziałom OPL w pierwszej kolejności celów grupowych. W przeciwnym przypadku w kolumnę tę należy wpisać zero.

W kolumnę piątą wpisuje się azymut grupy samolotów, w której może znajdować się NBJ.

W kolumnę szóstą wpisuje się następujące cyfry:

1 - kiedy do każdego celu wyznacza się po jednej baterii paplot
2 - kiedy do każdego celu wyznacza się po dwie baterie paplot
3 - kiedy do każdego celu wyznacza się po trzy baterie paplot.

W kolumnę siódmą wpisuje się liczbę pięciocyfrową, gdzie pierwsze trzy cyfry oznaczają azymut grupy samolotów, które powinny być przydzielone lotnictwu myśliwskiemu, dwie następne oznaczają wielkość sektora np.135 35 /135 - azymut grupy, 35 - sektor/. Jeżeli azymut jest liczbą dwucyfrową, na pierwszą pozycję należy wpisać zero.

W wypadku kiedy przydziału celów pododdziałom OPL i LM będzie dokonywać się zgodnie z inną zasadą w kolumnę tę należy wpisać zero.

W kolumnę ósmą wpisuje się cyfrę 1 w przypadku wykorzystania wariantu II. Wtedy informacja decyzyjna będzie wypracowywana dla każdej baterii KRUG. Przy wykorzystaniu wariantu I należy wpisać 0. Cyfra 1 nie może być wpisana jednocześnie w trzy kolumny, np. w kolumnę 4,5 i 7, tylko można ją wpisać w jedną kolumnę.

W kolumnę dziewiątą wpisuje się ilość rakiet przeznaczoną do niszczenia każdego celu, którą ustalił dowódca AZplot.

6.2. Dane wejściowe stałe

Dane wejściowe stałe dotyczą parametrów taktyczno-technicznych środków OPL, zasad strzelania oraz zasad wykorzystania pododdziałów OPL. Dane te są niezbędne dla pracy programów roboczych, zwłaszcza określania możliwości niszczenia celów powietrznych przez naziemne środki OPL i LM. Dane stałe wprowadza się do pamięci EMC łącznie z programem roboczym przed rozpoczęciem cyklu obliczeń. Dane te nie uaktualnia się na bieżąco. Niemniej jednak przewiduje się ich aktualizację wynikającą z modernizacji środków OPL, zmian zasad

strzelania itd. Sposób aktualizacji będzie omówiony podczas rozpatrywania bazy danych. Część danych stałych zawarta jest w tabelach, a część przedstawiona za pomocą równań i wykresów.

6.2.1. Dane stałe dotyczące oddziałów i pododdziałów OPL

TABELA 9

Dane charakteryzujące poszczególne typy zestawów

Lp.	Nazwa wielkości	Typ zestawu			Uwagi
		KUB	KRUG	pa-plot	
Liczba znaków		3	3	3	
Lp.	1	2	3	4	5	6
1.	Maksymalna wysokość lotu celu Hcmax /km/	7	24	5,5	
2.	Minimalna wysokość lotu celu Hcmin /km/	0,25	0,06	-	
3.	Maksymalna prędkość lotu celu Vcmax /m/s/ /PW/	600	800	560	
4.	Odległość do dalszej granicy strefy ognia Ddo /km/	17,5	45	6	
5.	Odległość do bliższej granicy strefy ognia Dbo /km/	3,5	9	-	
6.	Maksymalny kąt kursowy celu φ_{max} /stopniach/	70	70	-	
7.	Maksymalny parametr Pmax /km/	15	20		

1	2	3	4	5	6
8.	Czas dolotu rakiety do dalszej granicy strefy ognia trd /sek/	30	60	-	
9.	Czas dolotu rakiety do bliższej granicy strefy ognia trb /sek/	-	-	-	
10.	Czas opóźnienia startu rakiety tst /sek/	2	2	-	
11.	Odstęp czasowy między startami rakiet tos /sek/	-	5	-	
12.	Średnie prawdopodobieństwo zniszczenia celu jedną rakietą P_1	0,7	0,8	0,25	bateria paplot V_c = 250
13.	Średni cykl strzelania Tc /min/	1	2	1	
14.	Czas przygotowania rakiety do startu z synchronizacją wyrzutni t_{pr} /sek/	20	60	-	
15.	Ilość jednocześnie naprowadzanych rakiet do jednego /średnio/ celu	2	1	-	
16.	Średni czas wypracowania decyzji przez EMC, t_{EMC} /sek/	30	30	30	
17.	Czas poszukiwania, wykrywania, śledzenia i przygotowania danych do strzelania	40	70	50	
18.	Czas osiągania gotowości Nr 1 z got.Nr 2	6	11	4	
19.	Maksymalna prędkość lotu celu przy strzelaniu metodą trzech punktów T.P.				
20.	Żądane prawdopodobieństwo zniszczenia celów b.ważnych przez samoloty myśliwskie	0,8			

1	2	3	4	5	6
21.	Maksymalna moc ładunków jądrowych przenoszonych przez cele powietrzne wykonujące uderzenia na obiekty punktowe /kT/	20	-	-	
22.	Maksymalna moc ładunków jądrowych przenoszonych przez cele powietrzne wykonujące uderzenia na obiekty powierzchniowe /kT/	50	-	-	
23.	Czas przechowywania w pamięci EMC celów przydzielonych pododdziałom OPL	1	1	1	

TABELA 10

Prawdopodobieństwa rażenia celu jednym strzałem przez armatę S-60 odpowiadające prędkości lotu celu V_c = 150 m/s

H /m/	100	200	300	400	600	800	1000	1200	1500	2000
p/H,V=150m/s	0,0050	0,0049	0,0049	0,0050	0,0053	0,0056	0,0059	0,0062	0,0067	0,0071

2500	3000	3500	4000	4500	5000
0,0072	0,0070	0,0066	0,0060	0,0054	0,0040

TABELA 11

Odległości do rubieży stawiania zadań bateriom paplot uwarunkowane prędkością lotu celu

V_j /m/s/	150	200	250	300
$D_{RSZ,ij}$/km/	21-23	26-28	31-33	36-39

TABELA 12

Kody zestawów rakietowych i LM, symbole wydruku oraz pełne nazwy zestawów

Kod	Symbole wydruku	Nazwa zestawu
1	B	ZESTAW RAKIETOWY - KUB
2	G	ZESTAW RAKIETOWY - KRUG
3	D	paplot D
4	A	paplot A
5	LM	LOTNICTWO MYŚLIWSKIE

TABELA 13

Macierz współczynników wykorzystywanych
przy przeliczaniu współrzędnych prostokątnych
ze strefy do strefy

Współczynniki / X_o	A_o	Ax	Ay	Ax^2	Ay^2	ABx	ABy	
4900 000								
5000 000								
5100 000								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
-								
6600 000								

W tabeli 13 nie podaje się wartości współczynników ponieważ zagadnienie przeliczania współrzędnych w pracy tej nie jest rozwiązywane. Podano tylko kształt /wielkość/ tabeli ze względu na bazę danych.

TABELA 14

Promienie rażenia /Ro/ różnych obiektów
od wybuchu 1 KT

Kod rodzaju obiektu	Rodzaj obiektu	Promień rażenia /Ro/ od wybuchu 1 KT /km/
1	2	3
1	Żołnierze w rejonie nierozbudowanym	0,85
2	Żołnierze w rejonie rozbudowanym	0,69
3	Załogi w czołgach	0,44
4	Załogi w transporterach	0,70
5	Żołnierze w samochodach	0,85
6	SD nierozbudowane	0,85
7	SD rozbudowane	0,72
8	Składy amunicji jądrowej	0,10
9	Składy amunicji jądrowej /polowe/	0,25
10	Lotniska bombowców strategicznych	0,75
11	Lotniska bombowców myśliwsko-bombowych	0,60
12	Mosty pontonowe	0,45
13	Mosty żelazne	-
14	Mosty żelbetowe	-
15	Składy amunicji zwykłej	0,25
16	Fortyfikacje polowe	0,18
17	Artyleria plot	0,36
18	Artyleria ppanc	0,30
19	Czołgi	0,21
20	Transportery	0,38
21	Rakiety taktyczne i operacyjne	0,68

6.2.2. Dane stałe dotyczące lotnictwa myśliwskiego

TABELA 15

Dane charakteryzujące samolot Mig-21

Wysokość /m/	T_{wzn} /min/	S_{wzn} /km/	Ilość paliwa do lotu poziomego /KG/	Czas podczas szybowania t_{zn} /min/	Droga podczas szybowania S_{zn} /km/
	Zbiornik paliwa + 2 rakiety				
100	0,3	-	1260	-	-
500	1,0	-	1175	-	-
1000	1,3	-	1115	0,5	-
2000	1,7	10	1085	1,2	10
3000	2,1	15	1055	1,9	20
4000	2,6	25	1035	2,7	30
5000	3,1	35	995	3,5	40
6000	3,7	45	965	4,3	50
7000	4,4	55	895	5,2	60
8000	5,3	70	880	6,1	70
9000	6,7	90	830	7,1	80
10000	8,5	120	770	7,9	90
11000	11,7	165	670	8,8	100

TABELA 16

Dane charakteryzujące samolot Lim-5

Wysokość lotu /m/	T_{wzn} /min/	S_{wzn} /km/	Maksymalny zasięg bez zbiorników /klucz/ R_{max} /km/	Maksymalny zasięg ze zbiornikami R_{max} /klucz/ /km/
100	0,5	-	96	197
200	0,5	-	97	200
300	0,5	-	98	204
500	0,5	-	99	210
1000	1,0	-	104	224
2000	1,5	10	124	256
3000	1,5	15	143	284
4000	2,0	20	160	313
5000	2,5	25	175	346
6000	2,5	30		
7000	3,0	40		
8000	3,5	50	232	433
9000	4,0	60		
10000	4,5	70	281	500
12000	6,0	90	315	584
13000	7,0	100		
14000	8,0	120	352	

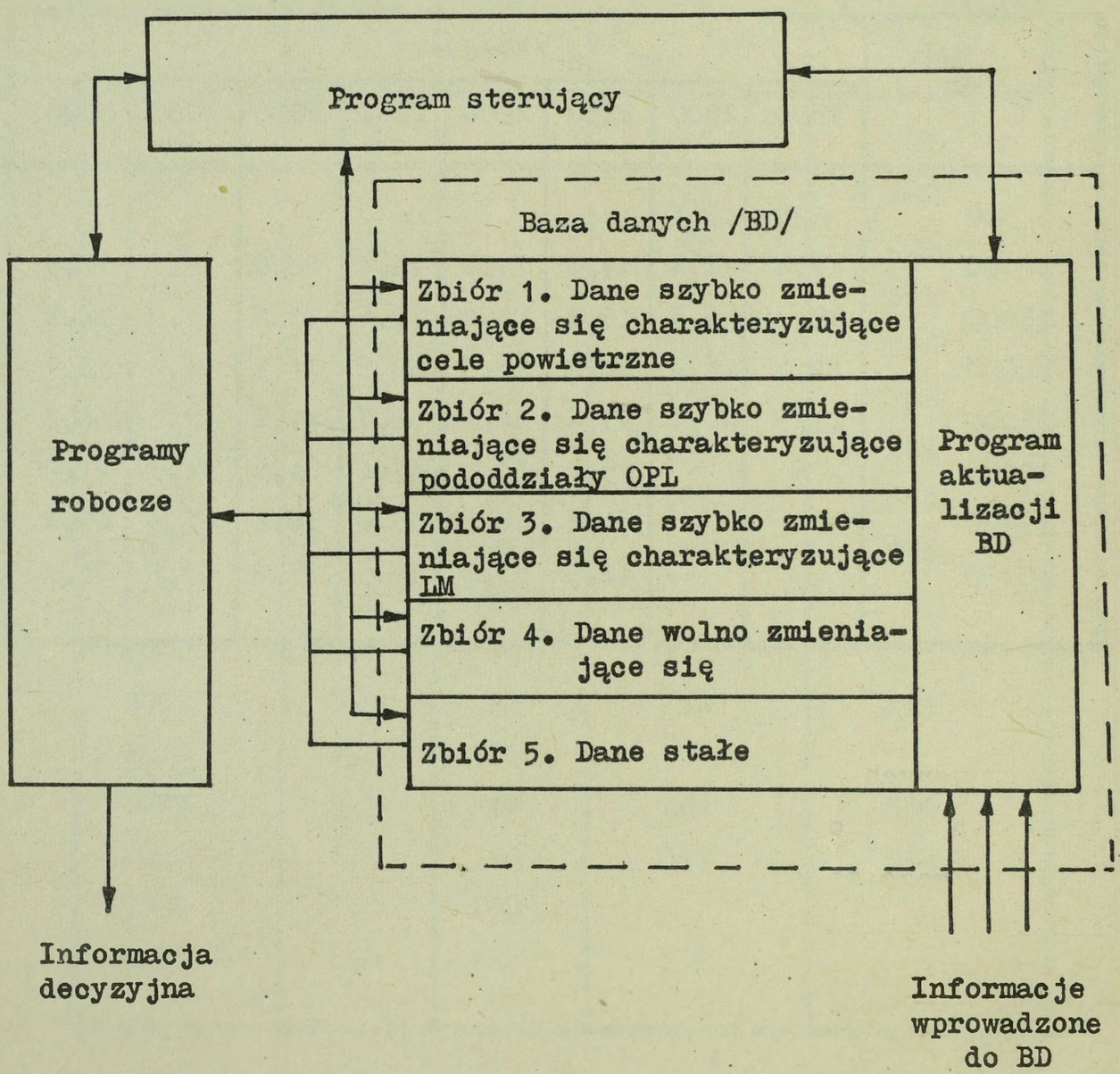
TABELA 17

Odstępy bombardowania w zależności od wysokości i prędkości lotu celu

H_c /m/	V_c /km/godz/							
	1500	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500
500	8,50	9,5						
10000	11,8	13,4	14,0	14,7	15,4	16,0	16,7	17,5
15000	15,4	18,4	19,1	20,8	21,6	22,8	23,9	24,9
20000	19,7	24,3	26,2	27,9	29,9	31,8	34,0	35,7
25000	23,9	30,1	33,4	36,1	38,7	41,6	42,2	46,7
30000	-	-	29,8	43,2	47,4	51,5	54,7	57,9
35000	-	-	44,2	48,9	53,8	58,2	61,4	65,4
40000	-	-	48,5	53,0	58,5	63,8	63,9	71,3

7. BAZA DANYCH

7.1. Fizyczna struktura bazy danych



Rys.11

Fizyczna struktura bazy danych w powiązaniu z programem sterującym i programami roboczymi

W skład bazy danych wchodzą:

- dane szybko zmieniające się
- dane wolno zmieniające się
- dane stałe.

Wymienione dane, tworzące bazę danych podzielono na następujące zbiory:

1/ zbiór danych wejściowych szybko zmieniających się dotyczących charakterystyk celów powietrznych /Tabela 1/.
Zbiór może zawierać maksymalnie 30 wierszy /30 celów wuzględnianych w jednej etapowej sytuacji powietrznej/ i 7 kolumn;

2/ zbiór danych wejściowych szybko zmieniających się dotyczących środków naziemnych OPL /Tabela 2,4,8/.
Tabela 2 może zawierać maksymalnie 19 wierszy /10 baterii KUB i 9 baterii KRUG/ i 14 kolumn.
Tabela 4 może zawierać maksymalnie 10 wierszy /10 baterii paplot/ i 8 kolumn.
Tabela 8 dotyczy decyzji podejmowanych przez dowódcę AZplot w zakresie kierowania ogniem, może zawierać maksymalnie 5 wierszy i 9 kolumn;

3/ zbiór danych wejściowych szybko zmieniających się dotyczących lotnictwa myśliwskiego /Tabela 5/.
Tabela może zawierać maksymalnie 8 wierszy /4 lotniska i 4 strefy dyżurowania w powietrzu/ i 15 kolumn;

4/ zbiór danych wejściowych wolno zmieniających się /Tabela3,6,7/.
Tabela 3 dotyczy kątów zakrycia, może zawierać maksymalnie 76 wierszy /19 baterii x 4 wiersze/ i 9 kolumn.

Tabela 6 dotyczy bronionych obiektów, zawiera 5 wierszy (do 5 obiektów) i 7 kolumn.
Tabela 7 dotyczy kodów siatki OP i rodzaju współrzędnych, zawiera 2 wiersze i 20 kolumn.

5/ zbiór danych wejściowych stałych zawarty jest w tabelach 9 - 18 oraz równaniach /1/ /2/ /3/ /4/ /5/ /6/ przedstawionych w załączniku 6.
Tabela 9 dotyczy danych charakteryzujących środki OPL zawiera 18 wierszy i 3 kolumny.
Tabela 10 dotyczy prawdopodobieństwa rażenia celu jednym pociskiem przez armatę S-60, zawiera 1 wiersz i 16 kolumn.
Tabela 11 dotyczy odległości do rubieży stawiania zadań bateriom armat S-60, zawiera 1 wiersz i 4 kolumny.
Tabela 12 dotyczy kodów zestawów rakietowych, paplot i LM, zawiera 5 wierszy i 3 kolumny.
Tabela 13 dotyczy współczynników niezbędnych przy przeliczaniu współrzędnych prostokątnych ze strefy do strefy, zawiera 18 wierszy i 9 kolumn.
Tabela 14 dotyczy promieni rażenia różnych rodzajów obiektów od wybuchu 1 kT, zawiera 21 wierszy i 2 kolumny.
Tabela 15 dotyczy danych samolotu Mig-21, zawiera 13 wierszy i 6 kolumn.
Tabela 16 dotyczy danych samolotu Lim-5, zawiera 17 wierszy i 5 kolumn.
Tabela 17 dotyczy odstępów bombardowania, zawiera 8 wierszy i 9 kolumn.
Tabela 18 dotyczy wskaźników wagowych przyporządkowanych celom o różnej ważności operacyjnej, zawiera 7 wierszy i 1 kolumnę.

Układy równań /1/ /2/ /3/ /4/ /5/ /6/ /załącznik 6/ opisujące strefę ognia zestawu rakietowego KRUG; dla metod naprowadzania: "połowiczne wyprostowanie" "trzech punktów" oraz celów manewrujących zapisuje się na stałe w programach roboczych.

7.2. Aktualizacja bazy danych

Przyjmuje się, że meldunki o celach powietrznych będą wprowadzane do pamięci EMC z systemu urządzeń "DUNAJEC" we współrzędnych prostokątnych. Meldunki te z systemu "DUNAJEC" mogą napływać sekwencyjnie "paczkami" lub ciągle "pojedyńczo". Przewiduje się również ręczne wprowadzanie meldunków o celach powietrznych do pamięci EMC zgodnie z tabelą 1. Jeżeli meldunki będą wprowadzane do EMC w innym układzie współrzędnych, to dokonuje się przeliczenia tych współrzędnych na współrzędne prostokątne.

Zbiór 2, zbiór 3 oraz tabela 3 ze zbioru 4 zawierają dane przekazywane z pododdziałów OPL i LM za pomocą UTD w sposób automatyczny do EMC. Każdy pododdział OPL w ww. zbiorach umiejscowionych w pamięci EMC może zapełnić maksymalnie tylko jeden wiersz. Z tego względu przyjmuje się następujący sposób aktualizacji danych:

- aktualizacja całego wiersza
- aktualizacja pozycji.

Dane stałe zawarte w zbiorze 5 /tabelki 9-18/ oraz tabelkach 6,7 zbioru 4 aktualizuje się w następujący sposób:
- aktualizacja całej tabelki
- aktualizacja wiersza
- aktualizacja kolumny
- aktualizacja pozycji.

Szczegółowy sposób aktualizacji BD przedstawiony jest w załączniku 7.

8. MATEMATYCZNY OPIS ANALIZY SYTUACJI POWIETRZNEJ I OCENY MOŻLIWOŚCI OGNIOWYCH PODODDZIAŁÓW OPL ORAZ LM

8.1. Analiza sytuacji powietrznej

Algorytm analizy sytuacji powietrznej rozwiązuje takie następujące zadania, jak:

- przechowywanie w pamięci EMC aktualnego i poprzedniego położenia celu;
- określenie prędkości lotu celu;
- ekstrapolacja współrzędnych celów oraz określenie tras lotu celów;
- określanie parametrów tras lotu celów względem pododdziałów OPL;
- określanie maksymalnej i minimalnej rubieży stawiania zadań pododdziałom OPL;
- określanie maksymalnej i minimalnej rubieży uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej;
- określanie bieżącej odległości od pododdziałów OPL do celów;
- określanie azymutu topograficznego pododdział OPL - cel;
- określanie kątów kursowych tras lotu celów względem pododdziałów OPL;
- określanie ilości celów uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej;
- uwzględnianie kątów zakrycia.

8.1.1. Określanie prędkości lotu celu

Prędkość lotu j-tego celu określa się na podstawie drogi, jaką cel ten przebędzie od położenia $x^{c-1}\ y^{c-1}$ do położenia $x^{c}\ y^{c}$ oraz czas, w którym cel przebędzie podany odcinek drogi. Podane współrzędne położenia aktualnego i poprzedniego celu są zapamiętywane w EMC. Z chwilą przekazania nowych współrzędnych położenia celu następuje wymazanie poprzednich współrzędnych celu - na ich miejsce zapisuje się aktualne współrzędne, a następnie na miejsce aktualnych zapisuje się nowo przekazane współrzędne.

W ten sposób w pamięci EMC są na bieżąco zapisywane współrzędne położenia aktualnego i poprzedniego celu. Prędkość celu V_{cj} określa się z zależności:

$$V_{cj} = \frac{\Delta d_j}{\Delta t_j}, \qquad /1/$$

gdzie: $\Delta d_j = \sqrt{/x_j^{c-1} - x_j^c/^2 + /y_j^{c-1} - y_j^c/^2}$

$$\Delta t_j = t_j^c - t_j^{c-1}$$

t_j^c - czas pomiaru współrzędnych przekazywany w meldunku

8.1.2. Ekstrapolacja współrzędnych celów oraz określanie tras lotu celów

Dla określania ekstrapolowanych współrzędnych położenia celu przyjęto ekstrapolację liniową. Ekstrapolacja nieliniowa

będzie występowała w przypadku celów manewrujących. Należy zaznaczyć, że w przypadku strzelania do celów manewrujących system kierowania ogniem jest mało efektywny bez względu na rodzaj przyjętej ekstrapolacji. Efektywność systemu można wówczas zwiększyć przez ostrzeliwanie celów na minimalnych odległościach, od środków ogniowych.

Odpowiedni wybór odległości, na której będą podejmowane decyzje przydziału celów zmniejsza prawdopodobieństwo tego, że cel za czas dolotu do punktu spotkania z rakietą wykona manewr i wyjdzie ze strefy ognia i tym samym uprzednio podjęta decyzja okaże się błędną.

W algorytmach uwzględniono zmiany w położeniach celów za czas liczenia EMC, nie uwzględniono natomiast czasu wprowadzania informacji o celach powietrznych oraz czasu przekazywania informacji decyzyjnej. Zakłada się, że informacja radiolokacyjna o celach powietrznych będzie wprowadzana do EMC z zestawu urządzeń DUNAJEC, zaś czas wprowadzania tej informacji w stosunku do przemieszczania się celów powietrznych będzie minimalny. Jeżeli będzie wykorzystany inny sposób wprowadzania tej informacji, wówczas należy uwzględnić ten czas. Przyjęto również, że informacja decyzyjna będzie przekazywana w sposób automatyczny i czas przekazywania będzie minimalny. Jeżeli przekazywanie informacji będzie odbywało się innym sposobem, to należy również uwzględnić czas przekazywania, wpisując jego wartość do tabeli 9.

Ekstrapolowane współrzędne położenia czasu x_j^{c+1}, y_j^{c+1} w chwili przekazywania informacji decyzyjnej pododdziałom OPL można określić z zależności:

$$\eta_j = \frac{\Delta d_j + \Delta d'_j}{\Delta d_j}$$

$$x_j^{c+1} = x_j^{c-1} + \eta_j / x_j^c - x_j^{c-1} / \qquad /2/$$

$$y_j^{c+1} = y_j^{c-1} + \eta_j / y_j^c - y_j^{c-1} /$$

gdzie: $\Delta d_j = \sqrt{/x_j^c - x_j^{c-1}/^2 + /y_j^c - y_j^{c-1}/^2}$

V_{cj} - prędkość j-tego celu

$\Delta d'_j - V_{cj} / t_{EMC} + t_{pd} /$

Trasę lotu j-tego celu opisuje się równaniem prostej przechodzącej przez dwa punkty $/x_j^c, y_j^c/, /x_j^{c+1}, y_j^{c+1}/$

$$y - y_j^{c+1} = \frac{y_j^{c+1} - y_j^c}{x_j^{c+1} - x_j^c} / x - x_j^c / \qquad /3/$$

8.1.3. Określanie parametrów tras lotu celów względem pododdziałów OPL

Parametr trasy lotu j-tego celu względem i-tego pododdziału OPL określa się wg wzoru:

$$P_{ij} = \frac{/A_j x_i + B_j y_i + c/}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2}} \qquad /4/$$

gdzie: x_i y_i - współrzędne i-tego pododdziału OPL

A_j, B_j i C - współczynniki równania toru lotu j-tego celu

$$A_j = y_j^c - y_j^{c+1}$$

$$B_j = x_j^{c+1} - x_j^c$$

$$C_j = x_j^{c+1} \cdot y_j^c - y_j^{c+1} \cdot x_j^c$$

8.1.4. Określanie maksymalnej i minimalnej rubieży stawiania zadań pododdziałom OPL

Rubież stawiania zadań określa się z następujących zależności:

$$D^{max}_{RSZi,j} = D_{do,i} + V_{cj} /t_k + t_{pr} + t_{st} + t_{rd} / \qquad /5/$$

$$D^{min}_{RSZi,j} = D_{bo,i} + V_{c,j} /t_k + t_{pr} + t_{st} + t_{rb} /$$

gdzie: $D_{do,i}$ - odległość do dalszej granicy strefy ognia i-tego pododdziału OPL,

$D_{bo,i}$ - odległość do bliższej granicy strefy ognia i-tego pododdziału OPL,

t_k - czas wydania komendy,

t_{pr} - czas przygotowania rakiety,

t_{st} - czas startu rakiety,

t_{rd} - czas dolotu rakiety do dalszej granicy strefy ognia,

t_{rb} - czas dolotu rakiety do bliższej granicy strefy ognia.

8.1.5. Określanie maksymalnej i minimalnej rubieży uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej

Wymienione rubieże określa się z zależności:

$$D^{max}_{EMC,i,j} = D^{max}_{RSZ,i,j} + V_{cj} /t_{EMC} + t_{pd}/$$

$$D^{min}_{EMC,i,j} = D^{min}_{RSZ,i,j} + V_{c,j} /t_{EMC} + t_{pd}/ \qquad /6/$$

gdzie: t_{EMC} - czas wypracowywania informacji decyzyjnej przez EMC

t_{pd} - czas przekazywania danych pododdziałom OPL

W danych wejściowych podaje się t_{EMC}. Nie uwzględniono rubryki dla czasu przekazywania danych decyzyjnych $/t_{pd}/$. Jeżeli t_{pd} będzie stosunkowo duży ze względu na sposób przekazywania danych, to można go uwzględnić podając łączną wartość z t_{EMC} w rubryce przeznaczonej dla t_{EMC} /tabela 9/.

Ponieważ rubieże te są rozpatrywane dla różnych wysokości celów powietrznych, to praktycznie tworzą strefę uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej.

Cel jest uwzględniany w danej etapowej sytuacji powietrznej, jeżeli spełniony jest warunek:

$$D^{min}_{EMC,i,j} \leqslant D_{c,i,j,} \leqslant D^{max}_{EMC,i,j}$$

Oznacza to, że cele mogą być ostrzeliwane nie tylko na dalszej granicy strefy ognia, ale i w głębi strefy.

W szczególnych przypadkach, tj. podczas ostrzeliwania celów szybkolecących i jeśli wypracowywanie informacji decyzyjnej przez EMC trwa dość długo, powyższy warunek może być niewystarczający. Załóżmy, że $D_{ci,j}$ jest minimalnie większe od $D_{EMC,j}$; wtedy cel ten nie będzie uwzględniony w danej etapowej sytuacji powietrznej. W ciągu czasu wypracowywania informacji decyzyjnej przez EMC cel ten znajdzie się tuż przed rubieżą $D^{max}_{RSZi,j}$, będzie uwzględniony w następnej etapowej sytuacji powietrznej i w ciągu czasu wypracowywania informacji decyzyjnej przez EMC może znaleźć się poza rubieżą $D^{min}_{RSZi,j}$ tj. $D_{cij} < D^{min}_{RSZi,j}$. Przypadek taki jest niedopuszczalny, ponieważ cel byłby ostrzelany poza strefą ognia. Ażeby temu zapobiec, należy poprzedni warunek uzupełnić następującymi zależnościami.

Cele będą uwzględniane w danej etapowej sytuacji powietrznej, jeżeli:

$$D_{ci,j} < D_{EMCi,j} \qquad D_{ci,j} > D_{EMCi,j}$$

$$D_{ci,j\ eks} > D^{min}_{RSZi,j} \quad \text{i} \quad D_{ci,j\ eks} < D^{min}_{RSZi,j}$$

gdzie:
$$D_{ci,j\ eks} = \sqrt{/x_{j\ eks} - x_i/^2 + /y_{j\ eks} - y_i/^2}$$

$$x_{j\ eks} = x_j^{c-1} + \eta_j\ /x_j^c - x_j^{c-1}/$$

$$y_{j\ eks} = y_j^{c-1} + \eta_j\ /y_j^c - y_j^{c-1}/ \qquad \eta_j = \frac{\Delta d_j + \Delta d'_j}{\Delta d_j}$$

$$\Delta d_j = \sqrt{/x_j^c - x_j^{c-1}/^2 + /y_j^c - y_j^{c-1}/^2}$$

$$\Delta d_j' = V_{cj} /2\, t_{EMC} + t_{pd}/$$

8.1.6. Określanie bieżącej odległości celów od pododdziałów OPL oraz odległości do ekstrapolowanych położeń celów.

Odległość do celu określa się wg wzoru:

$$D_{ci,j} = \sqrt{/x_j^c - x_i/^2 + /y_j^c - y_i/^2} \qquad /7/$$

$$D_{c,i,j,eks} = \sqrt{/x_j^{c+1} - x_i/^2 + /y_j^{c+1} - y_i^c/^2}$$

Jest to odległość pozioma od punktu aktualnego i ekstrapolowanego położenia j-tego celu do i-tego pododdziału OPL. Taki sposób obliczenia odległości jest możliwy w przypadku przeliczenia współrzędnych sferycznych celu na współrzędne płaskie prostokątne. W algorytmach przyjęto, że urządzenie DUNAJEC przekazuje do EMC położenia celów we współrzędnych płaskich prostokątnych.

8.1.7. Określenie kątów kursowych tras lotu celów względem pododdziałów OPL

Kąt kursowy trasy lotu j-tego celu względem i-tego pododdziału ogniowego określa się wg wzoru:

$$q_{ij} = \text{arc sin} \frac{P_{ij}}{\sqrt{D_{do}^2 + H_{c,j}^2}} \qquad /8/$$

Ponieważ położenie celu określamy we współrzędnych płaskich prostokątnych, to wysokość celu dla takiego położenia równa się zero i wtedy:

$$q_{i,j} = \text{arc sin } \frac{P_{i,j}}{D_{do}} \qquad /9/$$

8.1.8. Określanie azymutu topograficznego pododdział OPL - cel

Przyrosty współrzędnych odpowiadające położeniom celów i pododdziałom OPL odpowiednio będą równe:

$$\pm \Delta x = x_j^{c+1} - x_i$$

$$\pm \Delta y = y_j^{c+1} - y_i$$

gdzie: $x_j c+1$; y_j^{c+1} - współrzędne celu odpowiadające momentowi wskazania ich pododdziałom OPL

x_i, y_i - współrzędne pododdz-iału OPL

$$\alpha = \text{arc } t_g \left| \frac{\Delta x}{\Delta y} \right|$$

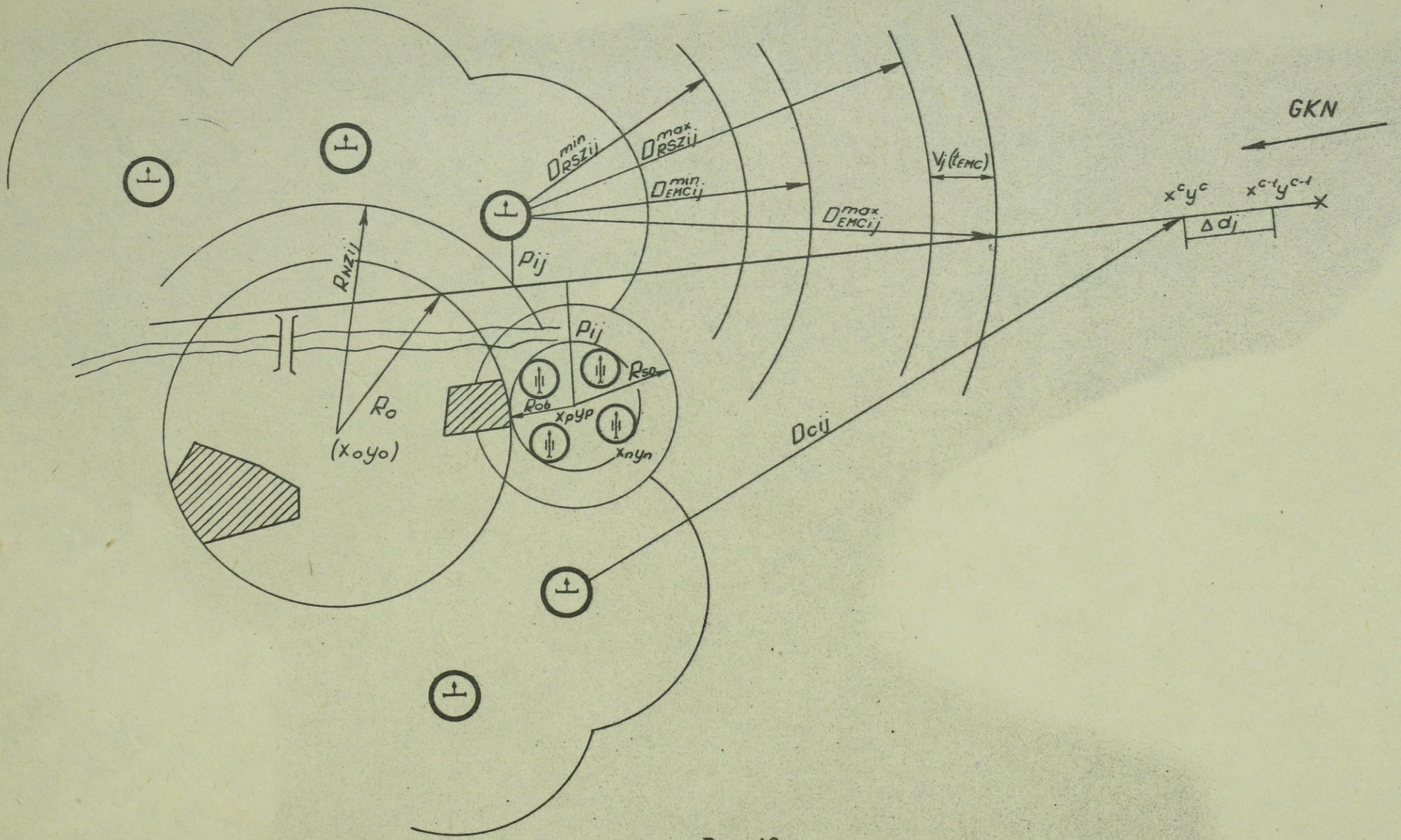
Azymut β_T oblicza się według następujących wzorów:

$$\begin{aligned}
&\beta_T = 0 \quad ; && x > 0 \\
&&& y = 0 \\
&\beta_T = 90^\circ - \alpha; && x > 0 \\
&&& y > 0 \\
&\beta_T = 90^\circ \quad ; && x = 0 \\
&&& y > 0 \\
&\beta_T = 90^\circ + \alpha; && x < 0 \\
&&& y > 0 \\
&\beta_T = 180^\circ \quad ; && x < 0 \\
&&& y = 0
\end{aligned} \qquad /10/$$

$\beta_T = 270^\circ - \alpha$; $x < 0$, $y < 0$

$\beta_T = 270^\circ$; $x = 0$, $y < 0$

$\beta_T = 270^\circ + \alpha$; $x > 0$, $y < 0$



Rys.12

Ilustracja graficzna przyjętych oznaczeń w rozwiązywanych zadaniach

8.1.9. Sposób uwzględniania kątów zakrycia

Każda bateria zestawu KUB i KRUG po rozwinięciu na nowym stanowisku ogniowym zestawia kąty zakrycia SNR zgodnie z tabelą 3 i za pomocą UTD wprowadza je do pamięci EMC. Wykorzystując podane kąty zakrycia oblicza się odległość bezpośredniej widoczności SNR według wzoru:

$$D_{bwij} = \sqrt{a \sin E_z + 2a H_{cj}} - a \sin E_z \qquad /11/$$

gdzie: a - ekwiwalentny promień kuli ziemskiej /z uwzględnieniem normalnej refrakcji/

$\mathcal{E}_z$ - kąt zakrycia anteny

H_{cj} - wysokość j-tego celu

Następnie porównuje się odległość bezpośredniej widoczności z odległością do rubieży stawiania zadania.

Jeżeli spełniony jest warunek:

$D_{bwij} \geqslant D_{RSZij}$, to cel będzie wykryty przez SNR i może być przydzielony danemu pododdziałowi OPL, w przeciwnym wypadku dany cel nie jest przydzielany.

Azymut, dla którego wybiera się $\mathcal{E}_z$ z tabeli 3, jest określany w stosunku do ekstrapolowanego położenia celu; jest to położenie celu odpowiadające momentowi wskazania tego celu danemu pododdziałowi OPL.

8.1.10. Określanie ilości celów zapisanych w pamięci EMC oraz celów uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej

Numer celu oznacza się literą j,

gdzie: $j = 1,2,3... m$; $j' = 1,2,3... m'$

m - ilość celów zapisanych w pamięci EMC /max m = 50/

m' - ilość celów uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej /maksymalnie m' = 30/

Z chwilą rozpoczęcia pracy systemu i rozpatrzenia pierwszej etapowej sytuacji powietrznej m' oznacza ilość wszystkich celów znajdujących się w strefie przydziału wybranych z wszystkich m-celów zapisanych w pamięci EMC. W następnych etapowych sytuacjach powietrznych m' oznacza ilość celów znajdujących się w strefie przydziału, które nie zostały przydzielone w poprzednich etapowych sytuacjach plus te cele, które weszły w strefę przydziału.

W podobny sposób określa się ilość pododdziałów OPL, które mogą ostrzeliwać cele znajdujące się w strefie przydziału.

Numer pododdziału OPL oznacza się literą i,
gdzie $i = 1,2,3 ... n$

n - ilość pododdziałów OPL

Cele, przydzielone pododdziałom OPL, przechowuje się w pamięci EMC przez pewien ustalony czas, który podaje się w tabeli 9. Może okazać się, że niektóre z tych celów trzeba będzie przydzielić innemu pododdziałowi OPL.

8.2. Ocena możliwości ogniowych pododdziałów rakietowych OPL

Algorytm oceny możliwości ogniowych pododdziałów OPL rozwiązuje następujące zadania:

- określanie dalszej granicy strefy ognia,
- określanie bliższej granicy strefy ognia,
- określanie dalszej granicy strefy startu,
- określanie czasu przebywania celu w strefie startu T_{ps},
- określanie czasu dolotu celu do dalszej granicy strefy startu,
- określanie odstępów czasowych między celami,
- określanie parametru granicznego dla danego typu pododdziału OPL,
- określanie ważności operacyjnej celów powietrznych,
- określanie ważności operacyjnej pododdziałów OPL,
- określanie prawdopodobieństwa zniszczenia celów powietrznych przez pododdziały OPL.

8.2.1. Określanie dalszej granicy strefy ognia

Wstępnie przed określeniem dalszej i bliższej granicy strefy ognia należy sprawdzić, czy parametr trasy lotu celu jest mniejszy lub równy maksymalnemu parametrowi strefy ognia danego zestawu dla podanej wysokości lotu celu.

Parametr maksymalny strefy ognia danego zestawu dla podanej wysokości lotu celu określa się w następujący sposób:

1/ określa się przedział wysokości odpowiadający podanej wysokości trasy lotu celu,

2/ wybiera się równanie prostej opisującej odcinek dalszej granicy strefy ognia, odpowiadającej danemu przedziałowi wysokości,

3/ rozwiązuje się układ równań:
   a/ wybranej prostej,
   b/ podanego H czyli y,

4/ na podstawie określonego X w wyniku rozwiązania układu równań określa się maksymalny parametr P_{max} według zależności:

$$P_{max,i,j} = X_d \cdot \sin\varphi_{max} . \qquad /12/$$

Jeżeli parametr trasy lotu celu $P_{ij} > P_{max,i,j}$, wówczas cel przeleci poza strefę ognia i nie może być ostrzelany przez dany pododdział OPL. Cele spełniające ten warunek nie będą uwzględniane w algorytmie podziału.

Jeżeli spełniony jest warunek $P_{ij} < P_{max,i,j}$, to na podstawie współrzędnych /x y/, otrzymanych w wyniku rozwiązania układu równań /pkt 3 załącznik 6/ określa się odległość do dalszej granicy strefy ognia według zależności: /rys.13/

$$D_{do,i,j} = \sqrt{x_d^2 + y_d^2} \qquad /13/$$

Opisany powyżej sposób określania $D_{do,i,j}$ jest właściwy dla zestawów rakietowych typu "KRUG" przy wykorzystaniu odpowiednich równań opisujących strefy ognia tych zestawów.

Dalszą granicę strefy ognia zestawów rakietowych typu KUB określa się na podstawie tabeli 1 załącznik 6.

8.2.2. Określanie bliższej granicy strefy ognia

Bliższa granica strefy ognia jest funkcją wysokości oraz parametru i może być określona następującym równaniem funkcyjnym

$$D_{bo} = f/H,P/$$

W artylerii rakietowej bliższą rzeczywistą granicę strefy ognia przy strzelaniu do celów na kursach zbliżeniowych można opisać zależnościami: /rys.13/

- dla zestawów rakietowych typu "KRUG"

1/ $D_{bo} = \sqrt{9^2 + H^2}$, gdy $3 \leqslant H \leqslant 12{,}8$ km i $P \leqslant P_o$ /14/

$/P_o = 9 \cdot \sin_{qmax}$ /

2/ $D_{bo}^2 = H^2 + / \frac{P_{ij}}{\sin_{qmax}} /^2$, gdy $3 \leqslant H \leqslant 12.8$ km i $P > P_o$ /15/

3/ gdy $H > 12{,}8$ km i $P < P_o$, wybiera się prostą opisującą odcinek bliższej granicy strefy ognia odpowiednio do podanej wysokości celu. Następnie określa się współrzędne $/x_b\ y_b/$ przecięcia wybranej prostej z trasą lotu celu. Na podstawie współrzędnych $/x_b\ y_b/$ określa się odległość do bliższej granicy strefy ognia według zależności:

$$D_{bo} = \sqrt{x_b^2 + y_b^2} \qquad /16/$$

W analogiczny sposób określa się D_{bo} gdy H 3 i P P_o

4/ gdy $H > 12{,}8$ i $P > P_o$, to D'_{bo} określa się w taki sam sposób jak w punkcie 3

$$D'_{bo} = \sqrt{x_b^2 + y_b^2} \qquad /17/$$

Następnie określa się D_{bo1} według zależności:

$$D_{bo1}^2 = H^2 + / \frac{P_{ij}}{\sin_{qmax}} /^2 \qquad /18/$$

$D_{bo} = D_{bo1}$ gdy $D'_{bo} \leqslant D_{bo1}$

$D_{bo} = D'_{bo}$ gdy $D'_{bo} > D_{bo1}$

W taki sam sposób jak w punkcie 4 określa się D_{bo}, gdy $H < 3$ km i $P > P_o$.

W przypadku celów manewrujących oraz zakłócających aktywnie sposób obliczenia odległości do dalszej i bliższej granicy strefy ognia jest analogiczny do sposobu opisanego powyżej. Jedynie ulegają zmianie równania prostych opisujących strefę ognia w wyniku zmiany jej kształtu.

- dla zestawów rakietowych typu KUB

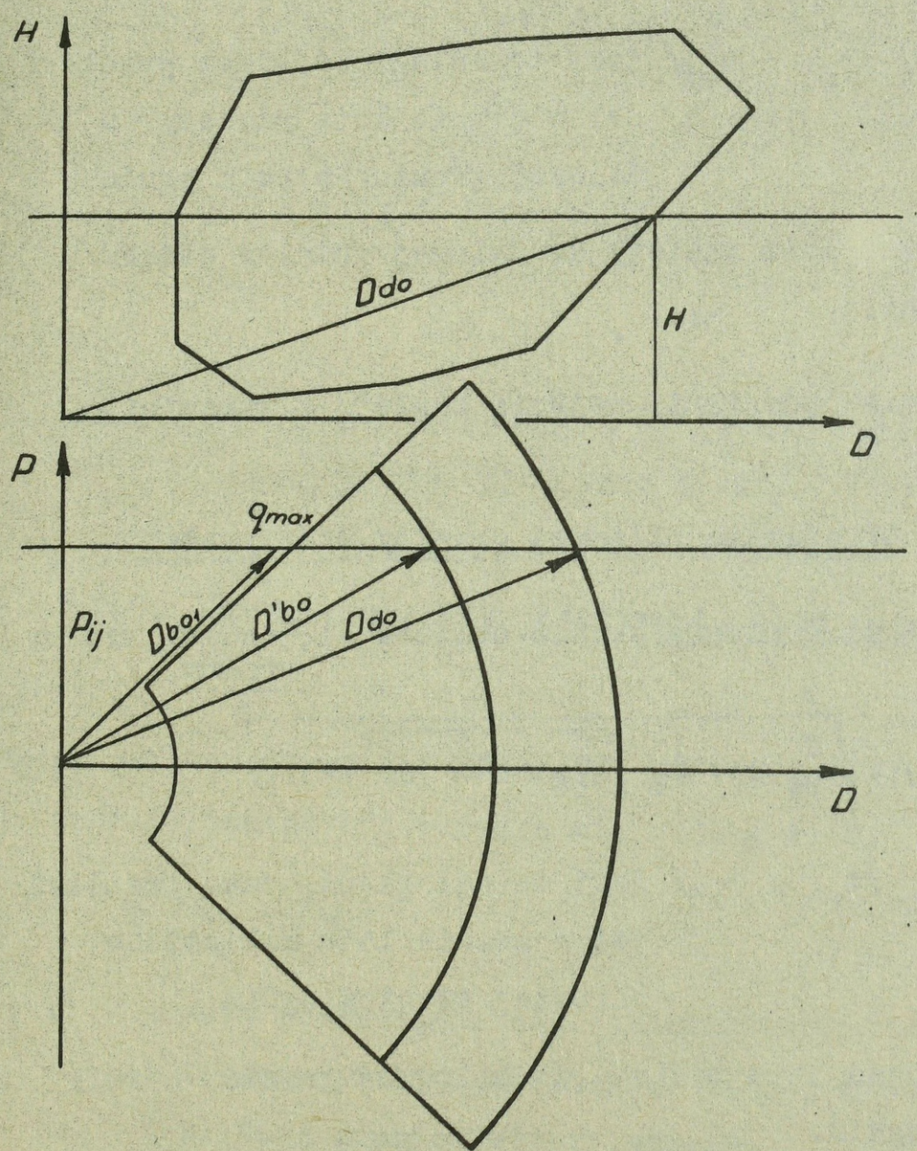
D_{bo} - określa się na podstawie tabeli 1, załącznik 6 w następujący sposób:

1/ wykorzystując podaną wysokość lotu celu należy określić parametr graniczny według zależności podanych w ww. tabeli,

2/ jeżeli parametr lotu celu $P_{i,j}$ jest mniejszy od parametru granicznego, to D_{bo} określa się według zależności podanych w tabeli 1, załącznik 6,

3/ jeżeli parametr trasy lotu celu $P_{i,j}$ jest większy od granicznego /$P_{i,j} > P_{gr}$/, to D_{bo} określa się według zależności:

$$D_{bo}^2 = \left(\frac{P_{ij}}{\sin q_{max}} \right)^2 + H^2$$



Rys.13

Ilustracja graficzna obliczanych wielkości według wzorów /13/ /17/ i /18/

8.2.3. Określanie dalszej granicy strefy startu

Dalszą granicę strefy startu oblicza się według wzoru: /rys.14/

$$D_{ds}^2 = /\sqrt{D_{do}^2 - H^2 - P^2} + S_d/^2 + P^2 + H^2$$

Po podniesieniu do kwadratu i redukcji wyrazów ostatecznie otrzymuje się:

$$D_{ds} = \sqrt{D_{do}^2 + 2 S_d \sqrt{D_{do}^2 - H^2 - P^2} + S_d^2} \qquad /19/$$

gdzie: $S_d = V_c /t_{rd} + t_{st}/$ jest to odległość, jaką przeleci cel w czasie lotu rakiety do dalszej granicy strefy ognia

t_{rd} - czas lotu rakiety do dalszej granicy strefy ognia,

t_{st} - czas opóźnienia zejścia rakiety z wyrzutni.

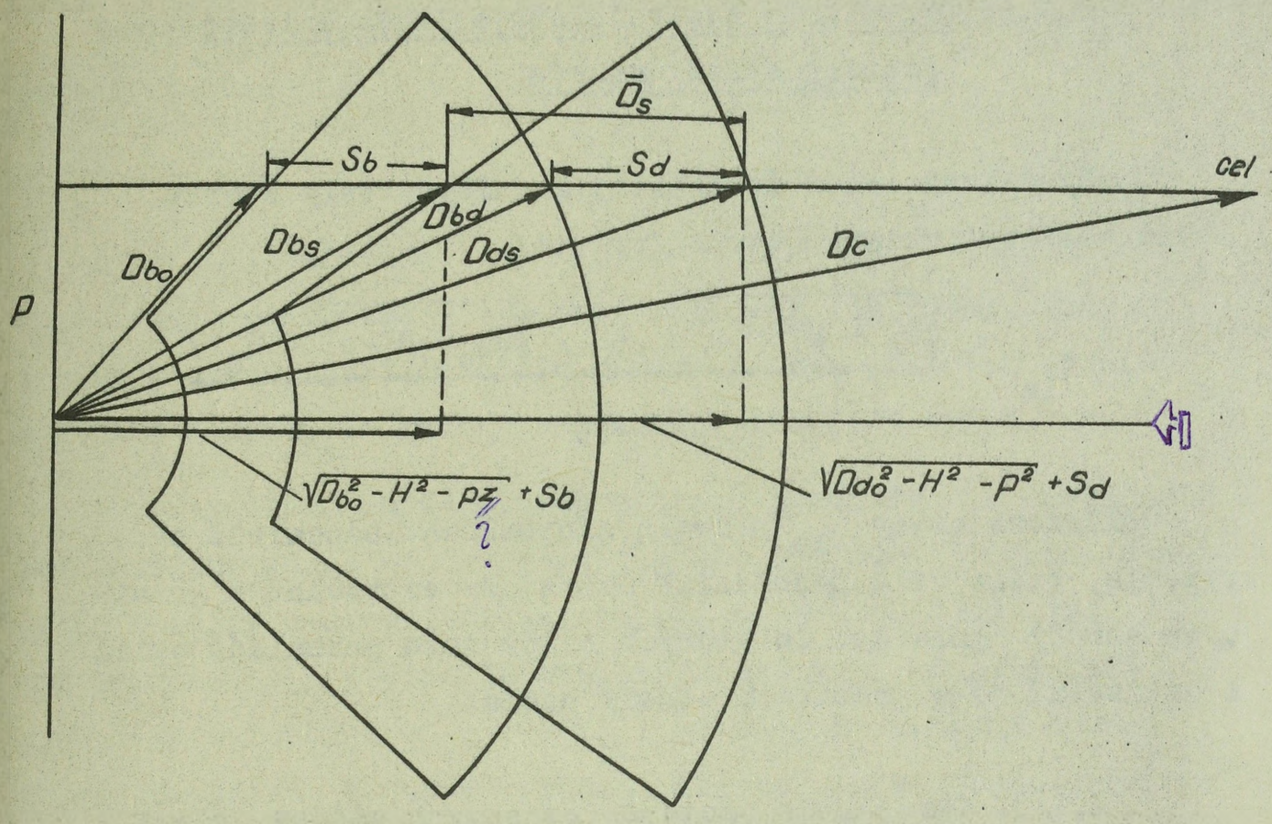
8.2.4. Określanie bliższej granicy strefy startu

Bliższą granicę strefy startu oblicza się według wzoru: /rys. 14/

$$D_{bs} = \sqrt{D_{bo}^2 + 2 S_b \sqrt{D_{bo}^2 - H^2 - p^2}' + S_b^2} \qquad /20/$$

gdzie: $S_b = V_c /t_{rb} + t_{st}/$ jest to odległość, jaką przeleci cel w czasie lotu rakiety do bliższej granicy ognia,

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



Rys.14

Ilustracja graficzna obliczanych wielkości według wzorów /19/ /20/ /21/ i /22/

8.2.5. Określanie czasu przebywania celu w strefie startu

Czas, jaki przebywa cel w strefie startu pododdziałów rakiet przeciwlotniczych, określa się według wzoru: /rys.14/

$$T_{ps} = \frac{\bar{D}_s}{V_c}$$

gdzie: $\bar{D}_s$ - prosta pokrywająca się z kierunkiem lotu celu i łącząca punkty przecięcia się jej z dalszą i bliższą granicą strefy startu.

$$\bar{D}_s = \sqrt{D_{do}^2 - H^2 - p^2} + S_d - / \sqrt{D_{bo}^2 - H^2 - p^2} + S_b /$$

8.2.6. Określanie czasu dolotu celu do dalszej granicy strefy startu

Czasy dolotu celów do dalszej granicy strefy startu można obliczyć według wzoru: /rys.14/

$$t_{ls} = \frac{\sqrt{D_c^2 - H_c^2 - p^2} - / \sqrt{D_{do}^2 - H^2 - p^2} + S_d /}{V_c} \qquad /22/$$

Obliczone czasy t_{ls} pozwolą sformułować odpowiedź na pytanie, które cele pododdział OPL zdąży ostrzelać w granicach strefy ognia lub do których celów może przenieść ogień i ostrzelać je w granicach strefy ognia.

8.2.7. Określanie odstępów czasowych między celami

Przy wlocie w strefę ognia danego pododdziału OPL większej ilości celów powietrznych, na podstawie znajomości czasów dolotu dla każdego z nich do dalszej granicy strefy startu t_{ls} można obliczyć odstępy czasowe między nimi według zależności:

$$\Delta t = t'_{ls} - t_{ls} , \qquad /23/$$

gdzie : t'_{ls} - czasy dolotu do D_{ds} celów następnych

$$t'_{ls} \geqslant t_{ls}$$

Znajomość odstępów czasowych między celami pozwala dokonać wyboru celów, do których można przenieść ogień po ostrzelaniu pierwszych celów.

Możliwość przeniesienia ognia jest uwarunkowana następującą zależnością:

$$t_c \leqslant t \qquad /24/$$

Z podanej zależności wynika, że jeżeli cykl strzelania określonego pododdziału OPL jest mniejszy lub równy odstępowi czasowemu, jaki istnieje między celami przy ich wlocie w strefę startu, to na ten cel można przenieść ogień.

W przypadkach szczególnych podczas przenoszenia ognia na cel następny można wykorzystywać głębokość strefy ognia, wtedy do różnicy czasowej między celami należy dodawać czas przebywania celu w strefie startu $/\Delta t + T_{ps}/$. Jeżeli jest spełniony warunek $t_c \leqslant \Delta t + T_{ps}$, to na cel następny można przenieść ogień. W danym wypadku rakieta spotka się z celem nie na dalszej granicy strefy ognia, lecz w jej głębi lub na bliższej granicy strefy ognia.

Warunek ten można wykorzystywać w przypadkach małych odstępów czasowych między celami, kiedy nie jest spełniona nierówność /24/, a zachodzi konieczność przeniesienia ognia na cel następny.

8.2.8. Określanie parametru granicznego dla danego typu pododdziału OPL

Granicznym parametrem dla pododdziałów OPL będzie taki parametr, przy którym dany pododdział OPL zdąży ostrzelać cel co najmniej jedną rakietą.

Określa się go według wzoru /rys.15/.

$$P_g = \bar{D}_{do} \sin\left\{q_{max} - \arcsin\left[\frac{V_c \cdot t_p/R-1/\sin q_{max}}{\bar{D}_{do}}\right]\right\} \quad /25/$$

$$P_g = \bar{D}_{do} \cdot \sin\gamma \; ; \quad \gamma = q_{max} - \alpha$$

$$\frac{d}{\sin\alpha} = \frac{\bar{D}_{do}}{\sin\beta} \; ; \quad \sin\alpha = \frac{d \cdot \sin\beta}{\bar{D}_{do}} \; ; \quad d = V_c \cdot t_p/R-1/$$

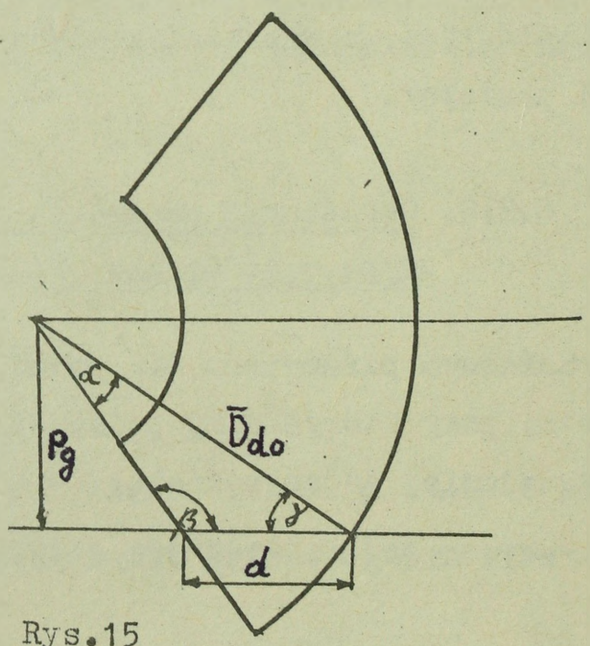
$$\alpha = \arcsin \left/ \frac{V_c \cdot t_p /R-1/ \cdot \sin\beta}{\bar{D}_{do}} \right/ \; ; \beta = 180-q_{max}$$

gdzie: D_{do} - odległość pozioma do dalszej granicy strefy ognia,

q_{max} - maksymalny kąt kursowy i-tego środka ogniowego,

t_p - odstęp strzelania,

R - ilość rakiet potrzebna do skutecznego niszczenia celu.



Rys.15

Ilustracja graficzna kątów przyjętych we wzorze /25/

8.2.9. Określanie ważności operacyjnej celów powietrznych

A. Określanie ważności operacyjnej celów powietrznych ze względu na ich rodzaj /W_{oc}/

Określenie ważności operacyjnej celów polega na określeniu wskaźników wagowych wyrażających ważność tych celów.

Określenie wskaźników wagowych wyrażających ważność celów powietrznych jest szczególnie istotne w przypadku, gdy ilość celów jest większa od ilości dysponowanych pododdziałów OPL. Właściwy wybór wskaźników wagowych umożliwi przydzielenie pododdziałom OPL tych celów, które są najważniejsze z punktu widzenia zadawanych przez nie strat naszym wojskom, obiektom, lub które mogą dezorientować nasz system dowodzenia środkami OPL. Dzięki właściwemu przydzieleniu celów pododdziałom OPL efektywność działania wojsk operacyjnych poważnie wzrośnie. Wskaźniki te nie zawsze będą możliwe do ustalenia ze względu na brak odpowiednich informacji, nie mniej jednak tam, gdzie to jest możliwe, należy je określać za każdym razem. W opracowywanych algorytmach zakłada się automatyczną obróbkę i wprowadzanie informacji radiolokacyjnej do EMC. Urządzenia radiolokacyjne /w tym i urządzenie DUNAJEC/ nie zawsze i nie w stosunku do wszystkich celów będą mogły ustalić rodzaj celu i przesłać do EMC kod, na podstawie którego zostanie przyporządkowany odpowiedni wskaźnik wagowy danemu celowi. Dlatego przewiduje się również ręczne wprowadzanie do EMC kodów oznaczających rodzaj celu. Kody te wpisuje się w tabeli 1.

Obecnie brak jest metod, za pomocą których można w sposób naukowo-uzasadniony określać wskaźniki wagowe. Dlatego przyjmując za podstawę do określania wymienionych wskaźników

znajomość zasad strzelania, doświadczenie uzyskane podczas wojny wietnamskiej oraz strzelań poligonowych a także moje osobiste doświadczenie, ustala się następującą ważność celów powietrznych oraz przyporządkowane im wskaźniki wagowe zawarte w tabeli 18.

TABELA 18

Wskaźniki wagowe ważności celów powietrznych

Lp.	Nazwa celów według wzrastającej ich ważności	Wskaźniki wagowe ważności celów
1.	Manewrujące	1
2.	Lecące na małych wysokościach $H < 300$ m	3
3.	Szybkie $V_c > 350$ m/sek	4
4.	Zakłócające pasywnie	8
5.	Grupowe	12
6.	Zakłócające aktywnie	15
7.	Nosiciele broni jądrowej NBJ	70

Z tabeli 18 wynika, że wskaźniki wagowe są z zasady tak dobierane, aby suma wskaźników wagowych celów mniej ważnych nie przekraczała sumy wskaźników wagowych celów bardzo ważnych. Na przykład cel - nosiciel broni jądrowej ma wskaźnik wagowy tak duży, że suma wskaźników wagowych celu, który byłby jednocześnie: grupowym, zakłócającym aktywnie i pasywnie, szybkim i lecącym na obiekt ważny, będzie od niego mniejsza. Duże wskaźniki wagowe przyporządkowano

celom stosującym zakłócenia mieszane i aktywne, ponieważ z doświadczenia wynika, że bardzo utrudniona jest praca radiolokacyjnych stacji wykrywania i naprowadzania w warunkach stosowania przez cele tych zakłóceń. Dlatego należy jak najszybciej zlikwidować źródło zakłóceń. Ważnymi celami są również cele grupowe, ponieważ mogą wyrządzić większą szkodę niż cele pojedyncze ze względu na udźwig ładunków bojowych. Oprócz tego ilość aparatury radiolokacyjnej i zakłócającej jest większa w celu grupowym niż w celu pojedynczym.

Rzeczywisty wskaźnik wagowy danego celu będzie równy sumie wybranych wskaźników wagowych z tabeli 18 na podstawie danych wpisanych w tabeli 1.

$$W_{oc} = \sum_{n=1}^{\gamma} T\ 18n \qquad /26/$$

W obecnych warunkach jest mało prawdopodobne, aby podawane były współrzędne nosiciela broni jądrowej. W algorytmie jednak przewidziano taką możliwość kierując się względami przyszłościowymi. W wyniku szybkiego rozwoju nauki i techniki mogą w najbliższym czasie powstać możliwości wykrywania nosicieli broni jądrowej.

Najczęściej jednak będzie znany tylko okres zagrożenia jądrowego. Taki wariant również przewidziany jest w opracowanym algorytmie. Ponieważ z zasady nie będziemy znali, który z celów - nawet w okresie zagrożenia jądrowego - jest nosicielem broni jądrowej, to ustalono, że każdy cel grupowy jest potencjalnym nosicielem tej broni i przyporządkowuje mu się największy wskaźnik wagowy /odpowiedni dla nosiciela broni jądrowej/. W tym przypadku należy tak

prowadzić ogień, ażeby zniszczyć maksymalnie dużą ilość celów, a dzięki czemu prawdopodobieństwo zniszczenia nosiciela broni jądrowej będzie duże.

W algorytmie uwzględnia się jeszcze taki przypadek, gdy zna się orientacyjny kierunek nalotu samolotów względem środka obiektu w składzie których znajduje się nosiciel broni jądrowej oraz czas nalotu lub odległość grupy od obiektu. Wtedy wszystkie cele, które znajdują się w sektorze 60^{o} /środkiem sektora jest podany kierunek/, są uważane za nosicieli broni jądrowej. Wpisany azymut w tabeli 8 /kolumna 5/ i wprowadzony do EMC jest decyzją dowódcy dotyczącą wyboru grupy samolotów, w której może znajdować się samolot NBJ. Decyzja ta jest dopóty aktualna, dopóki nie zostanie wprowadzona do EMC informacja kasująca tę decyzję; w tabeli 8 - kolumna 5 należy wpisać zero lub inny azymut.

Jak wynika z powyższego, podany sektor 60^{o} może być przemieszczany w przestrzeni w zależności od danych dotyczących nosicieli broni jądrowej. Jest to ruchoma przestrzeń wyszukująca grupy samolotów, w których najprawdopodobniej może znajdować się NBJ. Orientacyjny czas nalotu lub odległość grupy są jedynie potrzebne dowódcy zgrupowania dla określenia momentu wprowadzenia azymutu do EMC, ponieważ z tego momentu zaczyna się proces liczenia przydziału celów pododdziałom OPL według wariantu sektorowego; czas ten nie jest wprowadzany do EMC.

O wyborze takiego czy innego wariantu przydziału celów powietrznych pododdzialom OPL decyduje dowódca zgrupowania. Decyzje swe zgodnie z tabelą 8 /kolumny 3,4,5,7/ wprowadza do EMC.

B. Określenie ważności operacyjnej celów powietrznych ze względu na ważność bronionych obiektów /$W_{oc/ob}$/

Przyjmuje się zasadę, że ważność celu powietrznego wzrasta ze wzrostem ważności obiektu, na który leci dany cel. W przypadku dwóch celów powietrznych jednakowo ważnych ze względu na ich rodzaj, ten cel jest ważniejszy, który leci na obiekt ważniejszy. Z powyższego wynika, że należy wstępnie określić obiekt, na który leci dany cel. Dla oceny, czy cel leci na dany obiekt, wykorzystuje się rubież wykonania zadania. Dokonuje się porównania odległości trasy lotu celu od środka obiektu z rubieżą wykonania zadania. Jeżeli rubież wykonania zadania jest większa od danej odległości, przyjmuje się, że cel leci na obiekt, w przeciwnym przypadku cel nie leci na obiekt. Jeżeli trasa celu przechodzi przez kilka obiektów o różnej ważności, to przyporządkowuje mu się współczynnik wagowy odpowiedni obiektowi o największej ważności.

Dla określenia rubieży wykonania zadania przez cele - nosiciele broni jądrowej /NBJ/, należy wstępnie określić promień rażenia bomby jądrowej. Promień rażenia bomby jądrowej będzie uzależniony od rodzaju obiektu, na który dokonuje się zrzutu bomby, oraz mocy ładunku jądrowego. Promienie rażenia różnych obiektów od wybuchu 1 kT zestawione są w tabeli 14. Obecnie nie ma możliwości ustalenia mocy ładunku jądrowego przenoszonego przez dany cel. Są trudności z ustaleniem rzeczywistych mocy ładunków jądrowych, które mogą przenosić cele powietrzne, ponieważ są z zasady hipotetyczne, tj.nie odpowiadają rzeczywistym parametrom broni jądrowej znajdującej się w uzbrojeniu wojsk. Rola tych charakterystyk

ogranicza się do zabezpieczenia danych niezbędnych w procesie szkolenia oficerów sztabowych. Biorąc powyższe pod uwagę w opracowanym algorytmie dla określenia promienia rażenia przyjmuje się maksymalną moc ładunków jądrowych przenoszonych przez cele powietrzne 20 kT dla obiektów punktowych i 50 kT dla obiektów powierzchniowych. Wielkości te można zmieniać w zależności od aktualnych danych, dotyczących ładunków jądrowych znajdujących się w uzbrojeniu wojsk. Moc tę wpisuje się w tabeli 9 i wprowadza do pamięci EMC zgodnie z przyjętymi zasadami aktualizacji danych.

Promień rażenia obiektu określa się według zależności:

$$R_r = R_{o1,k} \sqrt[3]{q}, \qquad /27/$$

gdzie: $R_{o1,k}$ - promień rażenia k-tego obiektu od wybuchu 1 kT
/promienie te dla różnych obiektów zestawione są w tabeli 14/

q - moc wybuchu.

Przyjmuje się trzy rodzaje ważności obiektów i odpowiednio przyporządkowane wskaźniki wagowe celom, które na nie lecą:

- obiekty bardzo ważne,
- obiekty ważne,
- pozostałe obiekty.

Ważność obiektu ustala się wcześniej przed nalotem i wprowadza do pamięci EMC zgodnie z tabelą 6.

Obiektom bardzo ważnym przyporządkowuje się współczynniki wagowe wyrażone cyfrą 30, a obiektom ważnym - cyfrą 20.

Dane te wprowadza się do EMC za pomocą kodów wpisywanych w tabeli 6. Cyfry wyrażające ważność obiektów są bezpośrednio umiejscowione w algorytmach /bez zestawiania w specjalnej tabeli/.

Przy ustalaniu wskaźników wagowych celów wyrażających ważność obiektów przyjęto zasadę, że cele ważne - ze względu na ich rodzaj, lecące na obiekty o małej ważności są mniej ważne od celów małej ważności - ze względu na ich rodzaj lecz lecące na bardzo ważne obiekty. Wyjątek stanowią nosiciele broni jądrowej, które zawsze są celami najważniejszymi bez względu na to, przez jakie obiekty przechodzą ich trasy, oraz cele grupowe, ale tylko w okresie zagrożenia jądrowego, ponieważ mogą być nosicielami broni jądrowej. O tym, kiedy cele grupowe traktować jako nosiciele broni jądrowej decyduje dowódca zgrupowania. Decyzje dowódcy zgrupowania o zagrożeniu jądrowym wpisuje się do tabeli 8 w postaci kodu i wprowadza do EMC. EMC wypracowuje wówczas decyzje przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL według zasady, że każdy cel grupowy jest celem priorytetowym w stosunku do innych celów i powinien być w pierwszej kolejności ostrzeliwany. Cel pojedynczy w tym przypadku jest traktowany na równi z celami grupowymi jedynie wtedy, gdy wpłynie do EMC konkretna informacja, że jest on nosicielem broni jądrowej.

Rubież wykonania zadania j-tego celu w stosunku do k-tego obiektu określa się z zależności:

$$R_{wzj,k} = R_r + R_o + A_o , \qquad /28/$$

gdzie: R_r - promień rażenia bomby jądrowej zależny od rodzaju obiektu i mocy bomby,

R_o - promień k-tego obiektu,

A_o - odstęp bombardowania /średnie wartości zawiera tabela 17/.

Ważność operacyjną celów powietrznych ze względu na ważność bronionych obiektów określa się według zależności:

$W_{oc/ob} = 30$, jeżeli $T6_{1,5} = 1$

$W_{oc/ob} = 20$, jeżeli $T6_{1,5} = 2$

$W_{oc/ob} = 0$, jeżeli $T6_{1,5} = 3$

8.2.10. Określanie ważności operacyjnej pododdziałów OPL /W_{op}/

Wskaźnik ważności operacyjnej pododdziałów OPL ma wpływ na to, który pododdział OPL powinien otworzyć ogień w pierwszej kolejności. Ten pododdział OPL będzie strzelał pierwszy do danego celu, którego określony wskaźnik jest największy. Wielkość określonego wskaźnika jest odwrotnie proporcjonalna do odległości j-tego celu od i-tego pododdziału

OPL. Z tego wynika, że do danego celu będzie strzelał ten pododdział OPL /jeżeli inne wskaźniki, szczególnie wynikające z ważności operacyjnej celu nie zmienią tej zasady/, który znajduje się najbliżej w stosunku do tego celu. Wniosek wydaje się być logiczny, ponieważ dąży się do takiego przydziału celów pododdziałom OPL, aby cele nie przelatywały nad pododdziałami OPL, a tym samym zbliżały się do obiektów czy nawet przelatywały nad nimi. Nie w każdej sytuacji powietrznej będzie to możliwe do zrealizowania, zwłaszcza wtedy, gdy ilość celów w nalocie będzie duża. Dopuszczalne są wówczas przeloty celów nad pododdziałami OPL i nawet obiektami, których wskaźniki wagowe wyrażające ważność operacyjną i parametr lotu są małe.

$$W_{opi,j} = \frac{D_{RSZij}}{D_{cij}} + \frac{W_{ocj} \cdot D_{RSZij}}{10 \quad D_{cij}} \qquad /29/$$

Składnik $\frac{W_{ocj} \; D_{RSZij}}{10 \; D_{cij}}$ podkreśla zasadę takiego przydziału, aby cele mające dużą ważność operacyjną nie przelatywały /jeżeli to jest możliwe/ nad pododdziałami OPL, a tym samym zbliżały się do bronionych obiektów

na odległość wykonania zadania /cele bardzo ważne będą przydzielane pododdziałom OPL rozmieszczonym w pierwszym rzucie/.

8.2.11. Określanie prawdopodobieństwa rażenia celów powietrznych przez pododdziały OPL

Liczbę rakiet, którymi i-ty pododdział OPL może ostrzelać j-ty cel w czasie jego przebywania w strefie startu, określa się według wzoru:

$$N_{ij} = \text{entier} \left/ \frac{T_{ps}}{t_p} \right/ + 1 \qquad /30/$$

gdzie: t_p - odstęp czasowy między startami rakiet.

Dla zestawów rakietowych KUB przyjmuje się średnio 2 rakiety do zniszczenia jednego celu. Uprzednio należy sprawdzić, czy $N'_{ij} \geqslant 2$ i czy na wyrzutniach znajdują się co najmniej 2 rakiety.

$$N_{ij} = 2 \text{ rakiety, jeżeli } \begin{matrix} N'_{ij} \geqslant 2 \\ T2_{11} \geqslant 2 \end{matrix}$$

W przeciwnym razie przyjmuje się jedną rakietę do zniszczenia jednego celu.

Dla zestawów rakietowych KRUG przyjmuje się jedną rakietę do zniszczenia jednego celu, po uprzednim sprawdzeniu, czy na wyrzutniach w baterii znajduje się co najmniej jedna rakieta. W razie wyznaczenia dwóch rakiet do zniszczenia jednego celu każda z rakiet musi być naprowadzana z innej baterii, ponieważ bateria posiada jeden kanał rakietowy.

W przypadku strzelania do celów bardzo ważnych, jak np. NBJ, cel zakłócający aktywnie i pasywnie oraz grupowy, w algorytmie przyjęto wyznaczać trzy rakiety do jednego celu dla zestawów rakietowych typu KUB i dwie rakiety dla zestawów rakietowych typu KRUG.

W tym przypadku również należy uprzednio sprawdzić powyższe warunki dotyczące ilości rakiet na wyrzutniach i czasu przebywania celu w strefie startu.

Prawdopodobieństwo zniszczenia j-tego celu powietrznego przez i-ty pododdział OPL określa się według wzoru:

$$P_{ij} = 1 - /1 - P_1/^{N_{ij}} , \qquad /31/$$

gdzie: P_1 - prawdopodobieństwo j-tego celu przez i-ty pododdział OPL jedną rakietą.

8.3. Ocena możliwości ogniowych paplot

8.3.1. Obliczanie głębokości strefy ognia /G/.

W przedstawionej strukturze informacyjno-funkcjonalnej przyjęto, że EMC wypracowuje przydział celów dla paplot a nie dla poszczególnych bat.paplot, stąd parametr lotu celów powietrznych określa się względem geometrycznego środka rozmieszczenia paplot. Dla obliczeń przyjęto, że głębokość strefy ognia przyjmuje wartość maksymalną, gdy parametr $/P_{ij}/$ j-tego celu względem paplot jest mniejszy lub równy promieniom okręgu opisanego na punktach rozmieszczenia bat.paplot /Rob/. Z chwilą naruszenia tej zależności głębokość strefy ognia maleje.

Parametr j-tego celu względem paplot określa się wg wzoru:

$$P_{cj} = \frac{/A_j X_p + B_{jyp} + c/}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2}} \qquad /32/$$

gdzie: $X_p y_p$ - geometryczny środek rozmieszczenia paplot dla $P_{cj} \leqslant Rob$

$$\bar{D} = \sqrt{R^2 - H_c^2}$$

$$G = 2\bar{D}$$

gdzie: R- odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia,

H_c - wysokość lotu celu,

D - odległość pozioma do dalszej granicy strefy ognia,

G - głębokość strefy ognia

dla $P_{cj} > Rob$

$$\bar{D}' = \sqrt{D^2 - \Delta p^2}$$

$$G = 2\,\bar{D}'$$

gdzie: $\Delta p = P_{cj} - Rob$.

Obliczenie ilości pocisków, którymi może być ostrzelany cel na odcinku G.

Ilość pocisków określa się wg wzoru:

$$N = \frac{2G \cdot Q \cdot k}{V_j} \qquad /33/$$

gdzie: Q - szybkostrzelność armaty,
k - liczba armat w pododdziale OPL,
V_j - prędkość j-tego celu

We wzorze /33/ przyjęto podwójną głębokość strefy ognia /2G/ ponieważ zakłada się, że w zasadzie do jednego celu będą prowadziły ogień dwie baterie, chociaż w niektórych przypadkach można przydzielić po jednej baterii do zniszczenia celu. Decyzje w tym przypadku podejmuje dowódca zgrupowania.

8.3.2. Obliczanie prawdopodobieństwa rażenia celu przez baterię paplot

Prawdopodobieństwo rażenia j-tego celu przez pododdział OPL oblicza się przy założeniu, że zdarzenia polegające na rażeniu lub nierażeniu celu są niezależne.

Jeżeli do celu wystrzelono N pocisków, a prawdopodobieństwo rażenia jednym pociskiem wynosi P_1, obliczenia wykonuje

się wg wzoru

$$P = 1 - /1 - p_1/^N \qquad /34/$$

Prawdopodobieństwo rażenia celu jednym strzałem przez armatę S-60 odpowiadające prędkości lotu celu V_c = 150 m/s zestawiono w tabeli 10.

Dla innych prędkości prawdopodobieństwo rażenia celu jednym strzałem oblicza się na podstawie wzoru empirycznego:

$$P/H,V/ = P/H,150/ \cdot \frac{150}{1,0012V_j + 0,0166V_j^2 - 1,354} \qquad /35/$$

gdzie: P/H,150/ - oznacza prawdopodobieństwo dla określonego H i prędkości celu V_{cj} = 150 m/s.

8.3.3. Określanie odległości do rubieży stawiania zadań paplot oraz rubieży uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej

Odległość od tej rubieży zmienia się w zależności od prędkości lotu celu V_{cj}. Wartości odległości w funkcji prędkości lotu celu zestawione są w tabeli 11.

W danym przypadku rubież stawiania zadań określa się w stosunku do paplot, a nie w stosunku do poszczególnych baterii paplot. Dlatego do wartości zawartych w tabeli 11 dodaje się wielkość promienia koła opisanego na bateriach paplot.

$$D'_{RSZ,ij} = R_{ob} + D_{RSZ,ij}$$

Wielkość promienia koła opisanego na bateriach określa

się oddzielnie dla paplot dywizyjnego /R_{ob1}/ i paplot armijnego /R_{ob2}/.

Odległość do rubieży uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej określa się z zależności:

$$D_{EMC,ij} = D'_{RSZ,ij} + V_{cj} \ /2\ t_{EMC} + t_{pd}/ , \qquad /36/$$

gdzie: t_{pd} - czas przekazywania danych bateriom paplot

W tym przypadku przyjmuje się 2 t_{EMC}, w celu zabezpieczenia ostrzeliwania celów na całej głębokości strefy ognia. Czas ten uwzględnia również podwójne przekazywanie danych decyzyjnych, tj. z EMC na SD paplot i z SD paplot do poszczególnych baterii. Po praktycznym ustaleniu wielkości poszczególnych czasów /t_{EMC} + t_{pd} na SD + t_{pd} z SD do baterii/ można podać go łącznie w tabeli 9 pod pozycją t_{EMC}.

8.3.4. Określenie promienia okręgu opisanego na rozmieszczonych bateriach paplot

Okrąg /R_{ob} x_p y_p/ opisany na bateriach paplot należy określać podczas rozpatrywania każdej etapowej sytuacji powietrznej, ponieważ w składzie pułku może występować różna ilość baterii, niektóre baterie będą zajęte ostrzeliwaniem celów i te nie zostaną uwzględnione przy określaniu promienia. Dokonuje się obliczenia dwóch promieni dla paplot dywizyjnego i paplot armijnego.

Ilustracja graficzna danego zagadnienia przedstawiona jest na rys.12.

Promień R_{ob} okręgu /R_{ob} x_p y_p/ określa się w następujący sposób:

- spośród liczb x_n i y_n /n = 1,2.... N/ będących wierzchołkami prostokąta opisanego na bateriach wybiera się liczby największe i najmniejsze /$X_{n\ min}$, $X_{n\ max}$, $Y_{n\ min}$, $Y_{n\ max}$/;
- oblicza się współrzędne środka prostokąta według wzoru:

$$X_p = \frac{1}{2} /X_{n\ min} + X_{n\ max}/$$

$$Y_p = \frac{1}{2} /Y_{n\ min} + Y_{n\ max}/$$

- oblicza się kwadrat największy odległości środka wieloboku /x_p y_p/ do baterii /x_n y_n/ /n = 1,2...N/ według wzoru:

$$D_n^2 = /x_p - x_n/^2 + /y_p - y_n/^2$$

$$D^2 = \max D_n^2$$

- promień R_{ob} oblicza się na podstawie wzoru

$$R_{ob} = \sqrt{D^2} \qquad /37/$$

8.4. Ocena możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego działającego w systemie obrony przeciwlotniczej wojsk

Za pomocą algorytmu możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego rozwiązuje się następujące zadania:

- określanie odległości od lotnisk i stref dyżurowania do celów powietrznych;

- określenie odległości do możliwej rubieży wprowadzania do walki samolotów myśliwskich dyżurujących na lotniskach;
- określanie odległości do możliwej rubieży wprowadzenia do walki samolotów myśliwskich dyżurujących w strefach dyżurowania;
- określenie możliwego czasu dyżurowania myśliwców w strefie oraz maksymalnej odległości rubieży wprowadzania myśliwców dyżurujących w strefie do walki , zapewniającej powrót myśliwców na lotniska;
- określenie możliwości ostrzelania celów powietrznych przez samoloty myśliwskie dyżurujące na lotniskach i w strefach dyżurowania przed rubieżą wykonania zadania /R_{wz}/ i przed maksymalną rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji;
- określanie ilości samolotów myśliwskich niezbędnych do niszczenia celu powietrznego z założoną efektywnością.

8.4.1. Określanie odległości od lotnisk i stref dyżurowania do celów powietrznych

Odległość między j-tym celem a l-tym lotniskiem lub s-tą strefą dyżurowania w powietrzu określa się wg wzoru:

$$D_{jl} = \pm \sqrt{/x_j^{c+1} - x_l/^2 + /y^{c+1} - y_l/^2} \qquad /38/$$

$$D_{js} = \pm \sqrt{/x_j^{c+1} - x_s/^2 + /y^{c+1} - y_s/^2}$$

gdzie: x_j^{c+1} y_j^{c+1} - współrzędne j-tego celu w momencie zakończenia liczenia EMC,

x_l y_l - współrzędne l-tego lotniska,

x_s y_s - współrzędne s-tej strefy dyżurowania /jako geometryczny środek strefy/.

Wyniki obliczeń zestawia się w macierzach $/D_{jl}/$ i $/D_{js}/$.

8.4.2. Określanie odległości do możliwej rubieży wprowadzania do walki samolotów myśliwskich dyżurujących na lotniskach

Istota przechwytywania SNP z dyżurowania na lotnisku polega na tym, że myśliwce dyżurują w gotowości nr 1 na lotnisku i startują na sygnał dopiero wtedy, kiedy cel został wykryty i powzięto decyzję jego przechwycenia. Ten sposób działań uważa się za najbardziej celowy i stosuję się w zasadzie zawsze wtedy, kiedy zapewnia możliwość wykonania zadania. Poza tym jest on ekonomiczny i umożliwia uzyskanie niezbędnych rezultatów przy minimalnym zużyciu sił i środków.

Wadą tego sposobu jest długi czas pasywny, to jest czas od momentu wykrycia celu do rozpoczęcia startu. Ponadto, przy locie celów na dużych wysokościach stosunkowo duży jest czas wznoszenia myśliwców na wysokość rozpoczęcia manewru dla wejścia w tylną półsferę oraz na rubież wprowadzenia do walki.

Dla zapewnienia możliwości przechwycenia SNP na wyznaczonych rubieżach, radiolokacyjne stacje wykrywania wysuwa się jak najbliżej przedniego skraju, a więc na odległość 5-15 km od linii styczności z nieprzyjacielem.

Rozwiązanie zadania naprowadzania polega na tym, żeby znaleźć punkt spotkania myśliwca z celem oraz kurs lotu myśliwca zarówno w locie wznoszącym, jak i w poziomym. Ponieważ elementy te należy określić jeszcze przed rozpoczęciem naprowadzania na podstawie przyjętych do obliczeń warunków lotu celu i myśliwców, to wartości ich należy

traktować jako przybliżone, które należy udokładniać w trakcie naprowadzania.

Zakłada się przy tym, że naprowadzanie - w zależności od typu i uzbrojenia myśliwców przechwytujących - jest realizowane metodą manewru, lub metodą równoległego zbliżenia.

Jeżeli kąt α zawarty między kierunkiem lotu celu a prostą łączącą położenie celu i lotnisko jest stosunkowo duży, to odległość do możliwej rubieży wprowadzania do walki samolotów myśliwskich S_{MRWW} określa się z zależności:

$$S_{MRWW} = \frac{n\left[nS_{wzn} - V_c\left/t_\Sigma + t_{man}\right/\right] + D_{wykr}\cos\alpha}{1 - n^2} \pm$$

$$\pm \frac{\sqrt{n^2\left[nS_{wzn} - V_c\left/t_\Sigma + t_{man}\right/\right] + D_{wykr}\cos\alpha\Big]^2 + \left/1-n^2\right/\left\{D^2_{wykr} + \right.}}{1 - n^2}$$

$$\frac{\sqrt{\left[V_c\left/t_\Sigma + t_{man}\right/ - nS_{wzn}\right]^2 - 2\,D_{wykr}\cos\alpha\left[V_c\left/t_\Sigma + t_{man}\right/ - \left.\left.nS_{wzn}\right/\right]\right\}}}{}, \qquad /39/$$

gdzie: $t_\Sigma = t_{pas} + t_{wzn}$

t_{pas} - czas od momentu wykrycia celu do momentu rozpoczęcia startu myśliwca,

t_{wzn} - czas wznoszenia myśliwca od rozpoczęcia startu do wysokości, na której rozpoczyna on manewr dla wyjścia w tylną półsferę,

t_{man} - czas manewru myśliwca dla wyjścia w tylną półsferę celu,

n - stosunek prędkości celu do prędkości myśliwca /$n = \frac{V_c}{V_m}$/,

S_{wzn} - rzut na płaszczynę poziomą drogi wznoszenia myśliwca,

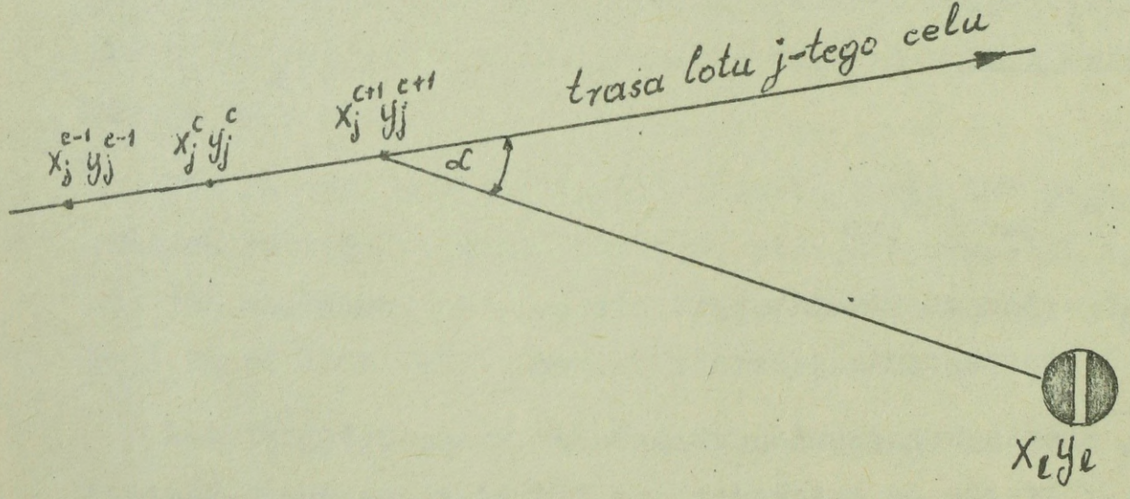
$D_{wykr} = D_{lj}$ - jest to odległość położenia celu od lotniska, mierzona w płaszczyźnie poziomej.

Kąt α zawarty między trasą lotu j-tego celu a prostą łączącą położenie j-tego celu i l-tego lotniska określa się z zależności:

$$\cos\alpha_{jl} = \frac{A_j A_{jl} + B_j B_{jl}}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2} \cdot \sqrt{A_{jl}^2 + B_{jl}^2}} \qquad /40/$$

gdzie: $A_j = y_j^c - y_j^{c+1}$ $\qquad A_{jl} = y_j^{c+1} - y_l$

$B_j = x_j^{c+1} - x_j^c$ $\qquad B_{jl} = x_l - x_j^{c+1}$



Rys.16

Ilustracja graficzna kąta α

Najlepsze możliwości przechwycenia celu /przy wszystkich innych czynnikach jednakowych/ mają te myśliwce, których lotniska bazowania leżą na trasie lotu celu lub w ich pobliżu, to jest, kiedy $\alpha = 0$. W tym przypadku możliwą rubież wprowadzenia do walki samolotów myśliwskich określa się z zależności

$$S_{MRWW} = \frac{D_{wykr} - V_c / t_\Sigma + t_{man} / + nS_{wzn} + d}{1 + n} \qquad /41/$$

gdzie: d - pożądana odległość między myśliwcem i celem w momencie wprowadzenia myśliwca do walki.

$$D_{wykr} = D_{jl}$$

Wzór /41/ jest słuszny dla takiej sytuacji, w czasie której myśliwce lecą na spotkanie celu na kursach przeciwnych. Jeśli cel został wykryty przed lotniskiem, lecz wznoszenie myśliwców musi odbywać się na kursie zgodnym z kursem lotu celu, przechwycenie odbywa się podczas dopędzania, należy wówczas wykorzystać następujący wzór:

$$S_{MRWW} = - \frac{D_{wykr} - V_c\, t_\Sigma + n\, S_{wzn} + d}{1 - n} \qquad /42/$$

Jeżeli cel w momencie wykrycia /lub przydzielenia/ znajduje się już za lotniskiem, to przechwycenie odbywa się również podczas dopędzania /$\alpha = 180^o$/ i S_{MRWW} określa się z zależności

$$S_{MRWW} = \frac{D_{wykr} + V_c\, t_\Sigma - n\, S_{wzn} - d}{1 - n} \qquad /43/$$

Przyjęto, że dla kątów $\alpha < 10^o$, S_{MRWW} oblicza się za pomocą następujących uproszczonych wzorów:

1. Jeżeli spełniony jest warunek

$$0 < D_{wykr} + d - V_c\,/t + t_{man} > S_{wzn},$$

to $$S_{MRWW} = \frac{D_{wykr} + d - V_c\,/t + t_{man}/ + n\,S_{wzn}}{1 + n}$$

2. Jeżeli spełniony jest warunek

$$0 < D_{wykr} + d - V_c\,/t + t_{man}/ = S_{wzn},$$

to $S_{MRWW} = S_{wzn}$

3. Jeżeli spełniony jest warunek

$$0 < D_{wykr} + d - V_c\,/t + t_{man}/ < S_{wzn}$$

i jednocześnie

$$D_{wykr} + d - V_c t_{\Sigma} \geqslant S_{wzn},$$

to $S_{MRWW} = D_{wykr} + d - V_c\,/t_{\Sigma} + t_{man}/$

4. Jeżeli spełniony jest warunek

$$0 < D_{wykr} + d - V_c t < S_{wzn},$$

to $S_{MRWW} = D_{wykr} + d - V_c t_{\Sigma}$

5. Jeżeli spełniony jest warunek

$$\pm D_{wykr} + d - V_c t < 0$$

i jednocześnie

$$/ \pm D_{wykr} + d - V_c t_{\Sigma} / \leqslant S_{wzn},$$

to $S_{MRWW} = \pm\ /D_{wykr} + d - V_c t_{\Sigma}\ /$

6. Jeżeli spełniony jest warunek

$$\pm D_{wykr} + d - V_c t_\Sigma < 0$$

i jednocześnie

$$/ \pm D_{wykr} + d - V_c t_\Sigma / > S_{wzn},$$

to $$S_{MRWW} = \frac{/\pm D_{wykr} + d - V_c t_\Sigma + n S_{wzn}/}{1 - n}$$

Dla obliczeń praktycznych przyjmuje się średnie następujące wielkości:

$d = 4$ km

$t_{man} = 1$ min

$t_{pas} = 4$ min

t_{wzn} - z tabeli 15 zależnie od wysokości lotu celu

S_{wzn} - z tabeli 15 zależnie od wysokości lotu celu

D_{wykr} i V_c - obliczane przez EMC

$n = \frac{V_c}{V_m}$, gdzie V_m - 890 km/godz.

Dla określenia rubieży przechwycenia należy uwzględnić czas ataku /t_{at}/; wtedy wzór będzie miał postać:

$$S_p = \frac{D_{wykr} + d - V_c /t_\Sigma + t_{man} + t_{at}/ + n S_{wzn}}{1 + n} \qquad /44/$$

kiedy przechwytywanie odbywa się podczas dopędzania wzór

będzie miał postać:

$$S_p = \frac{D_{wykr} + d - V_c / t_\Sigma + t_{at} / + n S_{wzn}}{1 - n} \qquad /45/$$

Czas ataku będzie równał się sumie czasu potrzebnego na zajęcie odpowiedniego położenia myśliwca w stosunku do kierunku lotu celu, czasu niezbędnego na celowanie wstępne i celowanie dokładne.

Najczęściej na celowanie wstępne przewiduje się 3-5 sek, a na celowanie dokładne, bezpośrednio przed otwarciem ognia - około 5 sek. Na zajęcie odpowiedniego położenia myśliwca w stosunku do kierunku lotu celu przewiduje się około 5 sek. Zatem $t_{at} = 15$ sek.

Jeżeli wziąć pod uwagę, że w przeważającej mierze ataki w walce powietrznej wykonywane są z tylnej półsfery, to z dostateczną dokładnością można przyjąć, że prędkość zbliżenia samolotu do celu równa się różnicy ich prędkości $/\Delta V = V_m - V_c/$. Drogę zbliżania się myśliwca do celu można obliczyć ze wzoru:

$$S_{zb} = \Delta V \cdot t_{at}$$

Z tego wynika, że rubież przechwycenia zmieni się o S_{zb} i można ją określać według zależności:

$$S_p = \frac{D_{wykr} + d - V_c / t_\Sigma + t_{man} + t_{at} / - \Delta V \cdot t_{at} + n S_{wzn}}{1 + n} \qquad /46/$$

i w przypadku kiedy przechwytywanie odbywa się podczas dopędzania:

$$S_p = \frac{D_{wykr} + d - V_c / t_\Sigma + t_{at} / - \Delta V \cdot t_{at} + n S_{wzn}}{1 - n} \qquad /47/$$

8.4.3. Określanie odległości do możliwej rubieży wprowadzania do walki samolotów myśliwskich dyżurujących w strefach dyżurowania

Strefy dyżurowania powinny być rozmieszczane na podejściach do osłanianych wojsk i obiektów, na przewidywanych kierunkach nalotu SNP w takiej odległości, ażeby zapewniały wprowadzenie myśliwców do walki na potrzebne rubieże. Podczas ustalania położenia stref dyżurowania powinno się uwzględniać konieczność obserwowania na wskaźnikach radiolokacyjnych stacji naprowadzania samolotów dyżurujących w strefie dyżurowania jak i wprowadzanych do walki na możliwych rubieżach.

Wymiary strefy dyżurowania powinny umożliwić myśliwcom lot po prostej przez okres przynajmniej 1,5 - 2 min, a także swobodne wykonanie zakrętu. Dłuższy bok strefy dyżurowania powinien być prostopadły do przewidywanego kierunku nalotu SNP.

Odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców dyżurujących w strefie obliczamy na podstawie wzoru:

$$S_{MRWW} = \frac{D_{wykr} + d - V_c/t_{pas1} + t_{man}/}{1 + n}$$

Po uwzględnieniu czasu ataku t_{at} otrzymamy rubież przechwycenia, którą określa się według wzoru:

$$S_{p1} = \frac{D_{wykr} + d - V_c/t_{pas1} + t_{man1} + t_{at}/ - \Delta V.t_{at}}{1 + n} \qquad /48/$$

Oznaczenia przyjęto jak we wzorze /39/.

Przy obliczaniu odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki z dyżurowania w powietrzu przyjmuje się najbardziej niedogodne położenie myśliwca w momencie podania mu warunków lotu do przechwycenia celu. Zakładamy, że oś podłużna myśliwca jest skierowana zgodnie z kierunkiem lotu celu i dla wyjścia na kurs przeciwny myśliwiec musi wykonać ~~za~~krętV 180°.

Następnie zakłada się, że cel leci po linii prostej do środka strefy dyżurowania, na tej samej wysokości, na której dyżurują myśliwce, lub że różnica wysokości jest na tyle mała, że myśliwce są w stanie wejść lub zejść na potrzebną wysokość ataku w trakcie wykonywania manewru w tylną półsferę celu, oraz że prędkość lotu podczas przechwytywania równa się prędkości lotu myśliwców w strefie dyżurowania.

Jeżeli natomiast różnica wysokości jest tak duża, że dla jej zniwelowania nie wystarczy manewr pionowy myśliwca, wykonywany dla wejścia w tylną półsferę celu i powstaje konieczność uprzedniego wznoszenia myśliwca po linii prostej, to możliwą rubież wprowadzenia do walki obliczamy ze wzoru:

$$S_{MRWW} = \frac{D_{wykr} + d - V_c / t_{pas1} + t_{wzn1} + t_{man1} / + n S_{wzn1}}{1 + n} \quad /49/$$

Dla obliczeń przyjmuje się następujące wielkości:

t_{man1} = 2 min

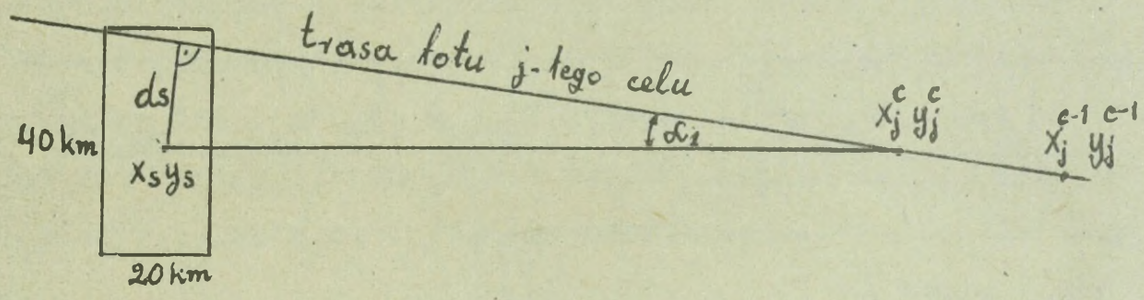
t_{pas1} = 1 min

d = 4 km

t_{wzn1}, S_{wzn1} - /do czasu dyżurowania dodaje się 1 min w przypadku gdy $\Delta H > 5$ km/ z tabeli 15 zależnie od wysokości lotu celu

Przyjęto, że wzory /48/ /49/ będą stosowane dla wyliczenia możliwej rubieży wprowadzenia do walki w przypadku, kiedy najbliższa odległość między trasą lotu celu a środkiem strefy dyżurowania ds nie przekracza 20 km.

Dla powyższych rozważań przyjmuje się średnią wielkość strefy dyżurowania 40 x 20 km.



Rys.17

Graficzna ilustracja najbliższej odległości między trasą lotu celu a środkiem strefy dyżurowania

Odległość d_s określa się według wzoru:

$$d_s = \frac{/A_j X_s + B_j y_s + C/}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2}},$$

gdzie: x_s y_s - współrzędne s-tej strefy dyżurowania

$$A_j = y_j^c - y_j^{c+1}$$

$$B_j = x_j^{c+1} - x_j^c$$

$$C_j = x_j^{c+1} \cdot y_j^c - y_j^{c+1} \cdot x_j^c$$

W przypadku, kiedy $d_s > 20$ km możliwą rubież wprowadzenia do walki określa się wg wzoru:

$$S_{MRWW} = \frac{\left[D_{wykr}\cos\alpha_1 - V_c/t_{pas1} + t_{man1}\right]}{1 - n^2} \pm \frac{\sqrt{n^2\left[D_{wykr}\cos\alpha_1 - V_c/t_{pas1} + t_{man1}\right]^2 + (1-n^2)\left\{D^2_{wykr} + \left[V_c/t_{pas1} + t_{man1}\right]^2 - 2D_{wykr}\cos\alpha_1\left[V_c/t_{pas1} + t_{man}\right]\right\}}}{1 - n^2} \qquad /50/$$

gdzie: $\cos\alpha_1$ określa się wg wzoru /40/.

8.4.4. Określanie możliwego czasu dyżurowania myśliwców w strefie oraz maksymalnej odległości rubieży wprowadzenia myśliwców dyżurujących w strefie do walki, zapewniającej powrót myśliwców na lotnisko

Czas przebywania myśliwca w powietrzu w określonych warunkach lotu jest ograniczony zapasem paliwa.

Czas dyżurowania myśliwców w danej strefie uzależniony jest od:

- ilości paliwa, jaką zabiera samolot,
- odległości strefy dyżurowania od lotniska bazowania myśliwców,
- warunków lotu z lotniska do strefy dyżurowania,
- warunków lotu w strefie dyżurowania,

- warunków lotu podczas walki powietrznej i przewidywanego czasu jej trwania,
- warunków lotu ze strefy dyżurowania do lotniska lądowania ,
- wielkości grupy dyżurującej.

Racjonalny czas dyżurowania w strefie ustala się w taki sposób, aby dyżurujący w strefie myśliwiec /grupa/ w ciągu czasu dyżurowania, a więc w jego końcowym momencie, mógł wykonać lot dla spotkania celu i wejść do walki na potrzebnej rubieży, a następnie wyjść na wyznaczone lotnisko lądowania.

Ilość paliwa dla dyżurowania w powietrzu oblicza się według wzoru:

$$Q_{dyż} = K\left[P/Q_c - Q_z - Q_m/ - Q_{wzn} - Q_{wp} - Q_{zn} - Q_{kr} - Q_{str}\right] /51/$$

gdzie: K - współczynnik uwzględniający zwiększenie zużycia paliwa podczas lotu w ugrupowaniu bojowym,

p - współczynnik uwzględniający zapas paliwa na wypadek zmiany sytuacji nawigacyjno-taktycznej i atmosferycznej,

Q_c - całkowita ilość paliwa na samolocie,

Q_z - zużycie paliwa na ziemi /zapuszczanie, próba silnika, kołowanie na start/,

Q_m - ilość paliwa pozostająca w zbiornikach /paliwo martwe/,

Q_{wzn} - ilość paliwa zużyta podczas wznoszenia,

Q_{wp} - ilość paliwa zużyta podczas walki powietrznej,

Q_{zn} - ilość paliwa zużyta podczas zniżania z danej wysokości lotu,

Q_{kr} - ilość paliwa zużyta podczas lotu po kręgu (nad) nad lotniskiem,

Q_{str} - ilość paliwa zużyta w locie poziomym do strefy i z powrotem.

$$Q_{str} = /2 - K/ \cdot C_k \left[/S_{str} - S_{wzn}/ + /S_{str} - S_{zn}/ \right] ,$$

gdzie: S_{str} - odległość od lotniska do strefy dyżurowania

C_k - kilometrowe zużycie paliwa w locie poziomym po trasie.

W przypadku, kiedy różnice $S_{str} - S_{wzn}$ oraz $S_{str} - S_{zn}$ będą ujemne, co świadczy o braku odcinka lotu poziomego, przyjmuje się te różnice równe zero.

Obliczanie ilości zużycia paliwa.

W tym celu zakłada się, że:

- wysokość strefy dyżurowania jest podana w danych wejściowych,
- samolot startuje z dwiema rakietami i z podwieszonym zbiornikiem paliwa.

Na podstawie powyższych założeń określa się poszczególne składowe wzoru /51/:

- całkowita ilość paliwa na samolocie Q_c = 2510 kG,
- zużycie paliwa na ziemi Q_z = 70 kG,
- zużycie paliwa na start i wznoszenie do H podanych w danych wejściowych Q_{wzn} - z tabel w zależności od H,

- zużycie paliwa na lot po kręgu i lądowanie Q_{kr} = 280 kG,
- niezużyta ilość paliwa Q_m = 30 kG
- 7% zapas aeronawigacyjny p = 0,93,
- K = 0,9,
- zużycie paliwa na walkę powietrzną Q_{wp} = 650 kG,
- kilometrowe zużycie paliwa C_k = 1,28 kG/km.

Na walkę powietrzną przyjęto średni czas - 3 min.

$$Q_{dyż} = 0,9\left[0,93/2510-70-30/-Q_{wzn}-650-Q_{zn}-280-Q_{str}\right]$$

$$Q_{dyż} = 0,9/1311-Q_{wzn}-Q_{zn}-Q_{str}/. \qquad /52/$$

Na podstawie wzoru /52/ obliczono ilość paliwa dla lotu poziomego dla przedziału wysokości od 100-11000 m. Dane te zestawiono w tabeli 15 - kolumna 4 i kolumna 6.

Korzystając z tabeli 15 określamy $Q_{dyż}$ według wzoru:

$$Q_{dyż} = Q^H_{lp} - Q_{str},$$

gdzie:

Q^H_{lp} - ilość paliwa dla lotu poziomego odczytane z tabeli 15 dla danej wysokości H.

Czas dyżurowania myśliwca określa się według wzoru:

$$t_{dyż} = \frac{Q_{dyż}}{c_k \cdot V_m}$$

Maksymalną odległość, na jaką myśliwiec typu Mig-21 może oddalić się od strefy, w zależności od faktycznego czasu dyżurowania dla przechwycenia celu z uwzględnieniem

powrotu myśliwca do strefy, a następnie na lotnisko lądowania określa się według wzoru:

$$S_{max} = V_m \frac{t_{lp}}{2} = V_m \frac{t_{dyż} - /t_1 - t_o/}{2} \qquad /53/$$

gdzie: $t_{lp} = t_{dyż} - /t_1 - t_o/$ - pozostała część czasu dyżurowania przeznaczona na lot poziomy,

t_o - czas wejścia myśliwca do strefy dyżurowania /podany w danych wejściowych/,

t_1 - czas wyjścia myśliwca ze strefy dyżurowania /liczony przez EMC/.

Maksymalną odległość, na jaką myśliwiec typu Lim-5 może oddalić się od strefy, w zależności od faktycznego czasu dyżurowania dla przechwycenia celu z uwzględnieniem powrotu myśliwca do strefy, a następnie na lotnisko lądowania, określa się według wzoru:

$$S_{max} = \frac{R_{max} - S_{str} - V_m /t_1 - t_o/}{2} \qquad /54/$$

gdzie: R_{max} - maksymalny zasięg myśliwca typu Lim-5 określany z tabeli 16 na podstawie wysokości strefy dyżurowania

$S_{str,ls} = \sqrt{/x_1 - x_s/^2 + /y_1 - y_s/^2}$ - odległość od strefy do lotniska, z którego myśliwce wystartowały

V_m = 750 km/godz.

8.4.5. Określanie możliwości ostrzelania celów powietrznych przez samoloty myśliwskie dyżurujące na lotniskach i w strefach dyżurowania przed rubieżą wykonania zadania /R_{wz}/ i przed maksymalną rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej /D_{EMC}/.

W przypadku dyżurowania samolotów na lotniskach należy wstępnie określić współrzędne rubieży przechwycenia j-tego lotniska S_{pjl}, rozwiązując układ dwóch równań:

$$y_{jl} - y_j^{c+1} = \frac{y_j^{c+1} - y_j^c}{x_j^{c+1} - x_j^c} /x_{jl} - x_j^c / \qquad /55/$$

$$S_{pjl}^2 = /x_{jl} - x_1/^2 + /y_j - y_1/^2$$

Wykorzystując wyliczone współrzędne rubieży przechwycenia $S_p/x_{jl}, y_{jl}/$ określa się odległość od i-tego pododdziału OPL do rubieży przechwycenia j-tego celu przez samoloty z l-tego lotniska /$D_{i/jl/}$/ według wzoru:

$$D_{i/jl/} = \sqrt{/x_{jl} - x_i/^2 + /y_{jl} - y_i/^2} \qquad /56/$$

Następnie porównuje się $D_{i/jl/}$ z rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji D_{EMCij}. Jeśli $D_{i/jl/} \geqslant D_{EMCij}$, wówczas cel może być przydzielany lotnictwu

myśliwskiemu, w przeciwnym zaś wypadku celu tego nie należy przydzielać.

W podobny sposób sprawdza się, czy rubież przechwycenia znajduje się przed rubieżą wykonania zadania /R_{wzj}/. Wykorzystując te same współrzędne rubieży przechwycenia /x_{jl} y_{jl}/ określa się odległość od środka obiektu do rubieży przechwycenia i-tego celu przez samoloty z l-tego lotniska $D_{o/jl}$/ według wzoru:

$$D_{o/jl/} = \sqrt{/x_{jl} - x_o/^2 + /y_{jl} - y_o/^2} \qquad /57/$$

Jeżeli $D_{o/jl/} \geqslant R_{wzj}$, to j-ty cel może być przydzielony lotnictwu myśliwskiemu, w przeciwnym zaś wypadku celu tego nie należy przydzielać.

Rubież wykonania zadania j-tego celu określa się według zależności:

$$R_{wzj} = R_o + R_r + A_o,$$

gdzie:

R_r - promień rażenia bomby,

R_o - promień osłanianego obiektu /obiektów/,

A_o - odstęp bombardowania. Średnie wartości A_o są zawarte w tabeli 17.

W tym wypadku określa się promień osłanianych obiektów /sumaryczny dla wszystkich obiektów/ na podstawie współrzędnych poszczególnych obiektów podanych w tabeli 6 kolumna 4. Jeżeli osłaniany obiekt składa się tylko z jednego obiektu, to oczywiście sumarycznego promienia obiektów nie oblicza się

lecz przyjmuje promień tego obiektu podany w tabeli 6. W tym wypadku promień rażenia bomby jądrowej oblicza się dla najbardziej wrażliwego obiektu i mocy 50 kT.

W razie dyżurowania samolotów w powietrzu, sposób postępowania podczas obliczeń jest podobny do sposobu postępowania podczas dyżurowania samolotów na lotniskach. Różnica polega na tym, że we wzorach /55/ /56/ /57/ współrzędne lotnisk należy zamienić na współrzędne stref dyżurowania. Następnie, jeżeli spełniony jest warunek $S_{p1} \leqslant S_{max}$, to w układzie równań /55/ w miejsce rubieży przechwytywania z lotnisk S_p należy podstawić rubież przechwytywania ze stref dyżurowania S_{p1}, natomiast gdy $S_{p1} > S_{max}$, to w miejsce S_p należy podstawić S_{max}.

Ostatecznie wzory będą miały postać:

$$y_{js} - y_j^{c+1} = \frac{y_j^{c+1} - y_j^c}{x_j^{c+1} - x_j^c} /x_{js} - x_j^c/ \qquad /55'/$$

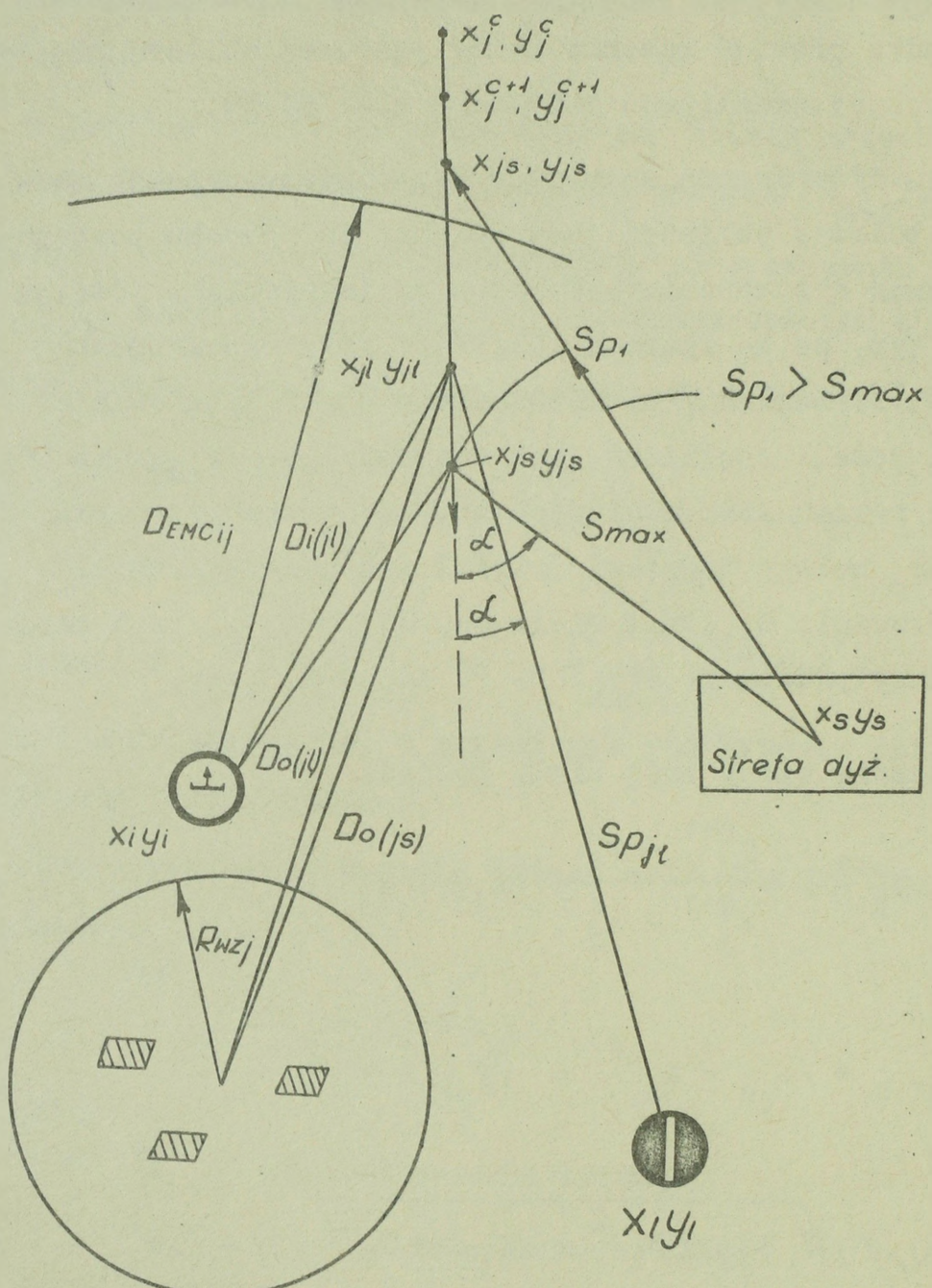
$$S^2_{maxjs} = /x_{js} - x_s/^2 + /y_{js} - y_s/^2$$

$$D_{i/js/} = \sqrt{/x_{js} - x_i/^2 + /y_{js} - y_i/^2} \qquad /56'/$$

$$D_{o/js/} = \sqrt{/x_{js} - x_o/^2 + /y_{js} - y_o/^2} \qquad /57'/$$

Sposób określania możliwości przydziału celów LM jest identyczny jak w przypadku dyżurowania samolotów na lotniskach.

Powyższe rozważania i przyjęte oznaczenia we wzorach ilustruje rys.18.



Rys. 18

Ilustracja graficzna wielkości określanych za pomocą wzorów /55/ /56/ i /57/

8.4.6. Określanie ilości samolotów myśliwskich niezbędnych do niszczenia celu powietrznego z założoną efektywnością

A. Potrzebna ilość samolotów myśliwskich do niszczenia celu pojedynczego

Potrzebną ilość samolotów myśliwskich do niszczenia celu pojedynczego oblicza się według wzoru:

$$N_p = \frac{\log /1 - R_g/}{\log /1 - W_I/}, \qquad /58/$$

gdzie:

N_p - potrzebna ilość samolotów myśliwskich,

R_g - gwarantowane /przyjęte/ prawdopodobieństwo rażenia celu pojedynczego

W_I - prawdopodobieństwo rażenia celu wszystkimi strzelaniami z samolotu danego typu.

B. Potrzebna ilość samolotów myśliwskich do niszczenia celu grupowego

Przyjmuje się schemat strzelania bez przeniesienia ognia; wtedy:

$$R_m = \sum_{j=m}^{Kc} C_{kc}^{j} \; W_{\Sigma}^{j} \; /1 - W_{\Sigma}/^{Kc-j} \qquad /59/$$

gdzie:

W_{Σ} - prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego odpowiednio wszystkimi wydzielonymi na nie strzelaniami,

K_c - ogólna ilość celów w grupie,

C^j_{Kc} - ilość kombinacji odpowiednio od K_c do j dla ustalonych wartości R_m = 0,5; 0,8; i 0,95.

Wzór /59/ bezpośrednio nie może być wykorzystany do obliczeń potrzebnej ilości samolotów N_g, ponieważ nie wyraża w postaci jawnej tych sił. Dlatego też należy wyrazić potrzebną ilość samolotów przez znane wielkości, wchodzące w skład tego wzoru.

Aby obliczyć wartość W_Σ, wprowadza się pojęcie elementarnej potrzebnej ilości samolotów, którą oznaczamy przez k_1. Jest to potrzebna ilość samolotów do działań dla zniszczenia celu elementarnego ze składu celu grupowego. Przy założeniu, że każdy samolot z potrzebnej ilości po wykonaniu wszystkich strzelań razi cel elementarny z prawdopodobieństwem W_I, prawdopodobieństwo rażenia celu k_1 samolotami można obliczyć według wzoru:

$$W = 1 - /1 - W_I/^{k_1} \qquad /60/$$

Dla związku elementarnej ilości k_1 z ogólną potrzebną ilością samolotów N_g podczas działań dla zniszczenia celu grupowego, należy przyjąć hipotezę o równomiernym podziale samolotów na każdy cel elementarny. Wtedy podaną hipotezę można wyrazić z zależności:

$$N_g = k_1 K_c \qquad /61/$$

Wspólne rozwiązanie zależności /59/ 60/ /61/ przy ustalonych wartościach R_m, m, W_I i K_c pozwala obliczyć potrzebną ilość samolotów.

Dane wejściowe do obliczenia potrzebnej ilości samolotów przy niszczeniu celu grupowego są następujące:

- ogólna ilość celów w grupie /K_c/,
- ilość celów podlegających rażeniu /m/ przy tym $m \leqslant K_c$,
- prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego przez samolot, przy wykonaniu wszystkich strzelań /W_I/,
- prawdopodobieństwo gwarantowane wykonania zadania bojowego /R_m/.

9. OKREŚLANIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZYDZIAŁU CELÓW POWIETRZNYCH PODODDZIAŁOM OPL I LOTNICTWU MYŚLIWSKIEMU

9.1. Określanie optymalnego wariantu przydziału celów powietrznych pododdziałom zgrupowania

W wyniku realizacji algorytmu określania możliwości niszczenia celów powietrznych przez pododdziały zgrupowania, otrzymuje się macierz $[W_{ij}^{d}]$ której elementy stanowią podstawę do właściwego funkcjonowania algorytmu przydziału.

W wierszach określonej macierzy występują pododdziały OPL, których maksymalnie może być 21, a w kolumnach - cele powietrzne w maksymalnej ilości 30. Jak wynika z powyższego oraz z określonej sytuacji powietrznej, macierz $[W_{ij}^{d}]$ nie zawsze będzie kwadratowa. W przypadku macierzy kwadratowej zadanie sprowadza się do wyboru z każdego wiersza i każdej kolumny po jednym elemencie tak, aby ich suma była największa. Gdyby macierz $[W_{ij}^{d}]$ była zbudowana tak, że maksymalne elementy jej wierszy znajdowałyby się w różnych kolumnach, rozwiązanie problemu wyboru byłoby proste.

Na ogół jednak kilka maksymalnych elementów różnych wierszy znajduje się w jednej i tej samej kolumnie i rozwiązanie problemu wyboru nie jest już tak oczywiste. Do rozwiązania sformułowanego zadania zastosowano Zmodyfikowaną Metodę Węgierską, ponieważ zapewnia ona wypracowanie informacji decyzyjnej w krótkim czasie, możliwość rozwiązywania macierzy niekwadratowych oraz przydziału kilku

celów niektórym pododdziałom OPL /w naszym przypadku paplot/ ustalonych przez wektor ograniczający.

Dla danej etapowej sytuacji powietrznej określa się za każdym razem wektor ograniczeń, który charakteryzuje ilość celów przydzielanych danemu paplot. Decyzję co do ilości przydzielanych celów danemu paplot podejmuje dowódca zgrupowania w postaci kodów wpisywanych w tabeli 8 /kolumna 6/.

Jeżeli w kolumnę 6 wpisze się cyfrę 1, to EMC przydzieli tyle celów danemu paplot, ile jest w danej chwili wolnych baterii.

Jeżeli w kolumnę 6 wpisze się cyfrę 2 lub 3, to EMC przydzieli tyle celów danemu paplot ile wynosi iloraz

$$n_c = \frac{N_{wb}}{2} \quad \text{lub} \quad n_c = \frac{N_{wb}}{3},$$

gdzie:

N_{wb} - ilość wolnych baterii w paplot w momencie wypracowania decyzji przez EMC,

n_c - ilość celów przydzielanych paplot w danej etapowej sytuacji powietrznej

W przypadku, gdy iloraz nie jest liczbą całkowitą, to ilość przydzielanych celów danemu paplot wyniesie $L_c + 1$,

gdzie: L_c - liczba całkowita otrzymana z ilorazu.

Jeżeli w zgrupowaniu występują dwa paplot, to w wektorze ograniczeń zestawia się ilość przydzielanych celów oddzielnie dla każdego paplot.

Opis metody

Dana jest macierz i wektor ograniczeń

$$C = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ C_n \end{bmatrix} \quad W_{ij}^d \quad \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & & a_{nm} \end{bmatrix}$$

W danym przypadku element/a_{ij}/ macierzy $[W_{ij}^d]$ jest sumą następujących wielkości:

$$a_{ij} = W_{ocj} + W_{oc/obj,kt} + W_{opi,j} + p_{ij} + /1 - \frac{P'_{ij}}{P'_{imax}}/,$$

gdzie: $W_{oc,j}$ - wskaźnik wagowy wyrażający ważność operacyjną j-tego celu powietrznego ze względu na jego rodzaj,

$W_{oc/objk}$ - wskaźnik wagowy wyrażający ważność operacyjną j-tego celu powietrznego ze względu na ważność k-tego bronionego obiektu,

W_{opij} - wskaźnik wagowy wyrażający ważność operacyjną i-tego pododdziału OPL względem j-tego celu,

P_{ij} - prawdopodobieństwo zniszczenia j-tego celu przez i-ty pododdział OPL,

P'_{ij} - parametr j-tego celu względem i-tego pododdziału OPL,

P_{imax} - maksymalny parametr i-tego pododdziału OPL.

Dla paplot parametr określa się w stosunku do środka jego ugrupowania.

Elementy C_1 C_2 ..... C_n są liczbami naturalnymi takimi, że $\sum_{i=1}^{n} C_i \geqslant m$, jeżeli warunek ten nie jest spełniony to należy w sposób sztuczny dodać wiersz lub kilka wierszy tak aby spełnić powyższy warunek. Dodane wiersze posiadają elementy zerowe.

Należy znaleźć układ wskaźników /j_1, j_2 .... j_m/ taki, że:

1^x/ dla każdego k /k = 1,2....n/ ilość wskaźników j_i takich, że j_i = k nie przekracza C_k,

2/ forma $L = \sum_{i=1}^{m} a_{ji}$ i osiąga maksymum /przy spełnieniu ograniczenia 1^x/.

Do każdego elementu niezerowego macierzy W^d_{ij} należy dodać stałą wartość, którą określa się z następującej zależności:

$$S \geqslant m \times \max a_{ij} = 30 \cdot 80 = 24000$$

Uwarunkowane jest to tym, że za pomocą tej metody dokonuje się takiego wyboru elementów, aby ich suma była największa. Nie wyklucza się elementów zerowych. Może zaistnieć przypadek, że będą przydzielone cele o dużych wskaźnikach wagowych, łącznie ze wskaźnikami zerowymi, które zapewnią maksymum funkcji, lecz inne cele nie będą przydzielone, mimo że

środki ogniowe mogą prowadzić do nich ogień. Dodanie stałej wartości do elementów niezerowych wyklucza takie przypadki, np. rozwiązując macierz $\begin{bmatrix} 40 & 20 \\ 10 & 0 \end{bmatrix}$ zapewnia się maksymum funkcji przez wybór następujących elementów 40 + 0, po dodaniu stałej wartości /2400/ do elementów niezerowych otrzymuje się macierz $\begin{bmatrix} 2440 & 2420 \\ 2410 & 0 \end{bmatrix}$, wtedy maksymum funkcji dają elemnty 2410 + 2420.

Pierwotną macierz $\left[W_{ij}^{d}\right]$ zachować nienaruszoną, następnie po dokonaniu przydziału - sprawdzić ją i jeżeli dokonano wyboru celu o wskaźniku zerowym, nie przydzielać go danemu środkowi ogniowemu.

Postępowanie obliczeniowe prowadzące do rozwiązania opisanego wyżej zadania składa się z etapu przygotowawczego i pewnej liczby iteracji.

Etap przygotowawczy

W każdej kolumnie znajduje się element największy i każdy element danej kolumny zastępuje się różnicą elementu największego i elementu danego /postępowanie dotyczy tylko macierzy $\left[W_{ij}^{d}\right]$/ W rezultacie w każdej kolumnie otrzymuje się przynajmniej jedno zero.

Następnie rozpatruje się kolejno wszystkie kolumny macierzy $\left[W_{ij}^{d}\right]$. Jeżeli w rozpatrywanej kolumnie zero znajduje się w j-tym wierszu takim, że $C_j > \sigma$, to oznacza się to zero gwiazdką /0^{x}/, wstawia się w wektorze ograniczeń zamiast C_j wartość $C_j - 1$ i przechodzi się do rozpatrywania następnej kolumny. Jeżeli w rozpatrywanej kolumnie wszystkie zera

znajdują się w wierszach, których ograniczenia są wyczerpane /tzn.dla każdego z tych wierszy odpowiadający temu wierszowi element wektora ograniczeń C jest równy zero/, to kończy się czynność i przechodzi do następnej kolumny. Jeżeli po rozpatrzeniu wszystkich kolumn ilość zer z gwiazdkami wynosi m, to postępowanie zostaje zakończone i pozycje zer z gwiazdkami wyznaczają rozwiązanie. W przeciwnym wypadku przechodzi się do iteracji.

Opis oddzielnej iteracji

Na początku iteracji zamyka się wszystkie kolumny zawierające zera z gwiazdkami /np.oznaczając każdą z nich znakiem +/ i otwiera wszystkie wiersze /wyznaczając znaki + odnoszące się do wierszy, przy pierwszej iteracji wiersze są otwarte/.

Pierwszy krok

Rozpatruje się wszystkie elementy otwarte macierzy $[W_{ij}^{d}]$ /tzn. elementy leżące na skrzyżowaniach otwartych kolumn i otwartych wierszy/ i wyszukuje się wśród nich element minimalny. Jeżeli element ten jest różny od zera, to przechodzi się do trzeciego kroku. Jeżeli element ten jest zerem, to mogą zaistnieć przypadki:

1/ w kolumnie zawierającej ten element jest zero z gwiazdką

2/ w kolumnie tej nie ma zera z gwiazdką

oraz

a/ ograniczenia wiersza zawierającego dany element zostały wyczerpane /tzn.element wektora ograniczeń C odpowiadający danemu wierszowi jest równy zero/

b/ ograniczenia wiersza zawierającego dany element nie zostały wyczerpane.

W przypadku 1a i 2a oznacza się dane zero apostrofem /0'/, zamyka wiersz zawierający dane zero i otwiera wszystkie kolumny, na których skrzyżowaniu z danym wierszem znajdują się zera z gwiazdkami. Następnie przechodzi się do początku pierwszego kroku. W przypadku 1b przechodzi się do drugiego kroku, punkt a, zaś w przypadku 2b przechodzi się do drugiego kroku, punkt b.

Drugi krok

a. Oznacza się dane zero apostrofem, zmniejsza element wektora o 1. Następnie rozpoczynając od danego zera z apostrofem stworzy się łańcuch zer przechodząc od zera z apostrofem do zera z gwiazdką w kolumnie i od zera z gwiazdką do zera z apostrofem w wierszu. Łańcuch taki zakończy się zerem z apostrofem. W łańcuchu zera z apostrofem zmienia się na zera z gwiazdką zaś zera z gwiazdką na zera. Zera z apostrofem nie wchodzą do łańcucha zamienia się je na zera. W ten sposób liczba zer z gwiazdkami wzrasta o 1. Jeżeli jest ich już m, to postępowanie zostaje zakończone. W przeciwnym razie przechodzi się do początku iteracji.

b. Oznacza się dane zero gwiazdką i zmniejsza o 1 element wektora ograniczeń odpowiadający wierszowi, w którym leży to zero. Pozostałe zera z apostrofami zamienia się na zera. Jeżeli liczba zer z gwiazdkami wynosi m, to postępowanie zostaje zakończone i pozycje zer z gwiazdkami określają rozwiązanie. Jeśli nie, to przechodzi się do początku iteracji.

Trzeci krok

Do trzeciego kroku przechodzi się po pierwszym kroku w przypadku, gdy element minimalny wśród elementów otwartych jest większy od zera. Wszystkie elementy otwartych kolumn zmniejsza się o ten element, zaś wszystkie elementy zamkniętych wierszy zwiększa się o ten element. Następnie przechodzi się do pierwszego kroku.

9.2. Określanie wariantów przydziału celów powietrznych lotnictwu myśliwskiemu

Do zasadniczych wariantów rozpatrywanych w danej pracy można zaliczyć:

1/ przydział celów powietrznych lotnictwu myśliwskiemu zgodnie z zasadą, że na dalekich podejściach cele zwalcza LM a na bliskich podejściach - pododdziały OPL;

2/ przydział celów powietrznych lotnictwu myśliwskiemu zgodnie z zasadą, że na bliskich podejściach zwalcza LM i pododdziały OPL;

3/ przydział celów powietrznych zgodnie z zasadą, że lotnictwu myśliwskiemu przydzielać grupę celów znajdujących się w innej przestrzeni powietrznej w stosunku do celów przydzielanych pododdziałom OPL.

Przydział celów stosownie do punktu pierwszego i drugiego został rozpatrzony w algorytmach roboczych zgodnie z ogólnym algorytmem rozwiązania zadania.

Problem przydziału celów zgodnie z punktem trzecim jest złożony - jeśli chodzi o wypracowanie informacji decyzyjnej

za pomocą EMC. Dlatego ażeby ułatwić rozwiązanie tego zagadnienia przyjmuje się pewne uproszczenia, które w danym wypadku polegają na tym, że dowódca zgrupowania ocenia sytuację powietrzną i wprowadza określone informacje do EMC. Fakt ten powoduje to, że zmniejsza się poważnie ilość obliczeń, które musiałaby wykonać EMC, a tym samym skraca się czas wypracowania informacji decyzyjnej. Poza tym zmniejsza się złożoność algorytmów rozwiązujących ten problem oraz zachowuje się współudział dowódcy w kierowaniu ogniem.

Takie uproszczenia problemu nie spowodują zmniejszenia efektywności ugrupowania.

Dowódca zgrupowania za pomocą tabeli 8 wprowadza do EMC azymut grupy samolotów /B_g - mierzony względem środka obiektu/, które zgodnie z jego decyzją powinny być przydzielone lotnictwu myśliwskiemu. Do określonego azymutu dodaje się liczbę dwucyfrową, która oznacza szerokość sektora w stopniach, przyczym środkiem sektora jest podany azymut.

Cele, które znajdą się w podanym sektorze będą przydzielone lotnictwu myśliwskiemu, zaś cele znajdujące się poza sektorem - pododdziałom OPL.

Decyzja dowódcy zgrupowania wpisana do tabelki 8 /kolumna 7/ i wprowadzona do EMC jest aktualna, dopóki nie zostanie wprowadzona do EMC informacja kasująca tę decyzję, w tabeli 8 kolumna 7/ należy wpisać zero lub inny azymut łącznie z sektorem. Jeżeli wypełniający tabelkę 8 nie wpisze wielkości sektora, tylko sam azymut to sektor wtedy jest stały i wynosi 45^o.

9.3. Określanie optymalnego wariantu przydziału celów powietrznych lotnictwu myśliwskiemu

Sformułowanie problemu

1. Dane jest "n" lotnisk /stref dyżurowania/, na każdym z nich dyżuruje a_i samolotów, zatem liczby a_1, $a_2 \ldots a_n$ są stanami samolotów na poszczególnych lotniskach /strefach dyżurowania/.

2. Dane jest "m" celów, do każdego z nich wyznacza się B_j samolotów, zatem liczby B_1, $B_2 \ldots B_j \ldots B_m$ oznaczają wymaganą ilość samolotów potrzebnych do zniszczenia kolejnych celów /z określonym prawdopodobieństwem/.

3. Dana jest macierz współczynników wagowych

$$W_{j,l/s/} = \left[a_{j.l/s/} \right]_{8 \times 20},$$

gdzie:

$a_{j,l/s/}$ oznacza współczynnik wagowy przydzielenia samolotu z l-tego lotniska lub s-ty strefy do j-tego celu /współczynniki wagowe są tak dobrane, że im jest on mniejszy, tym korzystniej przydzielać dany samolot na dany cel/.

Element $a_{j,l/s/}$ macierzy $\left[W_{j,l/s/} \right]$ jest sumą następujących wielkości:

$$a_{jl/s/} = \frac{1}{W_{oc,j}} + \frac{1}{W_{oc/obj,k}} + D_{jl/s/} + \mathcal{L}_{jl/s/} ,$$

gdzie:

$W_{oc,j}$ - wskaźnik wagowy wyrażający ważność operacyjną j-tego celu ze względu na jego rodzaj,

$W_{oc/obj,k}$ - wskaźnik wagowy wyrażający ważność operacyjną j-tego celu powietrznego ze względu na ważność k-tego obiektu,

$D_{jl/s/}$ - odległość od j-tego celu do l-tego lotniska lub s-tej strefy dyżurowania,

$\alpha_{jl/s/}$ - kąt zawarty między trasą lotu j-tego celu a prostą łączącą położenie j-tego celu i l-tego lotniska lub s-tej strefy dyżurowania.

Należy znaleźć taki rozdział samolotów na poszczególne cele, aby suma wybranych wskaźników wagowych była minimalna.

Analiza możliwości rozwiązania sformułowanego problemu

Niech $P_k = /b_1^k, b_2^k, \ldots b_j^k \ldots b_m^k/$,

gdzie: $b_j^k \leqslant B_j, \quad j = 1,\overline{m}$

będzie dowolnym, hipotetycznym rozdziałem samolotów na cele.

Niech zbiór wszystkich hipotetycznych rozdziałów będzie

$$\mathbb{P} = \{P_1 \ldots P_k, \ldots P_K\}$$

Dla każdego rozdziału $P_k \in \mathbb{P}$ należy znaleźć optymalny /minimalny ze względu na wskaźniki wagowe/ przydział samolotów na cele, uwzględniając jednocześnie warunek, że poszczególny cel nie może być niszczony przez samoloty z różnych lotnisk.

W tym celu dla każdego p_k należy rozwiązać następujące zadanie liniowe:

$$\max \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \frac{X_{ij}}{C_{ij} \cdot b_j}$$

przy ograniczeniach

1/ $$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \leqslant 1 \qquad j = 1, \bar{m}$$

2/ $$\sum_{j=1}^{m} X_{ij}\, b_j^k \leqslant a_i \qquad i = 1, \bar{n}$$

3/ $$X_{ij} \in \{0,1\}$$

Zadanie to można rozwiązać metodą "Sympleks" przyjmując warunki całkowitej liczbowości.

Przedstawiony problem jest w swej istocie problemem nieliniowym i nawet najprostszy program optymalizacji zajmie dużo pamięci operacyjnej i będzie liczony w bardzo długim czasie, co stanowi o nieprzydatności tej metody.

Zagadnienie sformułowane wyżej stanowi skomplikowany problem do rozwiązania za pomocą znanych metod matematycznych, ponieważ spełniając optymalność przydziału, nie spełnia się kryterium czasowego /krótki czas liczenia/, i odwrotnie.

Uwzględniając powyższe należy stosować pewne uproszczenia, oczywiście kosztem optymalności przydziału, w celu spełnienia kryterium czasowego.

Głównym problemem stanowiącym o niemożliwości zastosowania metod transportowych w tym zagadnieniu jest warunek ograniczający możliwości przydziału samolotów z różnych lotnisk do niszczenia jednego celu. Istnieje możliwość wykorzystania Zmodyfikowanej Metody Węgierskiej przy pewnym

uproszczeniu zagadnienia, a mianowicie należy założyć, że wszystkim celom powietrznym przydziela się taką samą ilość samolotów. Pozwoli to utworzyć wektor ograniczający /niezbędny dla tej metody/ mówiący o tym, ile celów można zniszczyć /obsłużyć/ przez samoloty danego lotniska /strefy dyżurowania/. Jednak z punktu widzenia merytorycznego jest to poważne uproszczenie zagadnienia i nie do przyjęcia. Rozwiązaniem, które mieściłoby się w granicach zdrowego rozsądku, będzie utworzenie dwóch macierzy: jednej zawierającej cele bardzo ważne, drugiej zawierającej pozostałe cele. Wtedy ustala się jednakową ilość samolotów do niszczenia każdego celu w danej macierzy, przy czym jest ona różna od ilości samolotów przeznaczonych do niszczenia każdego celu w drugiej macierzy. W ten sposób ustalone ilości samolotów do niszczenia jednego celu pozwolą utworzyć wektory ograniczające oddzielnie dla każdej macierzy, a tym samym wykorzystać ww metodę. Rozwiązanie zadania przydziału celów lotnictwu myśliwskiemu będzie polegało na kolejnym rozwiązaniu dwóch macierzy, najpierw tej z celami bardzo ważnymi, następnie - jeżeli pozostaną wolne samoloty, macierzy z pozostałymi celami. Niewątpliwie przy takim sposobie przydziału celów lotnictwu myśliwskiemu zostaje częściowo naruszona optymalność przydziału, jednak w miejsce tego osiąga się krótki czas liczenia wyników.

Należy zaznaczyć, że wstępnie przed dokonaniem przydziału celów lotnictwu myśliwskiemu koniecznym jest określić ilość samolotów do niszczenia każdego celu.

Przy określaniu ilości samolotów do zniszczenia każdego celu przyjmuje się następujące założenia:

- do jednego celu może być wyznaczonych 1,2... n samolotów, uwarunkowane jest to prawdopodobieństwem zniszczenia celu przez jeden samolot oraz żądanym prawdopodobieństwem zniszczenia celu /ilość wyznaczonych samolotów będzie na bieżąco obliczana, przy uwzględnieniu typu samolotu i rodzaju celu/;
- przed rubieżą stawiania zadań pododdziałom OPL stosuje się ześrodkowanie ognia /wyznacza się kilka samolotów do jednego celu grupowego w celu rozbicia nalotu na oddzielne cele, które następnie łatwiej mogą niszczyć wojska rakietowe;
- za rubieżą stawiania zadań pododdziałom OPL dokonuje się takiego przydziału samolotów, aby w miarę możliwości każdy cel był ostrzelany;
- jeżeli w nalocie występują cele bardzo ważne /NBJ,ZM,grupowe/, mniej ważne i nie wystarcza samolotów do zniszczenia każdego celu zgodnie z obliczonymi potrzebami, to niszczy się cele bardzo ważne potrzebną ilością samolotów, pozostawiając inne cele bez przydziału samolotów;
- w przypadku, gdy ilość samolotów jest tak mała, że nie wystarcza do niszczenia celów bardzo ważnych żądaną ilością samolotów, to zmniejsza się ilość przydzielanych samolotów do zniszczenia jednego celu, tak aby ostrzelać /jeżeli to jest możliwe/ wszystkie cele bardzo ważne,
- do niszczenia jednego celu nie wyznacza się samolotów z różnych lotnisk. Uwarunkowane jest to tym, że cele powinny być niszczone przed rubieżą wykonania zadania lub przed rubieżą stawiania zadań pododdziałom OPL, a nie na całej trasie lotu. Nie uwzględnia się przesunięć czasowych między atakami poszczególnych samolotów myśliwskich.

Kolejność określania ilości przydzielonych samolotów na każdy cel jest następująca:

- określenie ilości potrzebnych samolotów do zniszczenia każdego celu według wzoru /58/,
- określenie sumy potrzebnych samolotów do niszczenia wszystkich celów,
- określenie ilości samolotów będących w gotowości Nr 1 dyżurujących na lotniskach i strefach dyżurowania, na podstawie danych wejściowych zmiennych.

Jeżeli ilość samolotów na lotniskach i strefach dyżurowania jest większa lub równa ilości potrzebnych samolotów do zniszczenia wszystkich celów, to określoną ilość samolotów dla każdego celu pozostawia się jako aktualną. W przeciwnym wypadku należy sprawdzić, czy macierz zawiera cele bardzo ważne; jeżeli nie, to samoloty należy równomiernie rozdzielić na wszystkie cele i przystąpić do przydziału celów LM. Jeżeli macierz zawiera cele bardzo ważne, to określa się ilość samolotów potrzebnych do zniszczenia celów bardzo ważnych. Gdy ilość samolotów dyżurujących na lotniskach i strefach dyżurowania jest mniejsza od ilości potrzebnych samolotów dla zniszczenia celów bardzo ważnych, to dokonuje się równomiernego rozdziału samolotów na cele bardzo ważne i przystępuje się do przydziału celów LM. W przeciwnym przypadku pozostawia się określoną ilość samolotów przeznaczoną do zniszczenia celów bardzo ważnych. Pozostałą ilość wolnych samolotów rozdziela się równomiernie na inne cele. Następnie przystępuje się do przydziału celów lotnictwu myśliwskiemu zgodnie z opisaną metodą.

10. WYPRACOWANIE DANYCH DO WSKAZANIA CELÓW PODODDZIAŁOM ARMIJNEGO ZGRUPOWANIA PRZECIWLOTNICZEGO

Na podstawie optymalnego przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL EMC wypracowuje zero-jedynkową macierz decyzyjną. Jedynka w macierzy oznacza przydział danego celu danemu pododdziałowi OPL. Zero w macierzy oznacza, że danego celu danemu pododdziałowi OPL nie można przydzielić.

Na podstawie tak określonej macierzy zestawia się dane do wskazania celów pododdziałom OPL w postaci tabeli 19. Dane te są wcześniej określane w czasie pracy programu i przechowywane w postaci macierzy w pamięci EMC. Określenie macierzy zero-jedynkowej powoduje właściwy wybór danych odpowiadających tym pododdziałom OPL, którym przydzielono dane cele.

TABELA 19

Dane do wskazania celów pododdziałom OPL

Nr baterii OPL /paplot/	Kryptonim baterii OPL /paplot/	Nr celu	Azymut celu /β^o/	Odległość do celu /km/	Wysokość celu	Charakterystyka celu /zakł. grup./	Ilość rakiet
⋮							

W poszczególnych kolumnach tabeli 19 podaje się:

w kolumnie pierwszej - numer baterii OPL, której przydzielono dany cel powietrzny;

w kolumnie drugiej - kryptonim baterii OPL, której został przydzielony dany cel powietrzny;

w kolumnie trzeciej - numer celu, który został przydzielony danej baterii.

Jeśli chodzi o paplot, to podaje się numer i kryptonim paplot /a nie baterii paplot/, któremu zostały przydzielone cele. W tym wypadku pierwsza i druga kolumna są zapełnione tylko dla pierwszego celu przydzielanego danemu paplot, dla pozostałych celów kolumny te są nie wypełnione;

w kolumnie czwartej - azymut przydzielonego celu danej baterii OPL /lub paplot/.

Jeśli chodzi o paplot, to azymut mierzy się w stosunku do środka ugrupowania paplot;

w kolumnie piątej - odległość celu od baterii, której cel przydzielono.

Jeśli chodzi o paplot, to odległość celu mierzy się od środka ugrupowania paplot;

w kolumnie szóstej-wysokość celu przydzielanego danej baterii /lub paplot/;

w kolumnie siódmej - charakterystykę celu /np.grupowy, zakłócający/ zgodnie z przyjętymi oznaczeniami:

G - cel grupowy
ZP - cel stosujący zakłócenia pasywne
ZA - cel stosujący zakłócenia aktywne
ZM - cel stosujący zakłócenia mieszane
M - cel manewrujący.

W kolumnie ósmej - ilość rakiet, którymi dana bateria powinna ostrzelać wskazany cel. Wymienione wielkości w poszczególnych kolumnach tabeli 19 drukuje się za pomocą drukarki znakowo-mozajkowej lub wyświetla na monitorze ekranowym w zależności od posiadanych urządzeń.

Czy można to zademonstrować?

Zasada wypracowania danych potrzebnych do wskazania celów lotnictwu myśliwskiemu jest analogiczna do wypracowania danych potrzebnych do wskazania celów pododdziałom OPL. W tym wypadku również wypracowuje się zero-jedynkową macierz decyzyjną.

Dane dla lotnictwa myśliwskiego zestawia się w postaci tabeli 20.

TABELA 20

Dane do wskazania celów lotnictwu myśliwskiemu

Nr strefy lub lotniska	Kryptonim strefy lub lotniska	Rubież zniszczenia celu	Nr celu	Współrzędne celu	Wysokość celu	Prędkość celu
...						

W poszczególnych kolumnach tabeli 20 podaje się:

w kolumnie pierwszej - numer strefy lub lotniska, z którego będą startować samoloty do wskazanego celu;

w kolumnie drugiej - kryptonim strefy lub lotniska;

w kolumnie trzeciej - rubież zniszczenia celu przez samoloty startujące z ukazanej strefy lub lotniska;

w kolumnie czwartej - numer celu, który będzie niszczony przez samoloty startujące z podanej strefy lub lotniska;

w kolumnie piątej - współrzędne płaskie prostokątne wskazanego celu;

w kolumnie szóstej - wysokość wskazanego celu;

w kolumnie siódmej - prędkość wskazanego celu.

Wyniki obliczeń zawarte w poszczególnych kolumnach podobnie jak w tabeli 19 również wyprowadza się na drukarkę znakowo-mozajkową lub na monitor ekranowy.

11. SPOSÓB PRZEKAZYWANIA DANYCH DECYZYJNYCH PODODDZIAŁOM OPL I NA SD LOTNICTWA MYŚLIWSKIEGO

Zasadniczym reżimem pracy systemu kierowania armijnym zgrupowaniem przeciwlotniczym powinna być praca automatyczna, co stwierdzono już w rozdziale 6.1.4. Z tego wynika, że i przekazywanie danych decyzyjnych pododdziałom OPL i lotnictwu myśliwskiemu powinno również odbywać się w sposób automatyczny. Foniczno-planszetowy sposób ich przekazywania zwiększy poważnie czas reakcji systemu, który może stać się nieefektywny. Wyprowadzanie informacji decyzyjnej z EMC na maszynowe nośniki informacji /karty perforowane, taśma perforowana/ lub drukarkę wierszową, następnie odtwarzanie jej i przekazywanie sposobem foniczno-planszetowym pododdziałom OPL /lub za pomocą UTD nie połączonych bezpośrednio z EMC/ znacznie zwiększy czas jej przekazywania, a tym samym czas reakcji systemu, który z zasady będzie wychodził poza granice dopuszczalnego czasu dla tego systemu.

Przekazywanie zatem informacji powinno odbywać się za pomocą urządzeń transmisji danych /UTD/, bezpośrednio połączonych z EMC /bez ingerencji człowieka/. Zasadę przekazywania tej informacji oraz zestaw podstawowych urządzeń pokazano na rys.9. Szczegółowy sposób przekazywania jest omówiony w pkt.2. str.20.

Zestaw zautomatyzowanego kierowania ogniem K-1 można wykorzystywać przy zautomatyzowanym kierowaniu ogniem zgrupowania przeciwlotniczego oraz przy foniczno-planszetowym sposobie kierowania ogniem.

W pierwszym przypadku dowódca brygady KRUG i dowódcy pułków KUB mają możność dokonania wyboru i mogą zdecydować, czy korzystając z informacji decyzyjnej wypracowanej przez EMC sami /za pomocą K-1/ przydzielają cele poszczególnym bateriom, czy informacja decyzyjna przekazywana zawsze bateriom /za pomocą UTD/ jest przez nie realizowana, a zestaw K-1 jest gotowy do pracy i przejmuje kierowanie ogniem w razie awarii systemu zautomatyzowanego.

W drugim przypadku należy zawsze wykorzystywać zestaw K-1.

12. ZAKOŃCZENIE

Praca niniejsza stanowi próbę naukowego ujęcia bardzo ważnych obecnie zagadnień dotyczących automatyzacji procesów kierowania ogniem zgrupowań przeciwlotniczych.

Ze względu na obszerność i złożoność tematu nie mogłem w pełni opracować wszystkich zagadnień, dotyczących zwłaszcza lotnictwa myśliwskiego. Niektóre problemy wymagają szerszego rozwinięcia, jak na przykład zagadnienie automatycznego wprowadzania informacji radiolokacyjnej do EMC oraz przekazywania informacji decyzyjnej pododdziałom OPL. Skoncentrowałem swoją uwagę na tych problemach, które można będzie rozwiązać ze względu na zakres posiadanej wiedzy, stosowane metody oraz urządzenia techniczne, które w najbliższym czasie będą dostępne.

Opracowane algorytmy będą w pełni praktycznie użyteczne po zakończeniu prac nad środkami technicznymi, umożliwiającymi automatyczne przekazywanie na duże odległości /20-30 km/ wyżej omawianych informacji. Inne sposoby przekazywania informacji obniżają efektywność systemu AZplot ze względu na wzrastanie czasu reakcji systemu.

Opracowane algorytmy dla AZplot mogą być wykorzystane w pełni dla potrzeb systemu OPL armii /w zakresie kierowania ogniem armijnych oddziałów OPL/, ponieważ przewidziany w algorytmach zakres struktury uwzględniającej typy i ilości oddziałów OPL, które mogą występować w zgrupowaniu, przewyższa ilość armijnych oddziałów OPL.

Na zakończenie wyrażam serdeczne podziękowanie promotorowi płk.doc.dr.Stanisławowi PIURO, który w czasie kierowania pracą udzielał mi wielu cennych rad i wskazówek, poświęcając wiele czasu na dyskusje dotyczące naukowego ujęcia problemu.

Dziękuję również kierownictwu katedry oraz tym oficerom którzy swoją życzliwością przyczynili się do zapewnienia mi jak najlepszych warunków podczas przygotowywania rozprawy doktorskiej.

13. ZAŁĄCZNIKI

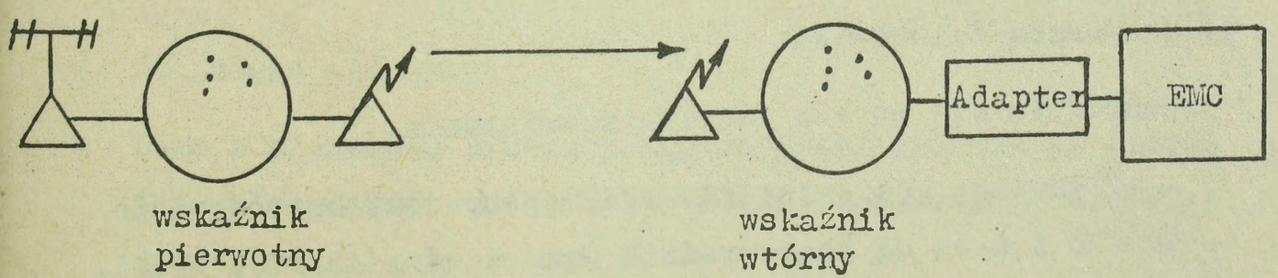
Załącznik 1

13.1. Sposoby wprowadzania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej do EMC

Informację radiolokacyjną o sytuacji powietrznej można wprowadzać do EMC następującymi sposobami:

1/ Za pomocą aparatury ASPD

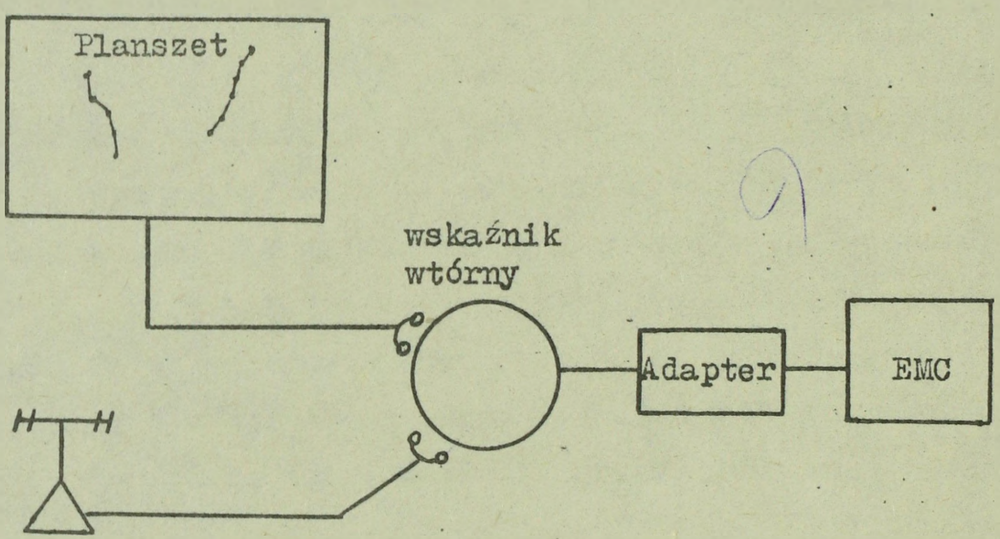
W tym przypadku informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej zobrazowana jest na ekranie wskaźnika stacji radiolokacyjnej. Przekazywanie tej informacji na wskaźnik wtórny odbywa się przez zgranie markera wskaźnika /pierwotnego/ ze znacznikiem obiektu. W ten sposób informacja radiolokacyjna na wskaźniku wtórnym zostanie zobrazowana identycznie jak na wskaźniku pierwotnym. Ażeby przekazać informację radiolokacyjną ze wskaźnika wtórnego do EMC należy wykonać analogiczne czynności jak w przypadku pierwszym. Sposób ten pokazany jest na rys.1.



Rys.1

2/ Za pomocą aparatury ASPD w systemie foniczno-ręcznym.

W tym wypadku wykorzystuje się uogólnioną informację o sytuacji powietrznej zobrazowaną na planszecie. Operator podprowadza marker wskaźnika pod punkt odpowiadający położeniu obiektu na planszecie i przekazuje te dane do EMC. Wykorzystuje się do tego celu siatkę OP. W celu skrócenia czasu przekazywania informacji można wprost do operatora wskaźnika dane przekazywać z krt. Sposób ten ilustruje rys.2

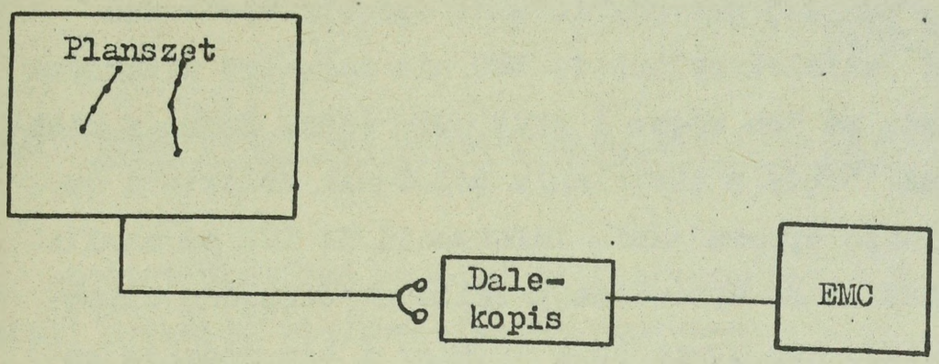


Rys.2

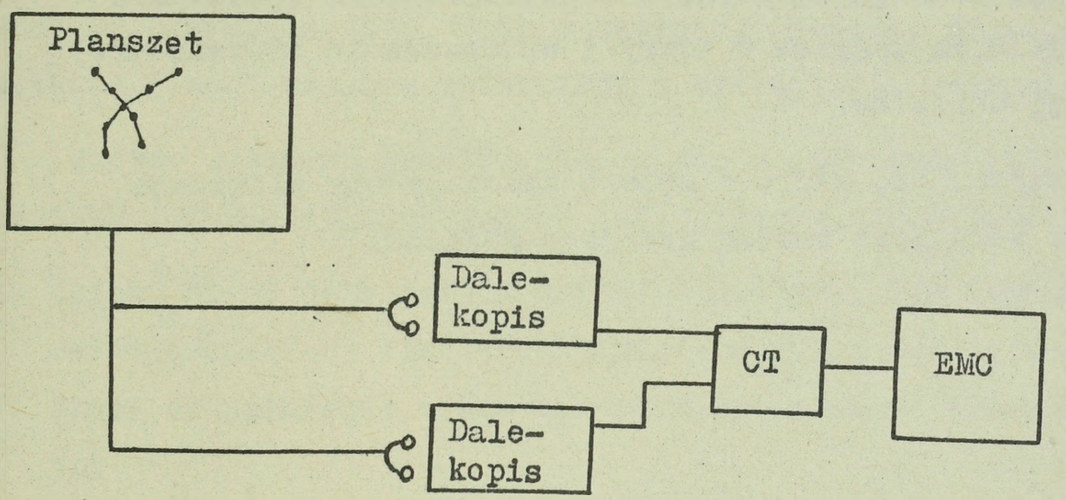
3/ Za pomocą dalekopisu

Rozróżnia się tu dwa możliwe rozwiązania.

Pierwsze, gdy dalekopis podłączony jest bezpośrednio do EMC i dane są bezpośrednio wprowadzane do EMC. Drugi, dane wprowadzane są do EMC poprzez czytnik taśmy perforowanej. W pierwszym i drugim wypadku dane z planszetu przekazywane są przez spikera do operatora dalekopisu zwykłymi środkami łączności. Sposób ten ilustruje rys.3 i 4.



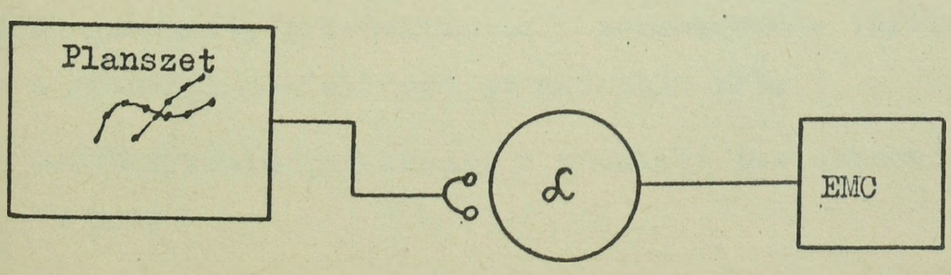
Rys.3



Rys.4

4/ Za pomocą alfaskopu

Dane z planszetu przekazywane są przez spikera do operatora alfaskopu, a stąd bezpośrednio wprowadzane do EMC. Sposób ten ilustruje rys.5



Rys.5

Wszystkie powyżej zasygnalizowane sposoby wprowadzania informacji radiolokacyjnej do EMC nie mogą być wykorzystane, ze względu na ich różne i zbyt duże wady. Jedne z nich wprowadzają duże błędy w określaniu położenia obiektu i duży czas opóźnienia wprowadzania informacji do EMC od chwili wykrycia obiektu. Inne wprowadzają tylko współrzędne obiektu w danej chwili, bez powiązania w trasy i bez podania numeru obiektu. Takie wprowadzanie informacji radiolokacyjnej wymaga dalszej obróbki, a w szczególności powiązania poszczególnych położeń w trasy i wprowadzenia odpowiedniej numeracji obiektów.

Urządzeniem, które w sposób zadowalający eliminuje powyższe wady jest zestaw urządzeń DUNAJEC.

Załącznik 2

13.2. Charakterystyka zestawu urządzeń "DUNAJEC"

Zestaw urządzeń DUNAJEC jest przeznaczony do automatyzacji procesów zdejmowania, przetwarzania, przesyłania i zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej. Zadaniem zestawu urządzeń DUNAJEC jest rozszerzenie funkcji aparatury ASPD systemu WOZDUCH-1p w zakresie obróbki, przekazywania i zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej.

Zestaw urządzeń DUNAJEC składa się z aparatury ASPD systemu WOZDUCH-1p uzupełniony następującymi obiektami:

a/ obiekt DS-11 jako zestaw urządzeń dla szczebla kompanii radiotechnicznej /posterunku radiotechnicznego/ stanowiący uzupełnienie aparatury ASPD krt systemu WOZDUCH-1p;

b/ obiekt DS-21 jako zestaw urządzeń dla szczebla batalionu radiotechnicznego /głównego posterunku radiotechnicznego brt i SD brt/ stanowiący uzupełnienie aparatury ASPD brt /obiekty WP-02U i WP 03U/ systemu WOZDUCH-1p.

Zestaw urządzeń DUNAJEC może współpracować z urządzeniami systemu WOZDUCH-1p, zestawem CYBER oraz z istniejącym foniczno-ręcznym systemem przekazywania informacji. Zestaw urządzeń DUNAJEC dla szczebla krt realizuje następujące zadania:

- zdejmowanie, przetwarzanie i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej na szczeblu krt;
- przekazywanie informacji o sytuacji powietrznej do SD brt;

- przekazywanie do SD brt pelengu obiektów powietrznych stosujących zakłócenia;
- przekazywanie informacji o stanie sił i środków, gotowości i działalności bojowej do SD brt /dopiero w następnych etapach realizacji/;
- przyjmowanie i zobrazowanie komend z SD brt;
- odbiór informacji o sytuacji powietrznej z SD brt /dopiero w następnych etapach realizacji/.

Zestaw urządzeń DUNAJEC dla szczebla brt może realizować następujące zadania:

- odbiór, przetwarzanie i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej z podległych krt, szczebla nadrzędnego i sąsiadów;
- przesyłanie informacji o sytuacji powietrznej do nadrzędnego szczebla dowodzenia;
- powiadamianie sąsiadów o sytuacji powietrznej w wydzielonych rejonach;
- przyjmowanie i zobrazowanie meldunków o stanie sił i środków gotowości i działalności bojowej z podległych krt /dopiero w następnych etapach realizacji/;
- przyjmowanie i zobrazowanie komend z SD szczebla nadrzędnego;
- przekazywanie komend do podległych krt i meldunków do SD szczebla nadrzędnego;
- sterowanie przesyłaniem informacji między stanowiskami pracy w brt;

- rejestrowanie informacji przesyłanych pomiędzy strukturami różnych szczebli, systemami współpracującymi oraz możliwość jej odtwarzania.

Przewiduje się rozbudowę zestawu urządzeń DUNAJEC w kierunku zwiększenia zakresu realizowanych funkcji mogących mieć zastosowanie na szczeblu krt i brt jako zestawów samodzielnych /obiekty DS-10 i DS-20/ bez wykorzystania aparatury ASPD systemu WOZDUCH-1p.

Zestaw urządzeń DUNAJEC w odpowiednich strukturach zapewnia współpracę:

a/ na szczeblu krt

- z dwoma odległościomierzami radiolokacyjnymi
- z jednym wysokościomierzem radiolokacyjnym
- z jednym źródłem informacji foniczno-ręcznej
- z aparaturą APN /obiekt WP-11/ systemu WOZDUCH-1p
- z zestawem urządzeń DUNAJEC szczebla brt.

b/ na szczeblu brt

- z czterema odległościomierzami radiolokacyjnymi /jednocześnie z dwoma/
- z dwoma wysokościomierzami radiolokacyjnymi
- z czterema zestawami urządzeń DUNAJEC szczebla krt
- z czterema źródłami informacji foniczno-ręcznej
- aparaturą APN /obiekt WP-11/ systemu WOZDUCH-1 p
- z trzema sąsiednimi zestawami urządzeń DUNAJEC szczebla brt
- z zestawem CYBER rozmieszczonym na SD szczebla nadrzędnego.

Wymagania taktyczno-techniczne

1. Zestaw urządzeń DUNAJEC umożliwia śledzenie, zobrazowanie całości otrzymanej informacji oraz przetwarzanie informacji, przekazywanie tras, metryk i meldunków w zależności od struktury:

   a/ na szczeblu krt - nie mniej niż 10 obiektów
   b/ na szczeblu brt - nie mniej niż 30 obiektów

2. Zestaw urządzeń DUNAJEC umożliwia uogólnienie informacji otrzymanej ze współpracujących źródeł, tj.wybór, eliminację i łączenie informacji.

3. Zestaw urządzeń DUNAJEC zabezpiecza półautomatyczne inicjowanie śledzenia oraz półautomatyczne śledzenie obiektów.

   Przy czym półautomatyczne inicjowanie śledzenia polega na kilkakrotnym wskazaniu za pomocą znacznika elektronowego położeń obiektu przekazywanego przez operatora na wskaźniku. Natomiast półautomatyczne śledzenie obiektu polega na wykrywaniu przez operatora rozbieżności pomiędzy ekstrapolowanym, a rzeczywistym położeniem obiektu oraz wyprowadzaniu w przypadku rozbieżności /błędu/ właściwego położenia obiektu za pomocą znacznika elektronowego /korekta trasy/. Przy półautomatycznym śledzeniu informacja wydawana jest o współrzędnych ekstrapolowanych.

4. Zestaw urządzeń DUNAJEC umożliwia automatyczne przesyłanie tras, metryk i meldunków, które powinny być wypracowywane automatycznie w oparciu o informację wprowadzoną półautomatycznie przez operatora za pomocą

odpowiedniej klawiatury i znacznika elektronowego.

5. Przy wypracowaniu tras wykorzystywana jest następująca informacja:

a/ na szczeblu krt

- współrzędne z RLS /echo-analogowe/
- współrzędne z pasywnej radiolokacji
- współrzędne z kanału foniczno-ręcznego
- sygnały z urządzeń rozpoznawczych KREMNIJ-2

b/ na szczeblu brt

- współrzędne z RLS /echo-analogowe/
- współrzędne z pasywnej radiolokacji
- współrzędne z kanału foniczno-ręcznego
- sygnały z urządzeń rozpoznawczych KREMNIJ-2
- informacje z współpracujących zestawów DUNAJEC szczebla krt i brt
- informacje z zestawu CYBER z SD szczebla nadrzędnego.

6. Przy wypracowaniu metryk wykorzystywana jest następująca informacja:

- numer obiektu
- przynależność obiektu /na podstawie sygnału z urządzenia rozpoznawczego lub informacji foniczno-ręcznej/
- wysokość lotu obiektu /na podstawie sygnału z wysokościomierza radiolokacyjnego lub informacji foniczno-ręcznej/
- prędkość lotu obiektu
- skład obiektu
- typ obiektu
- źródło informacji o obiekcie.

7. Rozkazy w zakresie kierowania pracą zestawu DUNAJEC oraz meldunki o stanie i działalności bojowej powinny być formowane w sposób półautomatyczny i przesyłane adresatom w sposób automatyczny za pomocą urządzeń transmisji danych typu ASPD. Przy czym, półautomatyczne formowanie polega na wprowadzeniu meldunków i rozkazów do zestawu urządzeń za pomocą klawiatury z jednoczesnym zobrazowaniem kontrolnym wypracowanej treści.

8. Zestaw urządzeń DUNAJEC umożliwia półautomatyczne wprowadzanie wskazywanych przez operatora na wskaźniku /za pomocą znacznika elektronowego i klawiatury/ azymutów źródeł zakłóceń dla celów pelengacyjnych, automatyczne ich przekazywanie i zobrazowanie na wskaźnikach zestawu współpracującego.

9. Zestaw urządzeń DUNAJEC zapewnia możliwość rejestracji informacji przesyłanych pomiędzy strukturami wszystkich szczebli z wykorzystaniem rejestratora RC-1 oraz jej odtwarzanie.

10. Zestaw urządzeń DUNAJEC zapewnia możliwość stosowania istniejących urządzeń imitacji sytuacji powietrznej bez włączania stacji radiolokacyjnych, dla celów szkoleniowych obsług.

11. Urządzenie zobrazowania zestawu DUNAJEC zapewnia:

- zobrazowanie informacji analogowej uzyskiwanej z wyjść stacji radiolokacyjnej
- zobrazowanie informacji analogowej łącznie z informacją cyfrową uzyskiwaną z współpracujących zestawów

- zobrazowanie końcowych odcinków tras obiektów śledzonych z metrykami i znakami dowodzenia na tle ustalonych znaków kartograficznych
- zobrazowanie danych alfanumerycznych tj.metryk i meldunków.

Założenia rozwojowe

1. Uogólnianie informacji o sytuacji powietrznej w zestawie urządzeń DUNAJEC powinno objąć realizację następujących procesów:
   - wybór optymalnego źródła informacji
   - wybór informacji na powiadamianie z określonego rejonu lub przekroju sytuacji powietrznej
   - eliminację informacji równoległej o jednym obiekcie z kilku źródeł
   - eliminację informacji błędnej
   - łączenie informacji z kilku źródeł /np.łączenie tras, uzupełnianie metryk, meldunków uzupełniających/.
2. Urządzenie wskaźnikowe zestawu DUNAJEC powinno zapewnić:
   - zobrazowanie obszaru 150,300,600 km w zestawie brt i obszaru 150-300 km w zestawie krt
   - zobrazowanie łączne i rozdzielne /alternatywne/ obiektów własnych i przeciwnika
   - możliwość zobrazowania tylko obiektów na określonych poziomach wysokości wskazanych przez operatora
   - zobrazowanie tzw.informacji tła /umowne znaki dotyczące granic rejonu, rozmieszczenia sił i środków, sytuację meteo/ w kilku poziomach

- możliwość przesuwania zapisanej informacji po ekranie wskaźnika
- możliwość przesyłania informacji z ekranu jednego wskaźnika na ekrany innych wskaźników
- ekstrapolacja i zobrazowanie prognozowanej trasy lotu celu na zadany czas
- możliwość zastosowania urządzeń wskaźnikowych do zobrazowania w wersji przynajmniej dwukolorowej
- możliwość uzyskania zobrazowania wielkoformatowego /w oparciu o własne lub istniejące już rozwiązania/.

Wymagania taktyczno-techniczne na zestaw urządzeń DUNAJEC zostały opracowane przez Zakład Informatyki DWOPK

Załącznik 3

13.3. Sposób wypełniania poszczególnych kolumn tabeli /formularza/ 2

W kolumnę pierwszą wpisuje się numer baterii /liczby od 1 - 9999/. Jeżeli numer bat. jest liczbą jedno, dwu lub trzycyfrową, to pozycje 1-3 należy uzupełnić odpowiednią ilością zer, np. bateria ma numer 12, wtedy piszemy 0012.

W kolumnę drugą wpisuje się rodzaj baterii. Dla baterii KUB pisze się cyfrę 1, a dla baterii KRUG cyfrę 2.

W przypadku zestawów rakietowych KRUG w kolumnę tę na drugiej i trzeciej pozycji wpisuje się numer dywizjonu np. 212. Cyfra 2 stojąca na pierwszej pozycji oznacza rodzaj zestawu a liczba 12 - oznacza numer dywizjonu ogniowego. Dla numerów jednocyfrowych na drugiej pozycji należy wpisać zero, np. 202.

Analogicznie wypełnia się dla zestawów rakietowych KUB z tym, że na drugiej i trzeciej pozycji wpisuje się numer pułku.

W kolumnę trzecią i czwartą wpisuje się współrzędne baterii np. x = 7444320, y = 4238220.

W kolumnę piątą wpisuje się gotowość bojową baterii /cyfry od 1-3 w zależności od stopnia gotowości/.

W kolumnę szóstą wpisuje się liczbę rakiet w baterii /liczby od 1-99/. Jeżeli liczba rakiet wynosi od 1-9, to na pierwszym miejscu pisze 0 np. 08.

W kolumnę siódmą wpisuje się numer celu ostrzeliwanego przez baterię. Jeżeli numer celu różni się od wskazanego, stanowi to informację dla EMC, którą należy uwzględnić przy ponownym wypracowywaniu informacji decyzyjnej.

W kolumnę ósmą wpisuje się zużycie rakiet przy strzelaniu do celu wskazanego lub niewskazanego.

W kolumnę dziewiątą wpisuje się rezultat strzelania, przy czym, gdy cel został zniszczony, pisze się 1, a gdy nie został zniszczony, pisze się 0.

W kolumnę dziesiątą wpisuje się stan baterii, przy czym, jeżeli bat.jest wolna, pisze się 0, a gdy prowadzi ogień /zajęta/, pisze się 1.

W kolumnę jedenastą wpisuje się liczbę rakiet na wyrzutniach.

Kolumna dwunasta jest rezerwowa.

Załącznik 4

13.4. Sposób wypełniania poszczególnych kolumn tabeli /formularza/ 4

W kolumnę pierwszą wpisuje się numer oddziału /paplot/ liczby od 1 - 99. Jeżeli numer paplot jest liczbą jednocyfrową, to pozycję pierwszą należy uzupełnić zerem np. paplot ma numer 7, wtedy piszemy 07.

Kolumnę drugą wypełnia się identycznie jak pierwszą.

W formularzu wydzielono kolumny na numer oddziału i nuner baterii, ponieważ w zgrupowaniu mogą wystąpić dwa paplot o powtarzających się numerach baterii.

W kolumnę trzecią wpisuje się kod rodzaju sprzętu. Dla baterii paplot dywizyjnego pułku wpisuje się cyfrę 3, a dla baterii paplot pułku armijnego wpisuje się cyfrę 4.

W kolumnę czwartą i piątą wpisuje się współrzędne baterii OPL np. x = 5872000, y = 3830600.

W kolumnę szóstą wpisuje się numer gotowości bojowej baterii, np. 1 oznacza że bateria znajduje się w gotowości bojowej numer jeden.

W kolumnę siódmą wpisuje się stan sprzętu /ilość sprzętu/ znajdującego się w baterii. Jeżeli ilość sprzętu wyraża się liczbą jednocyfrową to pozycję pierwszą należy uzupełnić zerem, np. stan dział 6, wtedy piszemy 06.

W kolumnę ósmą wpisuje się stan amunicji /liczby od 1-999/.

Na podstawie danych otrzymanych z poszczególnych baterii zgodnie z tabelą 4 na SD paplot zestawia się zbiorczy meldunek, który nastęnie za pomocą UTD przesyła się do EMC AZplot.

Różnica w zestawianiu zbiorczego meldunku polega w ilości wierszy. Meldunki te zawierają tyle wierszy ile jest baterii w paplot.

Załącznik 5

13.5. Sposób wypełniania poszczególnych kolumn tabeli /formularza/ 5

W kolumnę pierwszą wpisuje się numer lotniska lub strefy dyżurowania /liczby od 1-9999/.

W kolumnę drugą wpisuje się cyfrę oznaczającą gdzie samoloty dyżurują, jeżeli na lotnisku, wtedy piszemy 0, a gdy w strefie dyżurowania, wtedy piszemy wysokość strefy w km np.8 /H_{str} = 8 km/.

W kolumnę trzecią wpisuje się kryptonim lotniska lub strefy dyżurowania.

W kolumnę czwartą i piątą wpisuje się współrzędne położenia lotniska /x, y/. W przypadku strefy - współrzędne środka każdej strefy.

W kolumnę szóstą wpisuje się liczbę samolotów Lim-5 w gotowości bojowej nr 1 na danym lotnisku lub liczbę samolotów tego typu w strefie dyżurowania /liczby od 1-99/.

W kolumnę siódmą wpisuje się liczbę samolotów Mig-21 w gotowości bojowej nr 1 na danym lotnisku lub liczbę samolotów tego typu w strefie dyżurowania /liczby od 1-99/.

W kolumnę ósmą wpisuje się ogólną ilość samolotów Lim-5 na danym lotnisku będących w różnych stopniach gotowości bojowej.

W kolumnę dziewiątą wpisuje sIą ogólną ilość samolotów Mig-21 na danym lotnisku, będących w różnych stopniach gotowości bojowej.

W kolumnę dziesiątą wpisuje się numer celu, na którego oddziaływuje lotnictwo myśliwskie /liczba czterocyfrowa/.

W kolumnę jedenastą wpisuje się rezultat oddziaływania LM. Jeżeli cel zniszczony, wtedy piszemy cyfry od 1-9 /cyfry oznaczają ilość zniszczonych samolotów nieprzyjaciela w danym celu/. Jeżeli cel nie zniszczony, wtedy piszemy 0.

W kolumnę dwunastą wpisuje się straty własnego LM, w wyniku oddziaływania na cel. Kolumnę tę podzielono na dwie części, każda z nich zawiera po jednym znaku. Na miejsce każdego znaku można wpisać cyfry od 0-9.

Cyfra wpisana na pierwszym miejscu oznacza ilość zniszczonych samolotów Lim-5.

Cyfra wpisana na drugim miejscu oznacza ilość zniszczonych samolotów Mig-21, np. 23 oznacza, że zniszczono 2 Lim-5 i 3 Mig-21. Jeżeli żaden samolot nie został zniszczony, wtedy piszemy 00.

W kolumnę trzynastą wpisuje się czas wejścia myśliwca do strefy dyżurowania np.165230, co oznacza 16 godz., 52 minuty i 30 sek. lub 020520 - oznacza 2 godz., 5 min. i 20 sekund.

W kolumnę czternastą wpisuje się decyzję podejmowaną przez dowódcę do niszczenia danego celu przez lotnictwo myśliwskie.

Na pierwszym miejscu wpisuje się numer celu /liczba czterocyfrowa/.

Na drugim miejscu wpisuje się ilość samolotów wyznaczonych do niszczenia tego celu /cyfry od 1-9/.

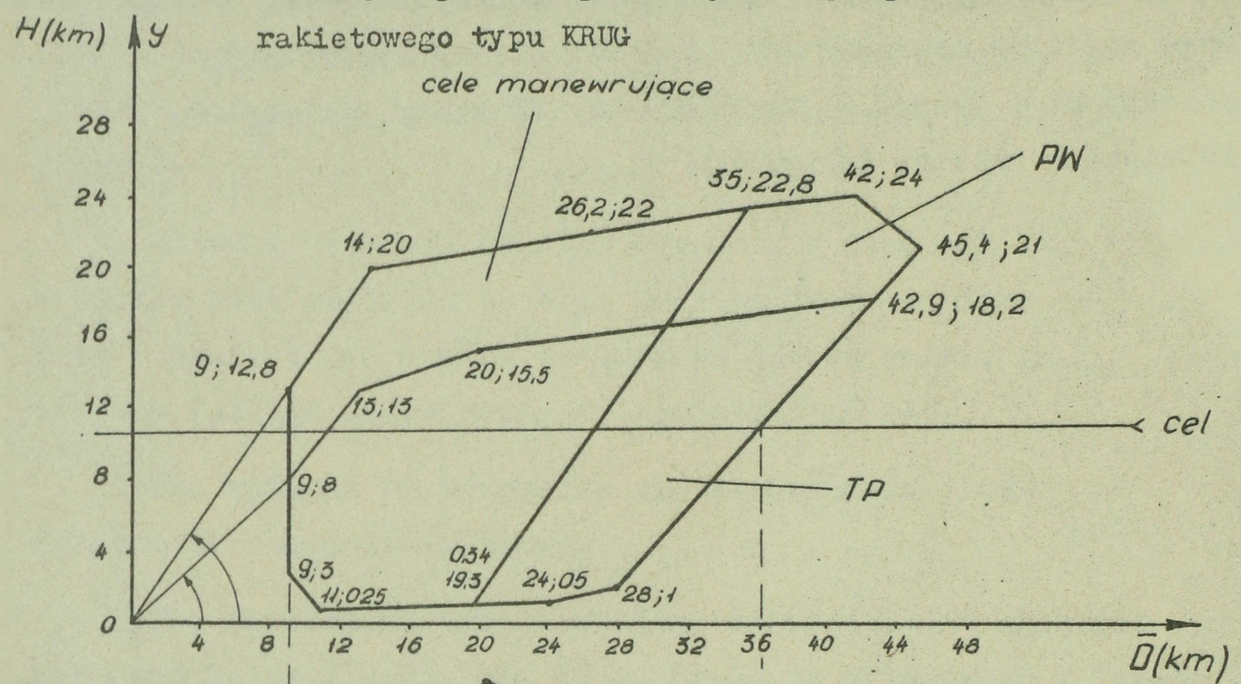
Pełna decyzja powinna zawierać:
numer lotniska lub strefy, numer celu, ilość samolotów wyznaczonych do niszczenia tego celu.

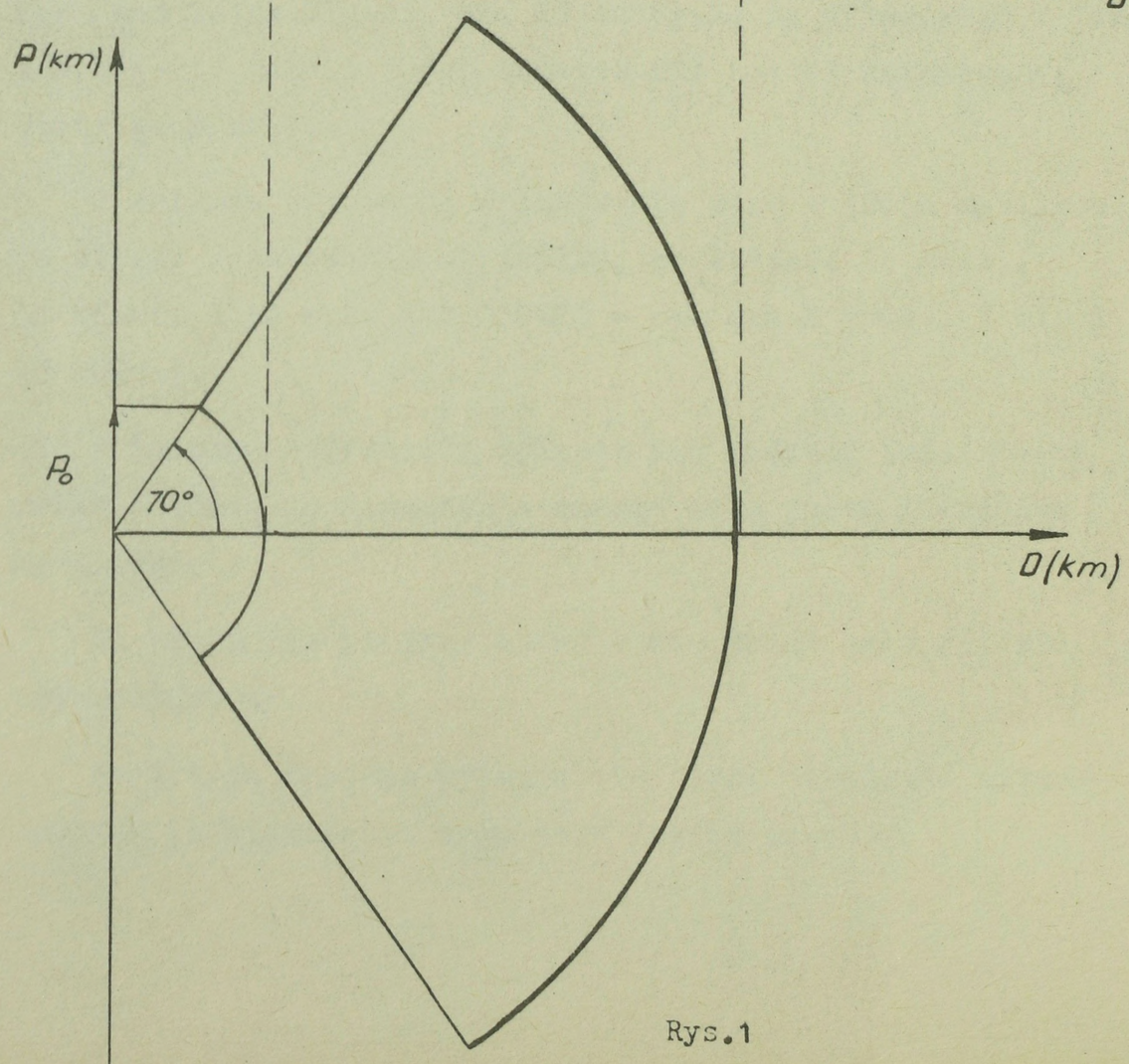
W kolumnę piętnastą wpisuje się numer lotniska, z którego myśliwce wystartowały do danej strefy dyżurowania /liczby od 1-9999/. W przypadku gdy samoloty dyżurują na lotnisku w kolumnę tę wpisuje się 0.

Załącznik 6

13.6. Pionowy i poziomy przekrój stref ognia zestawów rakietowych typu KRUG, KUB i przeciwlotniczych armat S-60

1. Pionowy i poziomy przekrój strefy ognia zestawu rakietowego typu KRUG





Rys.1

Przedstawioną na rys.1 strefę ognia opisuje się prostymi przechodzącymi przez dwa punkty.

Bliższą granicę strefy ognia dla metody "Połowicznego wyprostowania" /PW/ opisuje się następującymi prostymi:

1/ $y - 0{,}25 = \frac{3 - 0{,}25}{9 - 11} \; /x - 11/$

gdy $0{,}25 \leqslant H < 3$ km

$y = -1{,}375\,x + 15{,}375$

2/ $x = 9$ gdy $3 \leqslant H < 12{,}8$ km

3/ $y - 12{,}8 = \frac{20 - 12{,}8}{14 - 9} \; /x - 9/$ /1/

gdy $12{,}8 \leqslant H < 20$ km

$y = 1{,}44\,x - 0{,}16$

4/ $y - 20 = \frac{22 - 20}{26{,}2 - 14} \; / x - 14/$

gdy $20 \leqslant H < 22$ km

$y = 0{,}163\,x + 17{,}705$

5/ $y - 22 = \frac{24 - 20}{42 - 26{,}2} \; /x - 26{,}2/$

gdy $22 \leqslant H \leqslant 24$ km

$y = \frac{10}{79}\,x + 18{,}684$

Dalszą granicę strefy ognia dla metody "Połowicznego wyprostowania" /PW/ opisuje się następującymi równaniami:

1/ $y - 0{,}25 = \frac{0{,}34 - 0{,}25}{19{,}3 - 11} /x - 11/$

gdy $0{,}25 \leqslant H < 0{,}34$ km

$y = \frac{0.09}{8{,}3} x + 1{,}3$

2/ $y - 0{,}34 = \frac{0{,}5 - 0{,}34}{24 - 19{,}3} /x - 19{,}3/$

gdy $0{,}34 \leqslant H < 0{,}5$ km

$y = 0{,}034\ x - 0{,}315$

3/ $y - 0{,}5 = \frac{1 - 0{,}5}{28 - 24} /x - 24/$

gdy $0{,}5 \leqslant H < 1$ km

$y = 0{,}125\ x - 2{,}5$

4/ $y - 1 = \frac{21 - 1}{45{,}4 - 28} /x - 28/$ /2/

gdy $1 \leqslant H \leqslant 21$ km

$y = 1{,}15\ x - 31{,}2$

5/ $y - 21 = \frac{24 - 21}{42 - 45{,}4} /x - 45{,}4/$

gdy $21 \leqslant H \leqslant 24$ km

$y = 0{,}882\ x - 19{,}04$

Bliższą granicę strefy ognia dla metody "Trzech punktów" /TP/ opisuje się następującymi równaniami:

1/ $y = -1{,}375\ x + 15{,}375$ gdy $0{,}25 \leqslant H < 3$km

2/ $x = 9$ gdy $3 \leqslant H < 8$km

3/ $y = 1{,}25\ x - 3{,}25$ gdy $8 \leqslant H < 13$km /3/

4/ $y = 0{,}357\,x + 8{,}357$ gdy $13 \leqslant H < 15{,}5$km

5/ $y = 0{,}118\,x + 13{,}142$ gdy $15{,}5 \leqslant H < 18{,}2$km.

Dalszą granicę strefy ognia dla metody "Trzech punktów" /TP/ opisuje się następującymi równaniami:

1/ $y = \frac{0{,}09}{8{,}3}\,x + 1{,}3$ gdy $0{,}25 \leqslant H < 0{,}34$km

2/ $y = 0{,}034\,x - 0{,}315$ gdy $0{,}34 \leqslant H < 0{,}5$km /4/

3/ $y = 0{,}125\,x - 2{,}5$ gdy $0{,}5 \leqslant H < 1$ km

4/ $y = 1{,}154\,x - 31{,}323$ gdy $1 \leqslant H < 18{,}2$km

Bliższą granicę strefy ognia dla celów manewrujących opisuje się następującymi równaniami:

1/ $y = -1{,}375\,x + 15{,}375$ gdy $0{,}25 \leqslant H < 3$km

2/ $x = 9$ gdy $3 \leqslant H < 12{,}8$km

/5/

3/ $y = 1{,}44\,x - 0{,}16$ gdy $12{,}8 \leqslant H < 20$km

4/ $y = 0{,}163\,x + 17{,}705$ gdy $20 \leqslant H < 22$km

5/ $y = 0{,}09\,x + 19{,}49$ gdy $22 \leqslant H \leqslant 22{,}8$km.

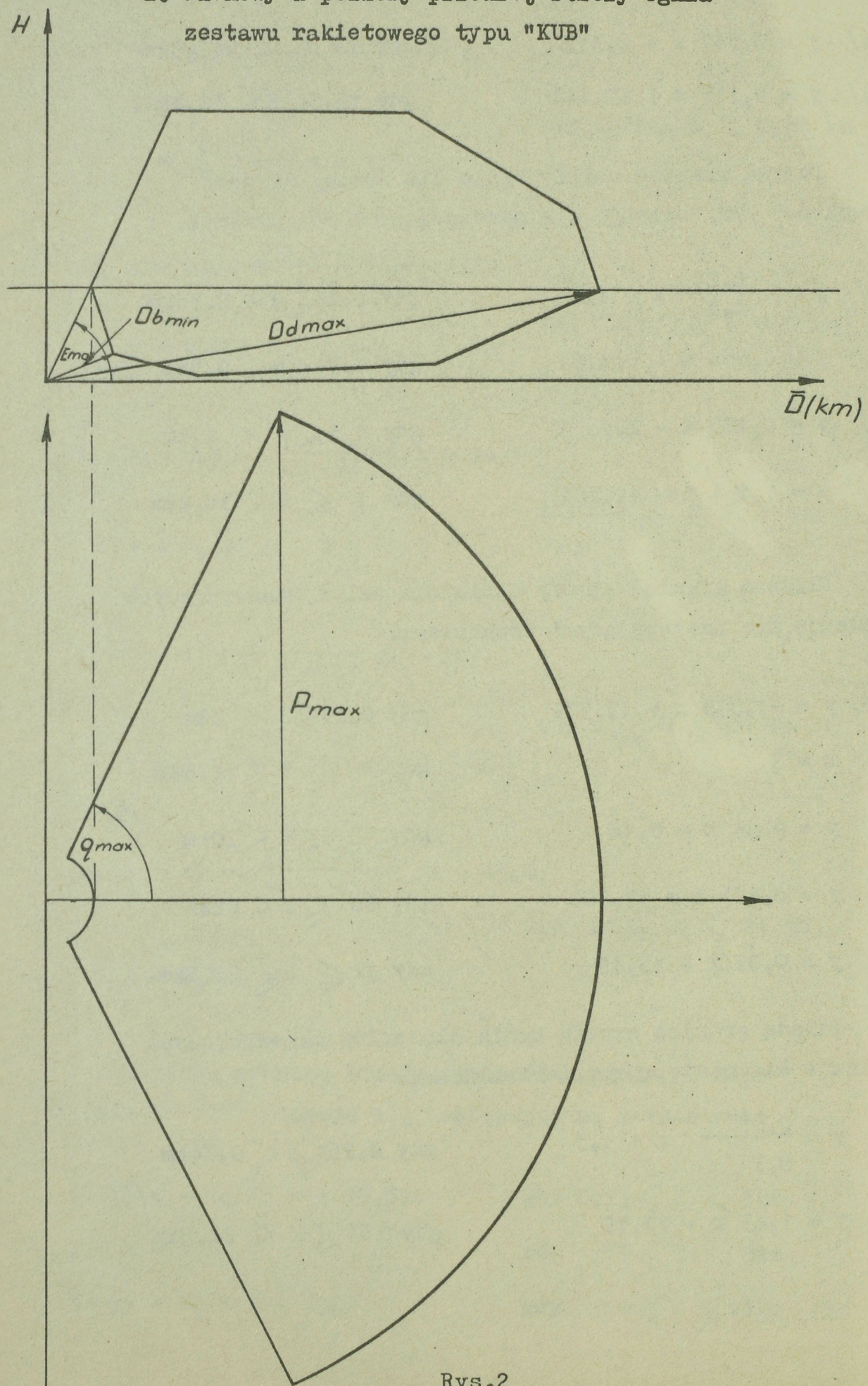
Dalszą granicę strefy ognia dla celów manewrujących opisuje się następującymi równaniami:

1/ $y = \frac{0.09}{8{,}3}\,x + 1{,}3$ gdy $0{,}25 \leqslant H < 0{,}34$km

/6/

2/ $y = 1{,}43\,x - 27{,}15$ gdy $0{,}34 \leqslant H < 22{,}8$km

2. Pionowy i poziomy przekrój strefy ognia zestawu rakietowego typu "KUB"



Rys.2

Przedstawioną na rys.2 strefę ognia opisuje się zależnościami zawartymi w tabeli 1.

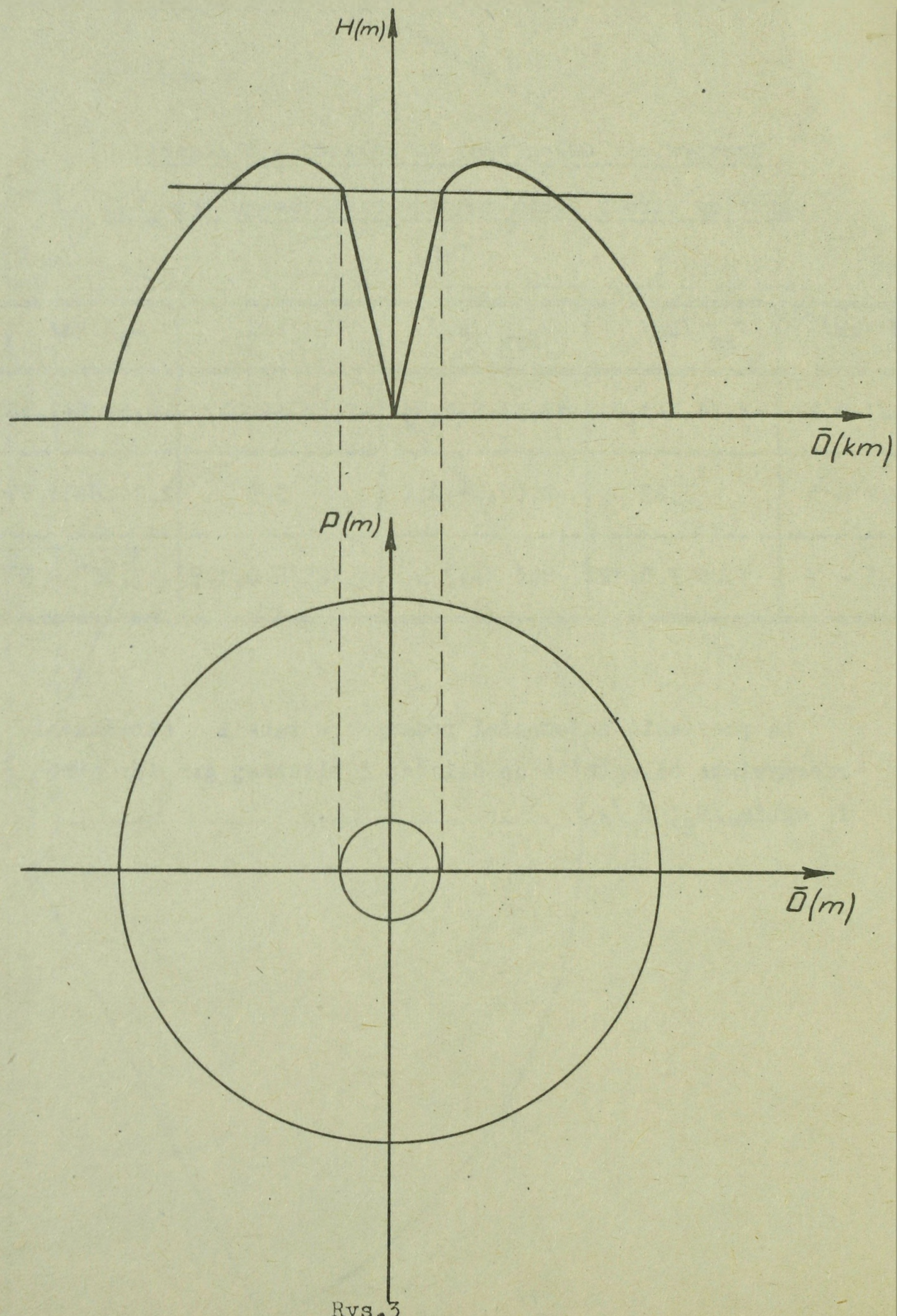
TABELA 1

Rzeczywiste odległości do dalszej i bliższej granicy strefy ognia zestawu rakietowego typu KUB

H /km/	P_{gr} /km/	P_{myx} /km/	D_b /km/	D_d /km/
0,03-0,2	-2,76.H+3,84	19,35.H+6,94	-2,94H+4,03	20,59 H+7,38
0,2 - 3	3,29	2,01.H+10,4	3,5	2,14.H+11,07
3 - 7	1,06.H+0,12	-035 H+17,5	1,125 H+0,125	$\sqrt{17,55^2 - H^2}$

Na podstawie zależności podanych w tabeli 1 określa się rzeczywiste odległości do dalszej i bliższej granicy strefy ognia /D_b, D_d/.

3. Pionowy i poziomy przekrój strefy ognia przeciwlotniczych armat S-60



Rys.3

Załącznik 7

13.7. Sposób aktualizacji bazy danych

Aktualizację danych w bazie danych można wykonać przez wymianę: całej tabeli, wiersza /kolumny/ tabeli, pozycji w tabeli.

Przyjęto następujące oznaczenia:

"-1" - wymiana pozycji
"-2" - wymiana kolumny
"-3" - wymiana całej tabelki
"-4" - koniec aktualizacji danych stałych

Oznaczenia te będą dalej nazwane "indeksami aktualizacji".

Zbiór 2, zbiór 3 oraz tabela 3 ze zbioru 4 zawierają dane przekazywane z pododdziałów OPL i LM za pomocą UTD w sposób automatyczny do EMC. Każdy pododdział OPL w w/w zbiorach umiejscowionych w pamięci EMC może zapełnić maksymalnie tylko jeden wiersz. Uwzględniając powyższe przyjmuje się następujący sposób aktualizacji danych szybko zmiennych:

- aktualizacja całego wiersza
- aktualizacja pozycji

W celu wymiany całego wiersza bależy podać kolejno:

- numer tabelki /zbioru/
- numer pododdziału OPL
- nowe wartości elementów wiersza

Uwaga! Przy aktualizacji wiersza nie podaje się indeksu

aktualizacji w celu uproszczenia przekazywania danych z pododdziałów OPL

np. 120027
2 57400126324700

W celu wymiany pozycji należy podać kolejno:

- indeks aktualizacji
- numer tabeli /zbioru/
- numer pododdziału OPL
- numer kolumny
- nowe wartości pozycji

np.- 1 12 0027 8
6

Dane stałe zawarte w zbiorze 5 /tabelki 9-17/ oraz tabelkach 6,7 zbioru 4 aktualizuje się w następujący sposób:

- aktualizacja całej tabelki
- aktualizacja wiersza
- aktualizacja kolumny
- aktualizacja pozycji

W celu wymiany całej tabelki należy podać kolejno:

- indeks aktualizacji
- numer tabelki
- nowe wartości poszczególnych elementów tabeli

np - 3 8
8 15 16
7 2 9
8 16 5

Jeżeli dokonuje się wymiany kilku tabel kolejno po

sobie, to indeks aktualizacji - "3" można podać tylko przy pierwszej tabeli. Przy następnych podaje się już tylko numer tabeli i wartości jej elementów.

W celu wymiany wiersza należy podać kolejno:

- numer tabeli
- numer wiersza
- nowe wartości elementów wiersza

np. 14 3
6 4 2 8 14

Można dokonywać wymiany kilku wierszy kolejno po sobie tak w jednej tabeli jak i w kilku tabelach

np. 14 3
6 4 2 8 14
14 4
5 2 9 4 6
10 2
3 1 8 5 6

W celu wymiany kolumny należy podać kolejno:

- indeks aktualizacji
- numer tabeli
- numer kolumny
- nowe wartości elementów kolumny

np. - 2 9 6
4 6 12 10

Jeżeli dokonuje się wymiany kilku kolumn kolejno po sobie, to indeks aktualizacji - "2" można podać tylko przy pierwszej kolumnie. Wymieniane kolumny mogą należeć do różnych tabel

np. - 2 9 6
4 6 12 10
9 7
5 8 4 11
12 1
7 4 12 16

W celu wymiany pozycji należy podać kolejno:

- indeks aktualizacji
- numer tabeli
- numer wiersza
- numer kolumny
- nowe wartości pozycji

np. - 1 10 4 8
25

Jeżeli dokonuje się wymiany kilku elementów kolejno po sobie, to indeks aktualizacji -"1" można podać tylko przy pierwszym elemencie

np. - 1 10 4 8
25
10 2 3
18
14 4 6
92

Na zakończenie aktualizacji należy postawić indeks - "4", który jest znakiem końca aktualizacji danych stałych.

Załącznik 8

13.8. Krótka charakterystyka EMC RODAN-10

W opracowywanym systemie proponuje się wykorzystać jako maszynę bazową RODAN-10. Nazwa ta z punktu widzenia proponowanej struktury technicznej może okazać się nie ścisła. EMC RODAN-10 posiada jednostkę centralną /JC/ 1325 i bezpośrednie połączenie /w wyniku prowadzonych prac/ JC z UTD-3c może spowodować zmianę nazwy. Przykładami tego stwierdzenia mogą być: UPA RODAN, która powstała w wyniku połączenia JC 1325 z UTD-3a i pewnych zmian w rozmieszczeniu szczególnie urządzeń peryferyjnych /nie zmieniono struktury logicznej/, następnie RODAN-10, której nazwa zrodziła się zasadniczo w wyniku zmian mechaniczno-klimatyzacyjnych jednostki centralnej. Obecnie trudno operować konkretną nazwą i dlatego jako podstawę do rozważań przyjmuje się JC 1325, ponieważ ta nie ulegnie zmianie.

Jednostka centralna 1325 realizuje podstawowe funkcje arytmetyczne i logiczne wynikające z przyjętej listy rozkazów i architektury logicznej maszyny.

Podstawowe dane techniczne

Pamięć operacyjna - 32 k
Rodzaj pracy - równoległy asynchroniczny
Arytmetyka - dwójkowa, uzupełnieniowa
Długość liczby stałoprzecinkowej - 24 bity
Długość liczby zmiennoprzecinkowej - 48 bitów
Podstawowa długość słowa - 24 bity + bit kontrolny
Czas wykonywania podstawowych operacji:
- pobieranie stałoprzecinkowe - 3,6 μs
- dodawanie stałoprzecinkowe - 4 μs

- odejmowanie stałoprzecinkowe - 4 μs
- czas cyklu - 1 s
- mnożenie stałoprzecinkowe - 12 μs
- dzielenie stałoprzecinkowe- 18 μs
- pobieranie zmiennoprzecinkowe - 7 μs
- dodawanie zmiennoprzecinkowe - 8,5 + K . 0,2 μs
- odejmowanie zmiennoprzeciwnkowe-8,5 + K . 0,2 μs
- mnożenie zmiennoprzecinkowe - 16 μs
- dzielenie zmiennoprzecinkowe - 24 + K . 0,2 μs

gdzie K - liczba kroków normalizacji.

Średnia szybkość liczenia do 310 000 operacji /S.

Można stosować następujące języki programowania:

- PLAN - podstawowy język programowania
- COBOL - powszechny język do przetwarzania danych
- FORTRAN i ALGOL - uniwersalne języki dla zastosowań naukowych i matematycznych.

Prostym językiem programowania jest język Adresów Symbolicznych "SAD". Jest to język ukierunkowany z możliwością symbolicznego zapisu adresów.

14. ALGORYTM ROZWIĄZANIA ZADANIA

14.1. Oznaczenia stosowane w algorytmach

W_{ij} - macierz zawierająca j-celów, które mogą być przydzielone i-tym pododdziałom OPL

W_j^2 - macierz zawierająca j-te cele, znajdujące się w strefie przydziału,, które nie mogą być przydzielone pododdziałom OPL

W_j^1 - macierz zawierająca j-te cele, które znajdują się poza strefą przydziału ich pododdziałom OPL

$T6_{i,4}$ - wartość wpisana w tabeli 6 w i-tym wierszu w 4-tej kolumnie

l,k,i,j - liczniki

$W_{oc/ob,j,k}$ - ważność operacyjna j-tego celu ze względu na rodzaj k-tego obiektu

N_{wb} - ilość wolnych baterii paplot

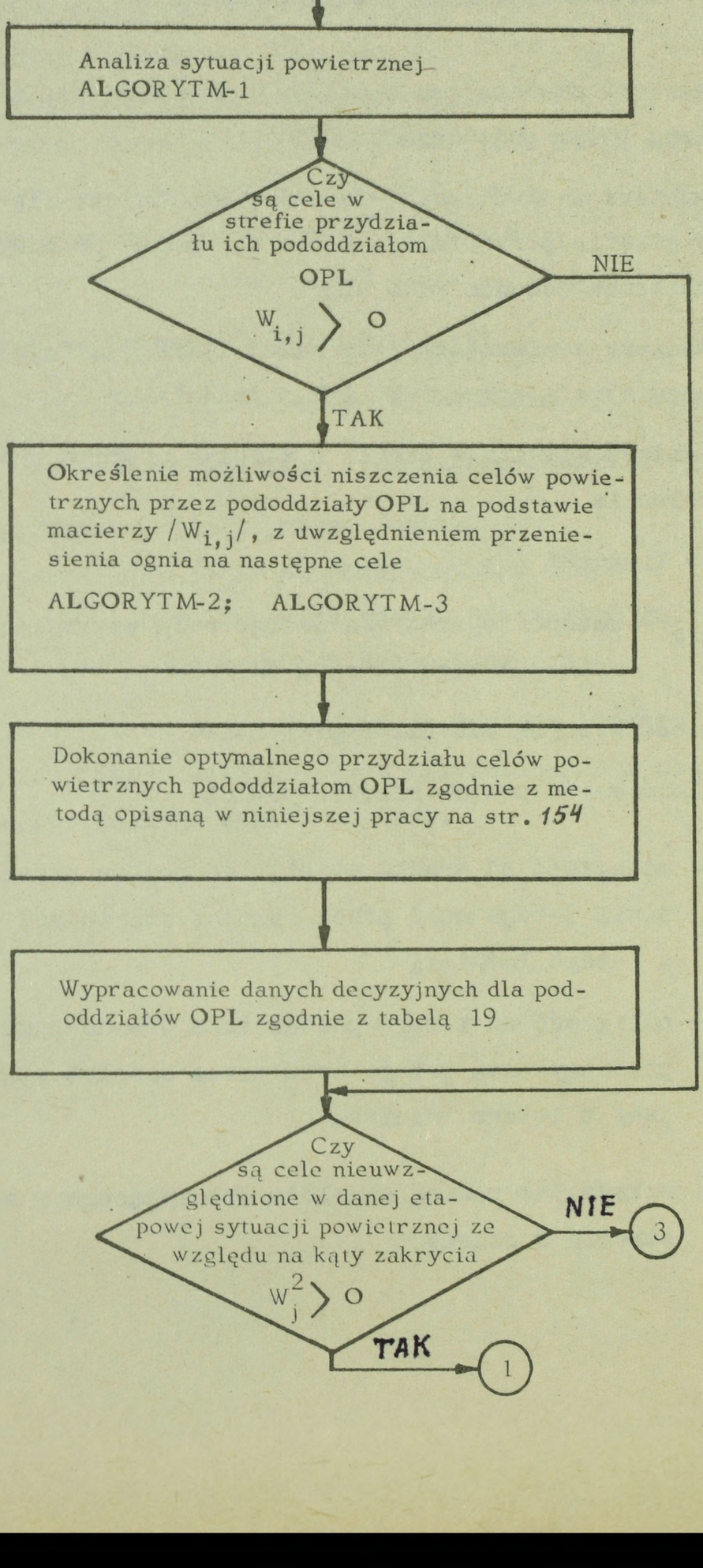
N_c - ilość celów przydzielanych paplot

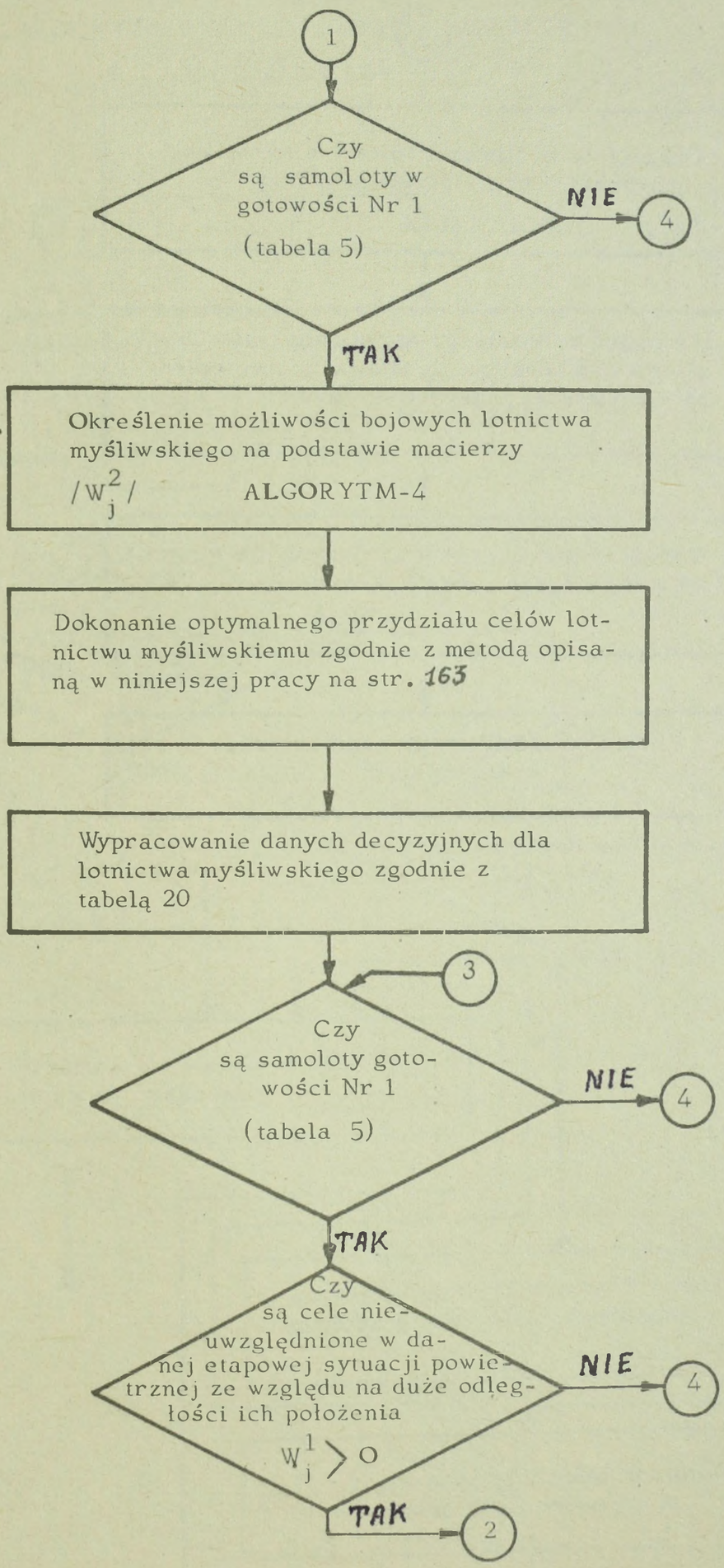
$D_{o/j,l/}$ - odległość od środka obiektu do punktu przechwycenia j-tego celu przez samolot startujący z l-tego lotniska

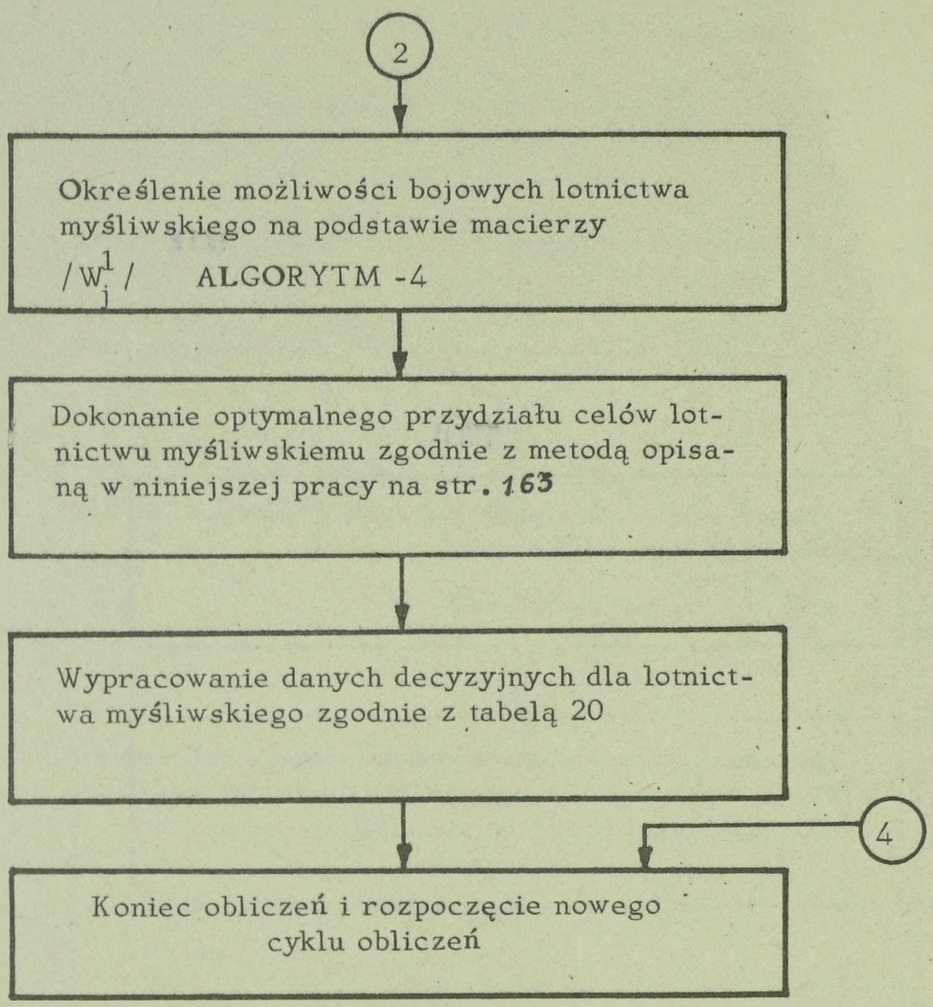
$D_{i/j,l/}$ - odległość od i-tego pododdziału OPL do punktu przechwycenia j-tego celu przez samolot startujący z l-tego lotniska

$S_{max,s}$ - maksymalny zasięg samolotu dyżurującego w s-tej strefie w czasie t

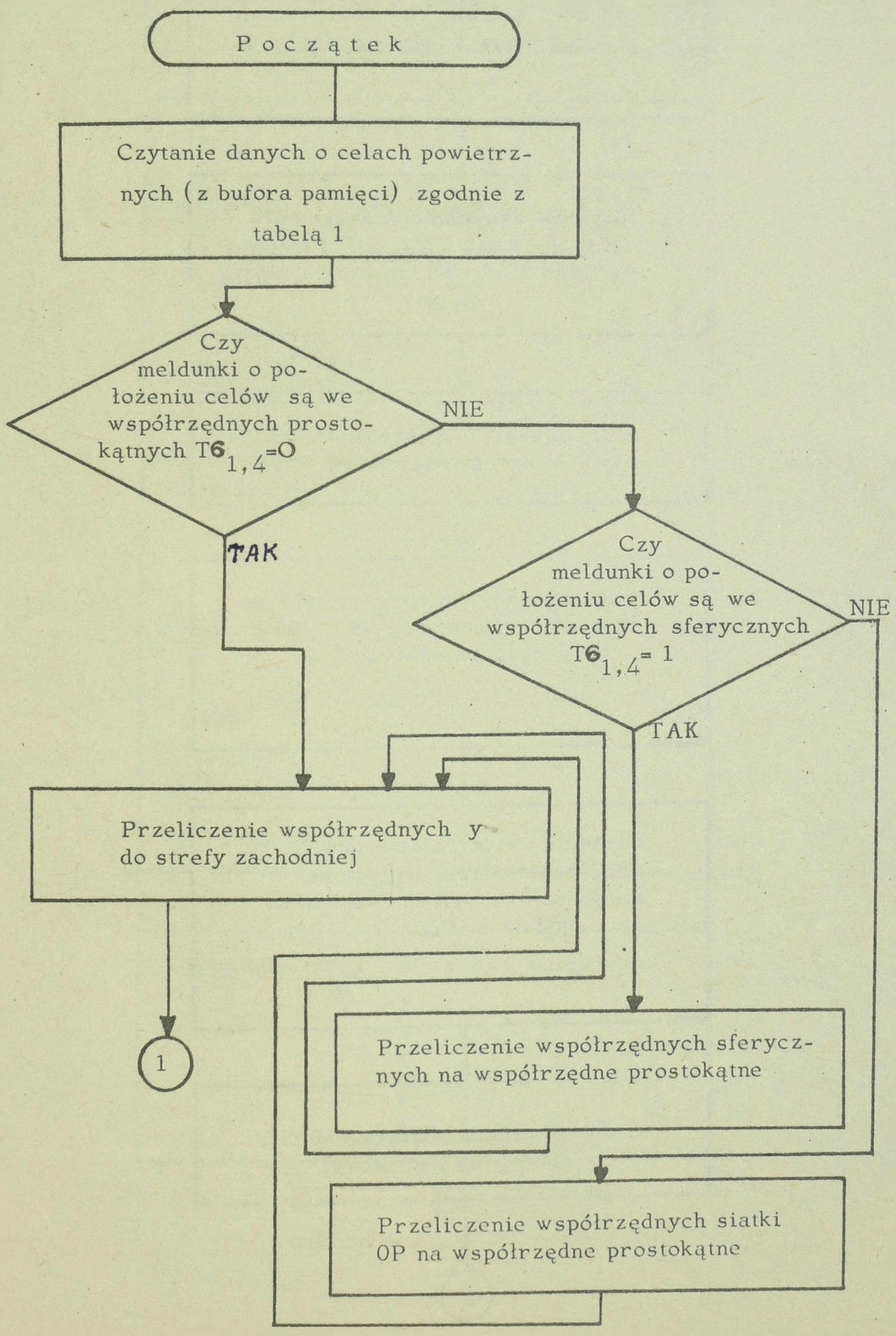
14.2. ALGORYTMOGOLNY (sterujący)

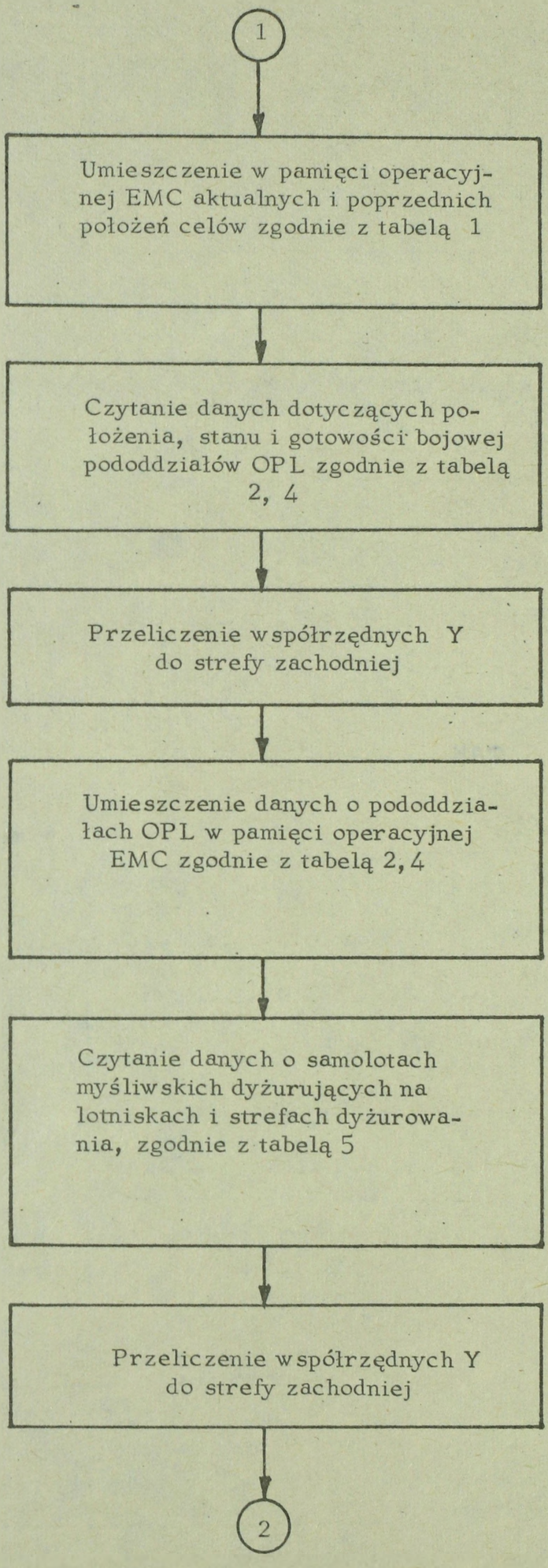


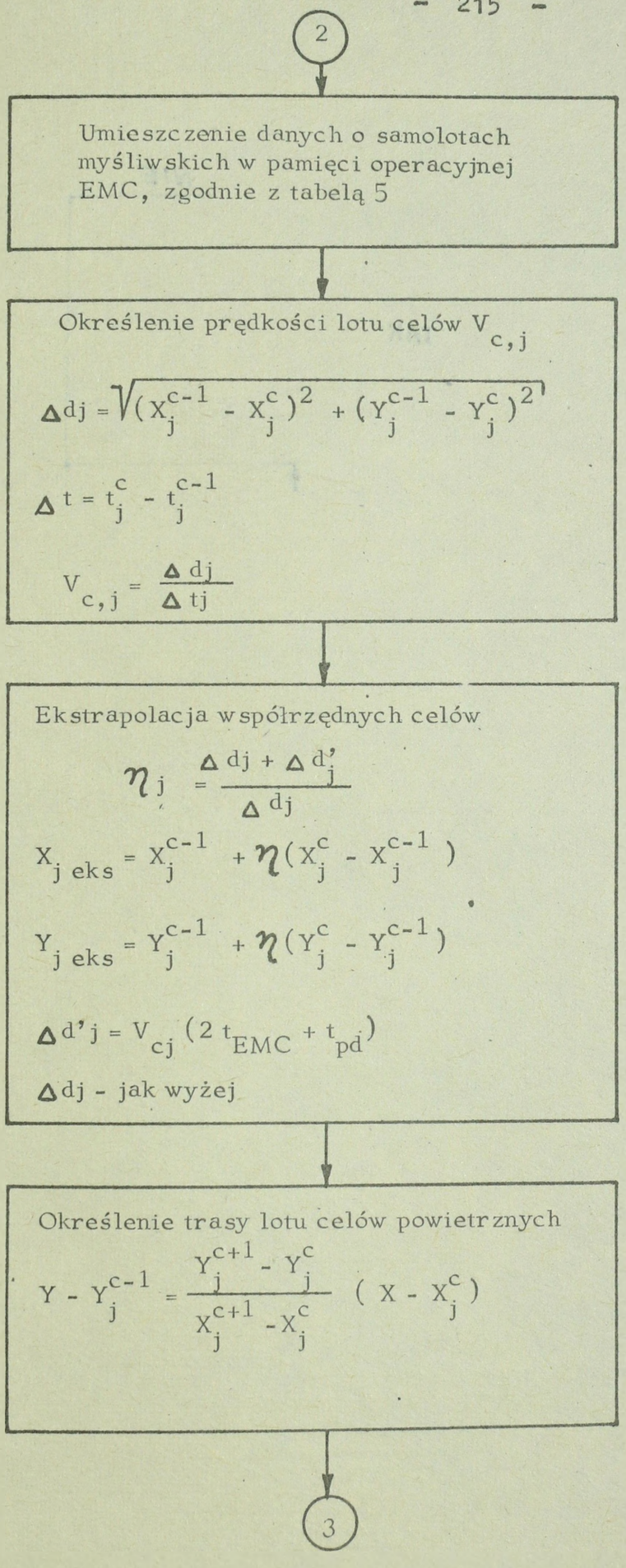

1
Czy są samoloty w gotowości Nr 1 (tabela 5)
NIE
4
TAK
Określenie możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego na podstawie macierzy $/W_j^2/$ ALGORYTM-4
Dokonanie optymalnego przydziału celów lotnictwu myśliwskiemu zgodnie z metodą opisaną w niniejszej pracy na str. 163
Wypracowanie danych decyzyjnych dla lotnictwa myśliwskiego zgodnie z tabelą 20
3
Czy są samoloty gotowości Nr 1 (tabela 5)
NIE
4
TAK
Czy są cele nieuwzględnione w danej etapowej sytuacji powietrznej ze względu na duże odległości ich położenia $W_j^1 > 0$
NIE
4
TAK
2

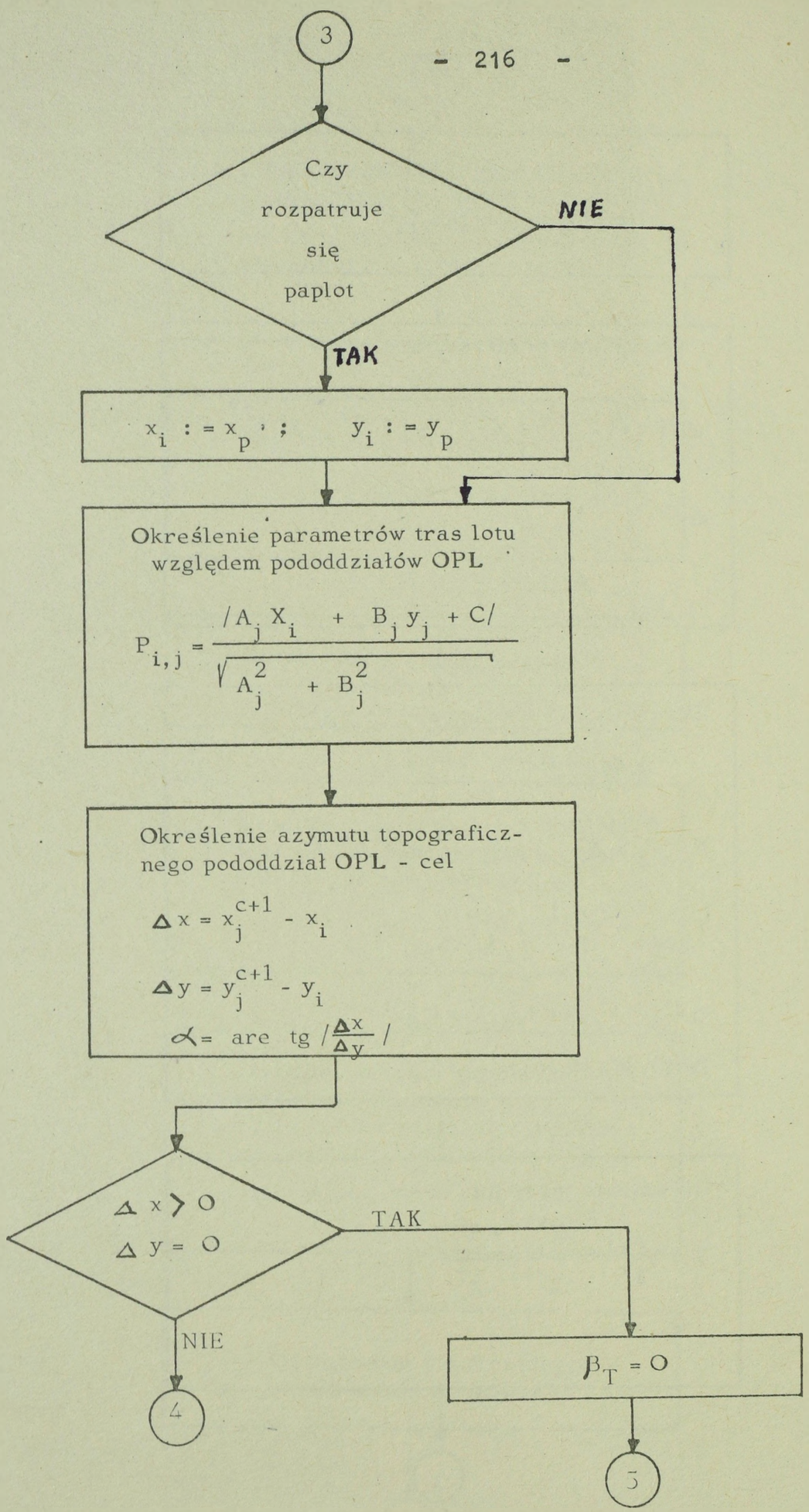

2
Określenie możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego na podstawie macierzy
/W_j^1/ ALGORYTM -4
Dokonanie optymalnego przydziału celów lotnictwu myśliwskiemu zgodnie z metodą opisaną w niniejszej pracy na str. 163
Wypracowanie danych decyzyjnych dla lotnictwa myśliwskiego zgodnie z tabelą 20
4
Koniec obliczeń i rozpoczęcie nowego cyklu obliczeń

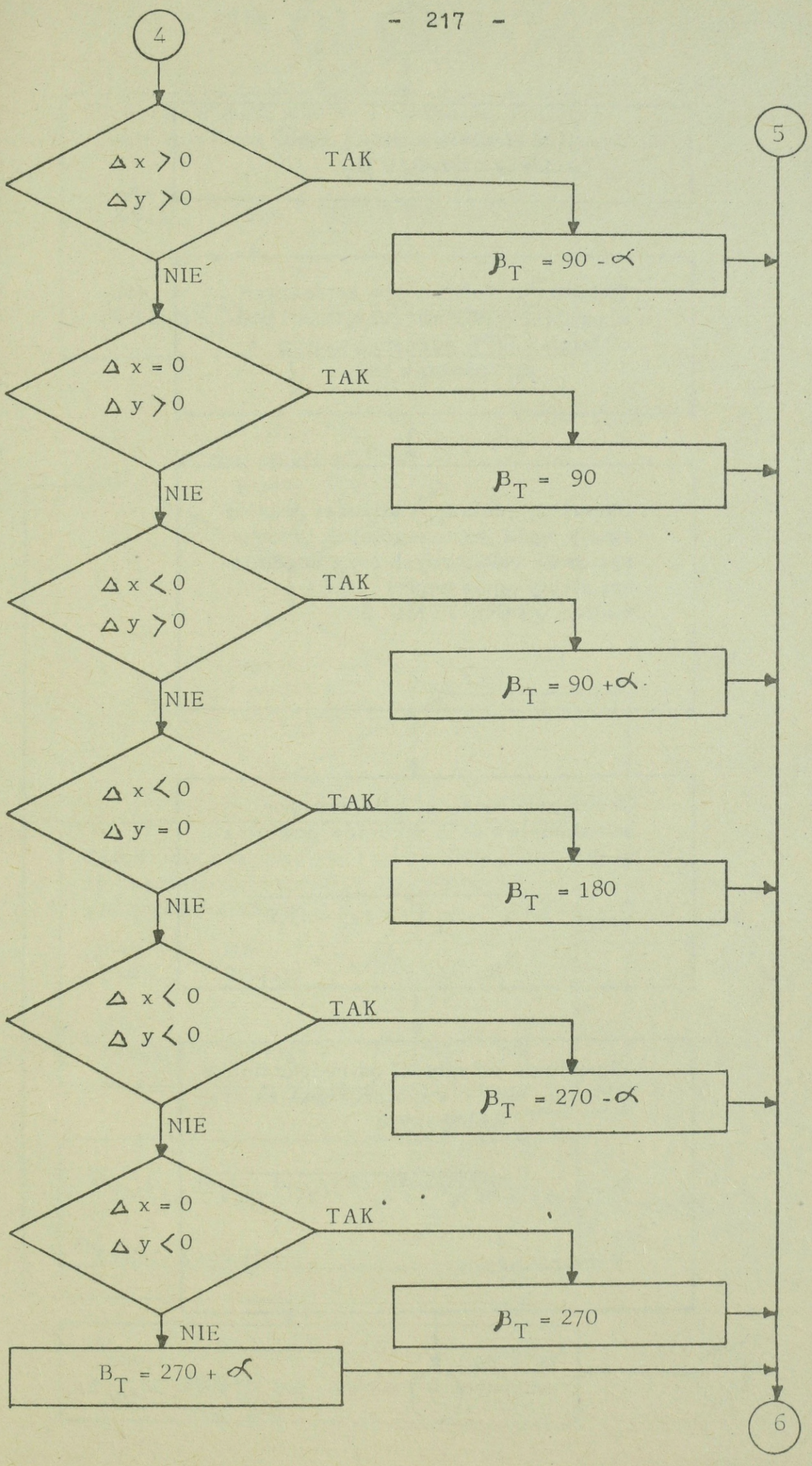
14.3. ALGORYTM ANALIZY SYTUACJI POWIETRZNEJ (ALGORYTM - 1)

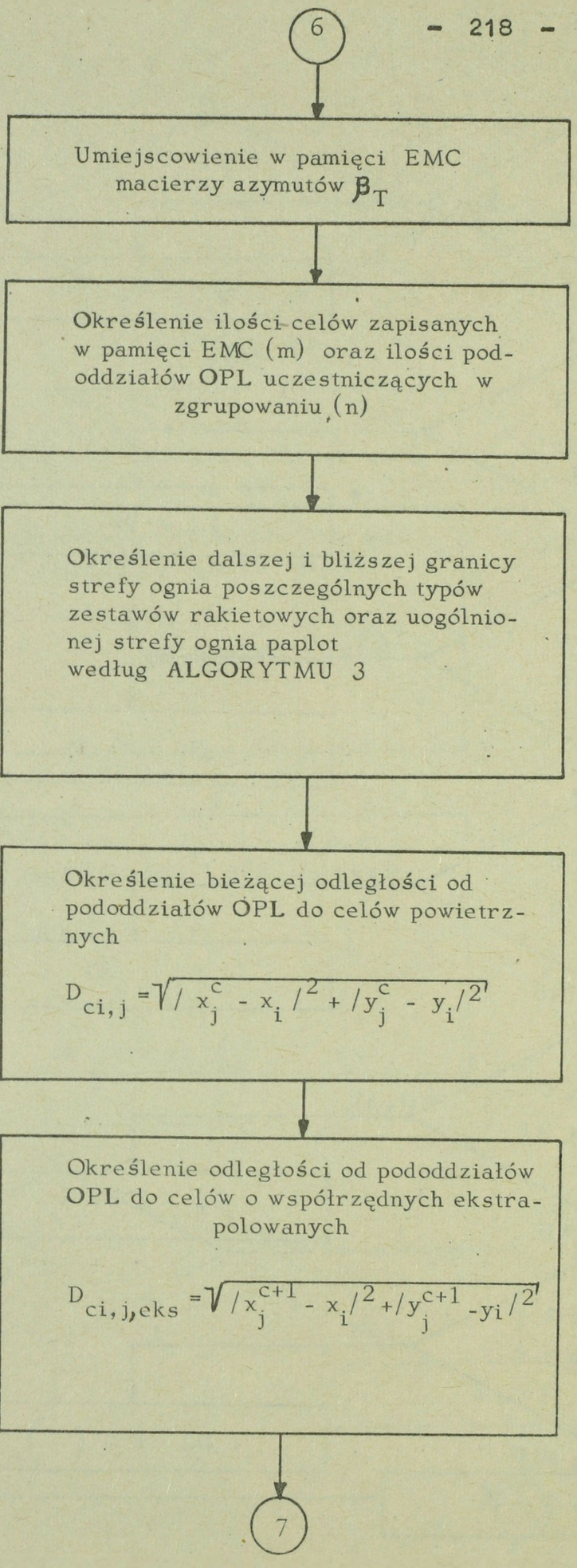


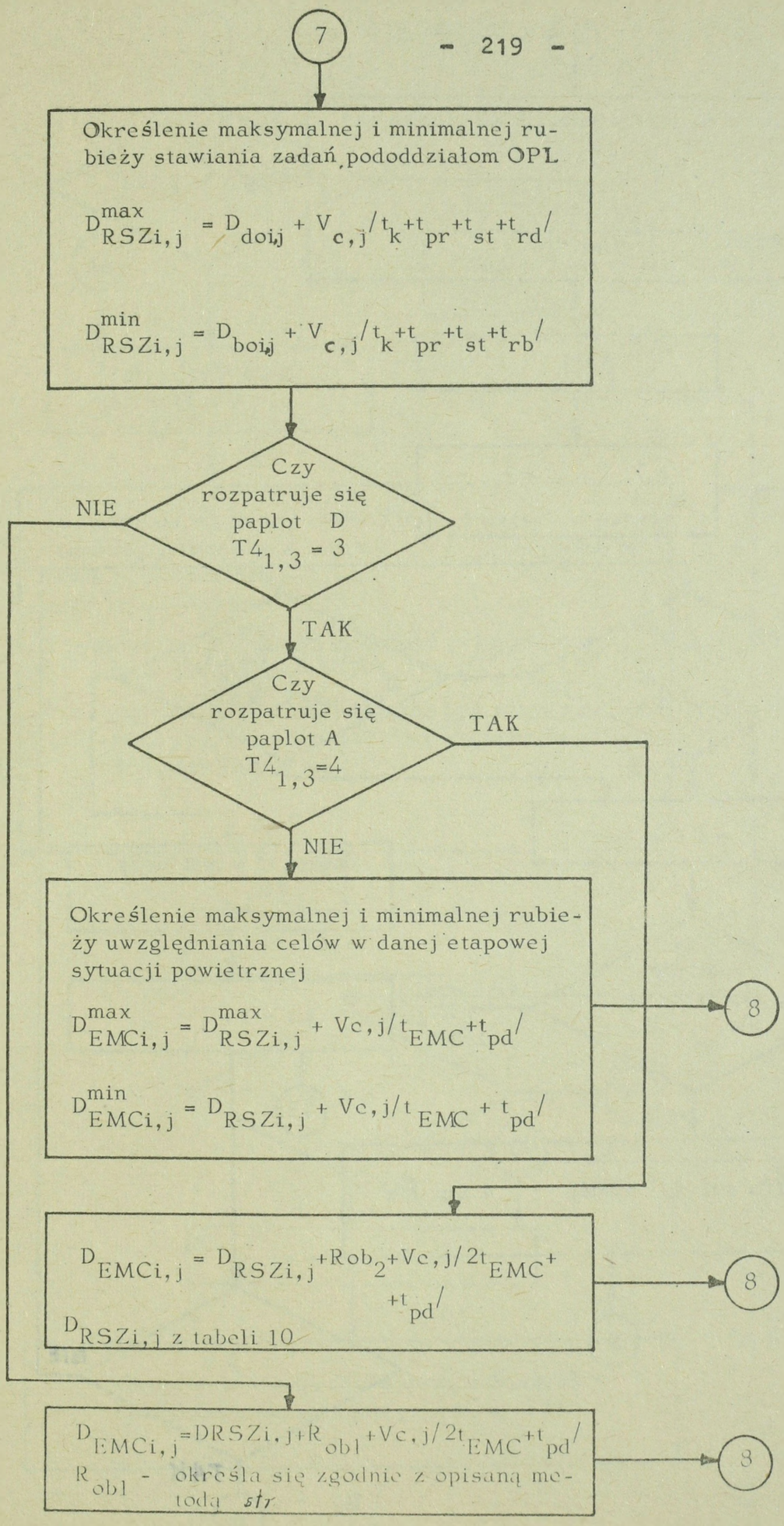

1
Umieszczenie w pamięci operacyjnej EMC aktualnych i poprzednich położeń celów zgodnie z tabelą 1
Czytanie danych dotyczących położenia, stanu i gotowości bojowej pododdziałów OPL zgodnie z tabelą 2, 4
Przeliczenie współrzędnych Y do strefy zachodniej
Umieszczenie danych o pododdziałach OPL w pamięci operacyjnej EMC zgodnie z tabelą 2,4
Czytanie danych o samolotach myśliwskich dyżurujących na lotniskach i strefach dyżurowania, zgodnie z tabelą 5
Przeliczenie współrzędnych Y do strefy zachodniej
2

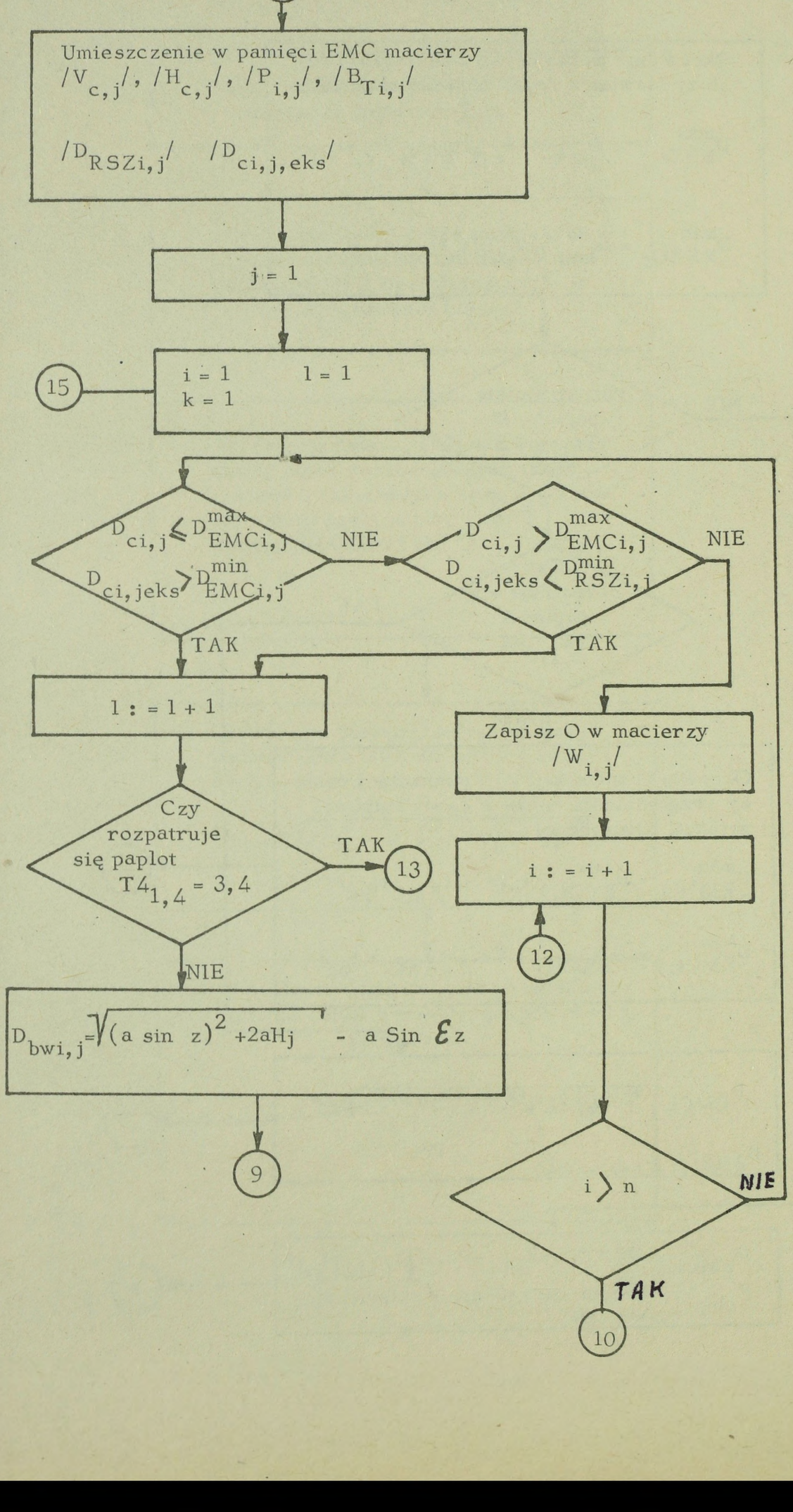

2
Umieszczenie danych o samolotach myśliwskich w pamięci operacyjnej EMC, zgodnie z tabelą 5
Określenie prędkości lotu celów $V_{c,j}$
$\Delta dj = \sqrt{(X_j^{c-1} - X_j^c)^2 + (Y_j^{c-1} - Y_j^c)^2}$
$\Delta t = t_j^c - t_j^{c-1}$
$V_{c,j} = \frac{\Delta dj}{\Delta tj}$
Ekstrapolacja współrzędnych celów
$\eta_j = \frac{\Delta dj + \Delta d'_j}{\Delta dj}$
$X_{j\,eks} = X_j^{c-1} + \eta(X_j^c - X_j^{c-1})$
$Y_{j\,eks} = Y_j^{c-1} + \eta(Y_j^c - Y_j^{c-1})$
$\Delta d'j = V_{cj}(2 t_{EMC} + t_{pd})$
Δdj - jak wyżej
Określenie trasy lotu celów powietrznych
$Y - Y_j^{c-1} = \frac{Y_j^{c+1} - Y_j^c}{X_j^{c+1} - X_j^c}(X - X_j^c)$
3

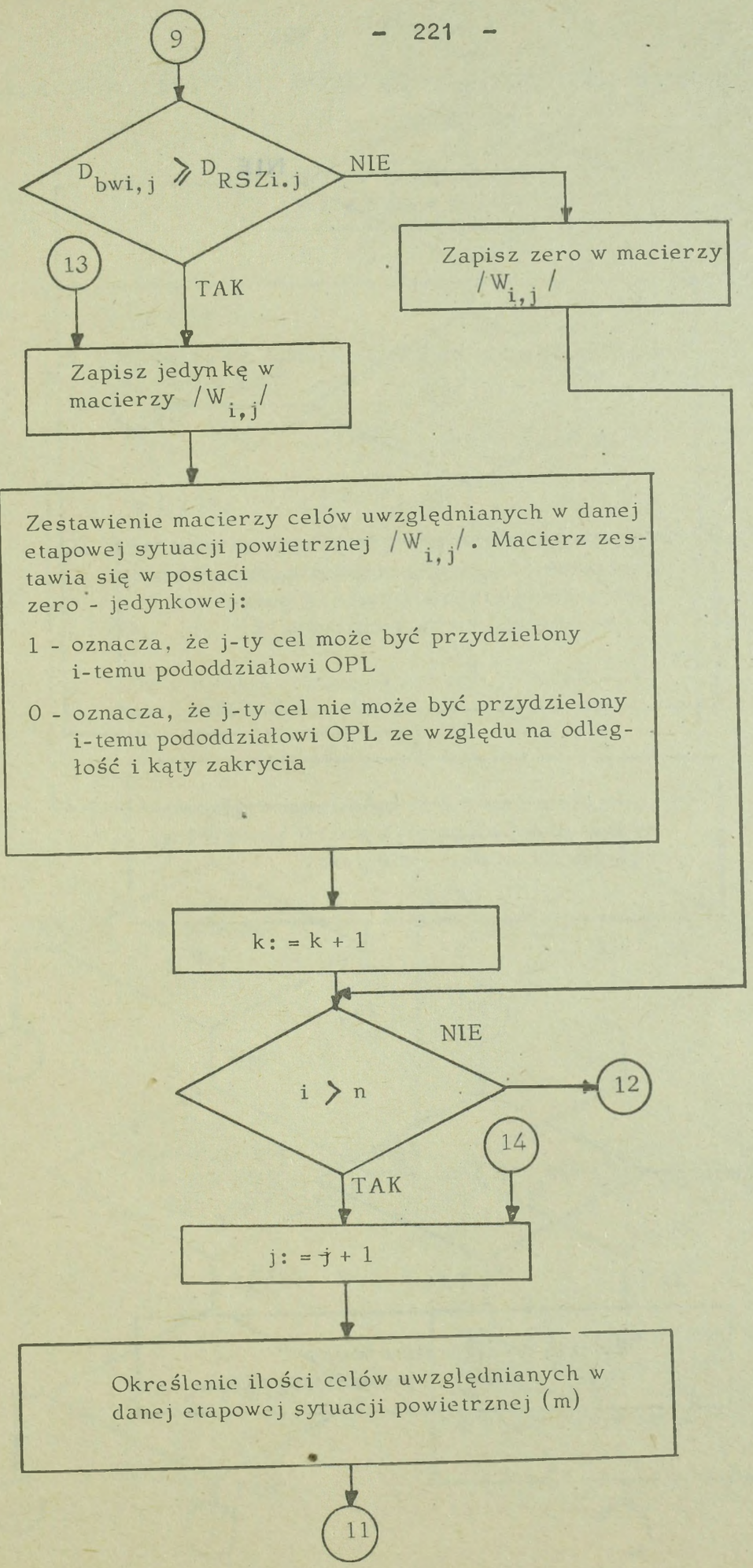

3
Czy rozpatruje się paplot
NIE
TAK
$x_i := x_p$; $y_i := y_p$
Określenie parametrów tras lotu względem pododdziałów OPL
$P_{i,j} = \frac{/A_j X_i + B_j y_j + C/}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2}}$
Określenie azymutu topograficznego pododdział OPL - cel
$\Delta x = x_j^{c+1} - x_i$
$\Delta y = y_j^{c+1} - y_i$
$\alpha = \text{are tg } /\frac{\Delta x}{\Delta y}/$
$\Delta x > 0$
$\Delta y = 0$
TAK
NIE
$\beta_T = 0$
4
5

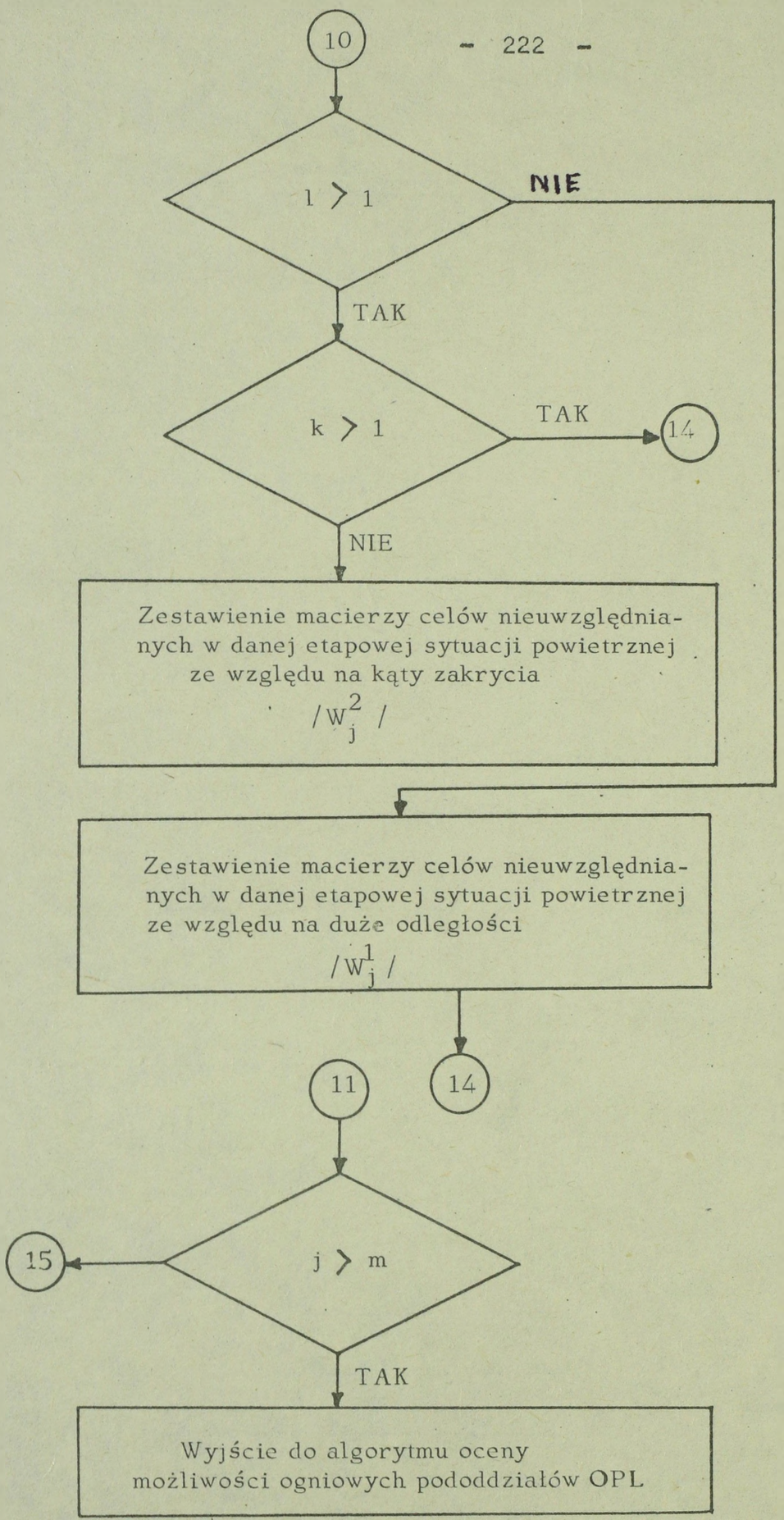

4
Δx > 0
Δy > 0
TAK
$\beta_T = 90 - \alpha$
NIE
Δx = 0
Δy > 0
TAK
$\beta_T = 90$
NIE
Δx < 0
Δy > 0
TAK
$\beta_T = 90 + \alpha$
NIE
Δx < 0
Δy = 0
TAK
$\beta_T = 180$
NIE
Δx < 0
Δy < 0
TAK
$\beta_T = 270 - \alpha$
NIE
Δx = 0
Δy < 0
TAK
$\beta_T = 270$
NIE
$B_T = 270 + \alpha$
5
6


6
Umiejscowienie w pamięci EMC macierzy azymutów β_T
Określenie ilości celów zapisanych w pamięci EMC (m) oraz ilości pododdziałów OPL uczestniczących w zgrupowaniu (n)
Określenie dalszej i bliższej granicy strefy ognia poszczególnych typów zestawów rakietowych oraz uogólnionej strefy ognia paplot według ALGORYTMU 3
Określenie bieżącej odległości od pododdziałów OPL do celów powietrznych
$D_{ci,j} = \sqrt{/x_j^c - x_i/^2 + /y_j^c - y_i/^2}$
Określenie odległości od pododdziałów OPL do celów o współrzędnych ekstrapolowanych
$D_{ci,j,eks} = \sqrt{/x_j^{c+1} - x_i/^2 + /y_j^{c+1} - y_i/^2}$
7

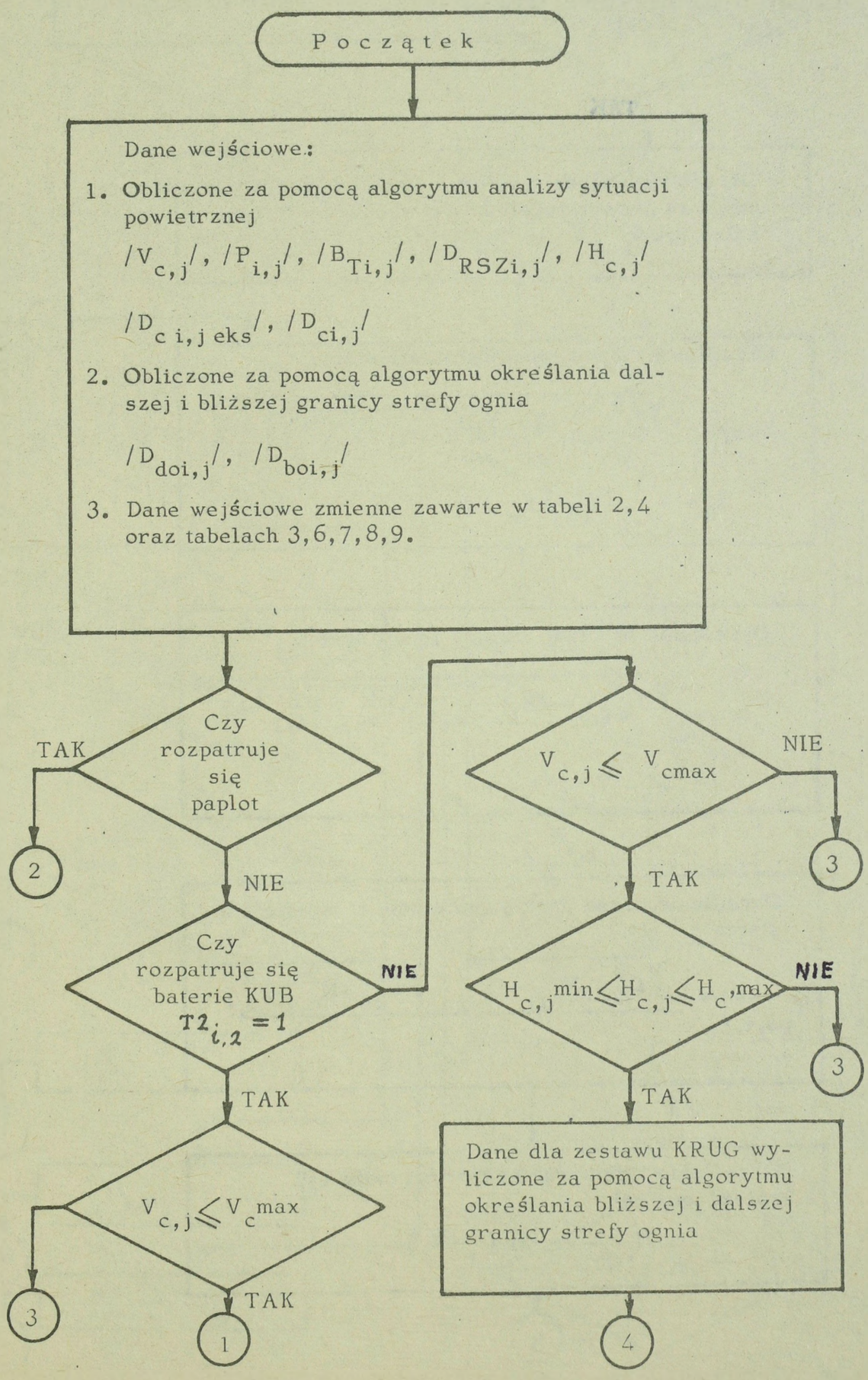

7
Określenie maksymalnej i minimalnej rubieży stawiania zadań pododdziałom OPL
$D^{max}_{RSZi,j} = D_{doi,j} + V_{c,j}/t_k + t_{pr} + t_{st} + t_{rd}/$
$D^{min}_{RSZi,j} = D_{boi,j} + V_{c,j}/t_k + t_{pr} + t_{st} + t_{rb}/$
Czy rozpatruje się paplot D $T4_{1,3} = 3$
NIE
TAK
Czy rozpatruje się paplot A $T4_{1,3} = 4$
TAK
NIE
Określenie maksymalnej i minimalnej rubieży uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej
$D^{max}_{EMCi,j} = D^{max}_{RSZi,j} + Vc,j/t_{EMC} + t_{pd}/$
$D^{min}_{EMCi,j} = D_{RSZi,j} + Vc,j/t_{EMC} + t_{pd}/$
8
$D_{EMCi,j} = D_{RSZi,j} + Rob_2 + Vc,j/2t_{EMC} + t_{pd}/$
$D_{RSZi,j}$ z tabeli 10
8
$D_{EMCi,j} = DRSZi,j + R_{obl} + Vc,j/2t_{EMC} + t_{pd}/$
R_{obl} - określa się zgodnie z opisaną metodą str
8

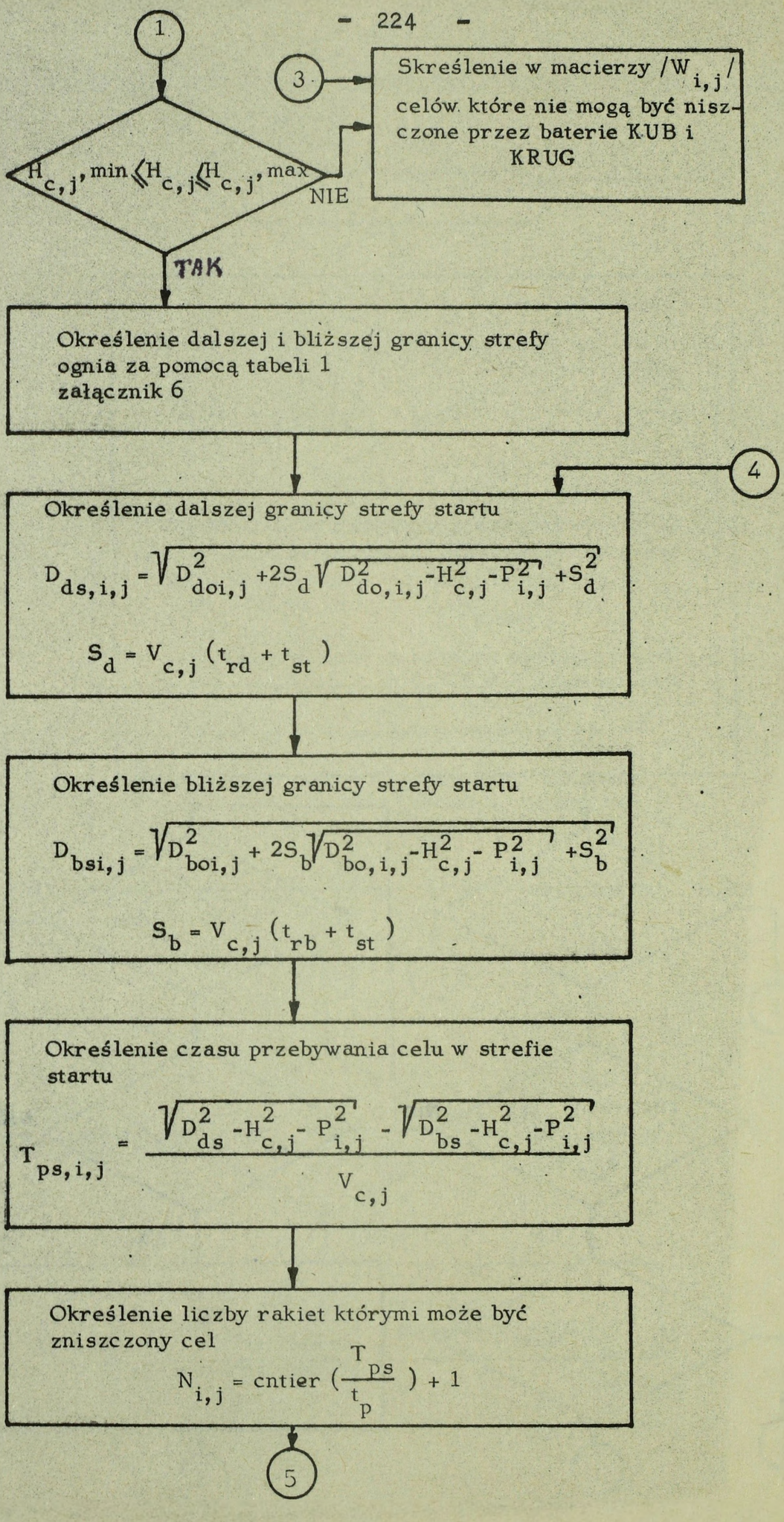

8
Umieszczenie w pamięci EMC macierzy
/V c,j/, /H c,j/, /P i,j/, /B Ti,j/
/D RSZi,j/ /D ci,j,eks/
j = 1
15
i = 1 l = 1
k = 1
D ci,j ≤ D max EMCi,j
D ci,j,eks ≥ D min EMCi,j
NIE
D ci,j ≥ D max EMCi,j
D ci,j,eks ≤ D min RSZi,j
NIE
TAK
TAK
l : = l + 1
Zapisz O w macierzy
/W i,j/
Czy rozpatruje się paplot T4 1,4 = 3,4
TAK
13
i : = i + 1
12
NIE
D bwi,j = √(a sin z)² +2aHj - a Sin εz
i ⟩ n
NIE
TAK
9
10

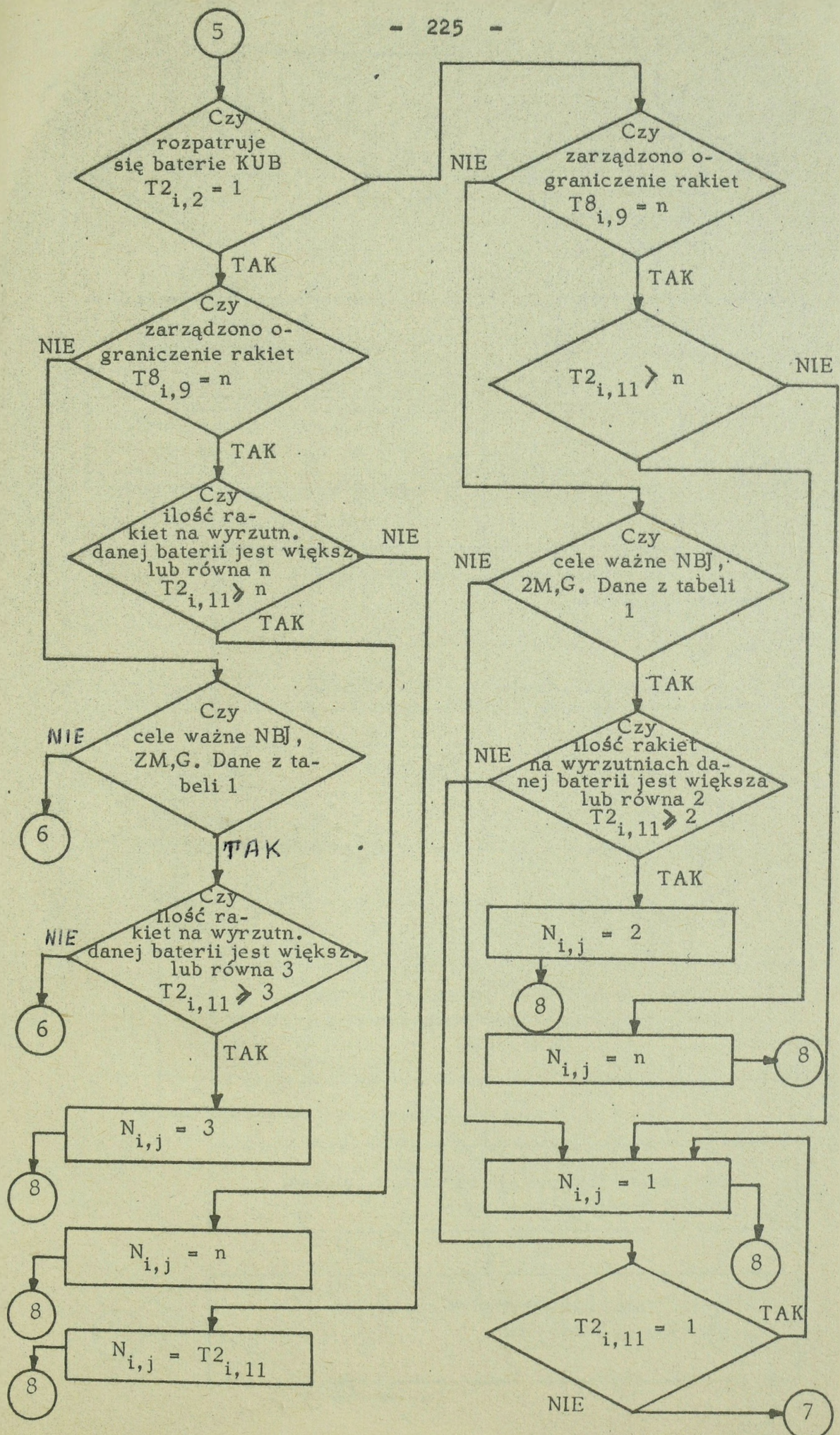

9
$D_{bwi,j} \gg D_{RSZi.j}$
NIE
TAK
13
Zapisz zero w macierzy $/W_{i,j}/$
Zapisz jedynkę w macierzy $/W_{i,j}/$
Zestawienie macierzy celów uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej $/W_{i,j}/$. Macierz zestawia się w postaci zero - jedynkowej:
1 - oznacza, że j-ty cel może być przydzielony i-temu pododdziałowi OPL
0 - oznacza, że j-ty cel nie może być przydzielony i-temu pododdziałowi OPL ze względu na odległość i kąty zakrycia
k: = k + 1
NIE
i > n
12
14
TAK
j: = j + 1
Określenie ilości celów uwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej (m)
11

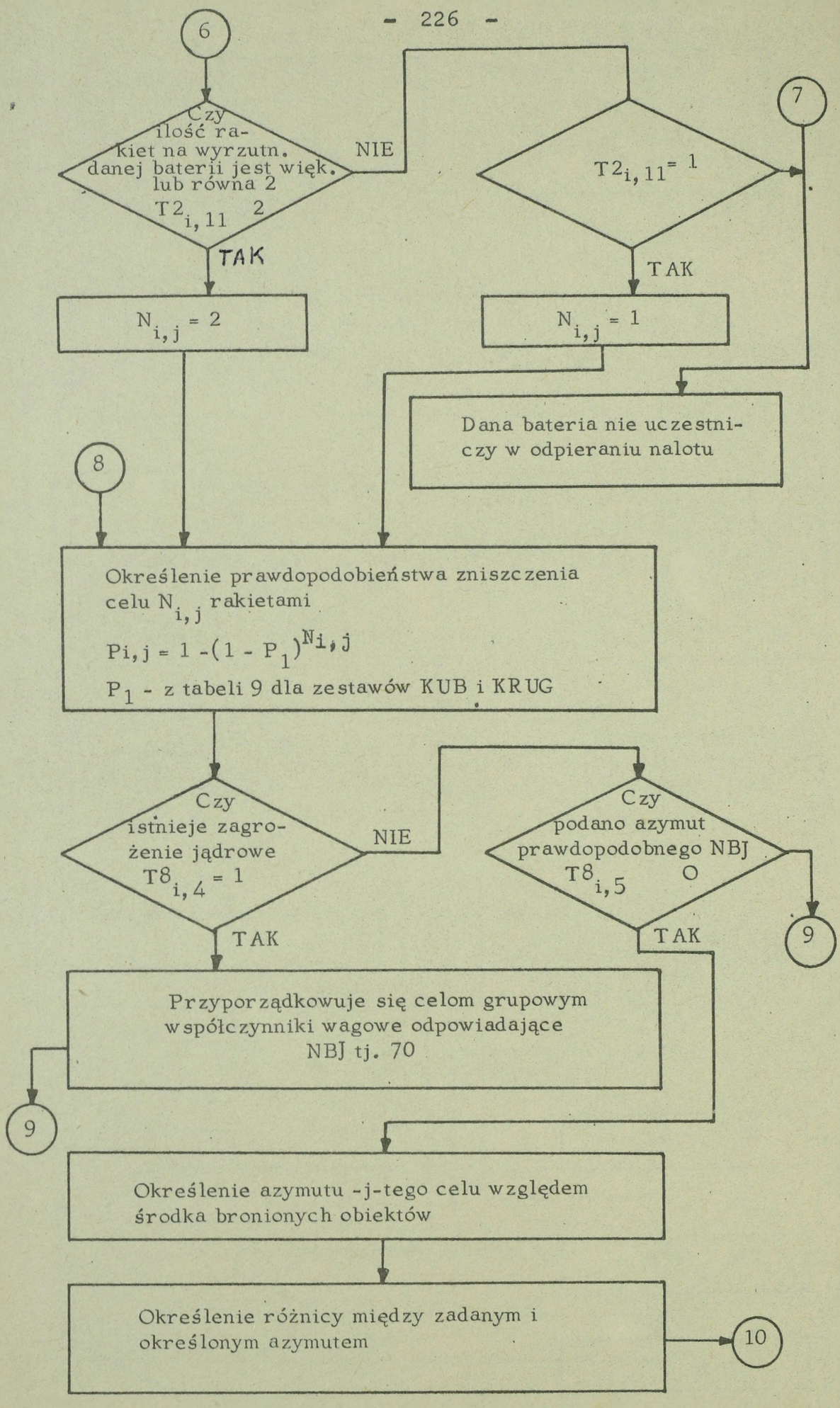

10
l > 1
NIE
TAK
k > 1
TAK
14
NIE
Zestawienie macierzy celów nieuwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej ze względu na kąty zakrycia
/W_j^2 /
Zestawienie macierzy celów nieuwzględnianych w danej etapowej sytuacji powietrznej ze względu na duże odległości
/W_j^1 /
11
14
15
j > m
TAK
Wyjście do algorytmu oceny możliwości ogniowych pododdziałów OPL

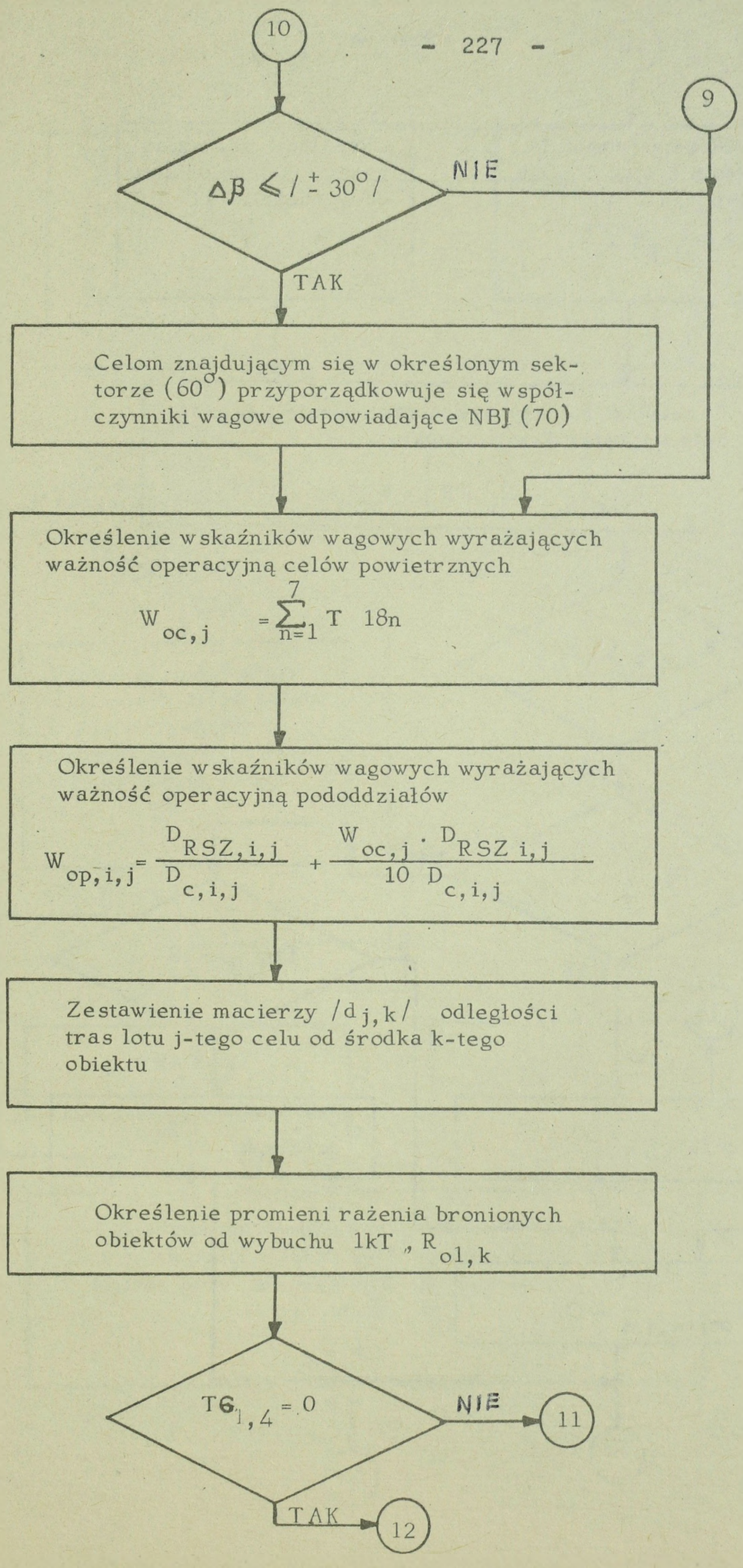
14.4. ALGORYTM OCENY MOŻLIWOSCI OGNIOWYCH PODODDZIAŁÓW OPL (ALGORYTM - 2)

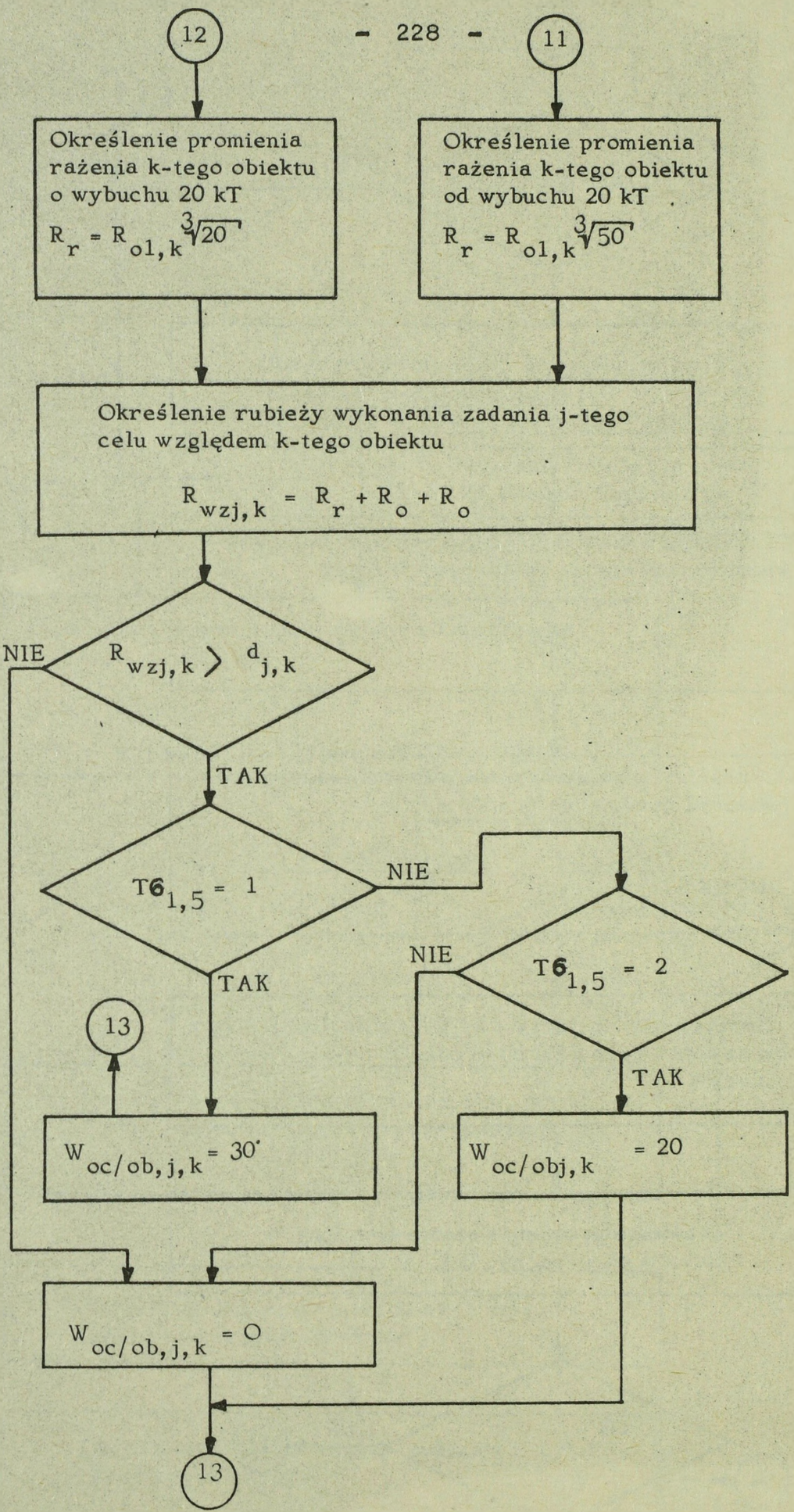


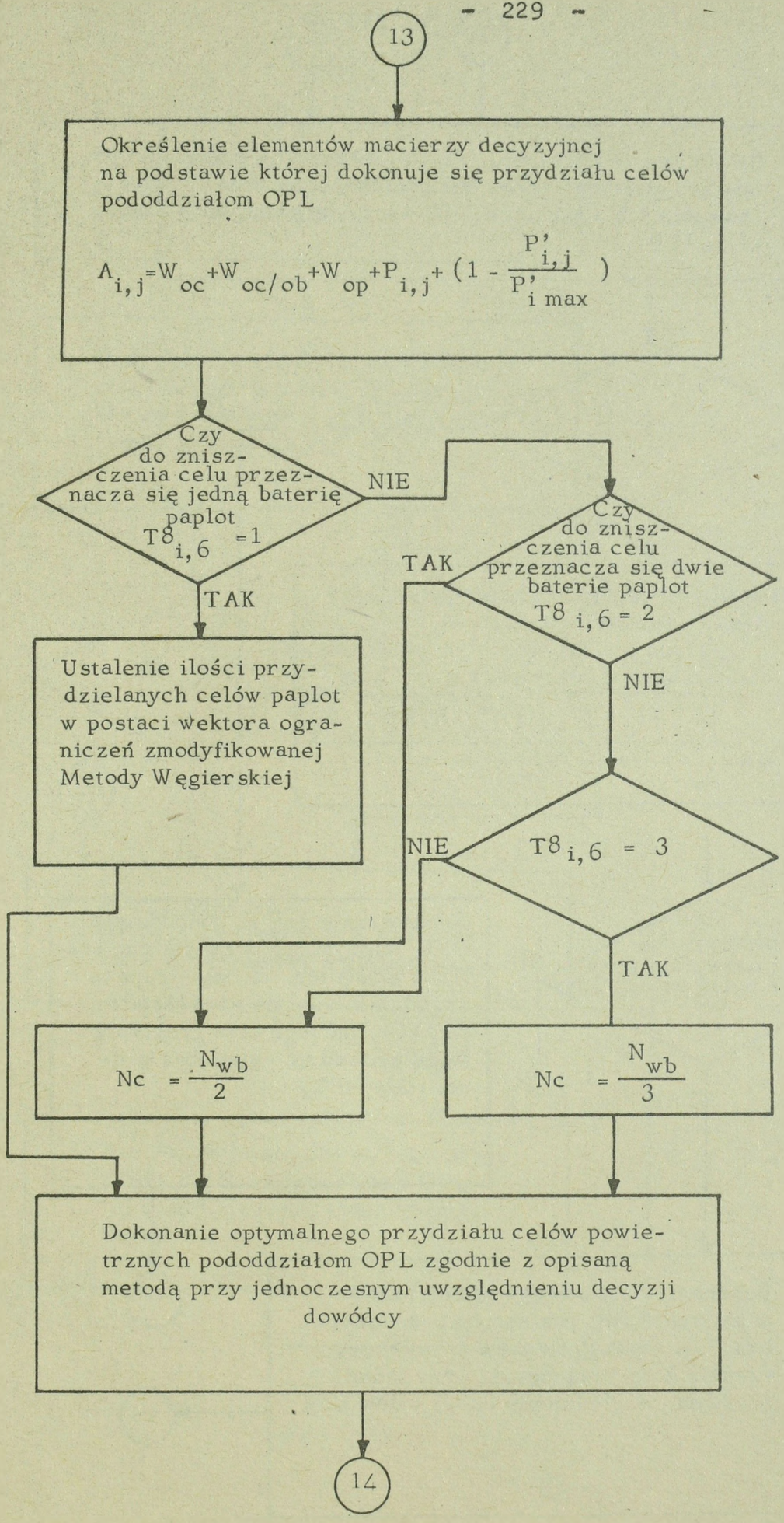

1
3
Skreślenie w macierzy /W i,j/ celów które nie mogą być niszczone przez baterie KUB i KRUG
H c,j, min ≤ H c,j ≤ H c,j, max
NIE
TAK
Określenie dalszej i bliższej granicy strefy ognia za pomocą tabeli 1 załącznik 6
4
Określenie dalszej granicy strefy startu
D ds,i,j = √(D²doi,j + 2Sd √(D²do,i,j - H²c,j - P²i,j) + S²d)
Sd = Vc,j (trd + tst)
Określenie bliższej granicy strefy startu
D bsi,j = √(D²boi,j + 2Sb √(D²bo,i,j - H²c,j - P²i,j) + S²b)
Sb = Vc,j (trb + tst)
Określenie czasu przebywania celu w strefie startu
T ps,i,j = (√(D²ds - H²c,j - P²i,j) - √(D²bs - H²c,j - P²i,j)) / Vc,j
Określenie liczby rakiet którymi może być zniszczony cel
N i,j = cntier (T ps / t p) + 1
5

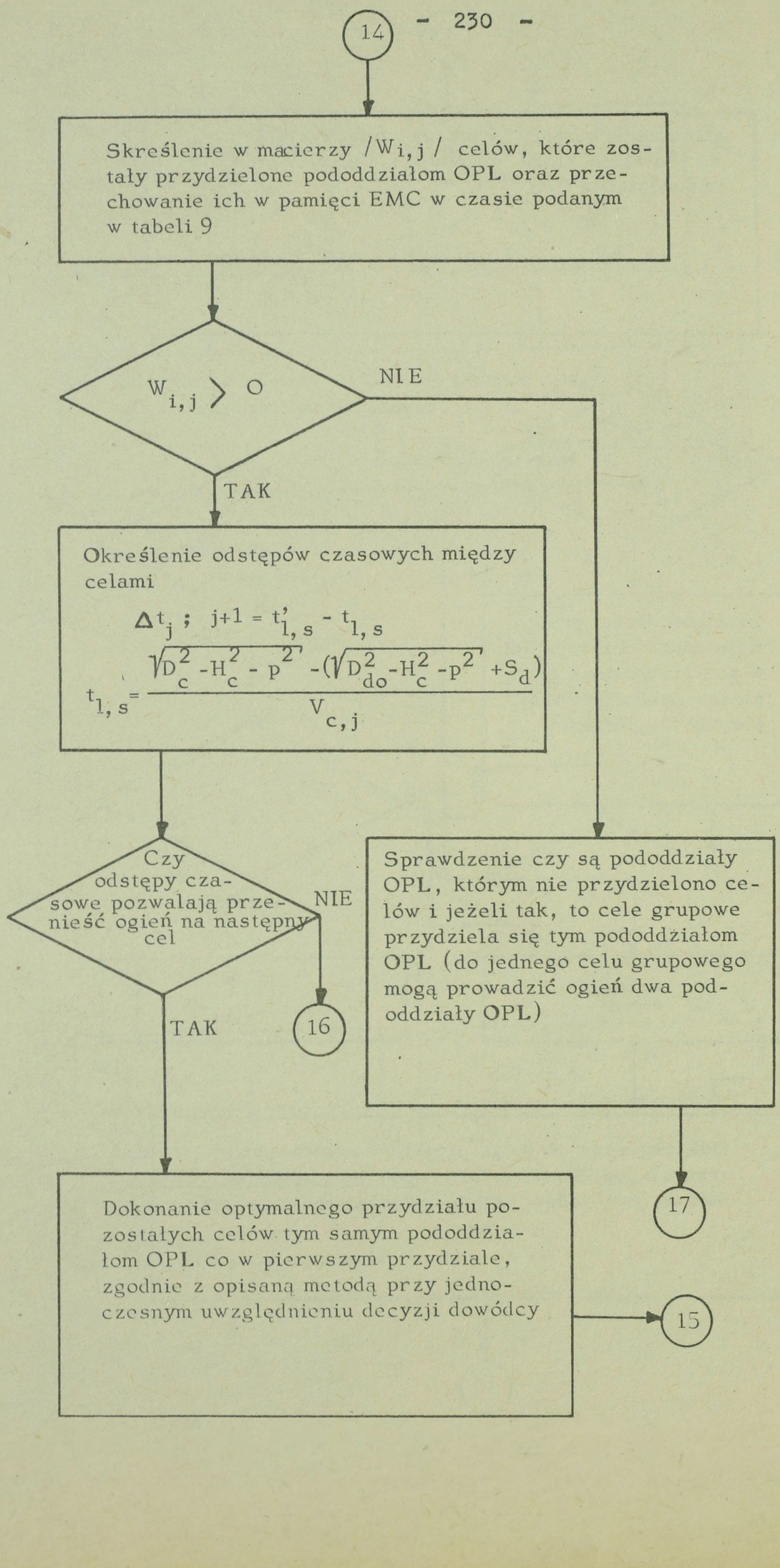

5
Czy rozpatruje się baterie KUB $T2_{i,2} = 1$
TAK
NIE
Czy zarządzono ograniczenie rakiet $T8_{i,9} = n$
TAK
NIE
Czy ilość rakiet na wyrzutn. danej baterii jest większa lub równa n $T2_{i,11} \geq n$
TAK
NIE
Czy cele ważne NBJ, 2M,G. Dane z tabeli 1
TAK
NIE
Czy ilość rakiet na wyrzutniach danej baterii jest większa lub równa 2 $T2_{i,11} \geq 2$
TAK
NIE
Czy cele ważne NBJ, ZM,G. Dane z tabeli 1
TAK
NIE
Czy ilość rakiet na wyrzutn. danej baterii jest większa lub równa 3 $T2_{i,11} \geq 3$
TAK
NIE
$T2_{i,11} = 1$
TAK
NIE
$N_{i,j} = 1$
$N_{i,j} = 2$
$N_{i,j} = 3$
$N_{i,j} = n$
$N_{i,j} = T2_{i,11}$
6
7
8

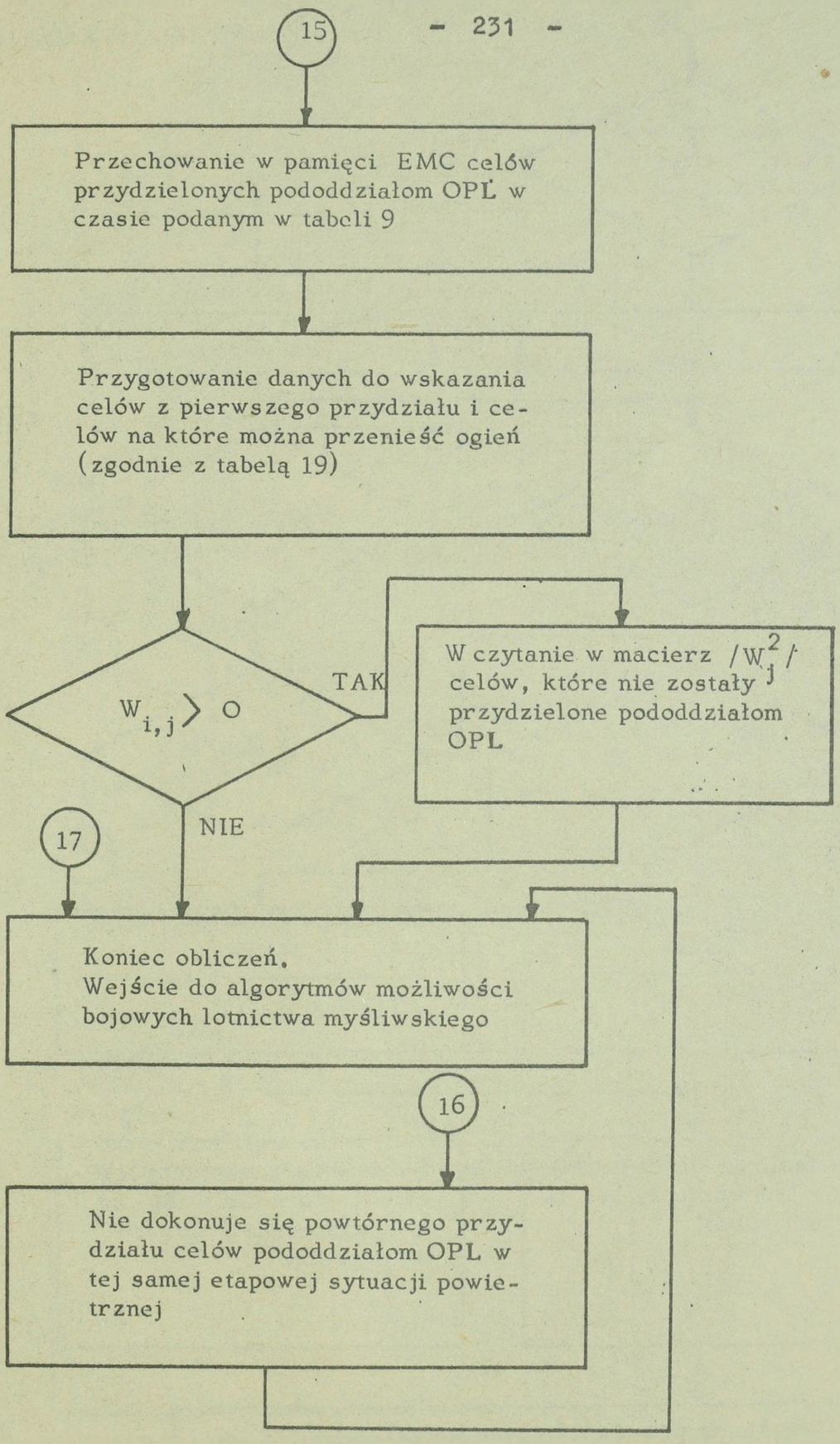

6
Czy ilość rakiet na wyrzutn. danej baterii jest wiek. lub równa 2
$T2_{i,11}$ 2
NIE
TAK
$N_{i,j} = 2$
$T2_{i,11} = 1$
7
TAK
$N_{i,j} = 1$
Dana bateria nie uczestniczy w odpieraniu nalotu
8
Określenie prawdopodobieństwa zniszczenia celu $N_{i,j}$ rakietami
$Pi,j = 1 - (1 - P_1)^{Ni,j}$
P_1 - z tabeli 9 dla zestawów KUB i KRUG
Czy istnieje zagrożenie jądrowe
$T8_{i,4} = 1$
NIE
TAK
Czy podano azymut prawdopodobnego NBJ
$T8_{i,5}$ O
TAK
9
Przyporządkowuje się celom grupowym współczynniki wagowe odpowiadające NBJ tj. 70
9
Określenie azymutu -j-tego celu względem środka bronionych obiektów
Określenie różnicy między zadanym i określonym azymutem
10

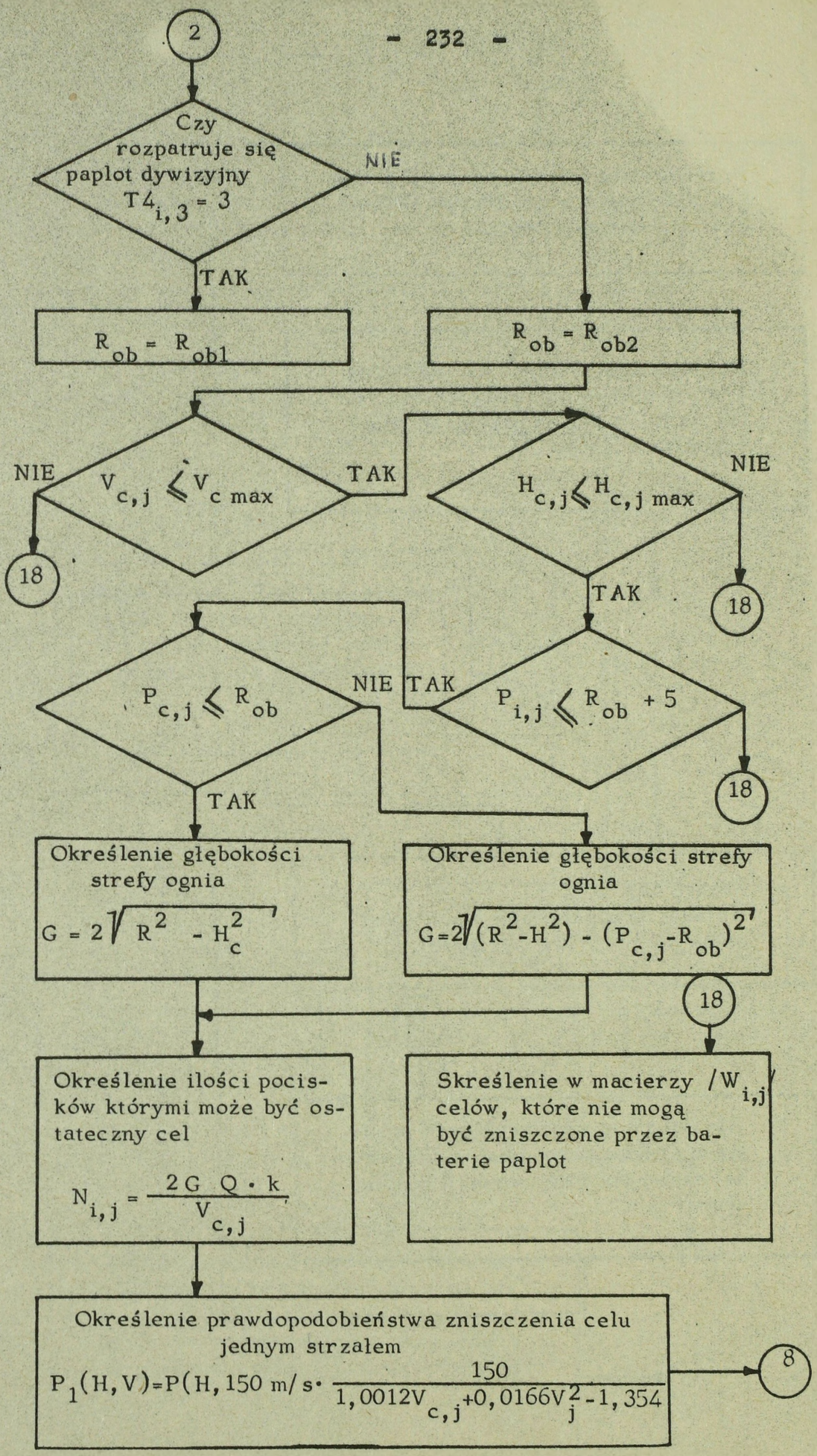

10
9
$\Delta\beta \leqslant / \pm 30^{\circ} /$
NIE
TAK
Celom znajdującym się w określonym sektorze (60°) przyporządkowuje się współczynniki wagowe odpowiadające NBJ (70)
Określenie wskaźników wagowych wyrażających ważność operacyjną celów powietrznych
$W_{oc,j} = \sum_{n=1}^{7} T\ 18n$
Określenie wskaźników wagowych wyrażających ważność operacyjną pododdziałów
$W_{op,i,j} = \frac{D_{RSZ,i,j}}{D_{c,i,j}} + \frac{W_{oc,j} \cdot D_{RSZ\,i,j}}{10\ D_{c,i,j}}$
Zestawienie macierzy $/d_{j,k}/$ odległości tras lotu j-tego celu od środka k-tego obiektu
Określenie promieni rażenia bronionych obiektów od wybuchu 1kT „ $R_{o1,k}$
$TG_{1,4} = 0$
NIE
11
TAK
12


12
11
Określenie promienia rażenia k-tego obiektu o wybuchu 20 kT
$R_r = R_{o1,k}\sqrt[3]{20}$
Określenie promienia rażenia k-tego obiektu od wybuchu 20 kT
$R_r = R_{o1,k}\sqrt[3]{50}$
Określenie rubieży wykonania zadania j-tego celu względem k-tego obiektu
$R_{wzj,k} = R_r + R_o + R_o$
NIE
$R_{wzj,k} > d_{j,k}$
TAK
$T6_{1,5} = 1$
NIE
TAK
NIE
$T6_{1,5} = 2$
TAK
13
$W_{oc/ob,j,k} = 30'$
$W_{oc/obj,k} = 20$
$W_{oc/ob,j,k} = O$
13

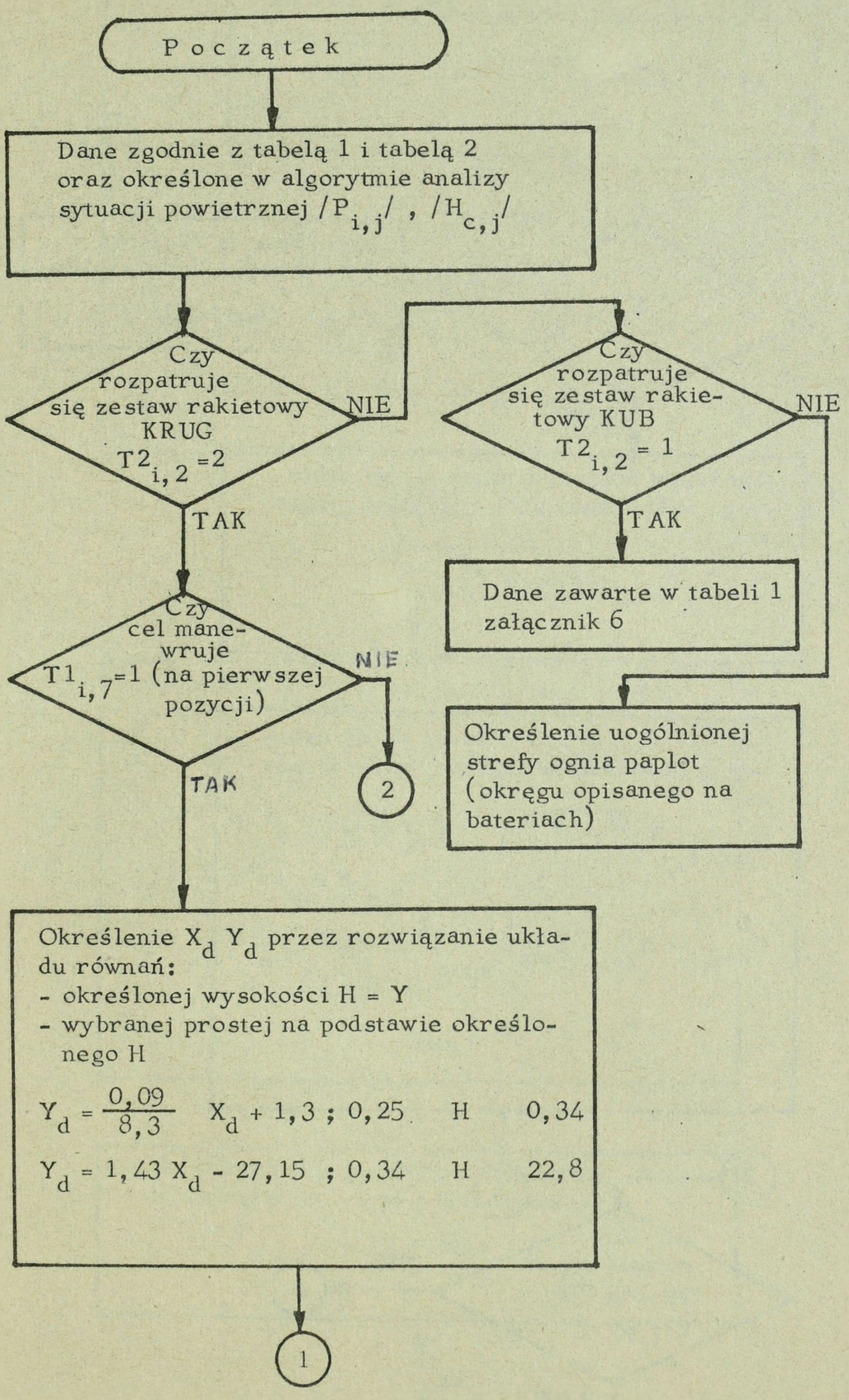

13
Określenie elementów macierzy decyzyjnej na podstawie której dokonuje się przydziału celów pododdziałom OPL
$A_{i,j} = W_{oc} + W_{oc/ob} + W_{op} + P_{i,j} + (1 - \frac{P'_{i,j}}{P'_{i\,max}})$
Czy do zniszczenia celu przeznacza się jedną baterię paplot $T8_{i,6} = 1$
NIE
TAK
Czy do zniszczenia celu przeznacza się dwie baterie paplot $T8_{i,6} = 2$
TAK
NIE
Ustalenie ilości przydzielanych celów paplot w postaci wektora ograniczeń zmodyfikowanej Metody Węgierskiej
$T8_{i,6} = 3$
NIE
TAK
$Nc = \frac{N_{wb}}{2}$
$Nc = \frac{N_{wb}}{3}$
Dokonanie optymalnego przydziału celów powietrznych pododdziałom OPL zgodnie z opisaną metodą przy jednoczesnym uwzględnieniu decyzji dowódcy
14

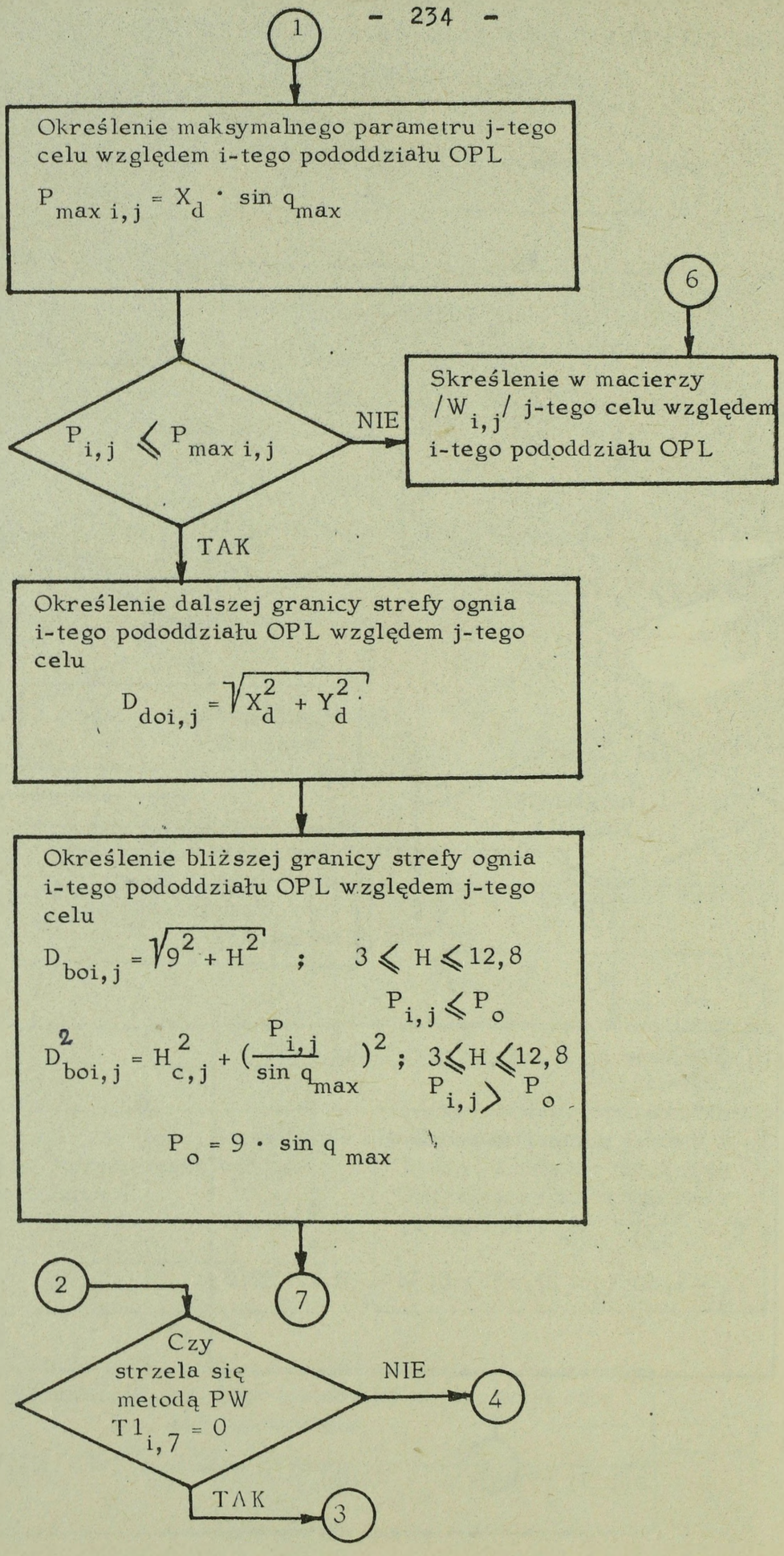

14
Skreślenie w macierzy /Wi,j/ celów, które zostały przydzielone pododdziałom OPL oraz przechowanie ich w pamięci EMC w czasie podanym w tabeli 9
Wi,j > O
NIE
TAK
Określenie odstępów czasowych między celami
Δtj ; j+1 = t'l,s - tl,s
tl,s = (√(Dc2 - Hc2 - p2) - (√(Ddo2 - Hc2 - p2) + Sd)) / Vc,j
Czy odstępy czasowe pozwalają przenieść ogień na następny cel
NIE
TAK
16
Sprawdzenie czy są pododdziały OPL, którym nie przydzielono celów i jeżeli tak, to cele grupowe przydziela się tym pododdziałom OPL (do jednego celu grupowego mogą prowadzić ogień dwa pododdziały OPL)
17
Dokonanie optymalnego przydziału pozostałych celów tym samym pododdziałom OPL co w pierwszym przydziale, zgodnie z opisaną metodą przy jednoczesnym uwzględnieniu decyzji dowódcy
15

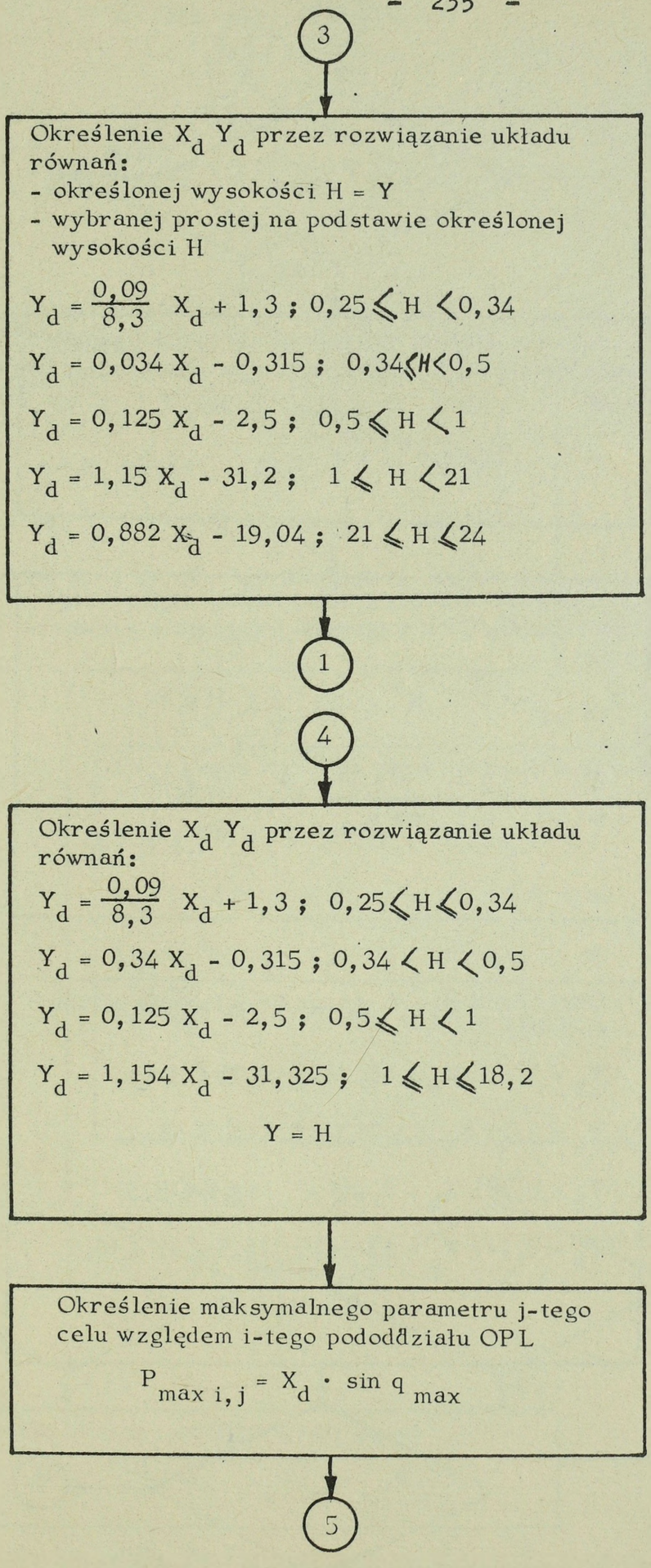

15
Przechowanie w pamięci EMC celów przydzielonych pododdziałom OPL w czasie podanym w tabeli 9
Przygotowanie danych do wskazania celów z pierwszego przydziału i celów na które można przenieść ogień (zgodnie z tabelą 19)
$W_{i,j} > 0$
TAK
W czytanie w macierz $/W_j^2/$ celów, które nie zostały przydzielone pododdziałom OPL
NIE
17
Koniec obliczeń.
Wejście do algorytmów możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego
16
Nie dokonuje się powtórnego przydziału celów pododdziałom OPL w tej samej etapowej sytuacji powietrznej

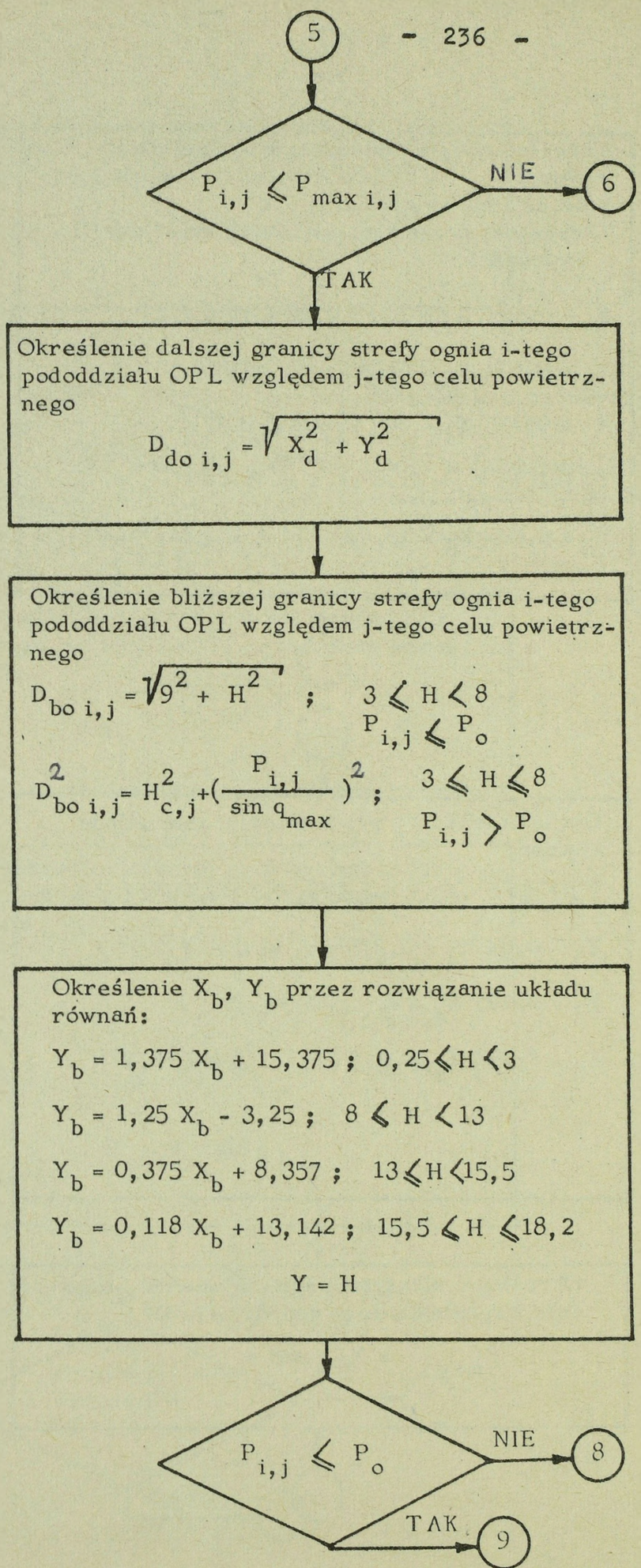

2
Czy rozpatruje się paplot dywizyjny $T4_{i,3} = 3$
NIE
TAK
$R_{ob} = R_{ob1}$
$R_{ob} = R_{ob2}$
NIE
$V_{c,j} \leqslant V_{c\,max}$
TAK
$H_{c,j} \leqslant H_{c,j\,max}$
NIE
18
TAK
18
$P_{c,j} \leqslant R_{ob}$
NIE
TAK
$P_{i,j} \leqslant R_{ob} + 5$
18
TAK
Określenie głębokości strefy ognia
$G = 2\sqrt{R^2 - H_c^2}$
Określenie głębokości strefy ognia
$G = 2\sqrt{(R^2 - H^2) - (P_{c,j} - R_{ob})^2}$
18
Określenie ilości pocisków którymi może być ostateczny cel
$N_{i,j} = \frac{2G \cdot Q \cdot k}{V_{c,j}}$
Skreślenie w macierzy $/W_{i,j}/$ celów, które nie mogą być zniszczone przez baterie paplot
Określenie prawdopodobieństwa zniszczenia celu jednym strzałem
$P_1(H,V) = P(H, 150\ m/s \cdot \frac{150}{1,0012V_{c,j} + 0,0166V_j^2 - 1,354})$
8

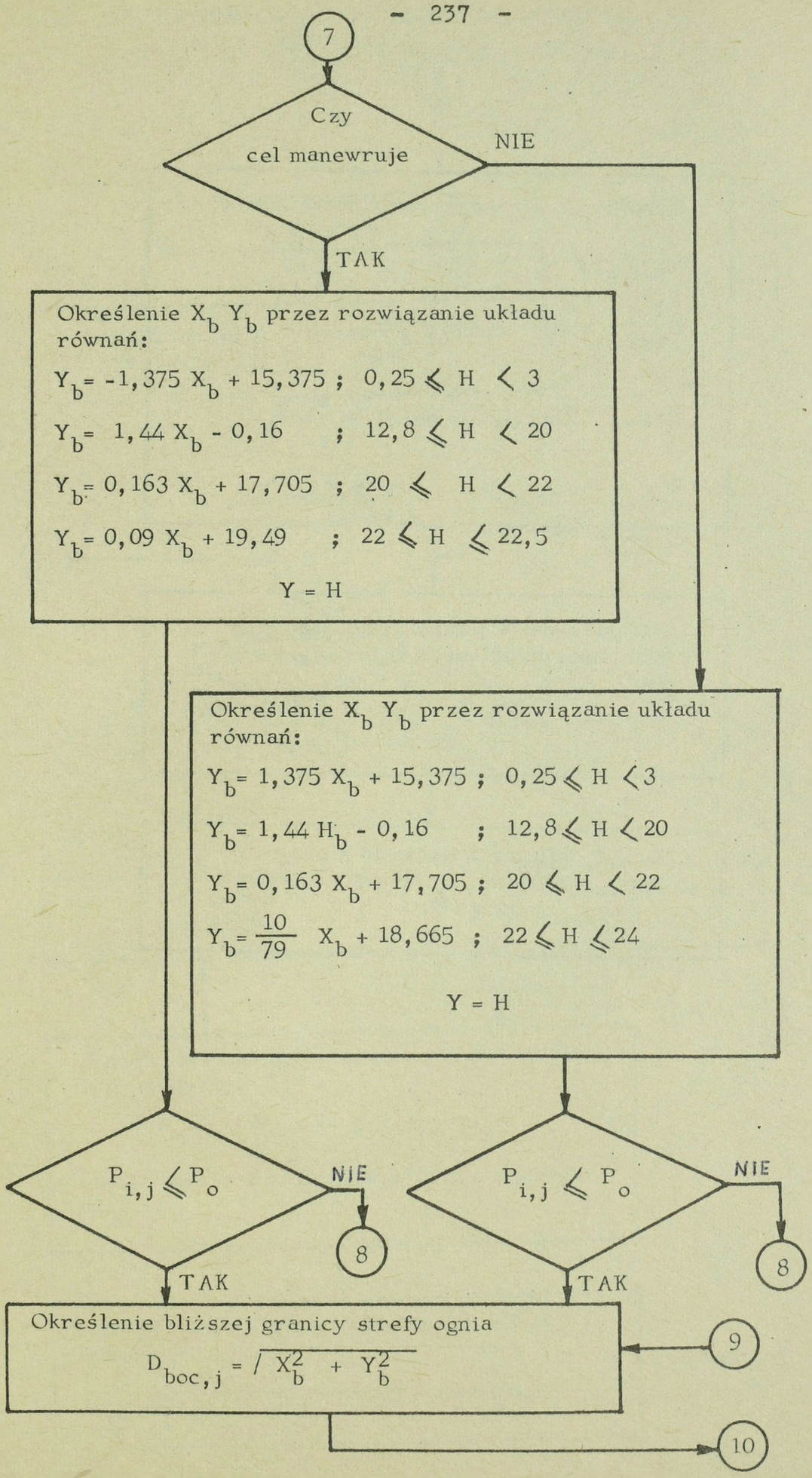
ALGORYTM OKRESLANIA BLIŻSZEJ I DALSZEJ GRANICY STREFY OGNIA (ALGORYTM - 3)

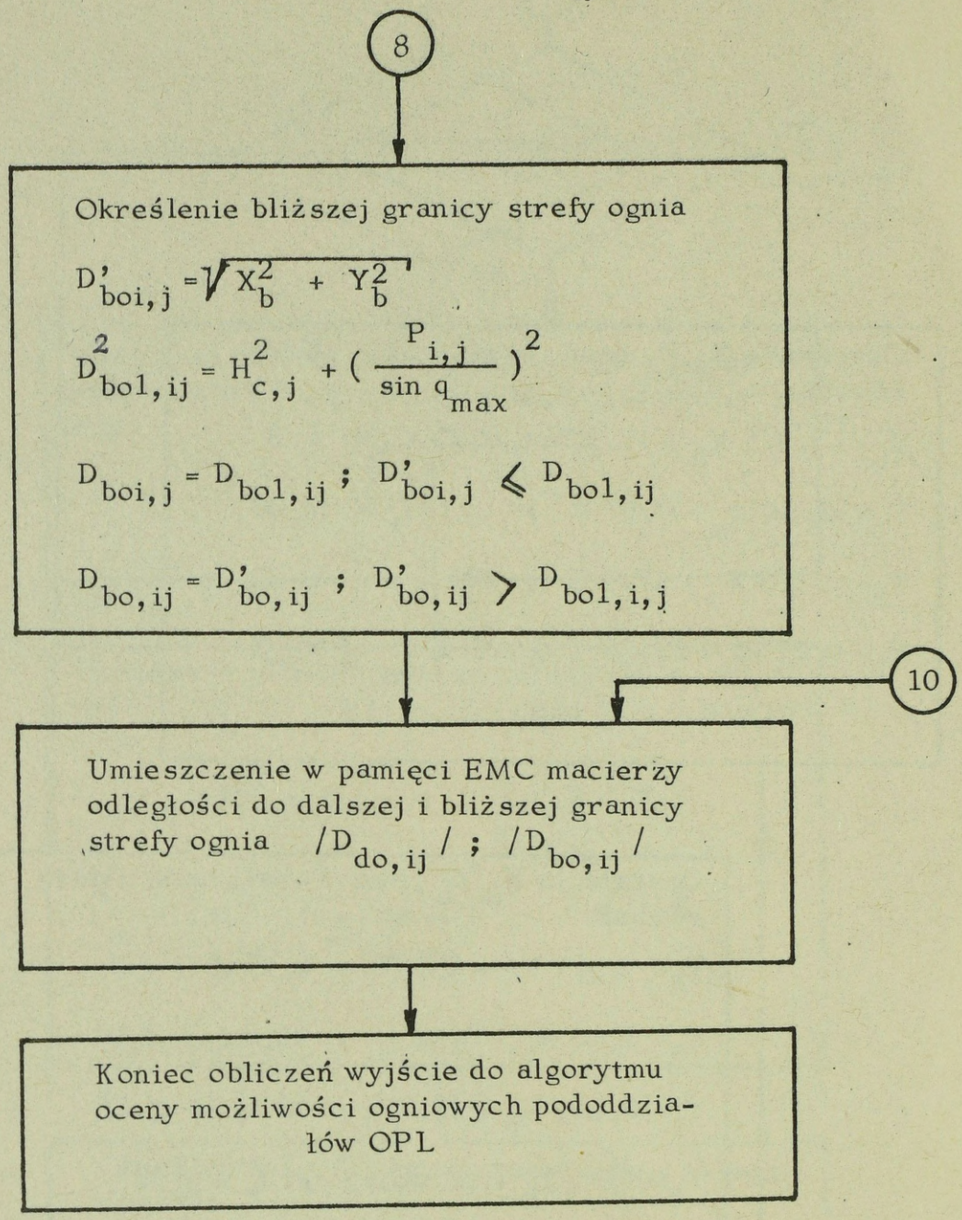



1
Określenie maksymalnego parametru j-tego celu względem i-tego pododdziału OPL
$P_{max\ i,j} = X_d \cdot \sin q_{max}$
6
$P_{i,j} \leqslant P_{max\ i,j}$
NIE
Skreślenie w macierzy $/W_{i,j}/$ j-tego celu względem i-tego pododdziału OPL
TAK
Określenie dalszej granicy strefy ognia i-tego pododdziału OPL względem j-tego celu
$D_{doi,j} = \sqrt{X_d^2 + Y_d^2}$
Określenie bliższej granicy strefy ognia i-tego pododdziału OPL względem j-tego celu
$D_{boi,j} = \sqrt{9^2 + H^2}$; $3 \leqslant H \leqslant 12,8$ $P_{i,j} \leqslant P_o$
$D^2_{boi,j} = H^2_{c,j} + (\frac{P_{i,j}}{\sin q_{max}})^2$; $3 \leqslant H \leqslant 12,8$ $P_{i,j} > P_o$
$P_o = 9 \cdot \sin q_{max}$
2
7
Czy strzela się metodą PW $T1_{i,7} = 0$
NIE
4
TAK
3

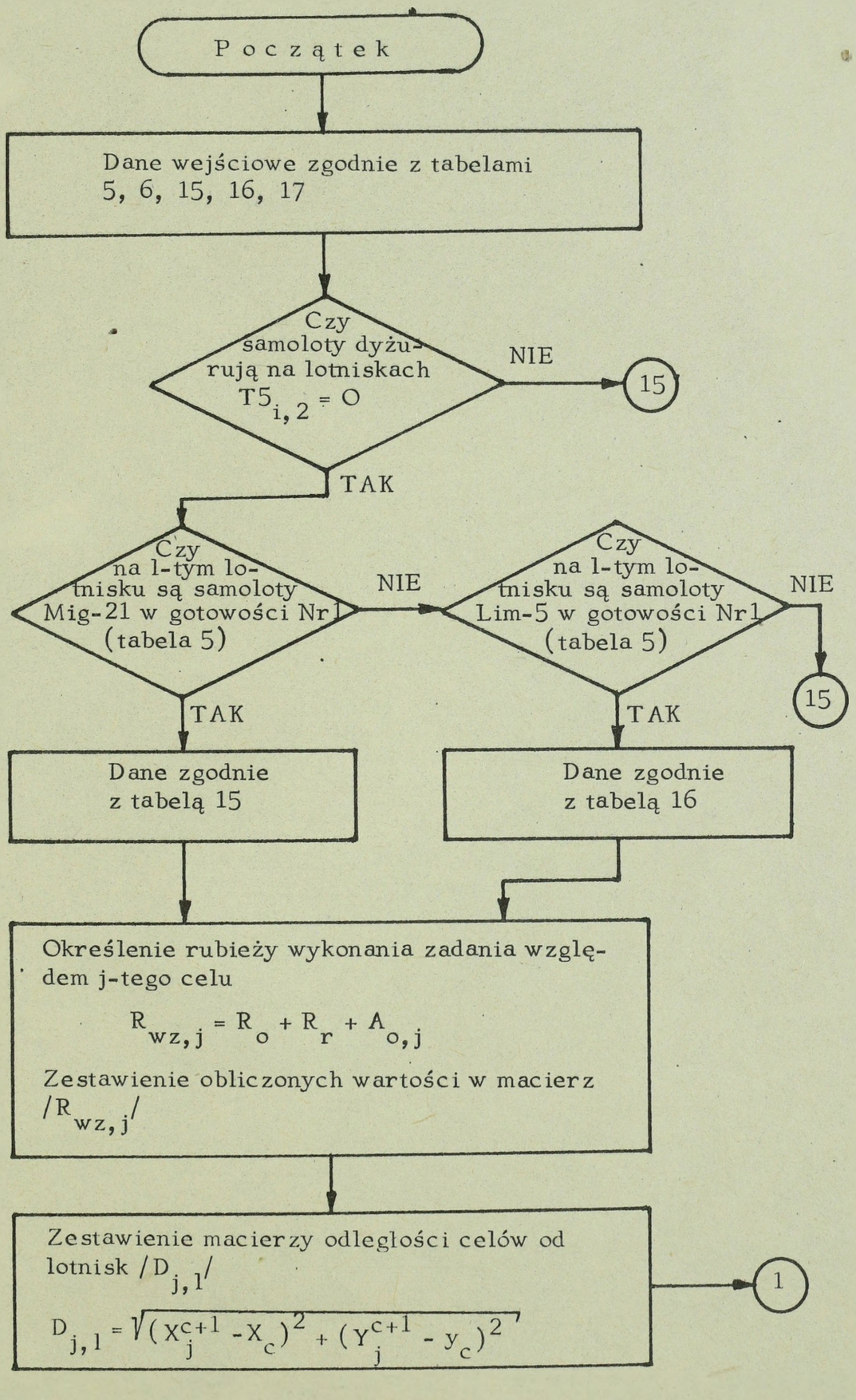

3
Określenie X_d Y_d przez rozwiązanie układu równań:
- określonej wysokości H = Y
- wybranej prostej na podstawie określonej wysokości H
$Y_d = \frac{0,09}{8,3} X_d + 1,3$; $0,25 \leqslant H < 0,34$
$Y_d = 0,034 X_d - 0,315$; $0,34 \leqslant H < 0,5$
$Y_d = 0,125 X_d - 2,5$; $0,5 \leqslant H < 1$
$Y_d = 1,15 X_d - 31,2$; $1 \leqslant H < 21$
$Y_d = 0,882 X_d - 19,04$; $21 \leqslant H \leqslant 24$
1
4
Określenie X_d Y_d przez rozwiązanie układu równań:
$Y_d = \frac{0,09}{8,3} X_d + 1,3$; $0,25 \leqslant H \leqslant 0,34$
$Y_d = 0,34 X_d - 0,315$; $0,34 < H < 0,5$
$Y_d = 0,125 X_d - 2,5$; $0,5 \leqslant H < 1$
$Y_d = 1,154 X_d - 31,325$; $1 \leqslant H \leqslant 18,2$
$Y = H$
Określenie maksymalnego parametru j-tego celu względem i-tego pododdziału OPL
$P_{max\ i,j} = X_d \cdot \sin q_{max}$
5

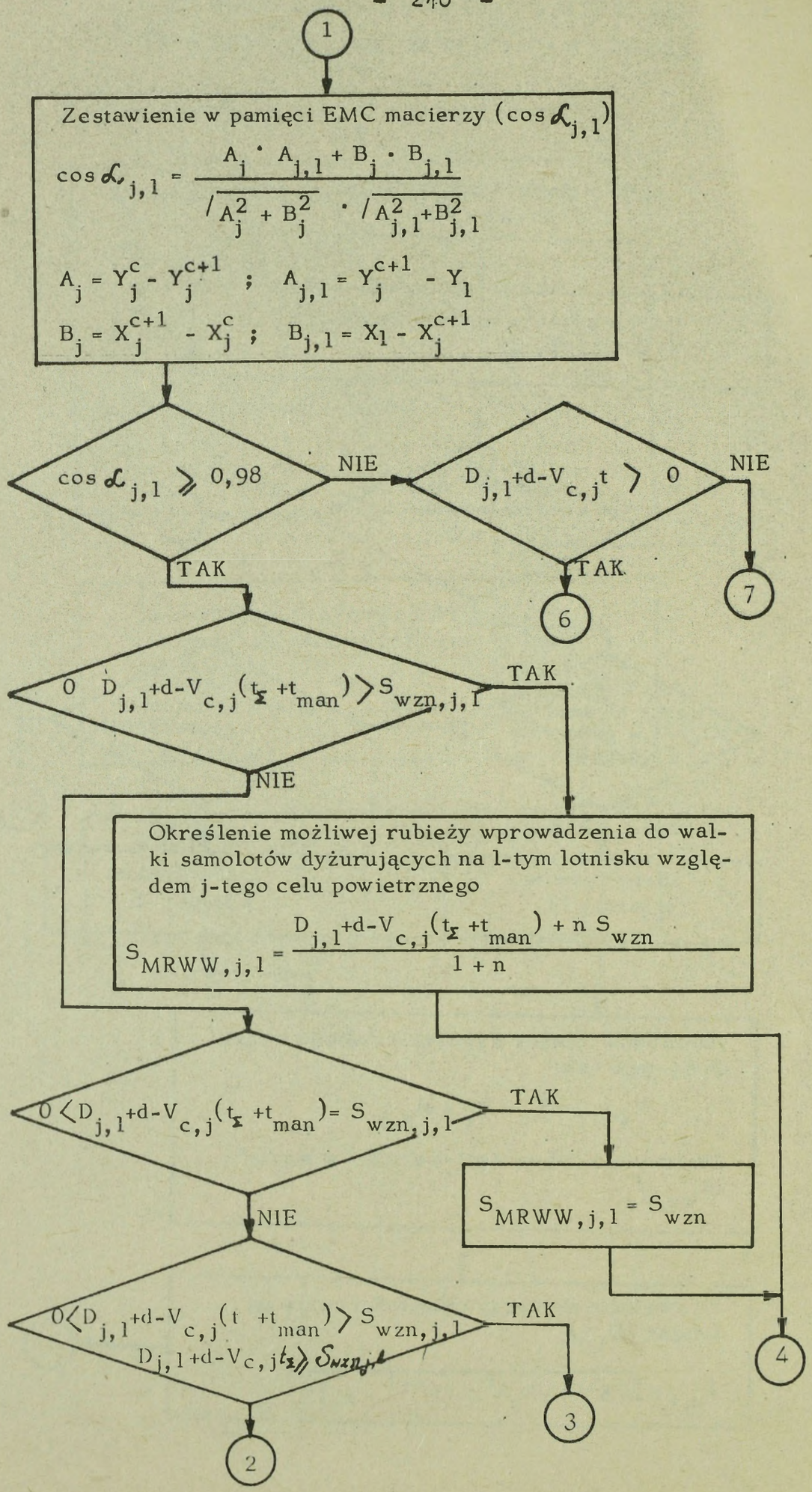

5
$P_{i,j} \leqslant P_{max\ i,j}$
NIE
6
TAK
Określenie dalszej granicy strefy ognia i-tego pododdziału OPL względem j-tego celu powietrznego
$D_{do\ i,j} = \sqrt{X_d^2 + Y_d^2}$
Określenie bliższej granicy strefy ognia i-tego pododdziału OPL względem j-tego celu powietrznego
$D_{bo\ i,j} = \sqrt{9^2 + H^2}$; $3 \leqslant H < 8$ $P_{i,j} \leqslant P_o$
$D^2_{bo\ i,j} = H^2_{c,j} + (\frac{P_{i,j}}{\sin q_{max}})^2$; $3 \leqslant H \leqslant 8$ $P_{i,j} > P_o$
Określenie X_b, Y_b przez rozwiązanie układu równań:
$Y_b = 1,375\ X_b + 15,375$; $0,25 \leqslant H < 3$
$Y_b = 1,25\ X_b - 3,25$; $8 \leqslant H < 13$
$Y_b = 0,375\ X_b + 8,357$; $13 \leqslant H < 15,5$
$Y_b = 0,118\ X_b + 13,142$; $15,5 \leqslant H \leqslant 18,2$
$Y = H$
$P_{i,j} \leqslant P_o$
NIE
8
TAK
9

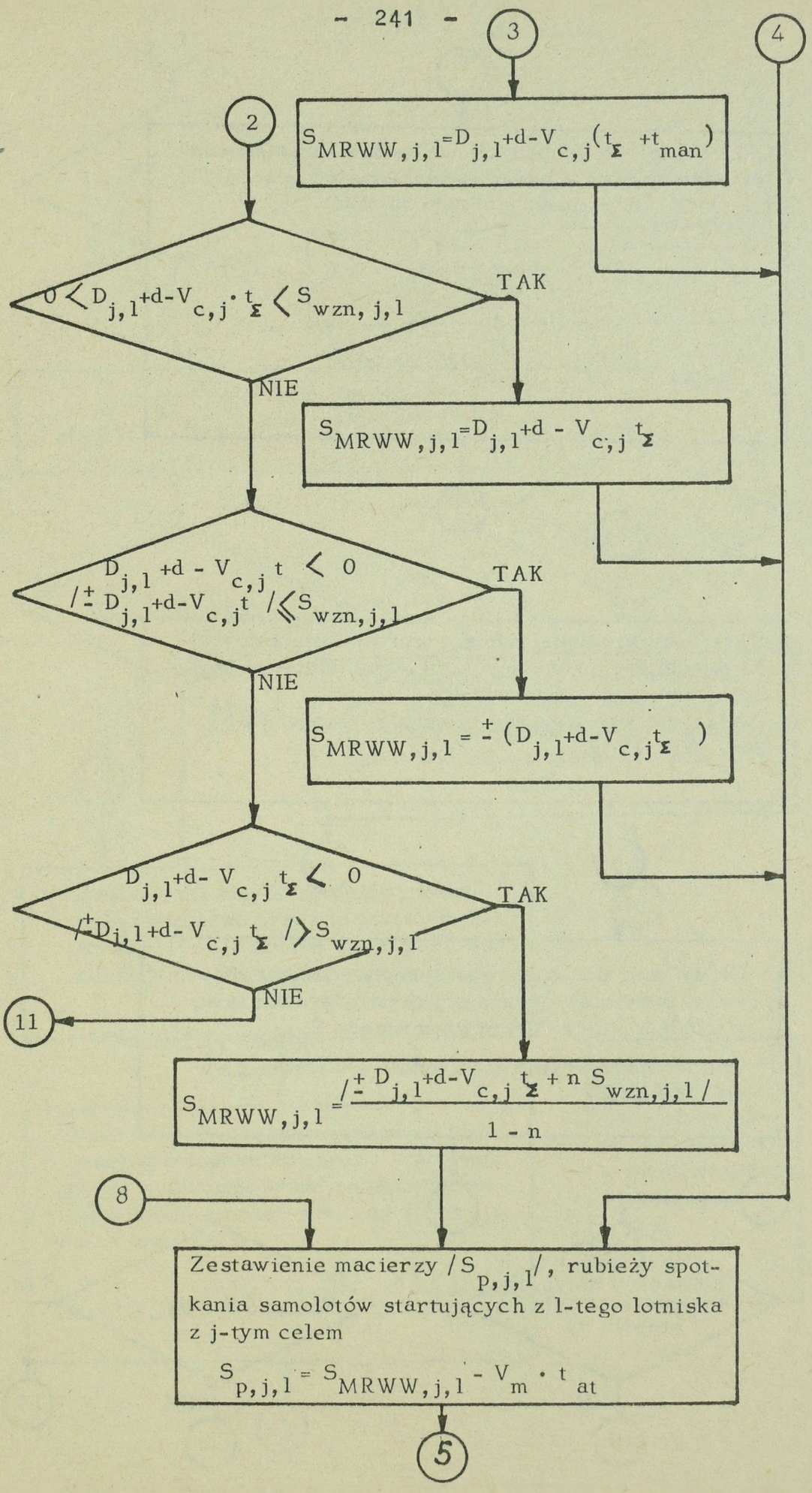

7
Czy
cel manewruje
NIE
TAK
Określenie X_b Y_b przez rozwiązanie układu równań:
$Y_b = -1,375\ X_b + 15,375$; $0,25 \leqslant H < 3$
$Y_b = 1,44\ X_b - 0,16$; $12,8 \leqslant H < 20$
$Y_b = 0,163\ X_b + 17,705$; $20 \leqslant H < 22$
$Y_b = 0,09\ X_b + 19,49$; $22 \leqslant H \leqslant 22,5$
Y = H
Określenie X_b Y_b przez rozwiązanie układu równań:
$Y_b = 1,375\ X_b + 15,375$; $0,25 \leqslant H < 3$
$Y_b = 1,44\ H_b - 0,16$; $12,8 \leqslant H < 20$
$Y_b = 0,163\ X_b + 17,705$; $20 \leqslant H < 22$
$Y_b = \frac{10}{79}\ X_b + 18,665$; $22 \leqslant H \leqslant 24$
Y = H
$P_{i,j} \leqslant P_o$
NIE
8
TAK
$P_{i,j} \leqslant P_o$
NIE
8
TAK
Określenie bliższej granicy strefy ognia
$D_{boc,j} = \sqrt{X_b^2 + Y_b^2}$
9
10

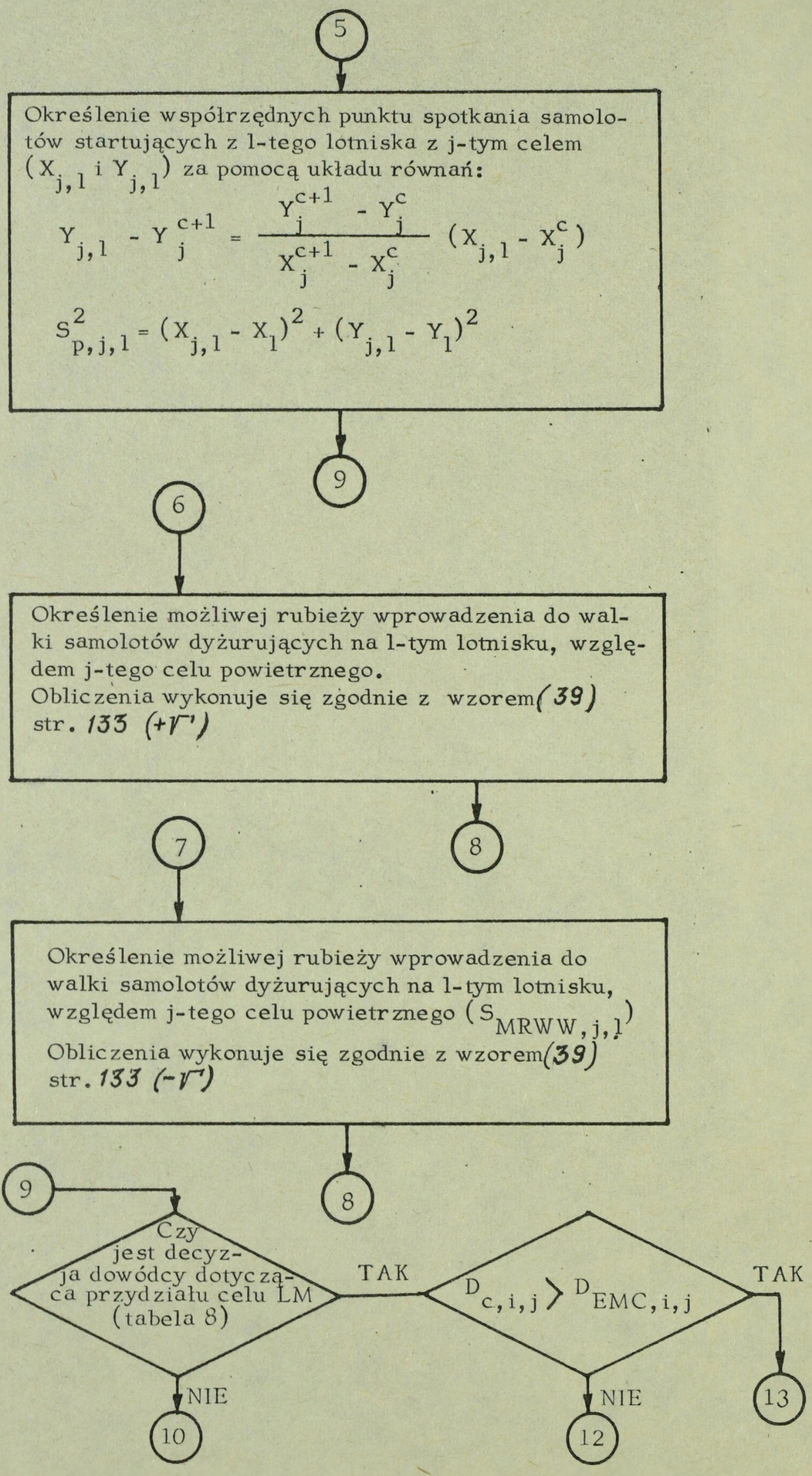

8
Określenie bliższej granicy strefy ognia
$D'_{boi,j} = \sqrt{X_b^2 + Y_b^2}$
$D^2_{bol,ij} = H^2_{c,j} + \left(\frac{P_{i,j}}{\sin q_{max}}\right)^2$
$D_{boi,j} = D_{bol,ij}$; $D'_{boi,j} \leqslant D_{bol,ij}$
$D_{bo,ij} = D'_{bo,ij}$; $D'_{bo,ij} > D_{bol,i,j}$
10
Umieszczenie w pamięci EMC macierzy odległości do dalszej i bliższej granicy strefy ognia $/D_{do,ij}/$; $/D_{bo,ij}/$
Koniec obliczeń wyjście do algorytmu oceny możliwości ogniowych pododdziałów OPL

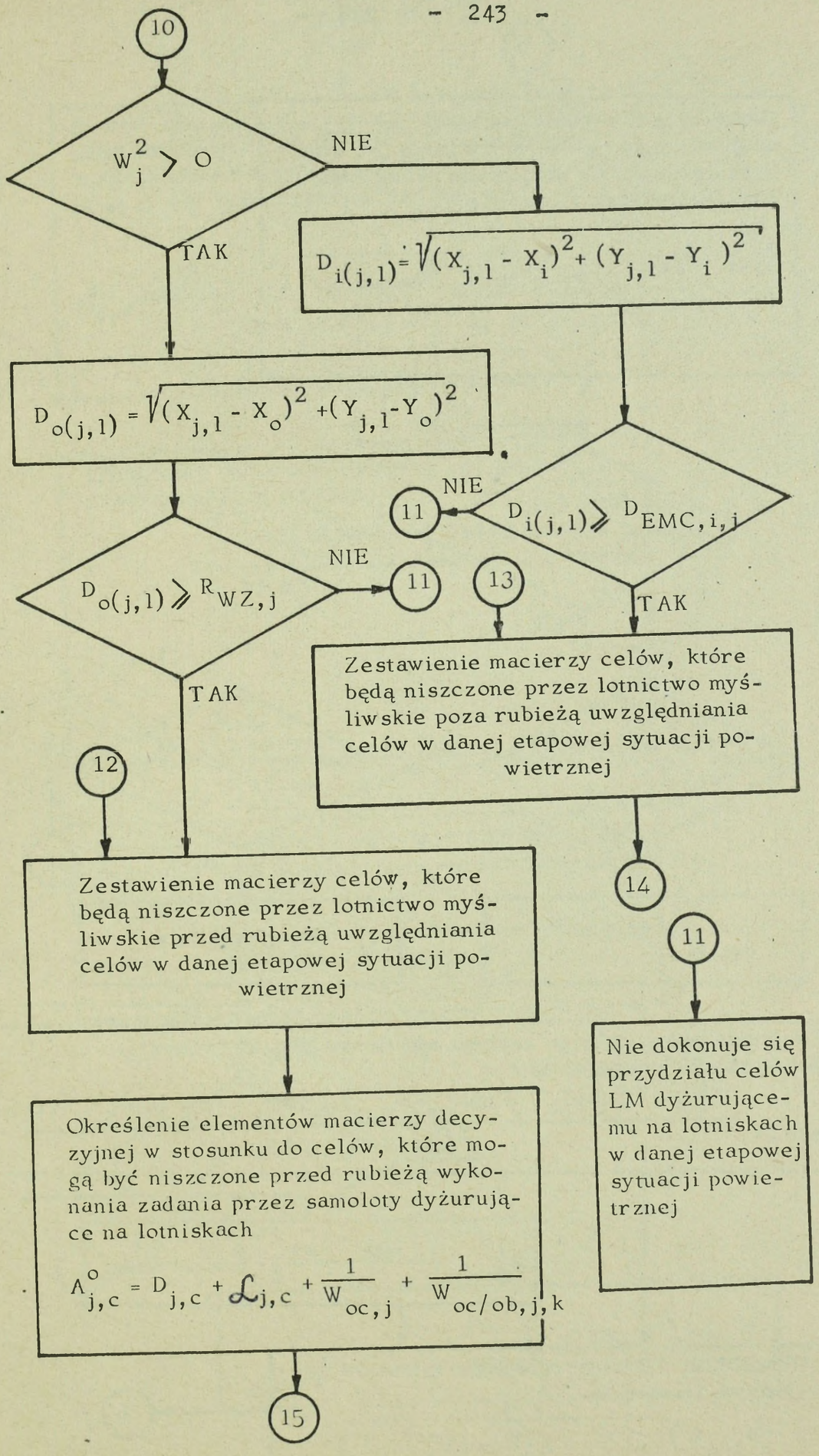
14.5. ALGORYTM OCENY MOŻLIWOSCI BOJOWYCH LOTNICTWA MYSLIWSKIEGO (ALGORYTM-4)

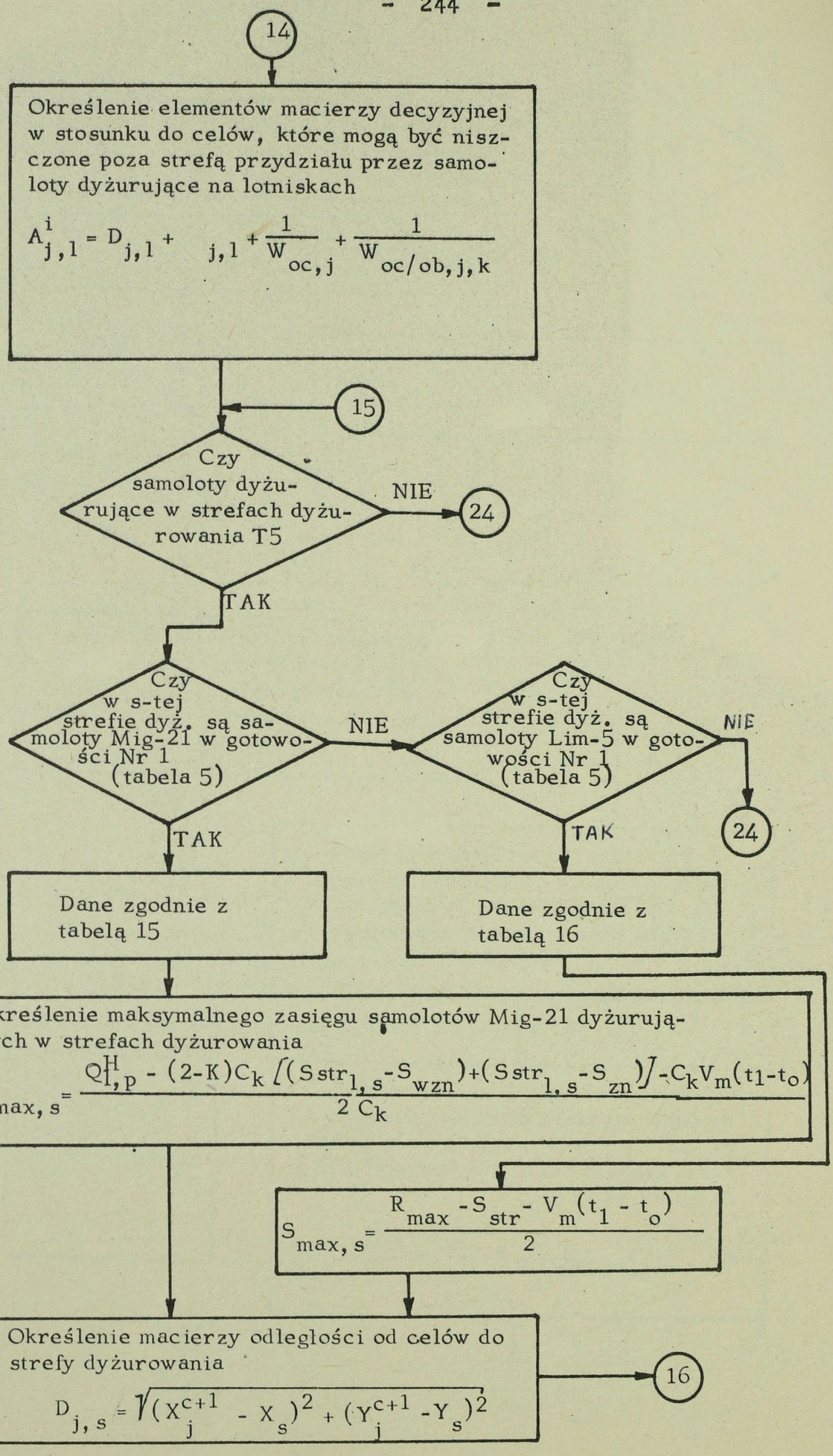


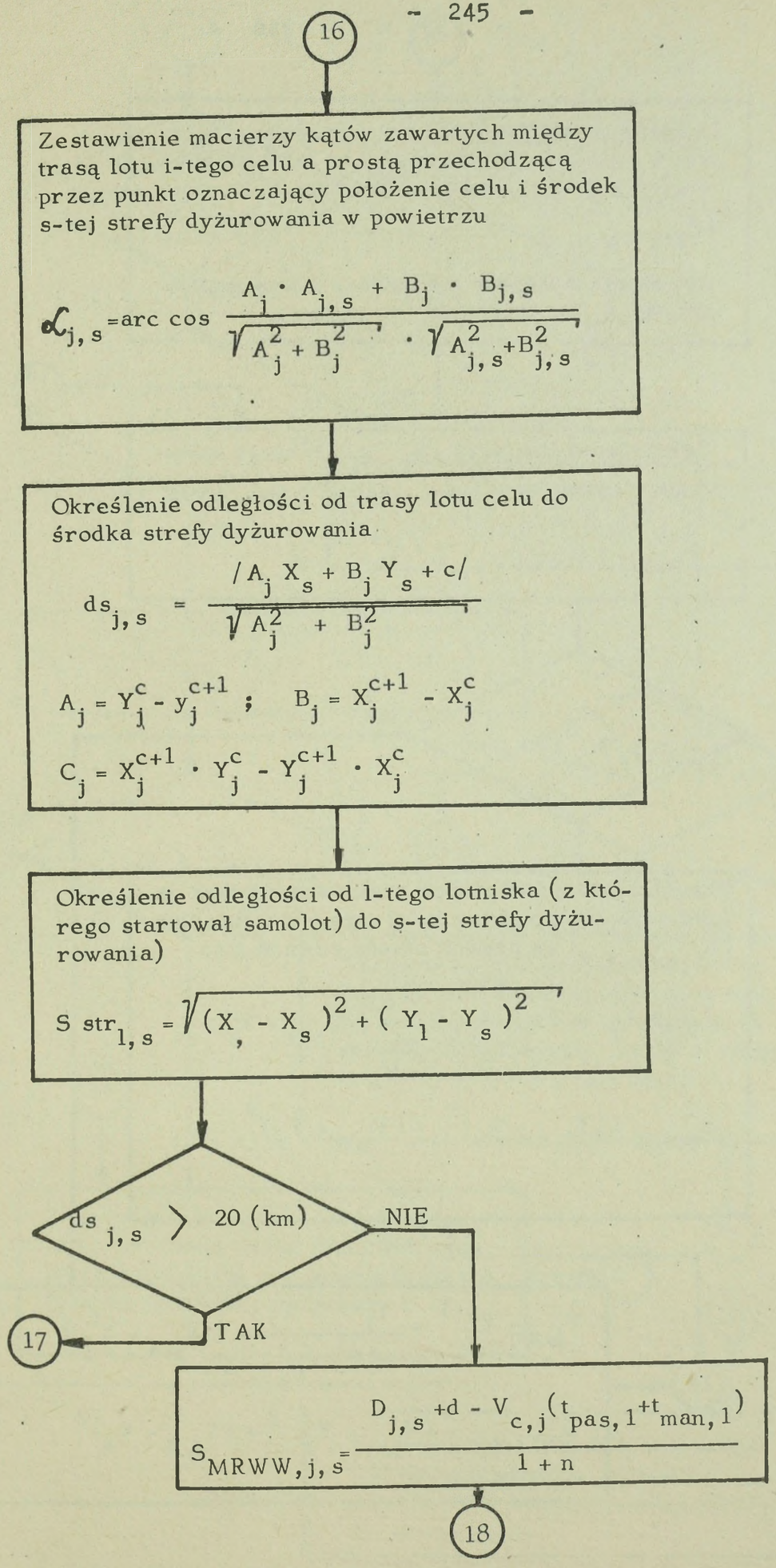

1
Zestawienie w pamięci EMC macierzy $(\cos \alpha_{j,l})$
$\cos \alpha_{j,l} = \frac{A_j \cdot A_{j,l} + B_j \cdot B_{j,l}}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2} \cdot \sqrt{A_{j,l}^2 + B_{j,l}^2}}$
$A_j = Y_j^c - Y_j^{c+1}$; $A_{j,l} = Y_j^{c+1} - Y_l$
$B_j = X_j^{c+1} - X_j^c$; $B_{j,l} = X_l - X_j^{c+1}$
$\cos \alpha_{j,l} \geqslant 0{,}98$
NIE
TAK
$D_{j,l} + d - V_{c,j} t > 0$
NIE
TAK
6
7
$0 \; D_{j,l} + d - V_{c,j} (t_\Sigma + t_{man}) > S_{wzn,j,l}$
TAK
NIE
Określenie możliwej rubieży wprowadzenia do walki samolotów dyżurujących na l-tym lotnisku względem j-tego celu powietrznego
$S_{MRWW,j,l} = \frac{D_{j,l} + d - V_{c,j} (t_\Sigma + t_{man}) + n S_{wzn}}{1 + n}$
$0 < D_{j,l} + d - V_{c,j} (t_\Sigma + t_{man}) = S_{wzn,j,l}$
TAK
NIE
$S_{MRWW,j,l} = S_{wzn}$
$0 < D_{j,l} + d - V_{c,j} (t_\Sigma + t_{man}) > S_{wzn,j,l}$
$D_{j,l} + d - V_{c,j} t_\Sigma \gg S_{wzn,j,l}$
TAK
4
3
2

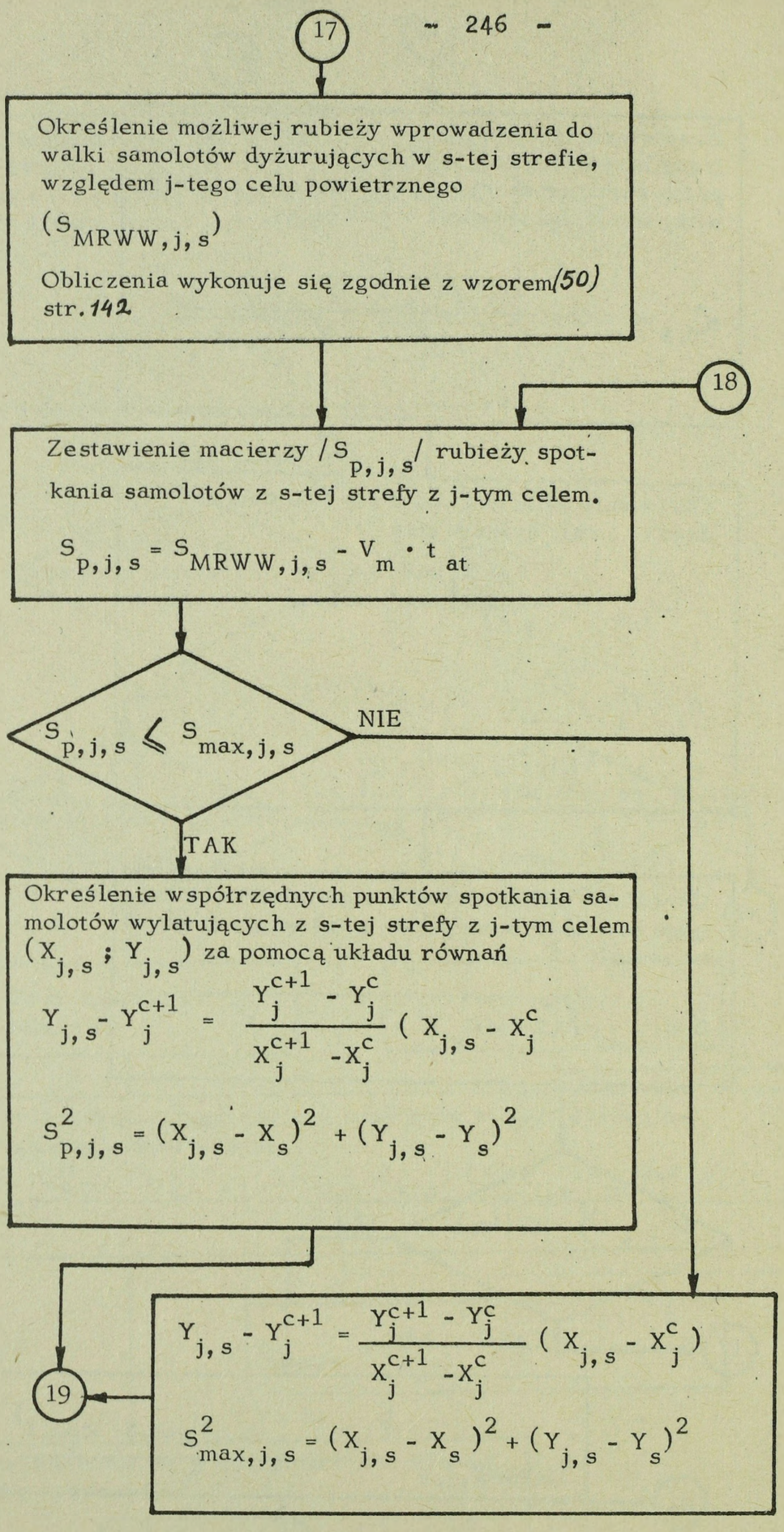

3
4
2
$S_{MRWW,j,l} = D_{j,l} + d - V_{c,j}(t_{\Sigma} + t_{man})$
$0 < D_{j,l} + d - V_{c,j} \cdot t_{\Sigma} < S_{wzn,j,l}$
TAK
NIE
$S_{MRWW,j,l} = D_{j,l} + d - V_{c,j} t_{\Sigma}$
$D_{j,l} + d - V_{c,j} t < 0$
$/\pm D_{j,l} + d - V_{c,j} t / \leqslant S_{wzn,j,l}$
TAK
NIE
$S_{MRWW,j,l} = \pm (D_{j,l} + d - V_{c,j} t_{\Sigma})$
$D_{j,l} + d - V_{c,j} t_{\Sigma} < 0$
$/\pm D_{j,l} + d - V_{c,j} t_{\Sigma} / > S_{wzn,j,l}$
TAK
NIE
11
$S_{MRWW,j,l} = \frac{/\pm D_{j,l} + d - V_{c,j} t_{\Sigma} + n S_{wzn,j,l}/}{1 - n}$
8
Zestawienie macierzy $/S_{p,j,l}/$, rubieży spotkania samolotów startujących z l-tego lotniska z j-tym celem
$S_{p,j,l} = S_{MRWW,j,l} - V_m \cdot t_{at}$
5

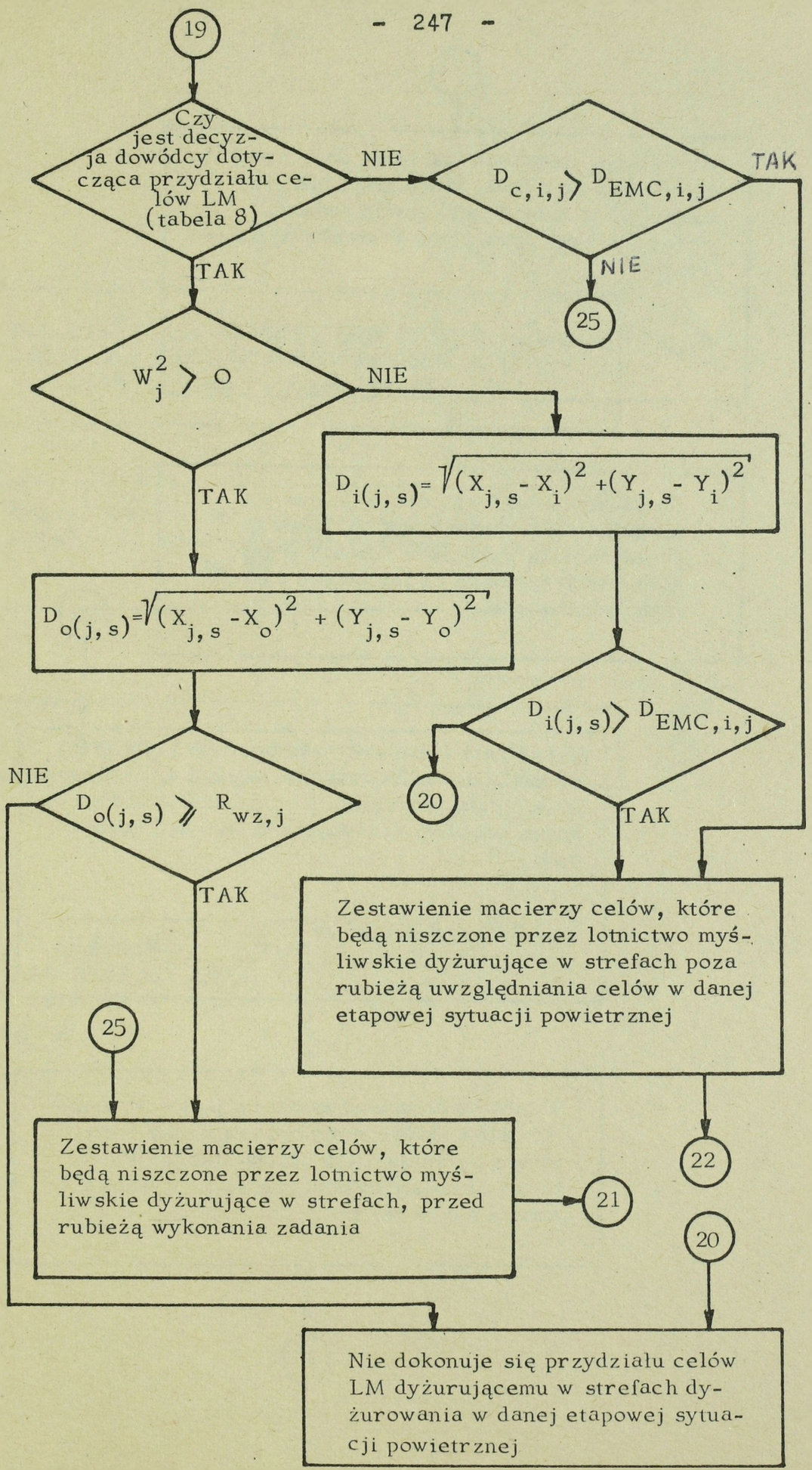

5
Określenie współrzędnych punktu spotkania samolotów startujących z l-tego lotniska z j-tym celem ($X_{j,l}$ i $Y_{j,l}$) za pomocą układu równań:
$Y_{j,l} - Y_j^{c+1} = \frac{Y_j^{c+1} - Y_j^c}{X_j^{c+1} - X_j^c} (X_{j,l} - X_j^c)$
$S^2_{p,j,l} = (X_{j,l} - X_l)^2 + (Y_{j,l} - Y_l)^2$
9
6
Określenie możliwej rubieży wprowadzenia do walki samolotów dyżurujących na l-tym lotnisku, względem j-tego celu powietrznego.
Obliczenia wykonuje się zgodnie z wzorem (39) str. 133 (+V')
8
7
Określenie możliwej rubieży wprowadzenia do walki samolotów dyżurujących na l-tym lotnisku, względem j-tego celu powietrznego ($S_{MRWW,j,l}$)
Obliczenia wykonuje się zgodnie z wzorem (39) str. 133 (-V')
8
9
Czy jest decyzja dowódcy dotycząca przydziału celu LM (tabela 8)
TAK
$D_{c,i,j} > D_{EMC,i,j}$
TAK
NIE
10
NIE
12
13

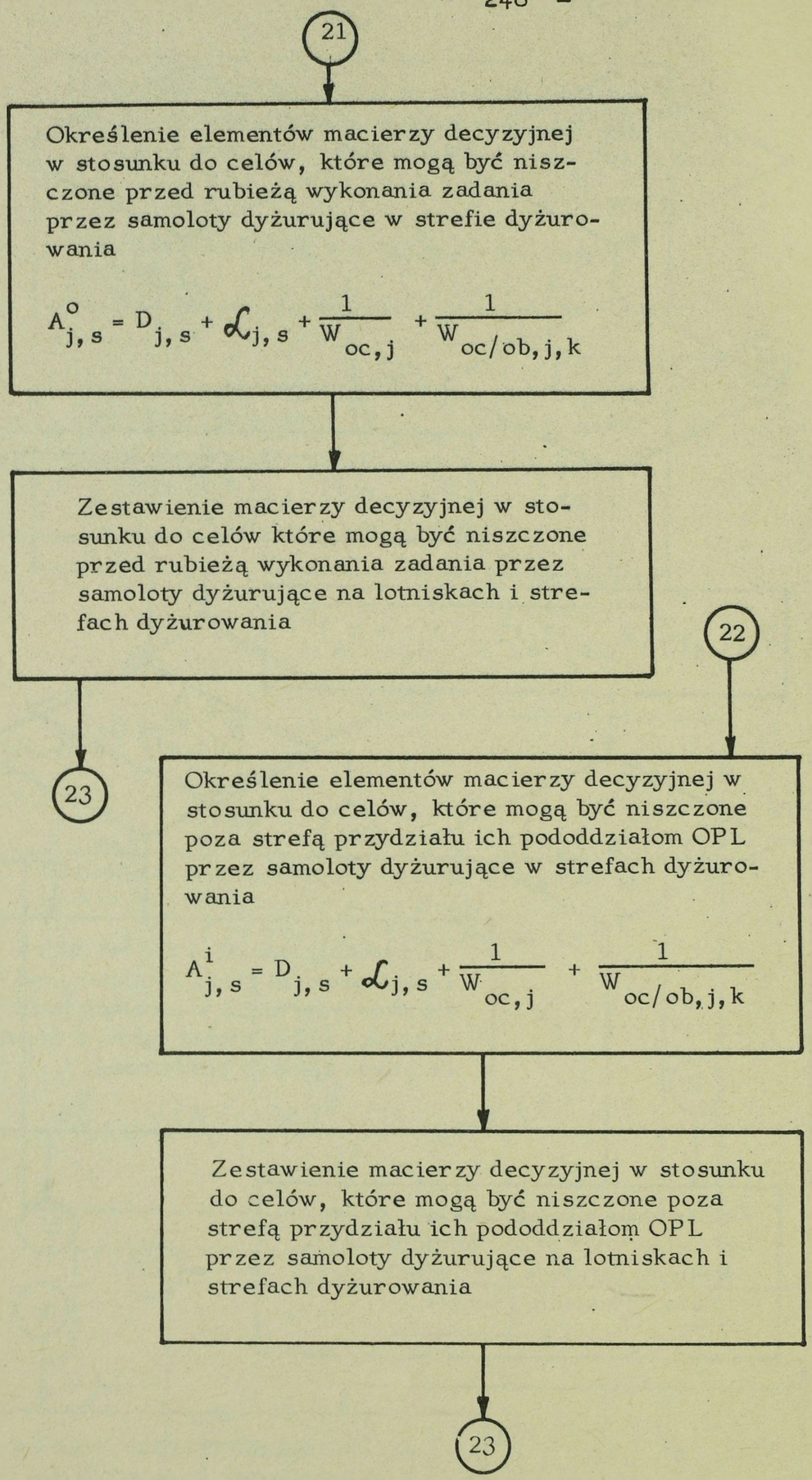

10
$W_j^2 > O$
NIE
TAK
$D_{i(j,1)} = \sqrt{(X_{j,1} - X_i)^2 + (Y_{j,1} - Y_i)^2}$
$D_{o(j,1)} = \sqrt{(X_{j,1} - X_o)^2 + (Y_{j,1} - Y_o)^2}$
NIE
11
$D_{i(j,1)} \geqslant D_{EMC,i,j}$
NIE
$D_{o(j,1)} \geqslant R_{WZ,j}$
11
13
TAK
TAK
Zestawienie macierzy celów, które będą niszczone przez lotnictwo myśliwskie poza rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej
12
Zestawienie macierzy celów, które będą niszczone przez lotnictwo myśliwskie przed rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej
14
11
Nie dokonuje się przydziału celów LM dyżurującemu na lotniskach w danej etapowej sytuacji powietrznej
Określenie elementów macierzy decyzyjnej w stosunku do celów, które mogą być niszczone przed rubieżą wykonania zadania przez samoloty dyżurujące na lotniskach
$A^o_{j,c} = D_{j,c} + \mathcal{L}_{j,c} + \frac{1}{W_{oc,j}} + \frac{1}{W_{oc/ob,j,k}}$
15

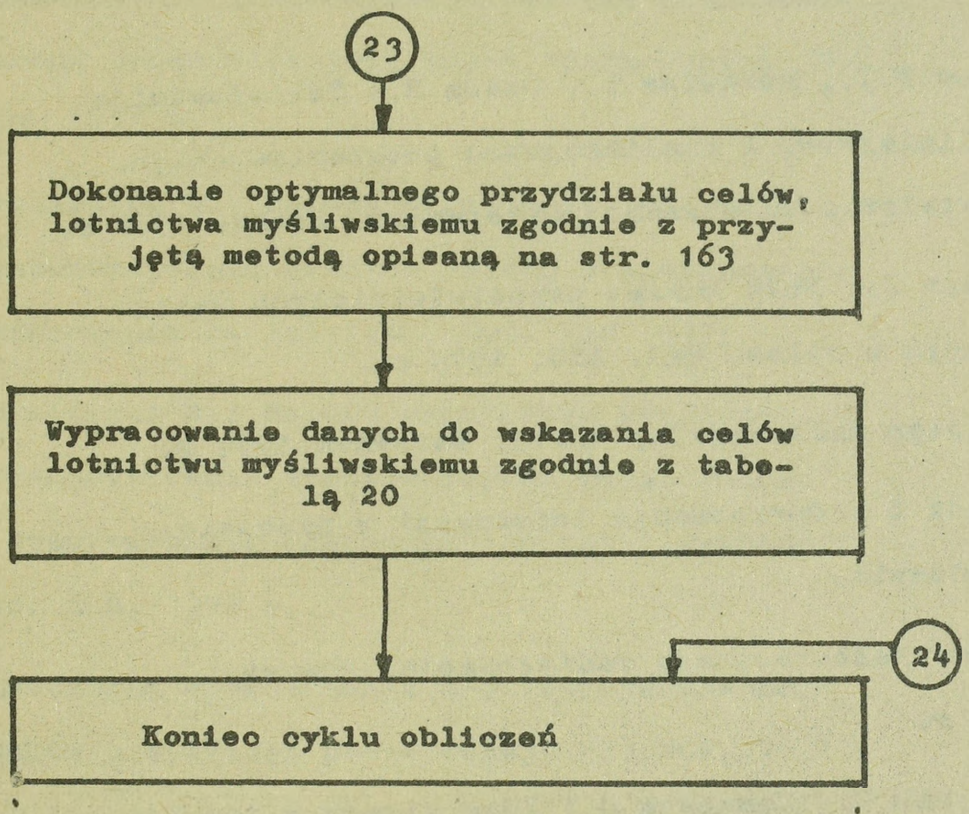

14
Określenie elementów macierzy decyzyjnej w stosunku do celów, które mogą być niszczone poza strefą przydziału przez samoloty dyżurujące na lotniskach
$A^{i}_{j,l} = D_{j,l} + \quad _{j,l} + \frac{1}{W_{oc,j}} + \frac{1}{W_{oc/ob,j,k}}$
15
Czy samoloty dyżurujące w strefach dyżurowania T5
NIE
24
TAK
Czy w s-tej strefie dyż. są samoloty Mig-21 w gotowości Nr 1 (tabela 5)
NIE
Czy w s-tej strefie dyż. są samoloty Lim-5 w gotowości Nr 1 (tabela 5)
NIE
24
TAK
TAK
Dane zgodnie z tabelą 15
Dane zgodnie z tabelą 16
Określenie maksymalnego zasięgu samolotów Mig-21 dyżurujących w strefach dyżurowania
$S_{max,s} = \frac{Q^{H}_{l,p} - (2-K)C_k\left[(Sstr_{l,s} - S_{wzn}) + (Sstr_{l,s} - S_{zn})\right] - C_k V_m (t_1 - t_o)}{2\,C_k}$
$S_{max,s} = \frac{R_{max} - S_{str} - V_m(t_1 - t_o)}{2}$
Określenie macierzy odległości od celów do strefy dyżurowania
$D_{j,s} = \sqrt{(X^{c+1}_{j} - X_s)^2 + (Y^{c+1}_{j} - Y_s)^2}$
16


16
Zestawienie macierzy kątów zawartych między trasą lotu i-tego celu a prostą przechodzącą przez punkt oznaczający położenie celu i środek s-tej strefy dyżurowania
$\alpha_{j,s} = \arccos \frac{A_j \cdot A_{j,s} + B_j \cdot B_{j,s}}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2} \cdot \sqrt{A_{j,s}^2 + B_{j,s}^2}}$
Określenie odległości od trasy lotu celu do środka strefy dyżurowania
$ds_{j,s} = \frac{/A_j X_s + B_j Y_s + c/}{\sqrt{A_j^2 + B_j^2}}$
$A_j = Y_j^c - y_j^{c+1}$; $B_j = X_j^{c+1} - X_j^c$
$C_j = X_j^{c+1} \cdot Y_j^c - Y_j^{c+1} \cdot X_j^c$
Określenie odległości od l-tego lotniska (z którego startował samolot) do s-tej strefy dyżurowania)
$S\,str_{l,s} = \sqrt{(X_l - X_s)^2 + (Y_l - Y_s)^2}$
$ds_{j,s} > 20$ (km)
NIE
TAK
17
$S_{MRWW,j,s} = \frac{D_{j,s} + d - V_{c,j}(t_{pas,1} + t_{man,1})}{1 + n}$
18


17
Określenie możliwej rubieży wprowadzenia do walki samolotów dyżurujących w s-tej strefie, względem j-tego celu powietrznego
$(S_{MRWW,j,s})$
Obliczenia wykonuje się zgodnie z wzorem (50) str. 142
18
Zestawienie macierzy $/S_{p,j,s}/$ rubieży spotkania samolotów z s-tej strefy z j-tym celem.
$S_{p,j,s} = S_{MRWW,j,s} - V_m \cdot t_{at}$
$S_{p,j,s} \leqslant S_{max,j,s}$
NIE
TAK
Określenie współrzędnych punktów spotkania samolotów wylatujących z s-tej strefy z j-tym celem $(X_{j,s}; Y_{j,s})$ za pomocą układu równań
$Y_{j,s} - Y_j^{c+1} = \frac{Y_j^{c+1} - Y_j^c}{X_j^{c+1} - X_j^c} (X_{j,s} - X_j^c$
$S^2_{p,j,s} = (X_{j,s} - X_s)^2 + (Y_{j,s} - Y_s)^2$
$Y_{j,s} - Y_j^{c+1} = \frac{Y_j^{c+1} - Y_j^c}{X_j^{c+1} - X_j^c} (X_{j,s} - X_j^c)$
$S^2_{max,j,s} = (X_{j,s} - X_s)^2 + (Y_{j,s} - Y_s)^2$
19


19
Czy jest decyzja dowódcy dotycząca przydziału celów LM (tabela 8)
NIE
$D_{c,i,j} > D_{EMC,i,j}$
TAK
NIE
25
TAK
$W_j^2 > 0$
NIE
TAK
$D_{i(j,s)} = \sqrt{(X_{j,s} - X_i)^2 + (Y_{j,s} - Y_i)^2}$
$D_{o(j,s)} = \sqrt{(X_{j,s} - X_o)^2 + (Y_{j,s} - Y_o)^2}$
$D_{i(j,s)} > D_{EMC,i,j}$
20
TAK
NIE
$D_{o(j,s)} > R_{wz,j}$
TAK
Zestawienie macierzy celów, które będą niszczone przez lotnictwo myśliwskie dyżurujące w strefach poza rubieżą uwzględniania celów w danej etapowej sytuacji powietrznej
25
Zestawienie macierzy celów, które będą niszczone przez lotnictwo myśliwskie dyżurujące w strefach, przed rubieżą wykonania zadania
21
22
20
Nie dokonuje się przydziału celów LM dyżurującemu w strefach dyżurowania w danej etapowej sytuacji powietrznej


21
Określenie elementów macierzy decyzyjnej w stosunku do celów, które mogą być niszczone przed rubieżą wykonania zadania przez samoloty dyżurujące w strefie dyżurowania
$A^{o}_{j,s} = D_{j,s} + \mathcal{L}_{j,s} + \frac{1}{W_{oc,j}} + \frac{1}{W_{oc/ob,j,k}}$
Zestawienie macierzy decyzyjnej w stosunku do celów które mogą być niszczone przed rubieżą wykonania zadania przez samoloty dyżurujące na lotniskach i strefach dyżurowania
22
23
Określenie elementów macierzy decyzyjnej w stosunku do celów, które mogą być niszczone poza strefą przydziału ich pododdziałom OPL przez samoloty dyżurujące w strefach dyżurowania
$A^{i}_{j,s} = D_{j,s} + \mathcal{L}_{j,s} + \frac{1}{W_{oc,j}} + \frac{1}{W_{oc/ob,j,k}}$
Zestawienie macierzy decyzyjnej w stosunku do celów, które mogą być niszczone poza strefą przydziału ich pododdziałom OPL przez samoloty dyżurujące na lotniskach i strefach dyżurowania
23



Wydrukowano w 20 egz.

Egz. Nr 1-20 Bibl.Gł.OZS
Wyk. ppłk RUTECKI

Nr pf 1496/WW

B I B L I O G R A F I A

1. Arrow K.I., Hurowicz L., Uzawa H.: Issledowanija po liniejnomu i nieliniejnomu programirowaniju. Izdatelstwo Inostrannoj Literatury. Moskwa 1962 r.

2. Banach J.: Pułk rakiet przeciwlotniczych małego zasięgu w walce. Wyd. ASG, 1975 r.

3. Biuletyn Informacyjny 4/113. Warszawa 1974 r.

4. Brendt Z.: Opracowanie informacji w procesie dowodzenia.

5. Burow: Małowysotnaja radiołokacja. Moskwa 1976 r.

6. Drużynin W., Kontorow D.: Idea algorytm decyzja /tłumaczenie/. Wyd. MON, Warszawa 1975 r.

7. Gozdecki C., Zdziech J., Rutecki S., Flanek C.: Projekt organizacyjno-technologiczny eksperymentalno-użytkowego podsystemu kierowania OPL na szczeblu ZT.
Wyd. ASG, 1976 r.

8. Gozdecki C., Zdziech J., Dańko W., Gębala A.: Kompleksowy algorytm i program kierowania obroną przeciwlotniczą związku faktycznego w walce ze środkami napadu przeciwnika powietrznego. Wyd. ASG, 1975 r.

9. Gozdecki C.: Automatyzacja systemu dowodzenia. Obrona przeciwlotnicza wojsk operacyjnych. Wyd. ASG, 1973 r.

10. Grysiewicz E.: Metody określania możliwości przechwytywania środków napadu powietrznego z dyżurowania na lotnisku. Wyd. ASG, 1975 r.

11. Grysiewicz E.: Metody określania możliwości przechwytywania środków napadu powietrznego z dyżurowania w powietrzu i z patrolowaniem. Wyd. ASG, 1976 r.

12. Instrukcja sporządzania i przekazywania meldunków o sytuacji powietrznej. Wyd.MON, 1972 r.

13. Instrukcja WOPL. Zestaw zautomatyzowanego kierowania ogniem K-1. Wyd. Wojska OPL, Warszawa 1975 r.

14. Instrukcja WOPL. Kierowanie ogniem pułku rakiet przeciwlotniczych "KUB". Wyd. Wojska OPL, Warszawa 1975 r.

15. Instrukcja WOPL. Wykorzystanie Oddziałów i poddziałów radiotechnicznych wojsk OPL w walce. Wyd. Wojska OPL, Warszawa 1975 r.

16. Kulczycki R.: Algorytmizacja procesów kierowania ogniem jednostek rakiet i artylerii przeciwlotniczej. Wyd. ASG, 1971 r.

17. Kunzi H.P., Krelle W.: Programowanie nieliniowe /tłumaczenie/. Wyd. ASG, 1972 r.

18. Materiały do szkolenia operacyjno-taktycznego /problematyka wojsk OPL/. Wyd. MON, Warszawa 1976 r.

19. Metody analizy celów do uderzeń jądrowych w amerykańskich siłach zbrojnych. Wyd. Zarząd II Sztabu Generalnego, Warszawa 1972 r.

20. Muller V.: Wprowadzenie do nauki organizacji i badań operacyjnych. PWE, Warszawa 1971 r.

21. Nowicki J.: Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania w armiach zachodnich. Wyd. MON, 1972 r.

22. Obroniecki T.: Doraźne przeciwlotnicze oddziały zaporowe i ruchome powietrzne odwody rakiet przeciwlotniczych. Myśl Wojskowa N4, Warszawa 1976 r.

23. Praca zbiorowa. Algorytmizacja i oprogramowanie użytkowe EMC w zakresie doskonalenia procesu dowodzenia artylerią rakietową na szczeblu taktycznym wojsk OPK OWAL-22AR, część I,II i III. Wyd. ASG, 1975 r.

24. Pułk artylerii przeciwlotniczej w działaniach bojowych. Wyd. MON, 1969 r.

25. Rodia I.D.: Wzaimodiejstwie frontowoj awiacji s suchoputnymi wojskami. Wojennaja Myśl 7, Moskwa 1976 r.

26. Rukowodstwo zenitnym rakietnym wojskam. Uprawlenie ogniom zenitnoj rakietnoj brigady /połka/ smieszannogo sostawa osnaszczennoj systemoj ASURK-1ME.

27. Rutecki S., Nawrot J.: Ocena i prognozowanie strat w wojskach operacyjnych nieprzyjaciela od własnych uderzeń jądrowych wojsk rakietowych i lotnictwa. Wyd.ASG, 1973 r.

28. Siniak W.S.: Zastosowanie elektronicznych maszyn liczących w wojsku. Moskwa 1963 r.

29. Sistema PWO NATO "Nieidż". Wiestnik protiwowozdusznoj oborony 2, Moskwa 1977 r.

30. Szczepaniak M.: Planowanie ognia artylerii dywizji w działaniach zaczepnych przy użyciu elektronicznych maszyn cyfrowych i środków małej mechanizacji. Wyd.ASG, 1971 r.

31. Wykorzystanie bojowe przeciwlotniczych wojsk rakietowych na podstawie działań przeciwlotniczych wojsk rakietowych OPK Arabskiej Republiki Egipskiej. Wyd. DWOPK, Warszawa 1972 r.

32. Zasady użycia broni jądrowej w siłach zbrojnych NATO. Wyd.Zarząd II, Warszawa 1972 r.

33. Zbiór materiałów do określania możliwości bojowych wojsk OPK. Zeszyt Nr 2, lotnictwo myśliwskie. Wyd. ASG, 1967 r.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr. Inw.
11828