Dok. ost. ucz. 06042
23.04.

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

JAWNE
POUFNE
Egz. Nr 1
9.3964

Kpt. mgr inż. Andrzej GRZELKA

KONCEPCJA TAKTYCZNO-INFORMATYCZNA SYSTEMU PROGRAMOWANIA LOTÓW

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - KRONIKA
Nr ewid
12119

WARSZAWA 1990

GRZELKA 1

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

JAWNE
POUFNE
Egz. Nr 1
Prakt. Prod. 779/21.08.95
BIBLIOTEKA NAUKOWA AON WP
3064
Dział Zbiorów Specjalnych

Kpt. mgr inż. Andrzej GRZELKA

KONCEPCJA TAKTYCZNO-INFORMATYCZNA SYSTEMU PROGRAMOWANIA LOTÓW

Rozprawa doktorska

Opracowana pod kierownictwem naukowym
płk. prof. dr. hab. pil. Wacława ŚWIĄTNICKIEGO

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12 119
Akademii Obrony Narodowej

WARSZAWA 1990

SPIS TREŚCI

str.

WSTĘP 3

1. ASPEKTY METODOLOGICZNE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ 6

1.1 Przesłanki inspirujące do podjęcia tematu badawczego 6

1.2 Stan wiedzy o temacie 11

1.3 Czynniki stymulujące potrzeby programowania lotów 17

1.4 Przebieg badań 21

1.5 Wnioski z przeprowadzonych badań 28

2. MOŻLIWOŚCI KOMPUTEROWEGO PROGRAMOWANIA LOTÓW 31

2.1 Warunki determinujące programowanie lotów 31

2.2 Możliwe metody komputerowego programowania lotów 76

2.3 Możliwości tworzenia informatycznego systemu programowania lotów 83

2.4 Możliwy zakres wykorzystania wyników informatycznego systemu programowania lotów 99

3. PROPOZYCJE KOMPUTEROWEGO SYSTEMU PROGRAMOWANIA LOTÓW 109

3.1 Przeznaczenie, użytkownicy, i ogólna struktura systemu programowania lotów 109

3.2 Zbiór zadań rozwiązywanych za pomocą systemu 121

3.3 Zbiory informacji niezbędne do rozwiązywania zadań 127

3.4 Warunki użytkowania systemu 135

3.5 Współdziałanie w procesie programowania lotów 147

ZAKOŃCZENIE 156

BIBLIOGRAFIA 158

WSTĘP

Wykorzystywanie zdobyczy techniki informatycznej przez zespoły ludzkie dla rozwiązywania różnorodnych problemów z określonych dziedzin wiedzy uwarunkowane jest z jednej strony poziomem technicznym stosowanych urządzeń, z drugiej zaś możliwością użycia oprogramowania zarówno systemowego, narzędziowego jak i użytkowego ukierunkowanych na konkretnego użytkownika. Dotychczas wykorzystywane były komputery zaliczane do I, II, i III generacji różniące się między sobą technologią wykonania podzespołów, oprogramowaniem oraz wydajnością określoną liczbą wykonywanych operacji na sekundę. Systemy komputerowe były dotychczas zwykle scentralizowane, znajdowały się w jednym pomieszczeniu, zwykle oddzielonym od pozostałych pomieszczeń " szklanymi ścianami". Wymagały one stosowania urządzeń klimatyzacyjnych oraz licznej obsługi techniczno-ruchowej. Sposób przetwarzania danych uwarunkowany był poziomem technicznym urządzeń oraz wynikającą z tego technologią przetwarzania, w której użytkownik nie brał czynnego udziału. Powodowało to tworzenie dystansu w relacji użytkownik-komputer.

Osiągnięcia w dziedzinie technologii mikroprocesorowych stały się bezpośrednim czynnikiem rozwoju komputerów IV generacji oraz komputerów osobistych i ich sieci. W wyniku tego powstało "urządzenie ", które spełniało wszystkie warunki by stać się "narzędziem osobistym" w procesie rozwiązywania różnorodnych zadań. Jest ono stosunkowo tanie , łatwe w obsłudze, przenośne, nie wymagające systemów klimatyzacyjnych ani licznej obsługi inżynierskiej, charakteryzujące się dużą

pamięcią i możliwością przesyłania informacji. Istotną jego zaletą jest jednak to,że może się znajdować na stanowisku pracy użytkownika. Wykorzystywanie możliwości postępu technicznego w informatyce warunkują odpowiednie oprogramowania realizujące pożądane funkcje sprecyzowane przez użytkownika. Oznacza to konieczność odpowiedniego określenia i formalizowania problemów oraz formułowania zasad obiegu informacji w podmiocie badań na przykład lotnictwa wojskowego, w zakresie jego potrzeb, możliwości i idei programowania lotów. Przez **programowanie lotów** autor rozumie **dokonywanie wyboru parametrów ruchu przestrzennego i zastosowania bojowego statków powietrznych zapewniających optymalizację efektów działania lotnictwa wojskowego.**

Opis przeprowadzonych badań przedstawiony w niniejszej rozprawie obejmuje głównie problematykę lotnictwa myśliwsko-bombowego, myśliwskiego i rozpoznawczego.

W razdziale 1 zostały przedstawione problemy metodologiczne przeprowadzonych badań. Ujęto w nim przesłanki które były inspiracją do podjęcia tematu badań, stan wiedzy o temacie, czynniki stymulujące potrzeby programowania lotów oraz przebieg badań.

Rozdział 2 zawiera analizę uwarunkowań i przegląd możliwych metod komputerowego programowania lotów oraz opis możliwości wykorzystywania systemu programowania lotów.

Rozdział 3 zawiera propozycje komputerowego systemu programowania lotów z sugestią umieszczenia go w istniejącym systemie dowodzenia lotnictwem. Ponadto definiuje się tam niezbędne zbiory zadań i informacji na potrzeby systemu,

współdziałanie w procesie programowania oraz warunki użytkowania tego systemu.

Praca zawiera ogólną koncepcję systemu komputerowego, realizującego zadania w zakresie programowania lotów statków powietrznych, osadzoną w realiach taktyczno-operacyjnych oraz strukturalnych Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej. Wyniki przeprowadzonych badań i wypływające z nich wnioski zaprezentowane w rozdziałach niniejszej rozprawy adresowane są zarówno do szerokiego grona informatyków mających zajmować się tworzeniem oprogramowania użytkowego dla systemów komputerowych, analityków i projektantów systemów, jak i decydentów mogących spowodować materializowanie systemu programowania lotów.

Niniejsza rozprawa powinna być podstawą i oparciem dla zespołów w procesie projektowania oprogramowania systemu. Jej treści określają wielkości niezbędne do tworzenia komputerowych programów lotu, bez "wchodzenia "w struktury baz danych,na przykład w odniesieniu do zbioru informacji tworzących w pamięci komputera mapę terenu. Problem dotyczący tworzenaia baz danych dla systemu nie był w rozprawie rozpatrywany i powinien być tematem oddzielnego opracowania naukowego. Mimo usilnych starań autora nie powiodła się w pełni próba zweryfikowania uzyskanych wyników we wszystkich jednostkach wojskowych zainteresowanych programowaniem lotów. Powodem były znane trudności finansowe wojska, w tym i Akademii Sztabu Generalnego WP. Pomimo widzianych przez autora ograniczeń praca winna być przydatna do realizacji systemu programowania lotów.

1. ASPKTY METODOLOGICZNE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Przystępując do badań nad niniejszym tematem autor miał świadomość złożoności problemu który zamierzał rozwiązać oraz konieczności uwzględniania uwarunkowań działań różnych rodzajów lotnictwa. Wymagało to zastosowania odpowiedniego aparatu badawczego oraz właściwego selekcjonowania i klasyfikowania czynników determinujących badany proces w aspekcie zadań rozwiązywanych przez zespoły programujące działania lotnictwa, a dotyczących określenia związków logicznych zachodzących między tymi czynnikami oraz uwzględnienia istniejących ograniczeń ilościowo -jakościowych obiegu informacji.

1.1 Przesłanki inspirujące do podjęcia tematu badawczego

Pojawienie się na rynku komputerowym sprzętu technicznego opartego na technice mikroprocesorowej stało się przełomem w dziedzinie zastosowań informatycznych. Używane niemal do chwili obecnej systemy komputerowe Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej działały jako wyizolowane punkty przetwarzania (Stacjonarne Ośrodki Obliczeniowe , Ruchome Ośrodki Obliczeniowe) realizując w większości wypadków zadania obliczeniowe typu kalkulacyjnego. Przy takiej organizacji przetwarzania spowodowanej czynnikami technicznymi czas na uzyskanie wyników obliczeń w przypadku pracy zdalnie wsadowej i konieczności przesyłania informacji liniami łączności wynosił od 15 min do 18 godzin.([1]).

([1]) Myśl Wojskowa. Wydanie Specjalne.Sztab.Gen. Warszawa 1987 s.275.

Nadmiernie długie czasy trwania operacji nie przynosiły uznania tak informatykom jak i informatyce. Użyteczność zaś uzyskiwanych wyników była niezwykle problematyczna. Używane po dzień dzisiejszy zautomatyzowane systemy dowodzenia umożliwiają wprawdzie choć w ograniczonym zakresie rozwiązywanie fragmentów zadań dotyczących programowania lotów, lecz na skutek swej stacjonarności i dużej awaryjności pracy nie są operatywne. Nasycenie w środki informatyki lotnictwa jest również bardzo nierównomierne. Jeśli lotnictwo myśliwskie obrony powietrznej zostało wyposażone w podsystemy wspomagające proces dowodzenia i naprowadzania, to lotnictwo frontowe, myśliwsko-bombowe i rozpoznawcze nie dysponuje praktycznie żadnymi systemami komputerowymi, pomijając oczywiście pokładowe EMC samolotów SU-22M4. Istniejące niektóre systemy dowodzenia realizujące fragment zadań systemu programowania lotów swoimi rozwiązaniami konstrukcyjnymi sięgają lat sześćdziesiątych. A zatem przestały już być systemami nowoczesnymi. Ich konstrukcja techniczno-technologiczna uniemożliwia dokonanie modernizacji i ewentualne rozszerzanie ich funkcji. Dlatego też powstała próżnia pomiędzy możliwościami prezentowanymi przez istniejące systemy dowodzenia, a potrzebami w zakresie programowania lotów. Sytuacja taka będzie istniała dotąd dopóki nie zostanie wytworzony nowy element zdolny realizować funkcje elementu dotychczasowego w co najmniej takim samym stopniu lecz przy mniejszym nakładzie sił i środków. Ponadto nowe systemy czy ich elementy składowe z reguły mogą wykonywać zadania dodatkowe wynikające z postępu technicznego, a nie realizowane przez

system dotychczasowy. Takim nowym środkiem stały się urządzenia oparte na technice mikroprocesorowej zaliczane do klasy mini lub mikrokomputerów nie posiadające wad dotychczasowych dużych systemów komputerowych. W krajach wysoko rozwiniętych stały się one niezbędnym narzędziem dla każdego decydenta, który przed podjęciem jakiejkolwiek decyzji musi dokonywać analiz i studiów, bazując na dużych zbiorach danych zawartych w pamięci komputera. Łączenie tych środków w sieci umożliwia pobieranie informacji przez użytkownika niezależnie od fizycznej ich lokalizacji w utworzonym systemie sieciowym. Aby właściwie i efektywnie wykorzystywać możliwości stwarzane przez tego typu środki przeprowadzono badania, w których przedmiotem badań stały się potrzeby lotnictwa w sferze programowania lotów, zadania realizowane przez zespoły programujące loty, możliwości formalizowania i programowania lotów, istniejący obieg informacji oraz możliwe i konieczne działania zapewniające stworzenie stosownych systemów programowania. Treści zawarte w przedmiocie badań wynikają z potrzeb wykorzystywania systemów komputerowych w procesach wspomagających podejmowanie decyzji. W większości znanych przypadków systemy komputerowe są wykorzystywane jako narzędzia do rozwiązywania elementarnych problemów z reguły należących do klasy zadań kalkulacyjnych lub do zadań związanych z wyszukiwaniem prostych informacji z utworzonych w tym celu bazach danych.

Proces programowania lotów nie jest zbiorem oderwanych decyzji elementarnych, lecz zbiorem uporządkowanych, ściśle ze sobą współgrających rozwiązań zadań cząstkowych, których

realizacja wymaga różnorodnych informacji w zależności od zajmowanego miejsca w systemie podejmowania decyzji. Stwierdziliśmy, że dotychczasowe wspomaganie "podejmowania decyzji" przy użyciu systemów komputerowych warunkowane jest przede wszystkim poziomem technicznym urządzeń, stanem oprogramowania,możliwością wymiany informacji pomiędzy punktami będącymi różnorodnymi źródłami informacji a punktami decyzyjnymi. Nowa generacja sprzętu komputerowego daje zwiększone możliwości w zakresie przepływu informacji, niezawodności i możliwości pracy interakcyjnej. Istnieje pilna potrzeba właściwego wykorzystania powstających możliwości programowania lotów. Wniosek ten wynika z faktu, że cechy, jakie reprezentują współczesne komputery w zakresie szybkości działania, pojemności pamięci, wyszukiwania informacji, rozwiązywania problemów optymalizacyjnych przy założonych warunkach i wymaganiach zapewniają twórcze ich wykorzystywanie przez osoby funkcyjne w procesie programowania lotów. Brak teoretycznych opracowań o charakterze taktyczno-informatycznym w zakresie rozpatrywanego problemu jest przyczyną powiększania się dystansu między możliwościami nawet posiadanego sprzętu informatycznego a ubogim oprogramowaniem w nielicznych systemach komputerowych. Nie było naszym zamiarem tworzenie koncepcji nowych zautomatyzowanych systemów dowodzenia dla obrony powietrznej na wzór dotychczasowych. W wojskach lotniczych takich zautomatyzowanych systemów umożliwiających rozwiązywanie problemów programowania lotów brakuje, tworzone zaś na bazie minikomputerów systemy informatyczne służą przede wszystkim do przesyłania informacji, w zakresie niezbędnym

służbom operacyjnym i prowadzenia gospodarki materiałowej. Dlatego też celem badań i pisania rozprawy było zaproponowanie sieci i struktury technicznej systemu programowania lotów w okresie pokoju i wojny dla lotnictwa SZ RP oraz zbiorów programów do tych systemów niezbędnych poszczególnym użytkownikom. Dla osiągnięcia powyższego celu badań i pisania rozprawy podjęto następujące zadania badawcze :

1. Poznanie istniejących potrzeb i możliwości komputerowego programowania lotów lotnictwa w okresie pokoju i wojny;
2. Ustalenie niezbędnych i dostępnych zestawów urządzeń komputerowych zdolnych zaspokoić wymagania lotnictwa w sferze programowania lotów w okresie pokoju i wojny;
3. Określenie koniecznych sprzężeń informatycznych systemu programowania lotow różnych szczebli i punktów dowodzenia lotnictwem;

1.2 Stan wiedzy o temacie

W czasie studiów tematu stwierdzono, że istniejąca literatura źródłowa w zakresie programowania lotów dla potrzeb lotnictwa wojskowego w ujęciu taktyczno-informatycznym jest bardzo skromna. Istnieje bowiem brak opracowań uwzględniających wpływ rodzaju lotnictwa, specyfiki zadań przez nie realizowanych na proces programowania lotów statków powietrznych. W literaturze światowej jest rozpatrywany problem programowania lotów zarówno w odniesieniu do cywilnych , jak i wojskowych statków powietrznych. Uwzględnia się przy tym odmienne kryteria informatyzowania lotnictwa, wynikające z odmienności celów działania. Stwierdza się, że w lotnictwie cywilnym informatyzacja procesu lotu ma na celu przede wszystkim zapewnienie bezpieczeństwa, osiągnięcia efektów ekonomicznych oraz zwiększenie przepustowości ruchu lotniczego. W lotnictwie wojskowym zaś informatyzacja ma zapewnić maksymalną efektywność bojową, osiąganą poprzez optymalizację decyzji, terminowość oraz realizację zadań z wymaganą dokładnością. Ponadto szczególnego znaczenia w zastosowaniach wojskowych nabierają problemy optymalizacji użycia sił powietrznych co potwierdzają prace o niektórych systemach amerykańskich. Opracowania powstałe w kraju (ITWL) są węższe i dotyczą z reguły wspomagania dowodzenia podczas przechwytywania celów powietrznych, jak na przykład podsystem wstępnych obliczeń nawigatorskich SKAŁKA, czy komputerowy podsystem kontroli ruchu lotniczego NOTEĆ. Opracowane one zostały na bazie minikomputerów serii MERA 400, i z powodzeniem wprowadzono je do eksploatacji na stanowiskach dowodzenia.

Podsystem SKAŁKA wspomaga służby nawigatorskie głównie w zakresie " obliczeń nawigatorskich " jako podstawy do formułowania zadań podległym lub współdziałającym punktom naprowadzania lotnictwa myśliwskiego. Jest on wręcz niezbędny podczas prowadzenia działań bojowych, efektywnie wspomagając podejmowanie decyzji.

Oprogramowanie podsystemu SKAŁKA jest niekwestionowanym osiągnięciem ITWL. Realizacja zadań dla których podsystem ten został stworzony potwierdza opinię, że jego oprogramowanie może być integralną częścią systemu programowania lotów. Powinien on realizować jeszcze inne zadania dotychczas nie wykonywane przez SKAŁKĘ ponieważ nie były one dla niej przewidziane, gdyż inne cele przyświecały twórcom podsystemu. Dotyczy to na przykład wyboru uzbrojenia, możliwych wariantów nalotu przeciwnika, prawdopodobnych kierunków pokonania obrony powietrznej , ...

Podsystem NOTEĆ realizujący zadania związane z kontrolą ruchu lotniczego między innymi w zakresie kolizyjności zgłoszonych tras lotu statków powietrznych jest, z powodzeniem wykorzystywany na stanowisku dowodzenia korpusu obrony powietrznej. Nie realizuje on jednak zadań związanych na przykład z wyborem tras lotu uwzględniając obszary zabronione, strefy zakazane, oddziaływanie środków obrony przeciwlotniczej przeciwnika - ponieważ inne były cele tworzenia tego podsystemu. Oprogramowanie rezydujące w tym podsystemie sprawdzone i ustawicznie rozwijane, może być znaczącą pozycją systemu programowania lotów.

Rozwijany w wojskach lotniczych podsystem **LOTNIA** obejmuje swoim działaniem dziedziny kierowania związane przede wszystkim ze zbieraniem i wymianą informacji, oraz opracowywaniem różnych zbiorów informatycznych. Głównym celem, który przyświecał twórcom, było szybkie przekazywanie informacji oraz umożliwienie dostępu osobom funkcyjnym do informacji uaktualnionej. Podsystem oparto na minikomputerze MERA 600, 680 tworzącym wraz z terminalami wielodostępny system komputerowy. Został on wyposażony w system operacyjny opracowany w Zespole Informatyki Wojsk Lotniczych, o podwojonych możliwościach w zakresie podłączonych terminali (14), w stosunku do oferowanych przez producenta (7). Zadania użytkowe realizowane w tym systemie dotyczą wielu elementów składowych mogących wejść do systemu programowania lotów takich jak: tworzenie planowej tabeli lotów, obliczanie ile czasu pozostało załogom dla bezpiecznego przebywania w powietrzu,.... . Jest to niewątpliwie dużo, lecz nie stanowi to jeszcze systemu programowania lotów,ponieważ nie wykonuje takich zadań jak: wybór skutecznego uzbrojenia samolotu do zwalczania wybranego obiektu, wybór optymalnej trasy lotu spośród wielu dopuszczalnych uwzględniających ukształtowanie terenu oraz oddziaływanie przeciwnika, wybór najkorzystniejszych warunków ataku - gdyż nie było to przewidziane w tworzonym systemie **LOTNIA** Zadania realizowane przez **LOTNIĘ** z powodzeniem spełniają założone funkcje systemu. Część stosowanego oprogramowania po odpowiedniej adaptacji mogłaby stanowić duży fragment zbioru programów systemu. Przy obecnej konfiguracji

technicznej systemu oraz jego oprogramowania, w miarę efektywnie spełnia on rolę i zadania " poczty elektronicznej " poszerzonej o możliwość odczytywania zbiorów danych generowanych na stanowiskach osób funkcyjnych. Natomiast nie może ten system przejąć funkcji związanych z realizacją programów kalkulacyjnych czy optymalizacyjnych z uwagi na przeciążenie wyrażające się wydłużaniem oczekiwania na obsłużenie abonenta (jakim jest osoba funkcyjna) do kilkunastu minut. Tak długi okres oczekiwania jest niedopuszczalny uwzględniając deficyt czasu charakteryzujący procesy organizacji działań bojowych lotnictwa. Ponadto przyjmuje się, że operator może czekać "spokojnie" na odpowiedź komputera najwyżej kilka minut. Dlatego też wykorzystanie dla potrzeb systemu programowania lotów, nie kwestionowanego dorobku wojsk lotniczych w tym zakresie będzie możliwe po przeprowadzeniu pewnych modyfikacji tego podsystemu.

Przedstawione podsystemy informatyczne są przykładem specjalizowanych systemów komputerowych, które w odróżnieniu od uniwersalnych, cechują się tym, iż oprogramowanie użytkowe a nierzadko i systemowe celowo zostaje ukierunkowane na rozwiązywanie zadań związanych z obiektem, problemem, czy czynnościami w zależności od ich dominacji. Ukierunkowanie to jest powodem podziału odpowiednio na oprogramowanie: zorientowane na obiekt, problem i czynności.

Oprogramowanie "zorientowanie na obiekt" ma na celu informatyzację niektórych (lub wszystkich) czynności związanych z obliczeniami, wykonywaniem rysunków, wyszukiwaniem lub przetwarzaniem informacji. Zawiera ono również cały opis

zespołu czynności(przeznaczonych do informatyzacji) uprzednio sformalizowanych. Z reguły nie można w tych sytuacjach wykorzystać oprogramowania narzędziowego w postaci na przykład procedur matematycznych, co powoduje, że nawet pojedynczy problem należy rozwiązywać od początku do końca. Stosowanie tego rodzaju ukierunkowania jest celowe gdy:

a)zasady działania obiektu są niezmienne przez znaczny czas;

b)projektuje się dostatecznie dużo wersji działań;

c)nie ma psychologicznych barier przed stosowaniem tych środków.

Drugim rodzajem, jest oprogramowanie zorientowane na rozwiązywany problem . Cechuje się ono tym, że rozwiązuje dany problem nie obejmujący wyłącznie jednego obiektu. Wymaga ono uprzedniego rozwiązania problemu w formie uniwersalnej. Konieczne jest z reguły wcześniejsze określenie i zdefiniowanie tych obiektów którym mogą okazać się one przydatne.

Oprogramowanie zorientowane na czynności wspomaga rutynowe czynności osoby funkcyjnej wykonywane na danym stanowisku pracy. Operuje ono na bazach danych, tworząc na przykład zestawienia czy wykonując dokumentację. W zależności od stanowiska roboczego wymaga stosowania różnych urządzeń specjalistycznych.

Biorąc pod uwagę powyższą klasyfikację zorientowań w odniesieniu do podsystemów takich jak „SKAŁKA ","NOTEĆ" czy „ LOTNIA", stwierdza się, że posiadają one cechy oprogramowania zorientowanego na obiekt, bez możliwości wykonywania na przykład dokumentacji w postaci graficznej. Spełniają one jednak, w stopniu dobrym zadania i funkcje, do realizacji których

zostały zaprojektowane. Tak więc istnieją nieliczne podsystemy spełniające niektóre zadania związane z wykonywaniem lotów. Nie służą one jednak do "programowania lotów" w znaczeniu rozumianym przez autora. Przy spełnieniu pewnych warunków, fragmenty ich oprogramowania mogą stać się integralną częścią systemu programowania lotów.

1.3 Czynniki stymulujące potrzeby programowania lotów

Pojawienie się na rynku komputerowym sprzętu informatycznego należącego do klasy mini lub mikrokomputerow pozwalających się łączyć pod nadzorem oprogramowania systemowego w tak zwane sieci komputerowe lub sieci wielodostępne w sposób naturalny dało możliwość przybliżenia mikrokomputera do użytkownika oraz pozwoliło na szybkie wykorzystanie aktualnej informacji wymienianej między elementami systemu komputerowego.
Stworzenie takiej sieci komputerowej z technicznego punktu widzenia nie stanowi problemu, gdyż istnieje wiele znanych oprogramowań sieciowych wraz z niezbędnymi urządzeniami aby połączenie to zrealizować. Można stworzyć komputerowy system sieciowy nie uwzględniając ograniczeń w postaci na przykład „okrojonych" zasobów finansowych i przyporządkować węzeł sieci komputerowej (wraz z urządzeniem) do każdego stanowiska funkcyjnego oraz wybrać komputer o dużych możliwościach obliczeniowych. Jednak przy istniejących ograniczeniach finansowych zachodzi potrzeba stworzenia koncepcji systemu programowania lotów spełniająca warunek minimalizacji sił i środków do realizacji pełnego procesu programowania lotów statków powietrznych, wykonujących zadania wynikające z przynależności do określonych rodzajów lotnictwa oraz z coraz powszechniejszego stosowania komputerów pokładowych wymagających danych wejściowych w postaci jakościowo odmiennych od dotychczas stosowanych.

Programowanie lotów (działań bojowych) odbywa się w sztabach lotnictwa działających w okresie pokoju i przygotowujących się poprzez szkolenie, do działań w warunkach wojny. Wykonanie lotu

statku powietrznego jest poprzedzane procesem planowania lotu będącego uszczegółowieniem decyzji dowódcy. W planowaniu tym biorą udział zainteresowane załogi pod kierownictwem specjalistów z dziedziny nawigacji lotniczej, bombardowania,strzelania powietrznego i rozpoznania. Autor stwierdził, że wiele funkcji (zadań) występujących w procesie programowania lotów wskazuje cechy kwalifikujące je do informatyzowania, przy zachowaniu konieczności uwzględnienia rezultatu rozwiązania w kroku n-1, na rozwiązywane zadanie w kroku n-tym procesu planowania działań oraz obiegu informacji między osobami funkcyjnymi. Autor zadał sobie trud ustalenia czynników wpływających na potrzebę programowania lotów. W badaniach uwzględnił fakt, że: zadania realizowane w celu uzyskania suboptymalnego rozwiązania przy danych założeniach związane są z wykorzystaniem licznych zmiennych danych wejściowych oraz złożonych algorytmów optymalizacji. Liczba danych wejściowych uzależniona jest od rodzaju rozwiązywanej problematyki. Każde zadanie zawierające wiele zmiennych wejściowych może przyjmować na wyjściu skończoną liczbę wariantów rozwiązań. Z kolei wielowariantowość wymaga pracochłonnych obliczeń i kalkulacji, co na ogół przy istniejącym deficycie czasowym bez wykorzystania EMC jest trudne do zrealizowania. Uwzględniono też, że każdy lot statku powietrznego odbywa się w trójwymiarowej przestrzeni powietrznej, w której każde kolejne pożądane położenie obiektu uzależnione jest od wielu czynników, to znaczy także podlega ono procesowi optymalizacji wielokryterialnej.

Każdy proces lotu statku powietrznego można umownie podzielić na następujące fazy:

a)przygotowanie do lotu i osiąganie gotowości bojowej;

b)start i lot do rejonu wykonania zadania;

c)atakowanie (rozpoznanie) obiektu;

d)lot powrotny;

e)lądowanie i odtworzenie gotowości bojowej

Każda z tych faz jest wielowariantowa i uzależniona od:sytuacji taktycznej, możliwości taktyczno-technicznych środków własnych i środków przeciwnika, rodzaju wykonywanego zadania oraz od rodzaju lotnictwa. Proces lotu może być rozpatrywany jako globalne rozwiązanie problemu z uwzględnieniem optymalizacji lub jako rozwiązywanie jego kolejnych elementów cząstkowych. Będą to wówczas proste obliczenia nie związane z poszukiwaniem rozwiązań optymalnych, lecz dokonywaniem określonych kalkulacji (np.obliczenie wartości prawdopodobieństwa pokonania obrony przeciwlotniczej, skutecznej powierzchni rażenia lub parametrów wykonywanej zbiórki). Na podstawie stałych danych bazowych zawartych w pamięci EMC i z danych zmiennych wprowadzonych przez osobę funkcyjną, uzyskuje się drogą przekształceń matematycznych pożądane informacje wynikowe. Przeprowadzanie danych kalkulacji i wariantowań wymaga stosowania odpowiednich komputerów i stosownego oprogramowania, których w chwili obecnej w sztabach i punktach dowodzenia nie ma lub występują w małych ilościach. Zespoły programujące loty powinny korzystać z uaktualnionych informacji, w tym także z decyzji cząstkowych wykorzystując do tego celu więzi funkcjonalne, z uwzględnieniem problemów

ochrony tajemnicy. ([5]);

Pozostałe czynniki stymulujące programowanie lotów podyktowane są przede wszystkim koniecznością:

a) dążenia do maksymalnego skrócenia czasu organizacji działań bojowych lotnictwa;

b) uproszczeniem programowania komputerów pokładowych w celu uzyskiwania lepszych wskaźników osiągania gotowości bojowej przez załogi;

c)wyeliminowania błędów podczas rozwiązywania pracochłonnych zadań cząstkowych o charakterze kalkulacyjnym, składających się na program lotu;

d) uzyskiwania optymalnych programów lotu według założonych kryteriów zapewniających uzyskiwanie najlepszych efektów taktycznych.

([5]) Problem ten został częściowo rozwiązany w podsystemie **LOTNIA** . Utajnianie informacji przesyłanej pomiędzy komputerami z wykorzystaniem środków łączności odbywa się przy pomocy programu kodującego treść zawartą w sygnałach cyfrowych przed ich "wyjściem" z komputera. Środki łączności przesyłają informację już zakodowaną.

1.4 Przebieg badań

Zainteresowania badawcze wynikające z rozpatrywanej tematyki i sformułowanych celów badań zostały ukierunkowane w następujących relacjach :

1. studiowanie i analiza literatury zawierającej treści z zakresu badanego problemu;
2. studiowanie i analiza doświadczeń oraz wniosków z ćwiczeń prowadzonych w szkolnym ośrodku dowodzenia w Akademii Sztabu Generalnego WP a także ćwiczeń z wojskami;
3. przeprowadzenie badań empirycznych w zakresie obserwacji, eksperymentu naukowego, zbierania sądów oraz modelowania komputerowego..

Zakres problemów badawczych obejmuje aspekty poznawcze i praktyczne. Z uwagi na konieczność określenia wszystkich zależności, wiele wysiłku i pracy pochłonął empiryczny etap badań. Przyswojenie istniejącego zasobu wiedzy z zakresu programowania lotów , a także własne rozważania i próby przeprowadzone po ostatecznym określeniu problemu badawczego. Badania poprzedzono sformułowaniem przypuszczeń wyrażonych w formie hipotezy.

Hipoteza robocza

> Dotychczasowe programowanie lotów statków powietrznych polegające na rozwiązywaniu zadań cząstkowych przez osoby funkcyjne, wykorzystujące w większości wypadków pomoce w postaci tabel, wykresów, czy zależności matematycznych

staje się anachronizmem. Otrzymywane rezultaty obliczeń są wynikami uproszczonymi, zaś deficyt czasowy powoduje, że nie starcza czasu na dokonywanie wariantowań i na tej podstawie wyboru wariantów suboptymalnych.

Sądzi się, że uzyskanie poprawy w tej dziedzinie nastąpi wtedy, gdy będzie wykorzystywany komputerowy system programowania lotów oparty na możliwościach, jakie dają mikrokomputery pracujące w systemie sieciowym. Wyraża się przekonanie, że sformułowanie koncepcji taktyczno-informatycznej systemu programowania lotów wymaga uwzględnienia taktyki działań lotnictwa, środowiska działań, perspektyw wyposażenia lotnictwa w komputery pokładowe, i określenia potrzeby oraz celowości wyposażania punktów dowodzenia i sztabów lotnictwa w odpowiedni sprzęt komputerowy. Przypuszcza się, że istnieje możliwość wytypowania stanowisk funkcyjnych i przypisania im zadań programowania lotów .

Metody badawcze

Wielostronne, zewnętrzne i wewnętrzne uwarunkowania oraz istniejące współzależności procesu programowania lotów skłoniły autora do zastosowania podejścia systemowego, strukturalnego i funkcjonalnego. Przyjęte metody działania okazały się przydatne w toku rozwiązywania postawionych sobie zadań badawczych. W etapie teoretycznych badań stosowano takie metody badawcze jak: analiza , porównanie i analogia oraz uogólnianie i abstrahowanie. Podczas rozwiązywania problemów w empirycznym etapie badań podstawowymi metodami

były: obserwacja naukowa, elementy symulacji komputerowej, eksperyment naukowy, badanie wywiadów, i dyskusje.

Metoda analizy potrzeb i możliwości programowania lotów była zasadniczą częścią procesu badawczego podczas studiowania literatury źródłowej, poznawania uwarunkowań oraz zależności wynikających z procesu badań empirycznych. Wykorzystywana w trakcie badań literatura przedmiotu jest stosunkowo uboga i występuje przede wszystkim jako obcojęzyczna. Dokonano analizy opracowań Instytutu Lotnictwa w zakresie komputerowego systemu nawigacji, w którym szczególną uwagę skupiono, przede wszystkim na statkach powietrznych i komputerach pokładowych. Traktują one o wybranych problemach z dziedziny nawigacji statków powietrznych wyposażonych w komputery pokładowe [50]. W opracowaniach zostały przedstawione ogólne wskazówki z dziedziny przygotowania danych nawigacyjnych oraz ogólne trendy światowe dominujące w dziedzinie programowania lotów [59]. Analiza opracowań taktyczno-specjalistycznych z zakresu taktyki rodzajów lotnictwa, metodyk obliczeń i charakterystyka obiektów zawarta w opracowaniach naukowo badawczych p.k." Zasobnik" [57], i " Obiekt " [58], w których brał udział autor rozprawy,

---

"Zasobnik" - opracowanie naukowo-badawcze zawierające metodyki oceny prognozowanych działań lotnictwa. Zawarta tam została wiedza empiryczna o prawidłowościach determinujących stosowanie lotniczych środków rażenia. Wskazano drogi postępowania do uzyskania racjonalnych wyników w zakresie: jakie obiekty, jakimi siłami lotnictwa zwalczać, kiedy,gdzie, jakimi środkami rażenia atakować. Zawiera również obok obliczeń wnioskowanie taktyczne.

potwierdza słuszność wniosku dotyczącego możliwości dokonania formalizacji problemów do programowania lotów oraz tworzenia bazy danych. Dokonano również analizy osiągnięć technicznych z zakresu sprzętu komputerowego i oprogramowania narzędziowego uczestnicząc w organizowanych targach INFOSYSTEM-89 i INFOSYSTEM-90. Na powyższych imprezach zaprezentowano aparaturę mikrokomputerową wraz z towarzyszącym osprzętem technicznym zarówno produkcji krajowej jak i firm zagranicznych. Duże znaczenie w procedurze badawczej miały konferencje naukowe i sympozja aranżowane przez organizacje działające poza strukturą wojska. Znaczne korzyści przyniosło uczestniczenie w sympozjum i pokazie organizowanym przez Klub Użytkowników Mikrokomputerów Profesjonalnych (działający w ramach Naczelnej Organizacji Technicznej) w m. MIEDZESZYN k.Warszawy, (IV 89).Poświęcone ono było możliwościom komputerowego wspomagania projektowania (computer aided designed) i analizie możliwości wykorzystania tego rodzaju systemów w tworzeniu zinformatyzowanych miejsc pracy (workstation). Skonstatowaliśmy trafność wypracowanych propozycji w zakresie możliwości przetransformowania pewnych rozwiązań na obszar działalności dowódcy i sztabu z uwzględnieniem konieczności przepływu informacji. Pierwszym krokiem w procedurze badawczej były studia dostępnej literatury

---

"Obiekt" - opracowanie naukowo-badawcze będące analizą współczesnych obiektów działań lotnictwa w uwarunkowaniach taktycznych. Podaje skład, rozmieszczenie i wymiary obiektów grupowych i powierzchniowych w zależności od ich umiejscowienia w ugrupowaniu przeciwnika.

dotyczącej stosowanych rozwiązań praktycznych i perspektywicznych w zakresie programowania lotów zarówno w lotnictwie cywilnym jak i wojskowym. Poprzez logiczną analizę wyodrębniono obszary wspólne i to, co jest istotne w badanym przedmiocie. Uwzględniono istniejące w WL i OP rozwiązania cząstkowe zawierające się w badanym temacie. Istotą tego fragmentu badań było określenie obszaru wiedzy dotyczącej problemów programowania lotów oraz dokonanie porównania z rzeczywistymi procesami realizowanymi podczas wykonywania działań praktycznych. Należy podkreślić, że w trakcie analizy literatury stwierdzono niemal zupełny brak opracowań naukowych o charakterze taktyczno-informatycznym w zakresie programowania lotów lotnictwa. Natomiast istniejące pozycje w literaturze przedmiotu wprawdzie czasami sygnalizują zagadnienia związane z programowaniem lotów,lecz nie rozwiązują problemu.

Wykorzystywana metoda analizy umożliwiła dokonanie szczegółowych ocen czynników wpływających na proces programowania lotów w różnych uwarunkach występujących w działaniach lotnictwa. Przeanalizowano możliwości taktyczno-techniczne wdrażanego polowego systemu przesyłania informacji " **LOTNIA** " oraz jego bazę programową podczas ćwiczeń p.k. KROGULEC-90 (V.90).Pozwoliło to na wariantowe podejście do badanego problemu i zmodyfikowanie rozwiązań wynikających z możliwości wykorzystania **LOTNI** dla potrzeb systemu programowania lotów.

Porównania i analogie

były logicznie uzupełniającymi się działaniami stosowanymi głównie w czasie weryfikacji uzyskiwanych wyników badań empirycznych, przyczyniając się do oceny przydatności poszczególnych wariantów rozwiązań systemu programowania lotów z możliwością wykorzystania istniejącego potencjału sprzętowego. Porównania umożliwiły uzyskanie informacji dotyczących:

a) możliwości adaptacji fragmentów idei systemów wspomagania projektowania (CAD) dla potrzeb programowania lotów;

b) możliwości włączenia dla potrzeb przesyłania informacji istniejącego podsystemu " Lotnia", jako elementu systemu programowania lotów;

c) przydatności pożądanego ukierunkowania oprogramowania użytkowego w systemie programowania lotów.

Obserwacja naukowa była szeroko wykorzystywana podczas stosowania metod empirycznych oraz badania potrzeb lotnictwa w działalności praktycznej. Użycie jej dostarczyło większości z zebranych informacji i faktów dotyczących rozważanego problemu. Obserwacje przeprowadzano zarówno podczas ćwiczeń w szkolnym ośrodku dowodzenia ASG WP jak i ćwiczeń z wojskami. Szczególną wartość dla całokształtu procesu badawczego stanowiły niedociągnięcia dostrzeżone w pracy podsystemu **LOTNIA** podczas jego działania w warunkach polowych. Dotyczyły one wartości czasowych związanych z uruchamianiem systemu i przesyłaniem danych

pomiędzy komputerami. Obserwowano praktycznie planowanie lotów i wyciągnięto bardzo krytyczne wnioski.

Metoda eksperymentalna z symulacją komputerową służyła weryfikacji wypracowanych rozwiązań w zakresie metod komunikowania się osób funkcyjnych z komputerem rozwiązującym zadania systemu programowania lotów. Eksperymenty przeprowadzane podczas ćwiczeń w Szkolnym Ośrodku Dowodzenia dotyczyły możliwości wykorzystania przez słuchaczy programów komputerowych do rozwiązywania zadań w procesie generowania programu lotu oraz w zakresie „ sposobów komunikowania się " z komputerem. W tym celu napisano zbiór programów komputerowych (załączniki) będących fragmentami proponowanego systemu i dotyczących :

a)odwzorowania elementów terenu w pamięci komputera;

b)odwzorowania sytuacji taktycznej;

c)modelowania trasy lotu;

d)obliczania wskaźników możliwości czasowych;

e)obliczania wskaźników skuteczności bojowej;

f)obliczania promienia taktycznego samolotu SU-22M4;

Wyniki przeprowadzonych obserwacji i eksperymentów potwierdziły przypuszczenia dotyczące możliwości wykorzystania komputerów w procesie programowania lotów zarówno w ujęciu kompleksowym, jak i do rozwiązywania zadań cząstkowych. Przyczyniły się również do dostrzeżenia pewnych prawidłowości, w zakresie dialogu osoby funkcyjnej z programami komputerowymi wchodzącymi w skład systemu programowania lotów.

Dyskusje, intuicja i uogólnianie jako integralne elementy procesu badawczego stanowiły logiczne powiązanie z analizą i porównaniem. Umożliwiły one formułowanie wniosków w zakresie wpływu różnorodnych czynników na proces programowania lotów, stanowiąc zasadniczy czynnik w wypracowaniu końcowych rozwiązań problemów badawczych. Przez logiczne łączenie wniosków wynikających z analizy elementarnych zagadnień dotyczących, na przykład obiegu informacji w procesie podejmowania decyzji, użycia możliwych urządzeń bądź możliwych sprzężeń informatycznych, uzyskano konkretne odpowiedzi na postawione pytania.

Stosowano również metodę abstrahowania umożliwiającą koncentrowanie uwagi na najistotniejszych elementach badanego procesu, a pomijanie mniej istotnych tj. nie mieszczących się w ramach przyjętego fragmentu badań. Nie rozpatrywano na przykład problemów związanych z zaopatrzeniem w środki materiałowo-techniczne, w tym i w środki rażenia.

1.5 Wnioski z przeprowadzonych badań

Przeprowadzone badania uwzględniające uwarunkowania historyczne, stan dzisiejszy oraz trendy światowe dotyczące rozpatrywanego problemu umożliwiły z jednej strony poznanie stanu nauki i stosowanych rozwiązań i zweryfikowanie hipotezy ,z drugiej zaś pozwoliły na sformułowanie wniosków bezpośrednio wpływających na koncepcję taktyczno-informatyczną systemu programowania lotów . W wyniku badań stwierdzono niemal zupełny brak opracowań o charakterze taktyczno-informatycznym dotyczących programowania lotów lotnictwa.

Wobec takiego stanu rzeczy jedynym źródłem informacji o programowaniu lotów jest teoria i praktyka ich planowania sposobami dotychczasowymi. Tym samym uzasadniony jest warunek konieczności uwzględniania taktyki działań lotnictwa, środowiska działań i perspektyw wyposażania lotnictwa w komputery pokładowe. Brano też pod uwagę istniejący i perspektywiczny obieg informacji w procesie podejmowania decyzji i programowania lotów statków powietrznych. Stwierdzono, że w WLiOP do rozwiązywania problemów związanych z programowaniem lotów statków powietrznych w małym stopniu wykorzystywane są systemy komputerowe z uwagi na niejednolitość sprzętową oraz brak stosownego oprogramowania. W procesach podejmowania decyzji w zakresie programowania lotów używane są uogólnione tabele dające w efekcie ich zastosowania wyniki przybliżone, a istniejące nieliczne programy komputerowe dają rozwiązania problemów cząstkowych. Decyzje podejmowane przez osoby funkcyjne powinny podlegać optymalizacji polegającej na synchronizacji działań całościowych i jednostkowych lotnictwa.

Korzystając z metody analizy i obserwacji wytypowano stanowiska funkcyjne i określono zadania na nich realizowane, związane z programowaniem lotów oraz sprecyzowano niezbędne zbiory danych do algorytmizacji działań. Badania wykazały, że istnieje sprzęt komputerowy zarówno produkcji krajowej jak i w większym wyborze produkcji zagranicznej zdolny spełniać przewidywane zadania realizowane w procesie programowania lotów. Dotyczy to szczególnie urządzeń zaliczanych do osprzętu komputerowego, takich jak:digitizer, ploter czy skaner, oferowanych tylko przez firmy handlowe.

Istnieje możliwość przeniesienia na grunt wojskowy pewnych idei zastosowań komputerów z dziedziny wspomagania projektowania inżynierskiego, opartego na oprogramowanych stanowiskach pracy (ang. workstation). Można skompletować zestawy urządzeń dla potrzeb osób funkcyjnych programujących loty bazując na oferowanym sprzęcie komputerowym. Czynności i zadania wykonywane przez osoby funkcyjne można z powodzeniem sformalizować tworząc tym samym podstawy do ich ujęcia w postaci programów komputerowych.

Uwzględniając potrzebę pełnego wykorzystania istniejącego potencjału komputerowego w postaci podsystemu **LOTNIA** autor uważa, że istnieje możliwość jej wykorzystania po dokonaniu pewnych zmian sprzętowych.

Metoda eksperymentu i symulacji komputerowej uwidoczniła pożądany kierunek tworzenia oprogramowania w zakresie postaci wprowadzanych danych wejściowych, ich ilości jak i postaci uzyskanych wyników końcowych. Przeprowadzony cykl badań i zastosowane metody badawcze potwierdziły hipotezę oraz okazały się wystarczające do zrealizowania postawionych zadań badawczych i osiągnięcia zamierzonych celów rozprawy.

2. MOZLIWOŚCI KOMPUTEROWEGO PROGRAMOWANIA LOTÓW

Możliwość wykorzystania komputerów w procesie programowania lotów powoduje potrzebę określenia czynników wpływających na podejmowane decyzje cząstkowe dotyczące wyboru parametrów ruchu przestrzennego i zastosowania bojowego statków powietrznych, w celu uzyskania optymalnych rezultatów działań.

Konstrukcja programów komputerowych realizujących zadania systemu programowania lotów winna uwzględniać wszystkie możliwe sytuacje związane nie tylko z wymaganą kolejnością obliczeń, lecz również z koniecznością aktywnego wpływania osób funkcyjnych na dokonywany proces decyzyjny. Wymaga on podejmowania przez osoby funkcyjne decyzji cząstkowych, będących propozycjami dla dowódcy na podstawie przepływającej informacji w systemie ,w tym również propozycji wypracowanych na współpracujących stanowiskach. Konieczność wymiany informacji i dokonywania obliczeń stwarza potrzebę określenia: możliwości tworzenia systemu informatycznego mogącego spełniać powyższe wymagania, oraz zakresu wykorzystania wyników komputerowego systemu programowania lotów. Zasygnalizowane problemy zostały rozwinięte i omówione w kolejnych podrozdziałach.

2.1 Warunki determinujące programowanie lotów

Aby proces programowania lotów statków powietrznych mógł zostać poddany informatyzacji należało określić wszystkie warunki determinujące lot, w celu ścisłego ujęcia i sprecyzowania poszczególnych wielkości. Umożliwia to

podejmowanie decyzji ściśle określonych, opartych na sprecyzowanych zależnościach dotyczących programowanego lotu. Niewłaściwe bowiem wybranie parametrów lotu statku powietrznego może być przyczyną niewykonania zadania bojowego z powodu, na przykład błędnego określenia możliwości pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika, błędnego wyboru wariantu uzbrojenia, manewrów ataku czy potrzebnej ilości sił. Przy dużej dynamice działań bojowych występuje zwykle brak czasu na wykonanie powtórnego uderzenia z zastosowaniem tych samych sił lotnictwa. Dlatego też tak niezwykle istotne jest określanie warunków wykonywania zadań determinujących proces programowania lotów. Lotnictwo,ze względu na specyfikę działań, nie jest podmiotem jednorodnym. Potrzeby i charakter zadań wykonywanych podczas działań wojennych wywołały konieczność posiadania w składzie sił zbrojnych, lotnictwa specjalizującego się w określonych zadaniach. W wyniku tego powstało lotnictwo: myśliwsko-bombowe, myśliwskie, rozpoznawcze szturmowe, transportowe i pomocnicze. Każdy z powyższych rodzajów lotnictwa wykonuje tak zwane zadania główne, dla realizacji których przede wszystkim zostało powołane do życia oraz zadania dodatkowe (pomocnicze), które w normalnych warunkach są realizowane przez inne rodzaje lotnictwa. Przykład w tym względzie stanowi lotnictwo myśliwsko-bombowe . Zasadniczym jego zadaniem jest zwalczanie obiektów naziemnych (nawodnych) przeciwnika na korzyść wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej.

W literaturze przedmiotu 26 stwierdza się, że w pewnych przypadkach pułk lotnictwa myśliwsko-bombowego może być wykorzystywany do wykonywania zadań typowych dla innych rodzajów lotnictwa, na przykład do zwalczania środków napadu powietrznego w powietrzu co jest domeną lotnictwa myśliwskiego. Z kolei lotnictwo myśliwskie w specyficznych warunkach może wykonywać zadania typowe dla lotnictwa myśliwsko-bombowego.
W wyniku przeprowadzonych wstępnych badań doszliśmy do wniosku, że wystarczające będzie jeśli do sformułowania założeń systemu uwzględnimy tylko trzy spośród sześciu rodzajów lotnictwa, a mianowicie:
lotnictwo myśliwsko-bombowe, myśliwskie i rozpoznawcze. Treści w nich zawarte i przewidywana modułowa budowa programów komputerowych umożliwi „obsłużenie" nimi pozostałych rodzajów lotnictwa. Tak więc podstawowym czynnikiem determinującym proces programowania lotów będzie **rodzaj lotnictwa** i realizowane przez niego zadania główne. Kolejne wymaganie jest podyktowane przyjętą lub narzuconą przez przełożonego, a wynikającą z uwarunkowań czasowych **metodą wypracowania decyzji**, to jest „pracy równoległej" lub „pracy kolejnej". Przy wypracowaniu decyzji metodą pracy równoległej, dowódca otrzymuje zadanie niepełne w formie **wstępnego zarządzenia bojowego**. W metodzie **pracy kolejnej** zaś otrzymuje zadanie pełne w formie **rozkazu bojowego** zawierające duży stopień uszczegółowienia, z reguły nie podlegającego uzupełnieniom.
Zameldowanie przełożonemu zamiaru (w metodzie pracy równoległej) czy zameldowanie decyzji (w metodzie pracy

kolejnej) wymaga dokonania wielu wstępnych analiz i kalkulacji. Oczywiste jest, że przy pewnej ilości danych wejściowych niezbędnych do przeprowadzenia kalkulacji,z których tylko część jest określona przez przełożonego, pozostałe mogą ulec zmianom. Powoduje to powstanie szeregu kombinacji danych wejściowych do obliczeń. Obszar możliwych zmian danych wejściowych zdecydowanie maleje w metodzie pracy kolejnej , co jest podyktowane dużym uszczegółowieniem danych zawartych w rozkazie bojowym. Oczywiście zakładając, że dowódca nie popełni błędu, stosując metodę pracy równoległej lub kolejnej przy rozwiązywaniu tego samego problemu , to okaże się, że otrzymany wynik jest podobny, mimo że proces jego otrzymania był odmienny. Przyjęta metoda podejmowania decyzji wpływa bezpośrednio na konstrukcję programu sterującego dla systemu programowania lotów. Przeprowadzone badania umożliwiły sklasyfikowanie pozostałych warunków mających wpływ na programowanie lotów statków powietrznych i dokonania podziału na warunki wewnętrzne i zewnętrzne. Podstawą takiego podejścia była możliwość aktywnego wpływania na ich czynniki składowe. Dlatego też do czynników wewnętrznych zaliczono:zadania wykonywane przez jednostkę organizacyjną, struktury funkcjonalne, zadania i czynności osób funkcyjnych, miejsce decydenta w obiegu informacji, powtarzalność zadań, zbiory danych stałych, zbiory danych zmiennych oraz dystrybucję informacji. Są to składowe, na które w pewien sposób, niekiedy ograniczony można wpływać, zmieniając ich treść informacyjną. Natomiast takie czynniki jak:

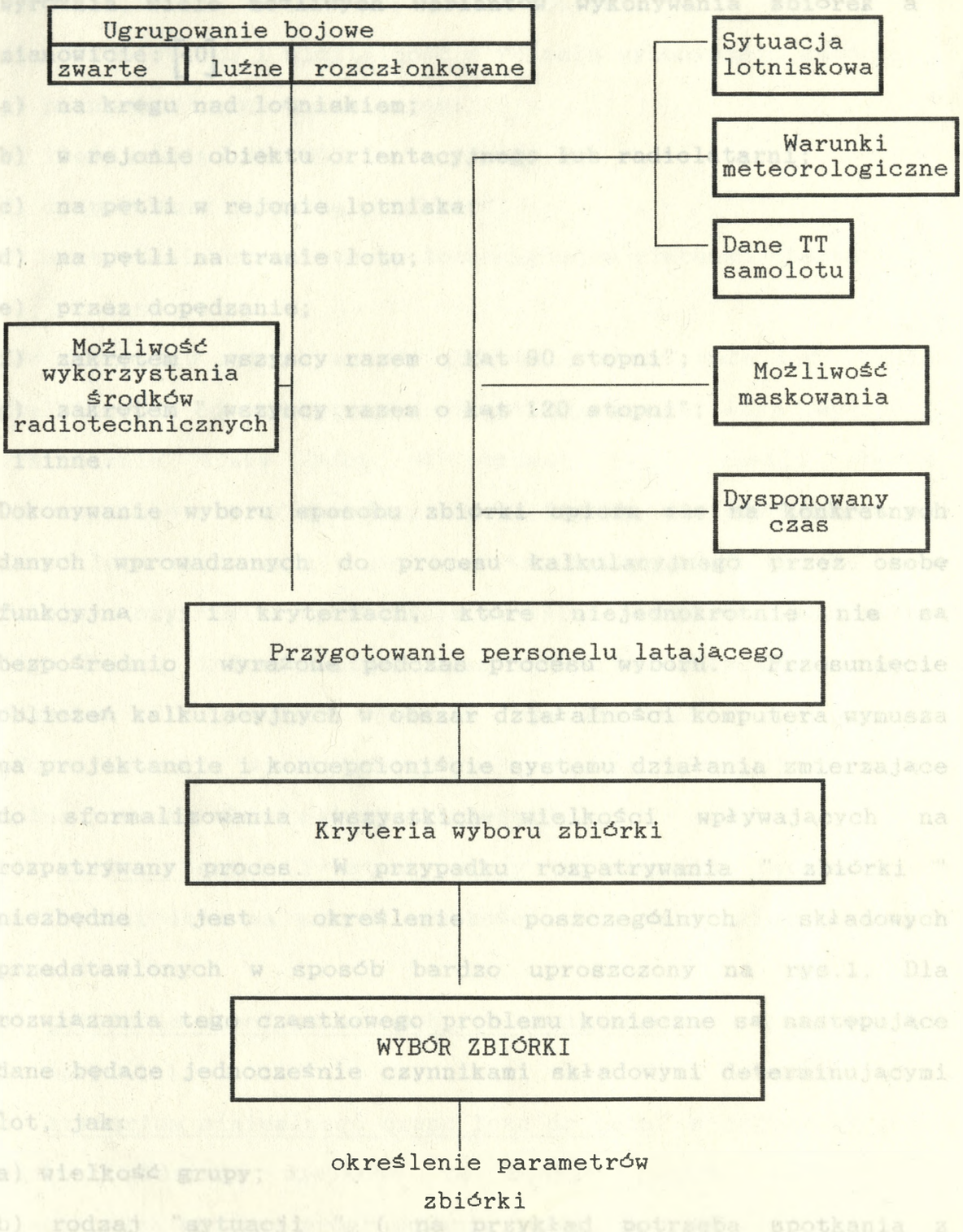
przeciwnik i jego możliwości oddziaływania na badany obiekt

warunki meteorologiczne czy teren, zaliczono do grupy czynników zewnętrznych. Lotnictwo myśliwsko-bombowe, a w nim pułk wchodzący w skład dywizji lotnictwa myśliwsko-bombowego, realizuje swoje zadania główne, wykonując loty bojowe zwalczając cele naziemne (nawodne). Będą to konkretne obiekty (stacjonarne lub przemieszczające się) w znanej sytuacji taktyczno-operacyjnej, atmosferycznej i terenowej. Zachodzące zmiany w sytuacji taktycznej (w porównaniu ze zmianami sytuacji powietrznej są to zmiany stosunkowo wolne) umożliwiają zrealizowanie procesu kalkulacyjno-obliczeniowego z wykorzystaniem możliwości dokonywania wyboru optymalnego spośród wielu możliwych wariantów.

LMB z uwagi na swoją specyfikę jest najbardziej predystynowane do wykorzystywania komputerowego systemu programowania lotów w procesie planowania i organizacji działań bojowych. Wykonuje ono bowiem zadania główne, bazując na efektach przeprowadzonego wcześniej rozpoznania powietrznego, umożliwiającego w miarę dokładne określenie rejonu zlokalizowania celów przeznaczonych do zwalczania, włącznie z ustaleniem ich współrzędnych. Sprecyzowanie obiektu przeznaczonego do zwalczania, umiejscowionego w terenie pozwala na uwzględnienie jego hipotetycznego ugrupowania, w przypadku celu powierzchniowego i grupowego w oparciu o komputerową mapę terenu oraz na określenie elementu składowego najbardziej wrażliwego z punktu widzenia ciągłości pracy obiektu. Głównym czynnikiem warunkującym rozmieszczenie elementów składowych obiektu (celu), będą możliwości techniczne jego sprzętu w zakresie oddalenia między sobą, wymagania taktyczne,a także

możliwości terenu, na którym jest rozwijany. Z obiektem przeznaczonym do zwalczania łączy się wybór uzbrojenia samolotu mającego go atakować Powyższy problem jest wieloaspektowy. Wielowariantowość tego procesu podyktowana jest tym, że każdemu obiektowi naziemnemu można przyporządkować różne typy środków rażenia, oraz powierzchnię rażenia obiektu uzyskaną przy stosowaniu tego środka. Nie każdy z tych środków może być użyty po uwzględnieniu warunków meteorologicznych panujących w rejonie obiektu oraz możliwości podwieszeń samolotu. Istotna jest w tym względzie widzialność obiektu oraz dolna podstawa chmur, eliminująca pewne typy uzbrojenia, stosowanie których przyporządkowane jest metodzie atakowania obiektu z lotu nurkowego lub poziomego . Atakowanie obiektu z lotu nurkowego, o ile środki i warunki meteorologiczne na to pozwalają, jest pożądane z uwagi na dużą dokładność (celność) zrzutu, wzrastającą wraz ze zwiększaniem się stromości lotu . Wybranie jednej z dwu metod atakowania obiektu obliguje do uwzględniania w procesie obliczeniowym wielkości związanej z promieniem rażenia odłamków stosowanego środka rażenia (ozn. jako H_b), stopnia wyszkolenia pilota i możliwości jednoczesnego użycia w locie nurkowym drugiego środka uzbrojenia (rakiet lub działek). Na powyższe uwarunkowania niejako nakłada się jeszcze konieczność minimalizowania czasu przebywania samolotu w strefie ognia, dążąc do tego aby czas ten nie przekroczył cyklu strzelania środka aktywnego podczas ustalonego lotu statku powietrznego. Uwzględniając powyższe uwarunkowania zostaje wybrane uzbrojenie i sposób atakowania obiektu oraz zostają wyliczone parametry wykonania manewru „ górki " lub lotu

poziomego licząc od początku drogi bojowej,podczas atakowania obiektu bezpośrednio z trasy. Przy wyborze początku drogi bojowej uwzględnia się formy terenowe oraz elementy jego pokrycia. Po dokonaniu wyboru uzbrojenia następuje przygotowanie samolotu do startu i osiąganie gotowości bojowej. Element ten ma wpływ na proces programowania lotów w dziedzinie czasowej, ponieważ i jest wynikiem tego, że czas jaki jest niezbędny na wymianę zużytego uzbrojenia, oraz sprawdzenie lub przezbrojenie samolotu pociągające za sobą zmiany belek jest znaczny i ma na niego wpływ, na przykład w zakresie powtórnego uderzenia. Autor przyjął, że nie będzie rozpatrywał problemów związanych z zaopatrywaniem samolotów w środki rażenia czy środki techniczne, gdyż odbiegałoby to od głównego nurtu rozważań. Tak sformułowane ograniczenie nie będzie miało negatywnego wpływu na całość rozpatrywanego zagadnienia. Po załadowaniu uzbrojenia samolotu i sprawdzeniu pod względem technicznym następuje faza startu i zbiórki samolotów. Nie występuje żaden problem przy starcie pojedynczego samolotu lub jednoczesnym starcie pary samolotów. Zaistnieje on jednak szczególnie wtedy, gdy będzie startował klucz lub eskadra. Z punktu widzenia taktyki istotny jest czas, jaki upływa od momentu startu pierwszej pary, (jeśli pozwoliły na to warunki) do momentu znalezienia się ostatniego samolotu w powietrzu. Zachowanie w powietrzu odległości wynikających z odstępów czasowych podczas startu jest niecelowe i niezgodne z zasadami taktycznymi użycia lotnictwa. Dlatego też wykonuje się „zbiórki" samolotów stosując różne ich rodzaje w zależności od istniejących uwarunkowań zilustrowanych na rysunku 1.



Rys.1 Czynniki warunkujące wykonanie „zbiórki " samolotów

Uwzględniając powyższe uwarunkowania, literatura przedmiotu wyróżnia wiele możliwych wariantów wykonywania zbiórek a mianowicie: [40]

a) na kręgu nad lotniskiem;

b) w rejonie obiektu orientacyjnego lub radiolatarni;

c) na pętli w rejonie lotniska;

d) na pętli na trasie lotu;

e) przez dopędzanie;

f) zakrętem " wszyscy razem o kąt 90 stopni";

g) zakrętem " wszyscy razem o kąt 120 stopni";

i inne.

Dokonywanie wyboru sposobu zbiórki opiera się na konkretnych danych wprowadzanych do procesu kalkulacyjnego przez osobę funkcyjną i kryteriach, które niejednokrotnie nie są bezpośrednio wyrażone podczas procesu wyboru. Przesunięcie obliczeń kalkulacyjnych w obszar działalności komputera wymusza na projektancie i koncepcioniście systemu działania zmierzające do sformalizowania wszystkich wielkości wpływających na rozpatrywany proces. W przypadku rozpatrywania " zbiórki " niezbędne jest określenie poszczególnych składowych przedstawionych w sposób bardzo uproszczony na rys.1. Dla rozwiązania tego cząstkowego problemu konieczne są następujące dane będące jednocześnie czynnikami składowymi determinującymi lot, jak:

a) wielkość grupy;

b) rodzaj "sytuacji " (na przykład potrzeba spotkania z "liderem";

c) dysponowany czas;

d) stopień trudności wykonania;

e) przewidywana wysokość wykonania zbiórki;

f) sposób startu i widzialnośc w rejonie wykonywania zbiórki;

g) planowane ugrupowanie bojowe;

h) ilość miejsc startu;

i) dysponowana nadwyżka prędkości;

j) usytuowanie części trasy lotu względem kierunku startu;

... i inne .

Po dokonaniu wyboru metody zbiórki,(która może być również uzależniona od następnego etapu) następuje etap wyboru i wykreślania trasy lotu. W okresie tym,w chwili obecnej wykorzystuje się typowe mapy topograficzne, na które nanosi się trasę lotu usytuowaną w realiach taktycznych (rys.2). Tak więc kolejnym czynnikiem wpływającym na wybór trasy lotu jest teren, jego formy, infrastruktura oraz sytuacja taktyczna będąca "warstwą " mapy. Badania potwierdziły konieczność sformalizowania wielkości wpływających na wybór, których nie można pominąć. Stąd należy uwzględnić:

a) rzeźbę terenu i stan pogody (czynniki teterminujące możliwości lotu na małych wysokościach i umożliwiające skryte podejście);

b) położenie stref zakazanych i niebezpiecznych (potrzeba ich omijania);

c) kryterium minimalnego czasu lotu do celu(z informatycznego punktu widzenia wielkość ta będzie jednym z kryteriów cząstkowych podczas programowania trasy. Spośród możliwych tras wybrana zostanie tylko jedna spełniająca powyższe wymaganie);

d) możliwości nawigacyjne samolotu (związane z czasem lotu

samolotu a także z możliwościami przestrzenno-czasowymi);

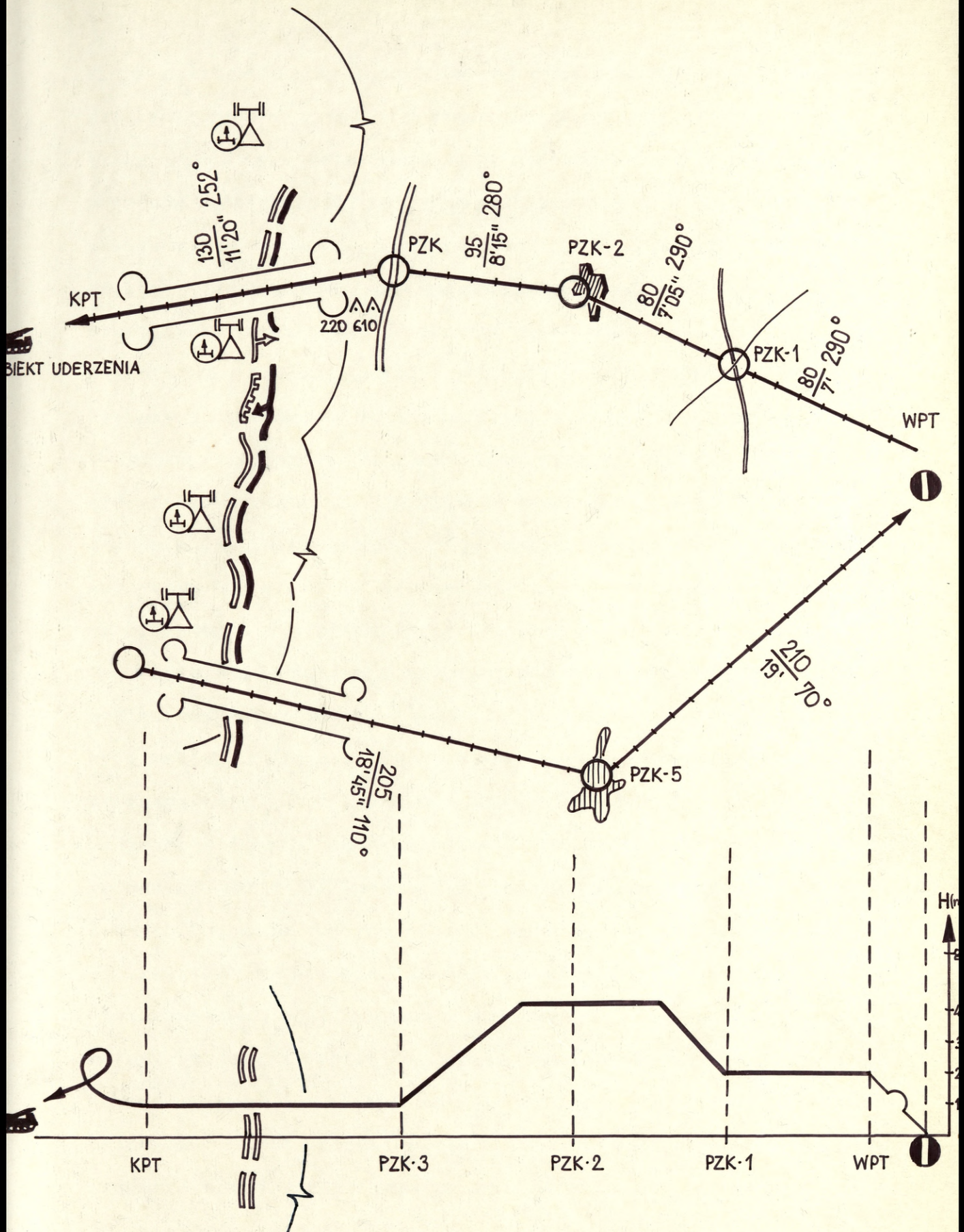
e)możliwość dogodnego wyjścia na cel główny i zapasowy;

f) wybór manewru w rejonie celu ;

g) ograniczenia w postaci określonych " bram wlotowych "
i "bram wylotowych";

h) obrona przeciwlotnicza przeciwnika. W tym zakresie istotne jest usytuowanie środka aktywnego, a także podanie jego rodzaju. Na tej podstawie tworzona jest hipotetyczna strefa rażenia danego środka w funkcji odległości i wysokości lotu, łącznie z informacją o miejscu wejścia w strefę oddziaływania środka aktywnego, przewidywanym czasie przebywania w strefie rażenia oraz niezbędnych parametrach manewrów przeciwrakietowych.

Linia styczności bojowej pomiędzy walczącymi wojskami jest niewidoczna dla załogi samolotu w postaci takiej jak przedstawia się umownie na mapach. Wywołuje to konieczność wykorzystania charakterystycznych punktów terenowych leżących blisko rzeczywistej linii styczności bojowej wojsk, mogących być przez pilota zauważonymi, tym samym możliwymi do zlokalizowania.



Rys. 2. Wariant trasy i profilu lotu na zadanie bojowe dla LMB

Problem wyboru trasy lotu może pojawiać się w etapie planowania działań bojowych w dwóch postaciach. W postaci pierwszej gdy oś trasy lub trasa lotu zostaje przekazana od przełożonego, co powoduje konieczność jej przeanalizowania pod kątem sytuacji nawigacyjnej w pasie o szerokości 100 kilometrów. W postaci drugiej, generowanej na stanowiskach funkcyjnych, lecz bez powyższych ograniczeń, w postaci nakazanej osi trasy lotu. W pasie tym dokonuje się również selekcjonowanie obiektów liniowych, położenia lotnisk, stref zakazanych, bram wlotowych i innych elementów. Uwzględniając wyniki rozważań w zakresie specyfiki lotnictwa myśliwsko-bombowego stwierdzono, że zagadnienia rozstrzygane w procesie programowania lotów są wyjątkowo podatne na sformalizowanie, tym samym możliwe do wykorzystania w procesie programowania lotów.

Kolejnym rodzajem lotnictwa, poddanym analizie pod kątem możliwości programowania lotów bojowych jest lotnictwo myśliwskie. W lotnictwie tym uwarunkowania determinujące programowanie lotów odbiegają zasadniczo od uwarunkowań występujących w innych jego rodzajach . Wynika to głównie z zadań bojowych, jakie LM realizuje zgodnie ze swoim przeznaczeniem. Zadania te, mimo różnych sformułowań, jakie zawarto w literaturze [29] poświęconej taktyce LM mają jednakowy sens. Stwierdza się, że lotnictwo myśliwskie przeznaczone jest do osłony wojsk i obiektów przed rozpoznaniem i uderzeniami środków napadu powietrznego przeciwnika, do osłony działań bojowych innych rodzajów lotnictwa przed przeciwdziałaniem nieprzyjaciela oraz prowadzenia walki z jego transportem powietrznym.

Do głównych zadań lotnictwa myśliwskiego zalicza się:

- niszczenie samolotów i śmigłowców oraz niektórych bezpilotowych ŚNP przeciwnika w nakazanym obszarze działań bojowych (w powietrzu);
- osłona samolotów (śmigłowców) innych rodzajów lotnictwa przed przeciwdziałaniem lotnictwa myśliwskiego nieprzyjaciela;
- zwalczanie samolotów (śmigłowców) transportowych nieprzyjaciela podczas przewozu desantów powietrznych, wojsk i środków bojowych. Oprócz wyżej wymienionych zadań głównych w niektórych sytuacjach lotnictwo myśliwskie może wykonywać inne zadania nie wynikające z jego przeznaczenia.

Zadania główne są realizowane poprzez wykonywanie lotów bojowych i przechwytywanie celów powietrznych. W sytuacji ich wykonywania obiektami działań lotnictwa myśliwskiego będą środki napadu powietrznego przeciwnika przemieszczające się w przestrzeni powietrznej. Powyższe uwarunkowanie decyduje, zdaniem autora, o braku możliwości prognozowania całej trasy lotu samolotów myśliwskich już w etapie organizacji działań bojowych, jak w pozostałych rodzajach lotnictwa. Nie można bowiem przewidzieć tras, ugrupowania i warunków lotu środków napadu powietrznego przeciwnika z niezbędną przy tym precyzją. Dynamiczne zmiany sytuacji powietrznej uniemożliwiają przyjęcie już wcześniej jednego, konkretnego modelu walki powietrznej, z góry założonymi manewrami niezbędnymi do przechwycenia i zniszczenia ŚNP nieprzyjaciela. Potwierdza to również praktyka.

W wyniku analizy procesu dowodzenia w strukturach hierarchicznych LM i zakresu treściowego dokumentów bojowych tworzonych w procesie organizacji i przygotowania działań bojo-

wych autor nie odnalazł wymagań co do sporządzania planu lotu na przechwycenie, uwzględniającego przewidywane warunki lotu na całej trasie.

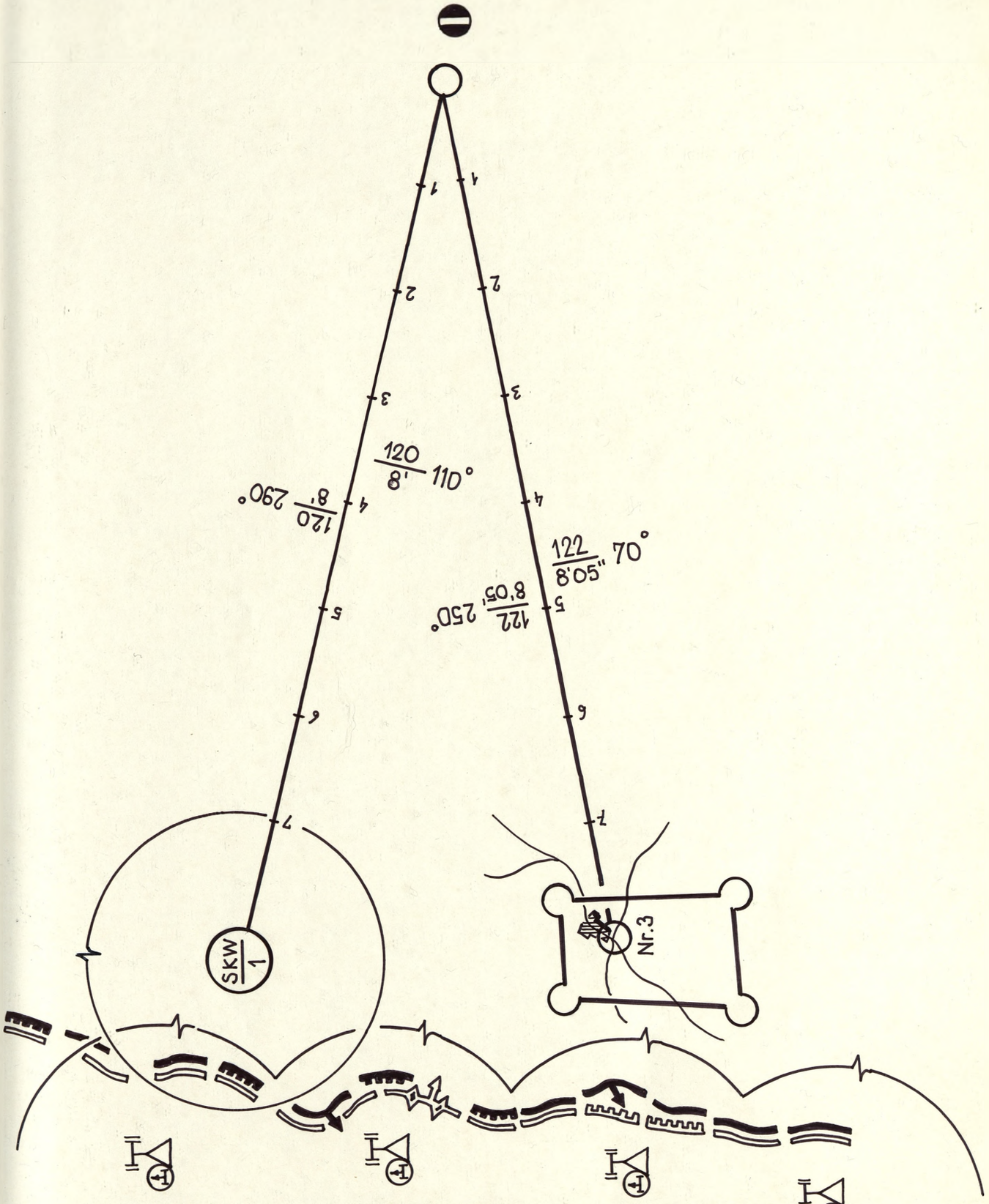
Z obserwacji pracy bojowej SD jednostek LM wynika, że szczegółowe programowanie lotu bojowego następuje po wykryciu celu powietrznego i ocenie sytuacji powietrznej. Niejednokrotnie się zdarza , że załoga samolotu myśliwskiego otrzymuje zadanie bojowe drogą radiową, będąc już w powietrzu, a lot bojowy polega na realizacji komend z ziemi, zapewniających wejście do walki na nakazanych rubieżach. Lot bojowy jest wykonywany wówczas według planu nawigatora naprowadzania, który może być wspomagany przez środki techniczne aparatury przyrządowego naprowadzania. Istniejące systemy przyrządowego naprowadzania, będące w chwili obecnej w uzbrojeniu (WEKTOR-2WE, WOZDUCH-1M), nie rozwiązują wszystkich problemów taktycznych i taktyczno-ogniowych wynikających z danej sytuacji powietrznej. Umożliwiają one jedynie rozwiązywanie zadań naprowadzania typowymi metodami, uwzględniając wzajemne położenie celu i myśliwca. Programowanie lotów statków powietrznych w lotnictwie myśliwskim jest uzależnione nie tylko od wzajemnego położenia samolotów myśliwskich i przechwytywanego celu powietrznego, ale od sytuacji powietrznej i możliwości jej zmian mogących mieć wpływ na warunki wykonania zadania przez samoloty myśliwskie i możliwości oddziaływania nieprzyjaciela powietrznego i naziemnego. Koniecznym wydaje się również uwzględnianie ograniczeń wynikjących z obecności w rejonie prowadzenia działań bojowych tzw. stref zakazanych (np. strefy ognia wojsk

rakietowych OP), a także możliwości przestrzennych samolotów myśliwskich malejących w miarę zużycia paliwa.

Powyższe uwarunkowania rzutujące na możliwości programowania lotów, a będące konsekwencją specyfiki zadań głównych lotnictwa myśliwskiego zmuszają do wielowariantowego planowania w okresie organizacji działań bojowych nie tyle lotów bojowych co działań bojowych, w tym również grupowych walk powietrznych. Programowanie lotów w tym okresie będzie możliwe, lecz w stop niu ograniczonym. Na przykład możliwe będzie zaplanowanie trasy lotu do strefy dyżurowania i trasy powrotnej, trasy dolotu do rejonu samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów powietrznych oraz przypuszczalnej trasy powrotnej.(Rys.3).

Programowanie lotów statków powietrznych w lotnictwie myśliwskim wymaga uwzględnienia czynników, które również pośrednio mają na niego wpływ . Wynika to z zadań osłonowych realizowanych przez lotnictwo myśliwskie, które są jakby odpowiedzią na działania przeciwnika, dążącego na przykład do zniszczenia lub rozpoznania osłanianych obiektów. Stwarza to potrzebę znajomości miejsc dyslokacji środków napadu powietrznego przeciwnika, typów samolotów, prawdopodobnego uzbrojenia i jego skuteczności, stosowanych taktyk walk, ugrupowania nalotu oraz znajomości elementów sił i środków własnych, oraz takich wielkości jak:

- ugrupowania wojsk własnych;
- położenie stref wykrywania, rażenia i zakłócania;
- przypuszczalne obiekty uderzeń;



Rys.3 Trasy lotu do stref dyżurowania i stref krótkotrwałego wyczekiwania dla lotnictwa myśliwskiego

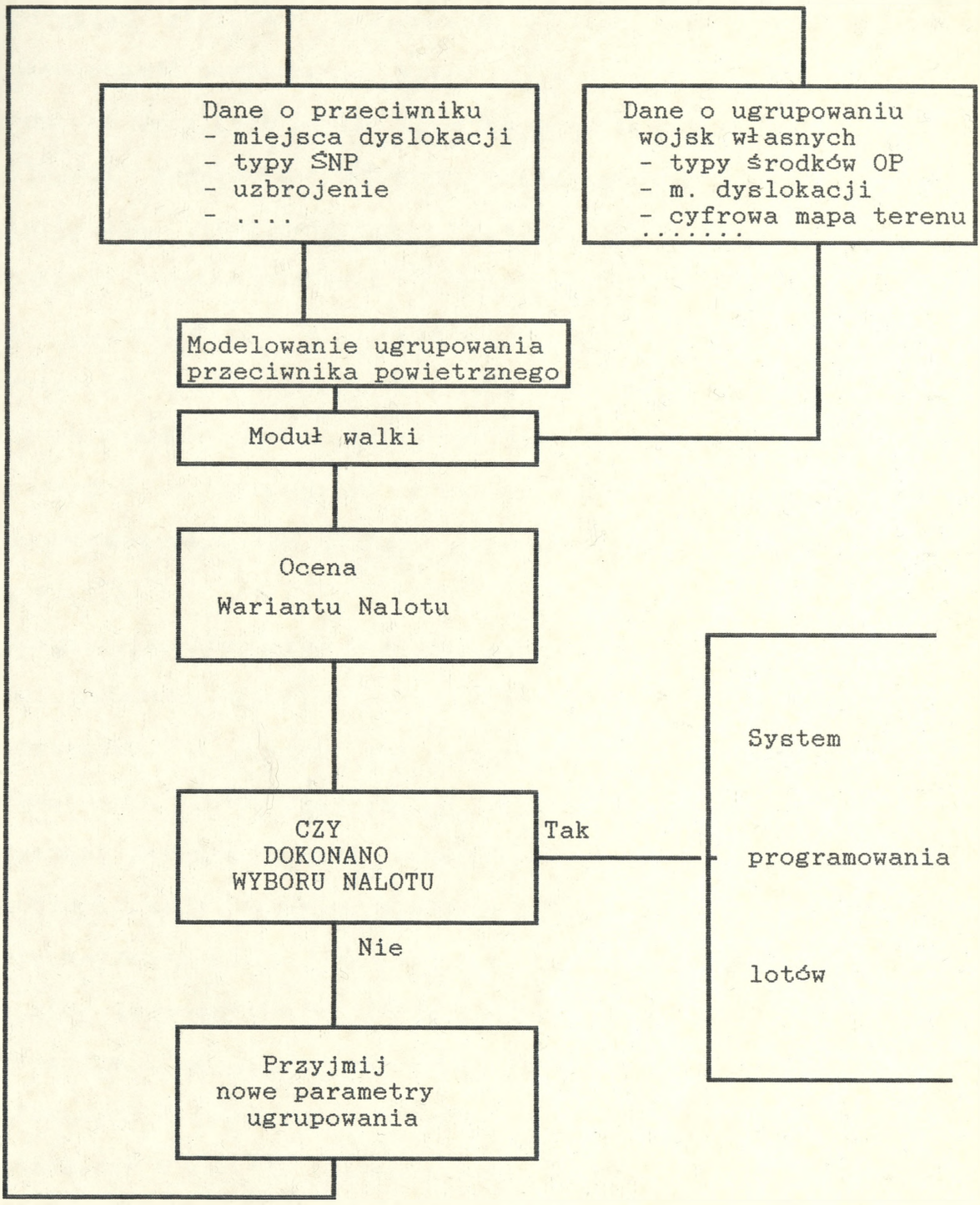
- przewidywane stopnie zwalczania obiektu;
- możliwe rubieże wprowadzania do walki;
- ilość możliwych jednoczesnych naprowadzeń;
- liczba i prawdopodobne położenia lotnictwa myśliwskiego w momencie nalotu przeciwnika;
- możliwości przestrzenne samolotów;
- promienie taktyczne dla różnych profili nalotów;
- prognozowana liczba samolotów;
- liczba i skład grup uderzeniowych;
- najskuteczniejsze uzbrojenie do zwalczania poszczególnych obiektów;
- wysokości i prędkości lotu na trasie do obiektu uderzeń.

Poza utworzeniem modelu przypuszczalnego nalotu istotne będzie dokonanie wyboru prawdopodobnego kierunku nalotu i odcinka pokonania obrony przeciwlotniczej, wykorzystując kryterium np. minimalnej wartości możliwych oddziaływań środków obrony powietrznej na rozpatrywany wariant nalotu.

Problem wyboru wariantu nalotu przeciwnika oraz wyboru ugrupowania wojsk własnych wykracza poza ramy niniejszej rozprawy. Dlatego też przyjmuję założenie, że system programowania lotów dla LM otrzymuje informacje o tych wielkościach z oddzielnego modułu programowego, przedstawionego w sposób uproszczony na rys. 4. W procesie programowania lotów dla LM należy uwzględnić takie informacje jak:29

- umiejscowienie stref dyżurowania;
- liczbę samolotów w strefie;
- parametry lotu w strefie;

- położenie rubieży styczności;
- rozmieszczenie środków WRE przeciwnika i zasięgi ich oddziaływania;
- rozmieszczenie środków wykrywania i ich możliwości wykrycia;
- rozmieszczenie środków rozpoznawczo-uderzeniowych;
- rubieże przekazywania dowodzenia;
- korytarze przelotowe oraz warunki lotu;
- strefy zakazane;
- osie tras, obiekty uderzeń i rejony załadowań określone dla innych rodzajów lotnictwa.



Rys.4 Wybór modelu ugrupowania powietrznego przeciwnika jako danej wejściowej dla systemu programowania lotów dla lotnictwa myśliwskiego

Dowodzenie lotnictwem myśliwskim w toku odpierania nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika jest sztuką uzależnioną zarówno od cech osobistych,jak i od precyzyjnej oceny własnych możliwości jednostki lotniczej oraz zamiaru nieprzyjaciela powietrznego. Wykorzystanie możliwości wielowariantowego planowania działań bojowych w pułkach lotnictwa myśliwskiego i walk powietrznych w eskadrach lotniczych pozwoli na indywidualne przygotowanie zespołów dowodzenia do wykonywania swych obowiązków zarówno na ziemi, jak i w powietrzu. Od ilości i trafności rozpatrywanych uprzednio wariantów będzie zależeć stan przygotowania do działań poszczególnych dowódców i osób funkcyjnych.

Rozpatrując lotnictwo rozpoznawcze w aspekcie programowania lotów, należało określić jedną z dwóch grup zadań przez nie wykonywanych, a mogącą być zrealizowaną w ramach systemu programowania lotów.Pierwsza z nich dotyczy rozpoznania w taktycznej strefie działań bojowych, druga zaś, bezpośredniego rozpoznania pola walki / obserwacja pola walki /. W wyniku przeprowadzonej analizy do dalszych rozważań przyjęto zadania dotyczące rozpoznania w taktycznej strefie działań bojowych, pozwalającej na posiadanie aktualnego obrazu pola walki. Podstawowymi obiektami którymi zajmuje się lotnictwo rozpoznawcze w strefie taktycznej są: [24]*

obiekty ruchome i stacjonarne, rubieże i punkty oporu, wysunięte lotniska lotnictwa taktycznego, śmigłowce, środki przeciwpancerne, przeciwlotnicze,.. . W zależności od potrzeb, lotnictwo to może wykonywać loty rozpoznawcze celem

dostarczenia ogólnych danych o istnieniu i umiejscowieniu środków oraz elementów walki w terenie zajętym przez przeciwnika. Ponadto może dostarczyć szczegółowych danych o lokalizacji wybranych elementów ugrupowania bojowego lub dokonać rozpoznania w celu potwierdzenia oczekiwanych rezultatów działań bojowych grupy uderzeniowej lotnictwa czy broni rakietowej. Programowanie trasy lotu dla lotnictwa rozpoznawczego nie odbiega wymaganiami od warunków programowania tras innych rodzajów lotnictwa w zakresie lotu nad obszarem zajętym przez własne wojska. Analiza uwarunkowań pokazała różnice pojawiające się w zależności od zadania jakie lotnictwo to ma wykonać i ich wpływ na programowanie lotów. Prowadząc rozpoznanie mające na celu uzyskanie informacji o sytuacji w rejonie zainteresowania, określa się wielkość obszaru przeznaczonego do penetracji. Parametry lotu w czasie prowadzenia rozpoznania będą uzależnione od możliwości terenowych i przeciwdziałań przeciwnika. Ma to bezpośredni wpływ na warunki lotu, wykonywanie manewrów, celem objęcia rozpoznaniem całego wymaganego obszaru . Natomiast programowanie lotu rozpoznawczego mającego na celu potwierdzenie lub udokładnienie informacji o obiekcie naziemnym wymaga podania współrzędnych obiektu lub określenia obszaru szczególnego zainteresowania. Istotne jest jego określenie z uwagi na możliwość znajdowania się obiektu przeciwnika w obszarze uwarunkowanym właściwościami terenu. Na przykład teren bagienny będzie odrzucony przez program komputerowy podczas określania możliwych miejsc znajdowania się zestawów HAWK.

Możliwość wykonywania manewrów oraz maskowania w danym obszarze

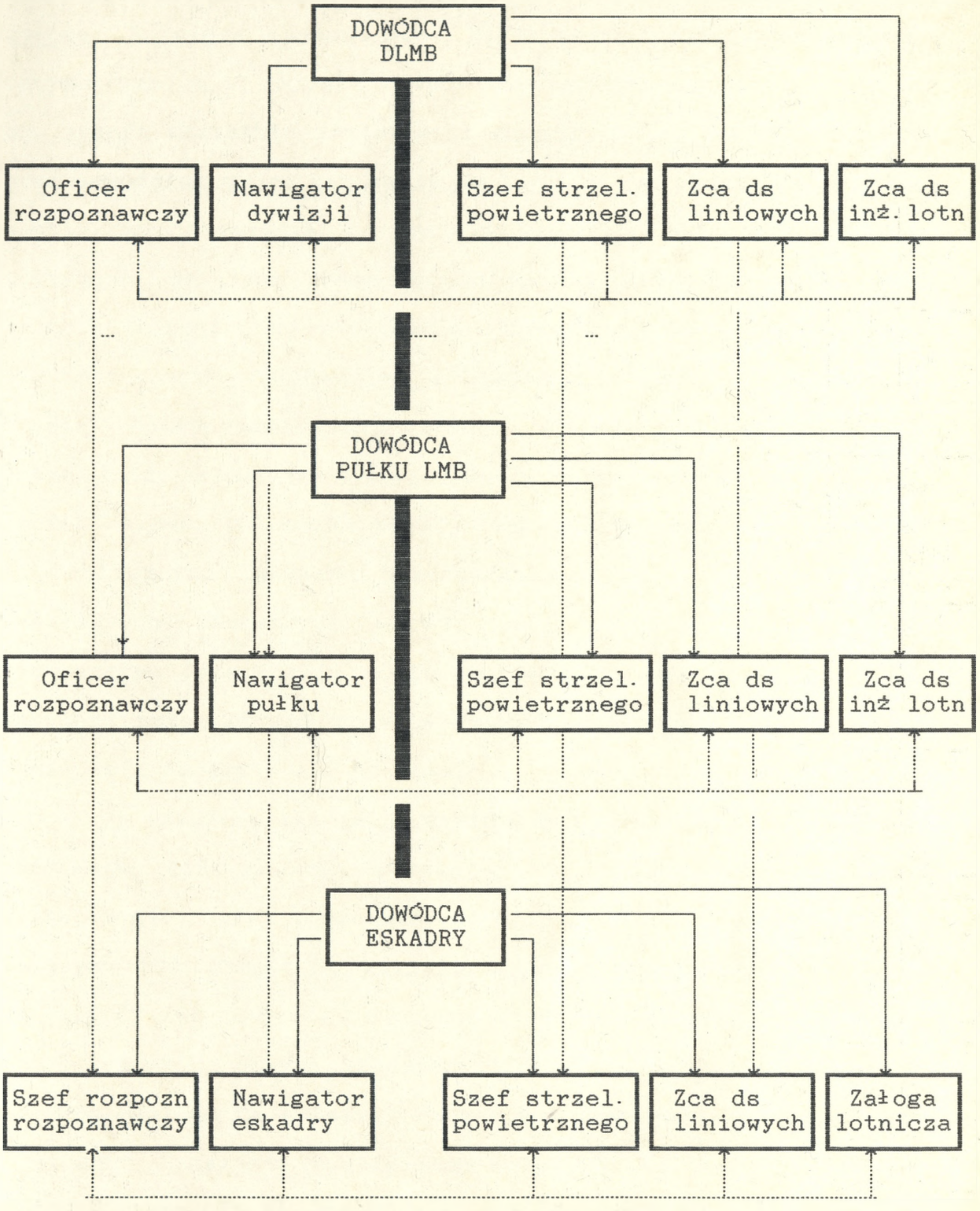
będzie miała również wpływ na wybór obszaru zainteresowania.

Ponadto na wybór parametrów manewru ma wpływ:

typ obiektu, ukształtowanie terenu na którym on się znajduje, obrona przeciwlotnicza obiektu, a także stopień sprecyzowania dyslokacji obiektu.

Kolejnym czynnikiem determinującym proces programowania lotów są istniejące struktury funkcjonalne, na które niejako "nakłada się " proponowany system. Przeprowadzono badania nad strukturą w zakresie umiejscowienia w niej stanowisk funkcyjnych biorących udział w tym procesie oraz określono relacje i związki występujące pomiędzy elementami składowymi systemu. Rozpatrzono więzi organizacyjne określające stosunki pomiędzy elementami wpływającymi bezpośrednio na realizację procesu, więzi funkcjonalne polegające na doradzaniu, konsultowaniu i przygotowywaniu dokumentów do podejmowania decyzji. Uwzględniono także więzi informacyjne dotyczące wzajemnego informowana się o wielkościach wchodzących w zakres procesu programowania lotów lotnictwa. W literaturze traktującej o zarządzaniu i kierowaniu 35 wyróżnia się w zależności od powyższych więzi struktury: **liniowe** (przewaga więzi służbowych),**funkcjonalne** (przewaga więzi funkcjonalnej), **liniowo-sztabowe** (równowaga więzi służbowej i funkcjonalnej). Obecnie proces programowania lotu statku powietrznego, pomijając fakt, że jest bardzo złożony, absorbuje, w różnym stopniu, w zależności od poziomu struktury, wiele osób funkcyjnych, zmuszając ich do utrzymywania więzi zarówno funkcjonalnej, jak i informacyjnej przy istniejącej zależności służbowej wynikajacej z hierarchicznej struktury

dowodzenia. Uczestnictwo w systemie programowania lotów wymaga istnienia przepływu informacji w ramach hierarchicznej struktury organizacyjnej tak w ujęciu poziomym między wszystkimi osobami funkcyjnymi,jak i w ujęciu pionowym, to jest pomiędzy dowódcami oraz pomiędzy osobami funkcyjnymi o tej samej specjalności. Stwierdzono, że w istniejącej strukturze dominują więzi zaliczane do grupy liniowo-sztabowej. Ten typ zależności będzie uwzględniony podczas konstruowania systemu systemu programowania lotów. Rysunek 5, obrazuje hierarchiczną strukturę funkcjonalną stanowisk funkcyjnych (LMB) uczestniczących w procesie programowania lotów oraz istniejące więzi zarówno między poziomami, jak i wewnątrz nich. Struktura funkcjonalna dla lotnictwa myśliwskiego lub rozpoznawczego jest podobna do przedstawionej na tym rysunku.



Rys.5 Struktura funkcjonalna stanowisk funkcyjnych oraz przepływ informacji w systemie programowania lotów dla lotnictwa myśliwsko-bombowego.

Na najniższym szczeblu w hierarchii dowodzenia znajduje się załoga lotnicza wykonująca zaplanowany lot, poprzedzony przygotowaniem w rejonie dowodzenia dowódcy eskadry. Obejmuje ono przede wszystkim postawienie zadania przez dowódcę eskadry oraz samodzielne przygotowanie do lotu. W tym czasie załogi (w ujęciu dotychczasowym) wrysowują na mapę aktualną sytuację taktyczną, nakazaną trasę lotu i manewry nad celem. Ustalają także kolejność i sposób użycia uzbrojenia podczas wykonywania uderzenia oraz uzgadniają współdziałanie między załogami i grupami taktycznego przeznaczenia. Ponadto załogi analizują trasę lotu, sytuację nawigacyjną w rejonie trasy lotu, jej profil, sposób pokonania obrony przeciwlotniczej w odniesieniu do konkretnych manewrów przeciwrakietowych i typów zestawów rakietowych tworzących strefy rażenia. Biorąc pod uwagę współczesne pole walki, możliwości środków wykrycia i rażenia samolotu przez obronę przeciwlotniczą, przyjmuje się, że loty takie będą odbywały się na małych i bardzo małych wysokościach. Tym samym wzrośnie znaczenie nawigowania statkiem powietrznym w warunkach widzialności wzrokowej i jednocześnie znacznie zwiększy się niebezpieczeństwo napotkania przeszkód terenowych, mogących być przyczyną kolizji. Z innego punktu widzenia, przeszkody terenowe mogą stanowić doskonały element "maskujący" pozwalający na skryte "podejście" do przeciwnika. Czynniki te są uwzględniane na wyższych szczeblach dowodzenia. Załoga jako " element " systemu realizująca założony lot jest w zasadzie biernym odbiorcą informacji o wykonywanym zadaniu i parametrach lotu. Czynnikiem determinującym wykonanie lotu będzie przede

wszystkim teren wraz z infrastrukturą, umiejętność rozpoznania środków przeciwnika często stosującego maskowanie, ponadto umiejętność wyboru elementu ze składu celu najbardziej wrażliwego na działanie całego obiektu, oraz umiejętność wykonywania właściwych manewrów w rejonie celu. Zatem wszystko to, co oznacza pojęcie stopień wyszkolenia pilota i załogi. Na poziomie eskadry w czasie wstępnego przygotowania do działań, nawigator eskadry przeprowadza ogólne kalkulacje i analizy z zakresu danych o przeciwniku oraz szeroko rozumianego problemu rozpoznania zarówno obiektu przeznaczonego do zwalczania, jak i charakterystycznych punktów (obiektów) terenowych niezbędnych do prowadzenia orientacji i działań. Analizuje posiadane informacje w zakresie umiejętności użycia przez załogi uzbrojenia bombardierskiego oraz możliwych do zastosowania środków rażenia. W okresie bezpośredniego przygotowania do działań przeprowadza optymalizację użycia uzbrojenia bombardierskiego, ustala osie tras, (jeśli nie były nakazane przez przełożonego), profile lotu, sposoby startu, zbiórki, warunki lotu, sposoby wyjść na cele, sposób wykonania uderzenia, punkty celowania.Dane te otrzymuje on z reguły od nawigatora pułku, lecz mimo to powinien być przygotowany do dokonania takich kalkulacji w czasie samodzielnych działań. Czynnikami determinującymi proces programowania lotów z punktu widzenia nawigatora eskadry, to przede wszystkim: teren wraz z infrastrukturą wpływający na profil lotu, obszary zabronione, typ celu do zwalczania, środki bombardierskie możliwe do użycia w funkcji warunków meteorologicznych,rodzaj celu, wyszkolenia

załogi oraz zalecany sposób ataku uwarunkowany wieloma czynnikami. Środki obrony przeciwlotniczej oraz czynniki powyżej wymienione ujmowane są w metodyce obliczeń w postaci współczynników i wartości tabelarycznych. Są one ściśle zdefiniowane i wykorzystywane w metodykach obliczeń.

Działalność szefa rozpoznania powietrznego eskadry przebiega również w dwóch okresach to jest wstępnym i bezpośrednim przygotowaniu eskadr do działań. Jego działalność opiera się przede wszystkim na danych o przeciwniku, szczególnie w zakresie umiejętności rozpoznania jego obiektów, ich klasyfikacji na podstawie zewnętrznych cech obiektu jak i rozmieszczenia w terenie, a także w zakresie wykorzystania właściwości własnych środków podczas zwalczania celów. Uwzględnia również doświadczenia taktyczne i ich wykorzystanie w czasie działań. W okresie bezpośredniego przygotowania do działań bierze pod uwagę możliwości oddziaływania środków obrony przeciwlotniczej i lotnictwa myśliwskiego przeciwnika na trasie i w rejonie obiektu.

Szef strzelania powietrznego eskadry, swoje zadania i czynności ukierunkowuje na przygotowanie personelu latającego do wykonania zadania w zakresie elementów strzelania powietrznego. Na tok jego rozważań wpływają takie dane, jak: sytuacja taktyczna (dane o przeciwniku), charakterystyka celów będących obiektami działań, słabe i silne strony obiektu z punktu widzenia możliwości jego zwalczania, środki obrony przeciwlotniczej w rejonie celu i najdogodniejszy manewr do ich pokonania oraz dane o samolotach własnych i ich uzbrojeniu. Przygotowuje dane do podjęcia decyzji przez dowódcę w zakresie

kolejności i sposobu wykorzystania środków rażenia, lub w zakresie użycia uzbrojenia rakietowo-artyleryjskiego(jeśli decyzja taka nie została podjęta przez przełożonego).

Zastępca dowódcy eskadry ds. liniowych w okresie bezpośredniego przygotowania eskadr do działań na podstawie informacji od przełożonego, i sytuacji taktycznej, proponuje ugrupowanie bojowe oraz uwzględnia sposób pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika.

W eskadrze lotnictwa myśliwsko-bombowego wśród osób funkcyjnych znajduje się jeszcze zastępca dowódcy eskadry do spraw inżynieryjno-lotniczych odpowiadający za przygotowanie samolotu do lotu, wyposażenie go w pożądany wariant uzbrojenia w wymaganym terminie oraz zaprogramowanie komputerów pokładowych, (jeżeli takie istnieją). Autor rozprawy świadomie rezygnuje z rozpatrywania działalności służb technicznych i zabezpieczenia tyłowego w aspekcie programowania lotów . Problemy technicznego zabezpieczenia w działalności bojowej są bardzo ważne, lecz dla istoty rozpatrywanego problemu będzie wystarczające założenie,że osoby funkcyjne(nawigator,szef strzelania powietrznego (eskadry lub pułku)....) posiadają bieżącą informacje w zakresie problemów zabezpieczenia w środki i materiały niezbędne do prowadzenia działań bojowych a szczególnie do programowania lotów statków powietrznych.

W pułku lotnictwa myśliwsko-bombowego struktura osób funkcyjnych w zakresie programowania lotów odpowiada funkcjom istniejącym w eskadrze. Są nimi: starszy oficer operacyjny, starszy oficer rozpoznawczy, starszy nawigator pułku i szef strzelania powietrznego pułku. Dyskusyjną osobą funkcyjną może wydawać się starszy oficer operacyjny, który nie bierze bezpośrednio udziału w procesie programowania lotów .Jednak odpowiada za doprowadzenie do wykonawców: zadań bojowych, informacji o sytuacji powietrznej i naziemnej, oraz za graficzne opracowanie decyzji dowódcy. Prowadzi ponadto dokumenty dowodzenia pułkiem. Z tego też względu może być umieszczony obok starszego nawigatora pułku i innych osób biorących udział w programowaniu lotów.

Starszy nawigator pułku przygotowuje dane do podjęcia decyzji przez dowódcę w zakresie wyboru trasy i profilu lotu oraz wyboru uzbrojenia bombardierskiego. Z analizy zadań wynika, że dokonując wyboru trasy i profilu lotu, nawigator pułku powinien mieć na względzie sytuację taktyczną i wynikające z nich uwarunkowania a także możliwości środka własnego. Do uwarunkowań które powinien uwzględniać należą:

a) warunki meteorologiczne - wpływające na profil lotu w zakresie wysokości, w zależności od możliwości technicznego wyposażenia samolotów oraz na sposób atakowania obiektu i wybór uzbrojenia;

b) skażenia - są czynnikiem, które w zależności od ich stopnia będą tworzyły obszary zabronione, przez co wymagane będzie ich omijanie lub obliczanie dawek napromieniowania dla załóg , w zależności od czasu przebywania w tym obszarze;

c) sytuacja taktyczna - w postaci danych o dyslokacji aktywnych środków walki przeciwnika i ich typów oraz wojsk własnych;.

d) rzeźba terenu - wpływającą bezpośrednio na wybór trasy i profilu lotu w celu umożliwienia skrytego podejścia;

e) promień taktyczny samolotu- bezpośrednio uzależniony od profilu lotu, wariantu uzbrojenia i związanego z tym współczynnika oporu czołowego;

f) wyszkolenie pilota i personelu naziemnego;

g) możliwe środki rażenia, liczba statków powietrznych do wykonania poszczególnych zadań, oraz przewidywane wyniki działań bojowych;

h) łatwość wyjścia na nakazany obiekt z uwzględnieniem najdogodniejszych kierunków oraz nakazanego czasu realizacji.

Z czasem realizacji zadania związane jest właściwe określenie czasu startu, na który mają wpływ:siła i kierunek wiatru, stopień utrzymania warunków lotu, przewidywane parametry manewrów dla poprawienia błędów wyjścia nad cel, manewr w rejonie obiektu i manewr odejścia.

Szef strzelania powietrznego pułku ma istotny wpływ na proces programowania lotu zwłaszcza w okresie od momentu otrzymania zadania do powzięcia przez dowódcę dezyzji o działaniach bojowych. Swoje propozycje dla dowódcy opiera na przeprowadzonych kalkulacjach, formułując wnioski o:

a)najdogodniejszych środkach rażenia;

b)możliwych warunkach użycia środka rażenia;

c)metodzie użycia ładunku bojowego;

d)sposobie pokonania przeciwdziałania prowadzonego przez cel;

e)celach ze składu obiektu naziemnego podlegających zwalczaniu w pierwszej kolejności ;

f)potrzebnej liczbie samolotów do zniszczenia ustalonej liczby celów;

g)przewidywanych wynikach działań wydzielonych grup samolotów.

Powyższe wnioski szef strzelania powietrznego podejmuje wykorzystując:

1)Dane taktyczno-techniczne samolotów własnych i przeciwnika.

2)Informacje o przewidywanych warunkach lotu.

3) Informacje o wrażliwości celu na posiadane środki rażenia.

4)Przewidywania w zakresie możliwych manewrów taktycznych podczas wykonywania zadań.

5) Wrażliwość celu na środki rażenia.

6)Informacje o możliwościach przeciwdziałania przeciwnika.

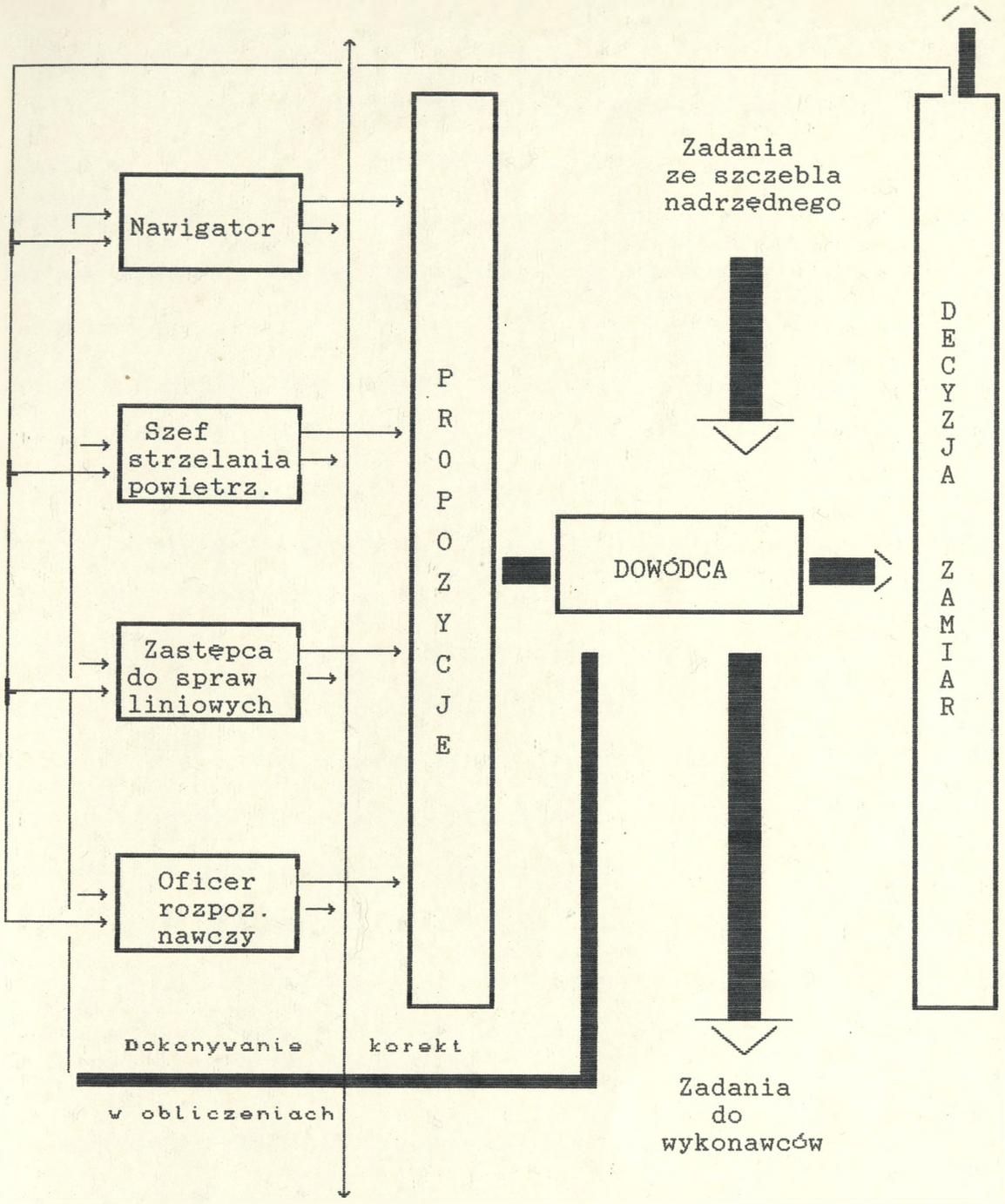
7) Możliwości wykrycia celu i celowania(uwzględnia cechy charakterystyczne obiektu takie jak wymiary, położenie w terenie, właściwości użycia celownika (Dc,Dp), znaczenie celu dla funkcjonowania całości obiektu, stopień maskowania oraz mobilnośc obiektu.

Starszy oficer rozpoznawczy pułku lotnictwa myśliwsko bombowego organizuje w zależności od zaistniałej sytuacji taktyczno operacyjnej, zbieranie informacji o nieprzyjacielu w zakresie charakterystyk obiektów działań, umiejscowienia obiektów w terenie, możliwości obrony przeciwlotniczej i rozpoznanych obiektów. Proponuje loty rozpoznawcze jako bezpośrednie rozpoznanie powietrzne w celu zabezpieczenia działań własnym

grupom uderzeniowym. Przeprowadza kalkulacje w zakresie minimalnej liczby samolotów zapewniających odszukanie obiektu w nakazanym czasie i z odpowiednio dużym (założonym) prawdopodobieństwem. Określa rejon rozpoznania i sposób jego prowadzenia. Na podstawie znajomości terenu (mapa), możliwości technicznych i taktyki działania nieprzyjaciela określa sposób(metodę) wykonywania manewrów w rejonie rozpoznania. Współpracuje bezpośrednio z nawigatorem w zakresie wyboru trasy i profilu lotu domiejsca początku rozpoznania.

Miejsce decydenta w obiegu informacji

Decydentem w strukturze dowodzenia jest zawsze dowódca mający do dyspozycji osoby funkcyjne dające propozycje rozwiązań problemów cząstkowych. Ma on możliwość przekazywania informacji (zadań) do podwładnych. Otrzymuje informację ze szczebla nadrzędnego lub generuje zadania autonomicznie. Decydentów obowiązuje zwrotne przekazywanie informacji o podjętych rozwiązaniach (decyzjach, zamiarach). Decydent zajmuje w systemie pozycję centralną z możliwością uzyskiwania rozwiązań alternatywnych decyzji cząstkowych osób funkcyjnych celem optymalizacji funkcji rozwiązywanego problemu. Miejsce decydenta w obiegu informacji w zakresie programowania lotów przedstawiono na rysunku 6.



Rys.6 Miejsce decydenta w obiegu informacji

Powtarzalność zadań

W literaturze przedmiotu [55], w zakresie informatyzacji zadań wymienia się pewne kryteria służące do selekcji zadań przeznaczonych do wykonywania z użyciem środków informatycznych, wśród których wyróżnia się następujące:

- ważność zadania;
- czas rozwiązywania zadania;
- złożoność obliczeń;
- częstotliwość wykonywania zadania;
- możliwość przygotowania zadania do rozwiązania za pomocą środków informatyki;

W przypadku programowania lotów wśród wymienionych kryteriów istotne jest to traktujące o częstotliwości wykonywania zadania, będące synonimem pojęcia powtarzalność.

Proces programowania lotów to ciąg powtarzających się czynności przeprowadzanych przed każdym planowanym lotem statku powietrznego. Zadania cząstkowe rozwiązywane przez osoby funkcyjne są każdorazowo powtarzane w procesie organizacji i planowania wykonania lotu. Kalkulacje obliczeniowe są z reguły bardzo złożone i czasochłonne.

Wykorzystanie technik komputerowych do tego celu to przede wszystkim możliwość iteracyjnego rozwiązania problemu. Powoduje to, że otrzymany wynik w kroku kolejnym może być "lepszy" od poprzedniego, co pozwala stosując odpowiednie kryterium na wybranie w kolejnych krokach pożądanego rezultatu (w kolejnych krokach powtarzane są całe obliczenia).

Zbiory danych stałych

System programowania lotów z uwagi na swoją złożoność musi korzystać z wielu danych, z których część będzie niezależna od użytkownika. Będą one dotyczyły zarówno sił i środków własnych, jak i przeciwnika oraz otoczenia. Przez dane stałe rozumie się ([10])"...takie dane wejściowe, które w ciągu względnie dłuższego czasu nie ulegają zmianom i nadają się do wielokrotnego wykorzystania" . Można je wprowadzać do pamięci komputera na etapie inicjacji działania systemu z zewnętrznego nośnika informacji lub zapisać na dysku twardym. Dane te stanowią przede wszystkim wielkości dotyczące wszelkich metodyk obliczeń wykorzystujących zestawy współczynników obliczeniowych, parametry techniczne i taktyczne środków rażenia zarówno własnych,jak i przeciwnika. Oprócz powyższych danych stałych, istnieją dane, które mogą zmienić swoje wartości w razie zaistnienia dużych zmian w sytuacji taktyczno-operacyjnej powodującej potrzebę zmiany map zawierających inny teren. Dotychczasowy sposób pracy dotyczący "składania " arkuszy map w jedną dużą całość będzie wykorzystany także dla " map elektronicznych ". Dane zawarte na tych mapach będą zmieniać się wraz z wczytywaniem innych części terenu. Stąd też określono je umownie danymi quazi stałymi. Powyższe dane, aczkolwiek nazwano je umownie " stałymi ", mogą być w pewnych sytuacjach zmieniane, na przykład po wprowadzeniu nowych środków

---

([10])P. Sienkiewicz,Dowodzenie z komputerem. MON 1984,s.272

technicznych lub wykryciu zmian w sytuacji terenowej. W zakresie informacji sił i środków własnych zbiór danych stałych powinien zawierać następujące informacje:

a) dane o lotniskach;

b)dane o punktach orientacyjnych i radiolatarniach;

c)dane techniczne samolotów własnych;

d)możliwe warianty uzbrojenia;

e)jednostkowe zużycie paliwa dla różnych parametrów i warunków lotu;

f)zalecany sposób atakowania obiektów w funkcji uzbrojenia i poziomu wyszkolenia pilota;

g)warianty (parametry) manewrów przeciwrakietowych i przeciwmyśliwskich w funkcji warunków lotu i wyszkolenia pilota;

h)klasyfikacje obiektów oraz zalecany środek do ich zwalczania z uwzględnieniem wyszkolenia pilota;

i) ewidencje pilotów;

j)nalot godzinowy;

k)specjalizacja w wykorzystaniu uzbrojenia;

l)ocena wyszkolenia w zadanych warunkach atmosferycznych.

Dane zmienne są informacją, której treść ulega zmianom niemal w każdym cyklu obliczeniowym. Właściwością tego rodzaju informacji jest to, że mogą one służyć do rozwiązywania zarówno jednego jak i kilku konkretnych zadań. Analiza procesu programowania lotów pozwoliła na dokonanie podziału tych danych

na:dane związane ze zbiorem często zmieniających się informacji (na przykład sytuacja meteoorologiczna, dyslokacja środków rakietowych....) i na dane związane z rozwiązywanym problemem.

W zależności od zaistniałej sytuacji może to być:

a) ugrupowanie sił i środków przeciwnika;

b)ugrupowanie sił i środków własnych;

c)umiejscowienie rejonów zabronionych;

d)wybrany typ samolotu;

e)wybrany osprzęt i uzbrojenie;

f)rodzaj zadania do wykonania;

g) funkcja kryterium;

h)zbiór punktów charakterystycznych trasy lotu;

i)zbiór daneych wynikających z treści zadania otrzymanego ze szczebla nadrzędnego;

j)zbiór danych wynikających z treści wygenerowanego zadania;

k)nazwa obiektu do zwalczania.

Powyższe dane mogą być wprowadzane jako odpowiedzi na pytania stawiane przez system metodą dialogową.

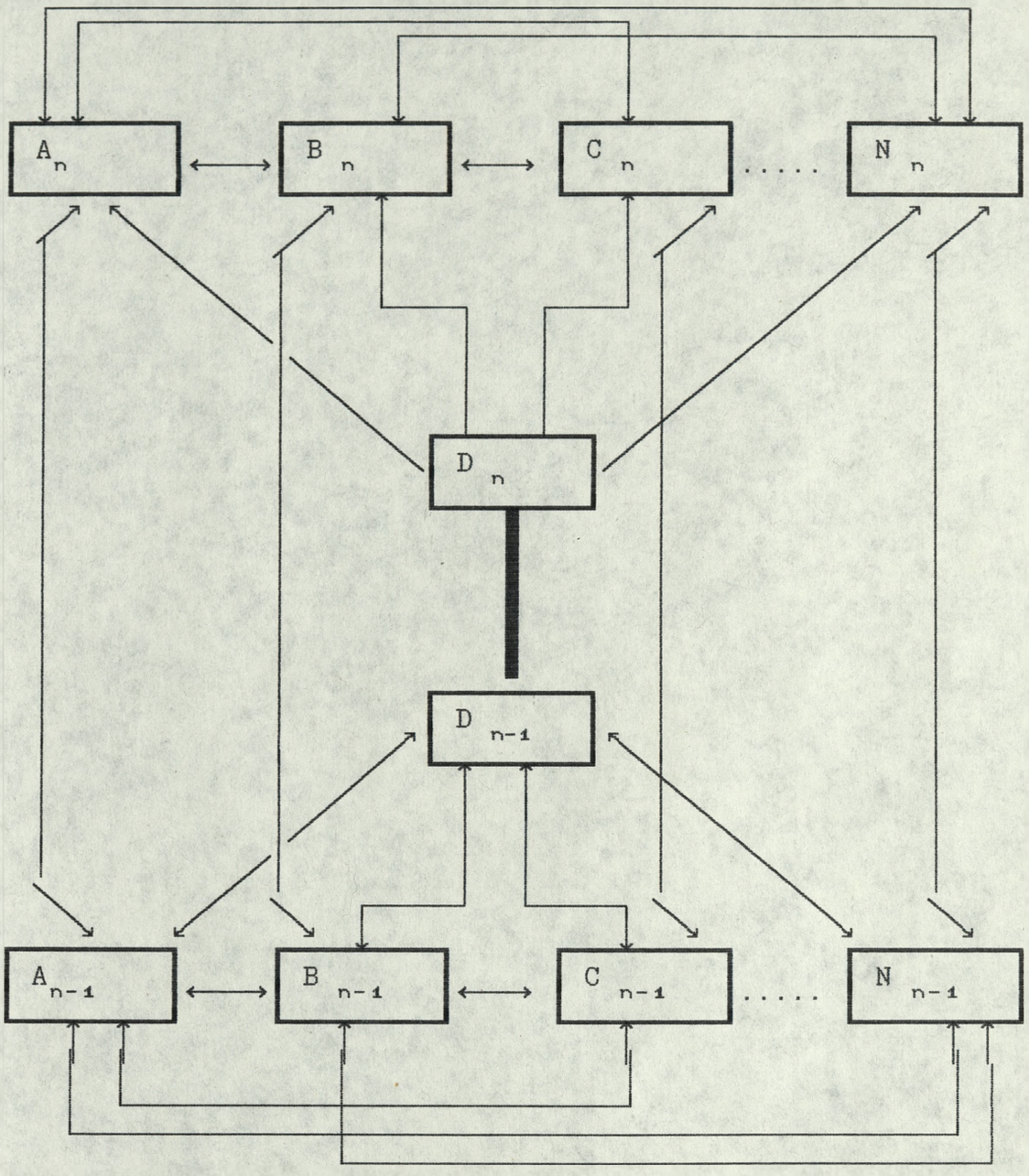
Obieg informacji w systemie programowania lotów powinien obejmować wszystkie stanowiska na danym szczeblu dowodzenia oraz szczeblach sąsiadujących w pionowej strukturze hierarchicznej mających wpływ na proces programowania lotów. Struktura hierarchiczna ma tę cechę, że przy przechodzeniu do coraz niższych szczebli dowodzenia następuje rozdrabnianie funkcji i zamiana ich jakości ze względu na malejącą skalę odniesienia. Informacja zatem ma mieć możliwość przepływu pomiędzy wszystkimi uczestnikami procesu na żądanie jednego z użytkowników w ramach danego szczebla dowodzenia oraz między

osobami funkcyjnymi tej samej specjalności działających na sąsiednich poziomach (szczeblach) dowodzenia. Zasadę tę obrazuje rys. 7. Istniejąca informacja w zbiorach osób funkcyjnych lub w uogólnionych zbiorach danego szczebla dowodzenia (informacja ze szczebla nadrzędnego, wypracowane decyzje, rozkaz bojowy...). może być zmieniana przez te osoby do chwili zatwierdzenia propozycji przez decydenta. Rozwiązania problemów cząstkowych (parametry i wartości rozwiązania) są dostępne dla pozostałych osób funkcyjnych bez możliwości dokonywania zmian w tych zbiorach. Istotnym czynnikiem w ramach dystrybucji informacji, to sposób jej przekazywania dla potrzeb systemu informatycznego. Obecnie nie stosuje się sformalizowanych (na potrzeby informatyczne) dokumentów, które umożliwiałyby w sposób automatyczny zdekodowanie treści informacji zawartej w dokumencie bojowym. Istnieje problem przeniesienia do komputera wymaganych informacji z treści tych dokumentów w sposób ręczny, z wykorzystaniem np. metody dialogowej, lub automatyczny przy pomocy urządzenia zwanego skanerem. Informacja wymieniana pomiędzy abonentami może posiadać charakter znakowy (tekstowy) lub graficzny. W zależności od przyjętego rozwiązania systemu przesyłania informacji, różny będzie mechanizm tworzenia zbiorów danych do przekazania wynikających z podjętej decyzji poprzedzonej przygotowaniem propozycji przez osoby funkcyjne z wzajemnym uwzględnieniem rozwiązań cząstkowych. Może wystąpić proces związany z optymalizacją wielokryterialną dającą w rezultacie rozwiązanie będące propozycją dla decydenta. Problem ten zobrazowano na rys. 8.

Kolejnym czynnikiem,wpływającym na proces programowania lotów jest przeciwnik będący jedną ze stron w rozpatrywanym konflikcie. Dlatego też pojawia się problem ilości, jakości, wiarygodności, terminowości i aktualności posiadanej o nim informacji przez wszystkie zainteresowane osoby funkcyjne biorące udział w procesie programowania lotów.

Do przeprowadzenia wszechstronnej analizy możliwości bojowych przeciwnika niezbędne są informacje z zakresu:

- dyslokacji aktywnych środków walki w postaci zbioru współrzędnych i ich typów ;
- dyslokacji środków radiolokacyjnych i WRE;
- wymiarów przestrzennych stref ognia w funkcji wysokości i typu środka;
- parametrów taktyczno technicznych wymienionych środków;
- współrzędnych bazowania lotnictwa ;
- danych TT samolotów możliwych do użycia ;
- typowych i możliwych sposobów wykonywania manewrów przez przeciwnika powietrznego w zależności od posiadanego uzbrojenia i warunków lotu ;
- możliwych wariantów uzbrojenia samolotów;
- parametrów taktyczno technicznych środków rażenia.



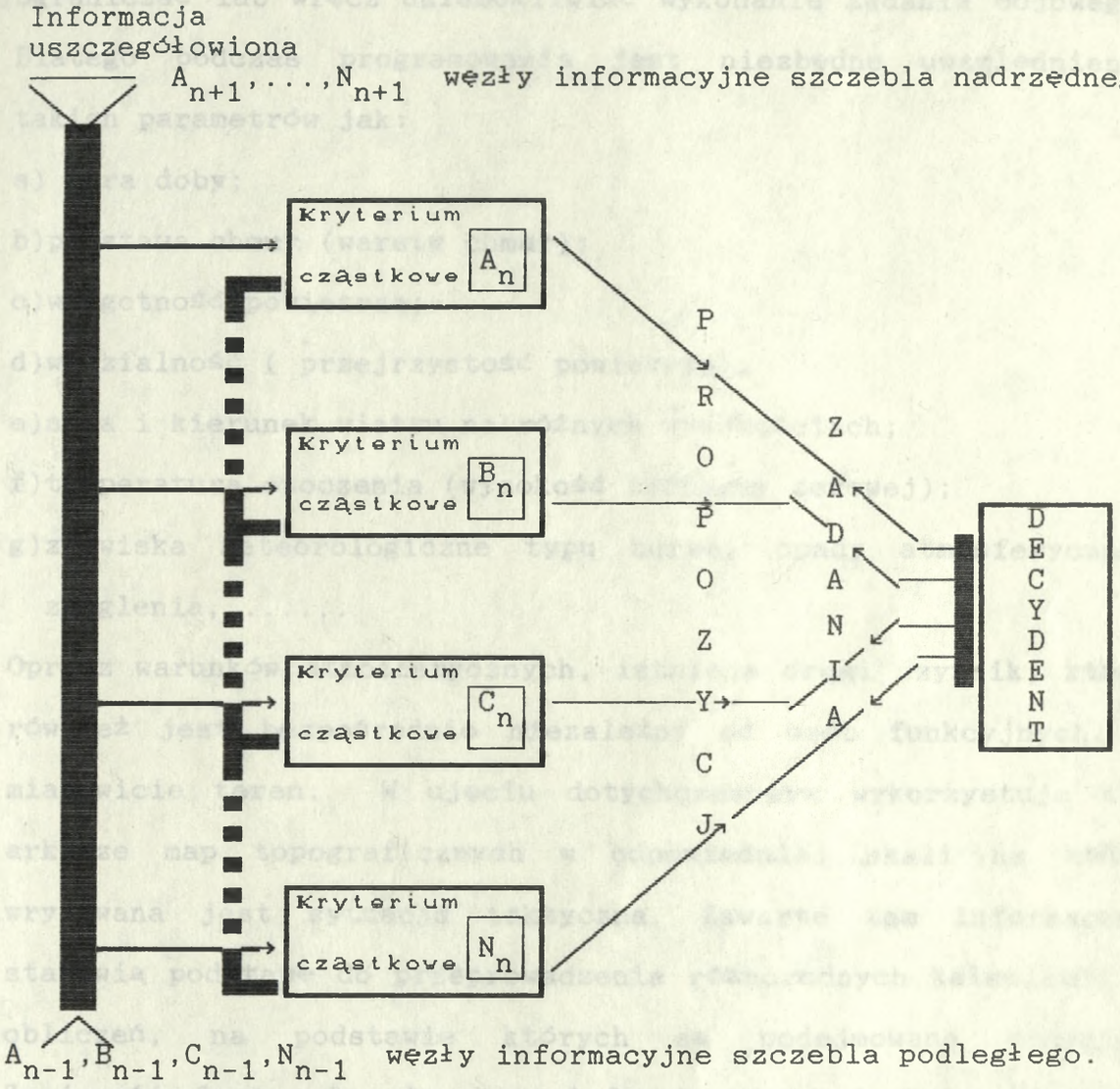
A_n, B_n, C_n, N_n - węzły informacyjno-decyzyjno poziomu N;

$A_{n-1}, B_{n-1}, C_{n-1}, N_{n-1}$ węzły informacyjno-decyzyjne poziomu N-1;

D_n - węzeł decyzyjny poziomu N;

D_{n-1} węzeł decyzyjny poziomu N-1;

Rys. 7. Graf przepływu informacji w systemie programowania lotów.



Rys 8. Mechanizm generowania propozycji jako wielokryterialne rozwiązywanie problemów cząstkowych

Czynnikiem warunkującym programowanie lotów, na który nie mają wpływu osoby funkcyjne są warunki atmosferyczne . Mogą one ograniczać lub wręcz uniemożliwiać wykonanie zadania bojowego. Dlatego podczas programowania jest niezbędne uwzględnienie takich parametrów jak:

a) pora doby;

b)podstawa chmur (warstw chmur);

c)wilgotność powietrza;

d)widzialność (przejrzystość powietrza);

e)siła i kierunek wiatru na różnych wysokościach;

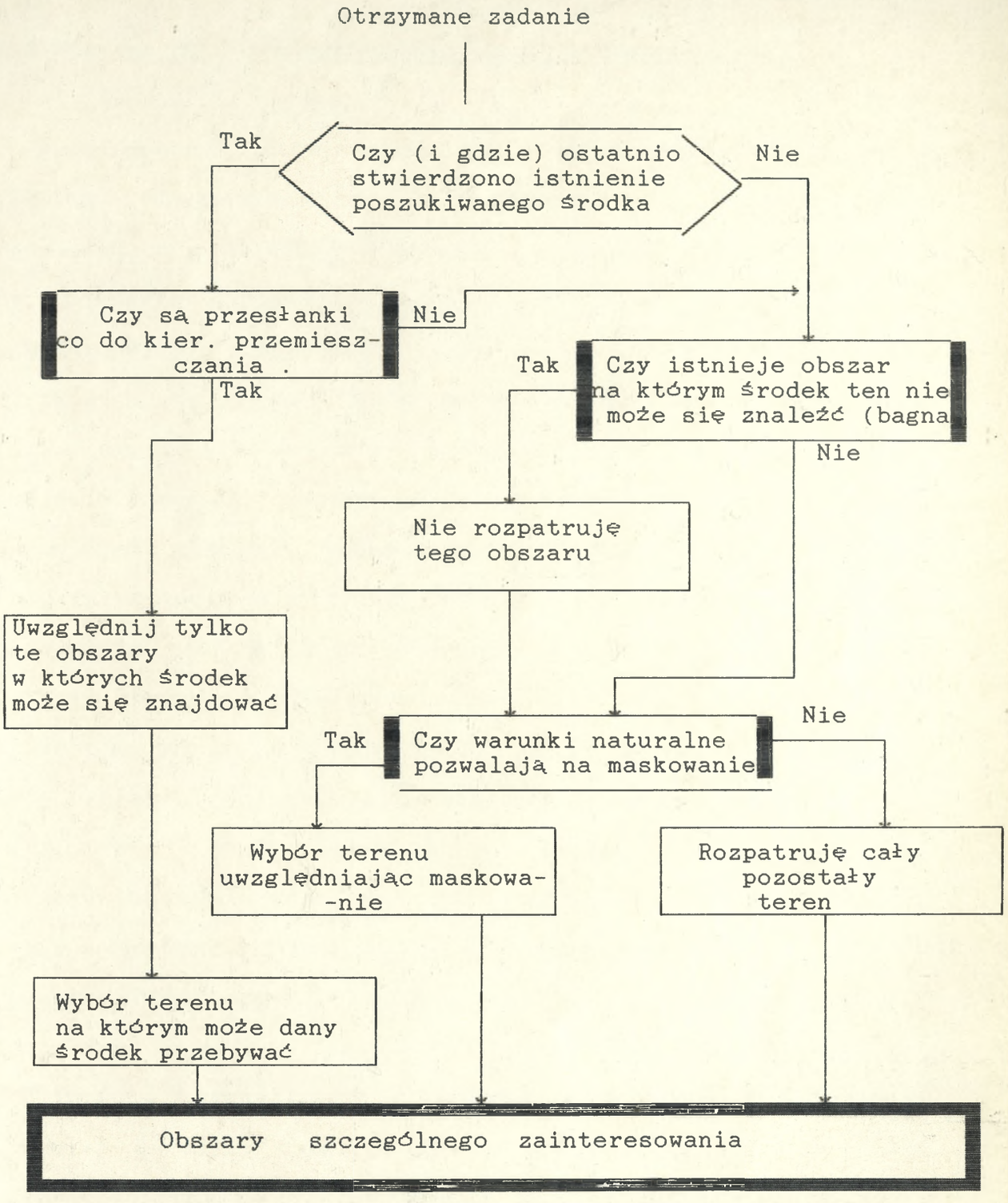
f)temperatura otoczenia (wysokość izotermy zerowej);

g)zjawiska meteorologiczne typu burze, opady atmosferyczne, zamglenia,.....

Oprócz warunków atmosferycznych, istnieje drugi czynnik, który również jest bezpośrednio niezależny od osób funkcyjnych, a mianowicie teren. W ujęciu dotychczasowym wykorzystuje się arkusze map topograficznych w odpowiedniej skali na które wrysowana jest sytuacja taktyczna. Zawarte tam informacje stanowią podstawę do przeprowadzenia różnorodnych kalkulacji i obliczeń, na podstawie których są podejmowane decyzje. Znajomość form pokrycia oraz infrastruktura terenu umożliwia dokonanie ocen w zakresie możliwości jego wykorzystania przez przeciwnika. Istnieje możliwość ustalenia wielkości kątów zakrycia środków radiolokacyjnych i rakietowych rozmieszczonych w terenie oraz ich zasięgów w zależności od typu środka,wysokości lotu celu i warunków terenowych. Z punktu widzenia systemu programowania lotów, znajomość terenu pozwala z kolei na obniżenie wysokości lotu na określonych

odcinkach zwiększając tym samym prawdopodobieństwo skrytego podejścia. Tak więc ukształtowanie terenu wpływa decydująco na profil lotu i jest ograniczeniem " od dołu ". Natomiast ograniczeniem wysokości lotu "od góry" będzie dolna granica stref wykrywania i stref ognia. Najkorzystniejszym wariantem lotu (z uwagi na możliwość skrytego podejścia) byłoby znalezienie się w strefie zawartej pomiędzy tymi ograniczeniami. Rozpatrywano teren (mapę terenu) nie tylko w aspekcie wykonania samego lotu, lecz także wykonywanych zadań. Badania wykazały, że na przykład załogi samolotów lotnictwa rozpoznawczego których zadaniem było rozpoznanie sytuacji w określonym terenie i wykrycie np. środków pancernych przeciwnika, postępuje w sposób (w większości przypadków) jak zilustrowano na rys.9. Z przedstawionego algorytmu wynika, że jedną z "warstw"([11])mapy elektronicznej powinny stanowiłć informacje będące przyporządkowaniem określonych fragmentów terenu poszczególnym środkom przeciwnika w zakresie możliwości przebywania w nim. Inną warstwę będą stanowiły punkty charakterystyczne na powierzchni terenu możliwe do zlokalizowania przez załogę. Zakodowanie cyfrowe map umożliwi bezpośrednią obróbkę informacji topograficznej przez komputer. Istnieje możliwość zakodowania nawet najmniejszego elementu mapy co powoduje, że dla potrzeb programowania lotów będzie istniała możliwość wykorzystania informacji odfiltrowanej i odszczegółowionej. Pozwoli to na lepsze uwypuklenie informacji, istotnej dla realizacji procesu.

([11]) pod pojęciem "warstwy" autor rozumie zbiór informacji jakie mogą być w sposób automatyczny wyselekcjonowane i zobrazowane na ekranie komputera jako jedno z zadań systemu programowania lotów.

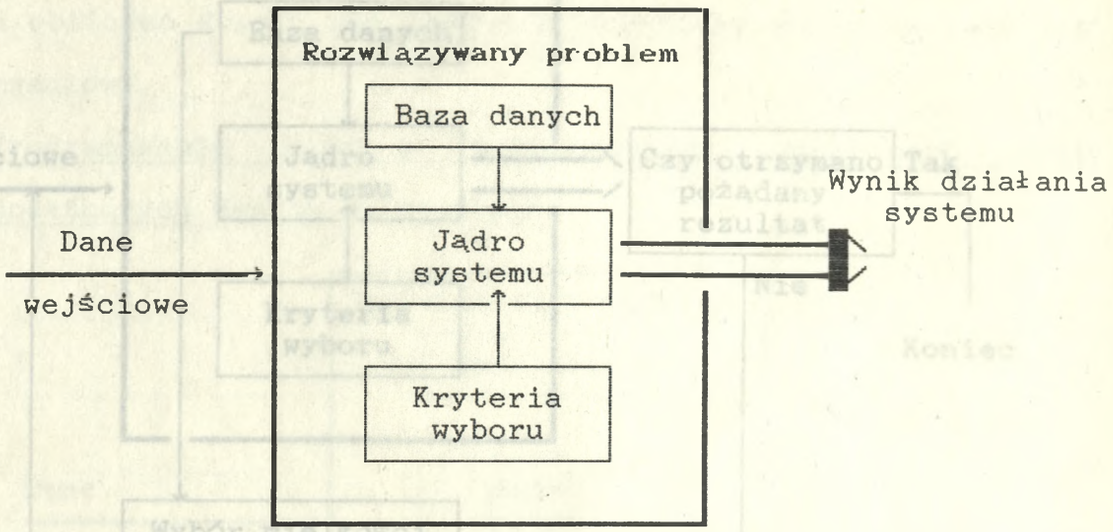


Rys 9 Uogólniony algorytm wyboru obszaru szczególnego zainteresowania

2.2 Możliwe metody komputerowego programowania lotów

Programowanie lotów statków powietrznych może odbywać się w różnych uwarunkowaniach wewnętrznych i zewnętrznych, powodujących niekiedy konieczność otrzymania wyniku końcowego na podstawie minimalnej ilości informacji wejściowych oraz standardowych informacji dodatkowych. W takim przypadku użytkownik nie będzie wpływał na proces obliczeniowy. Są jednak takie uwarunkowania które wymuszają na osobie funkcyjnej podjęcie decyzji cząstkowej na podstawie wielu dodatkowych ograniczeń, niekiedy trudnych do sformalizowania a koniecznych do uwzględnienia w poszczególnych etapach programowania lotów. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na potrzebę uwzględnienia różnych metod programowania lotów jest to, że mimo nawet właściwego sformalizowania zadań i programu realizacji procesu może wystąpić taka sytuacja taktyczna w której postępowanie " szablonowe " jest niewskazane i mogące przynieść straty. Dlatego też koniecznym jest aby program przewidywał możliwość podjęcia decyzji przez osoby funkcyjne jako obowiązującej w dalszych obliczeniach. Decyzja może być z punktu widzenia " komputera " błędna, lecz musi być przyjęta do realizacji z możliwością sygnalizacji zagrożeń wynikających z treści podjętej decyzji. Uwzględniajac powyższe uwarunkowania ilość ograniczeń oraz sposób rozwiązania problemu autor sklasyfikował możliwe metody programowania lotów w sposób następujący:

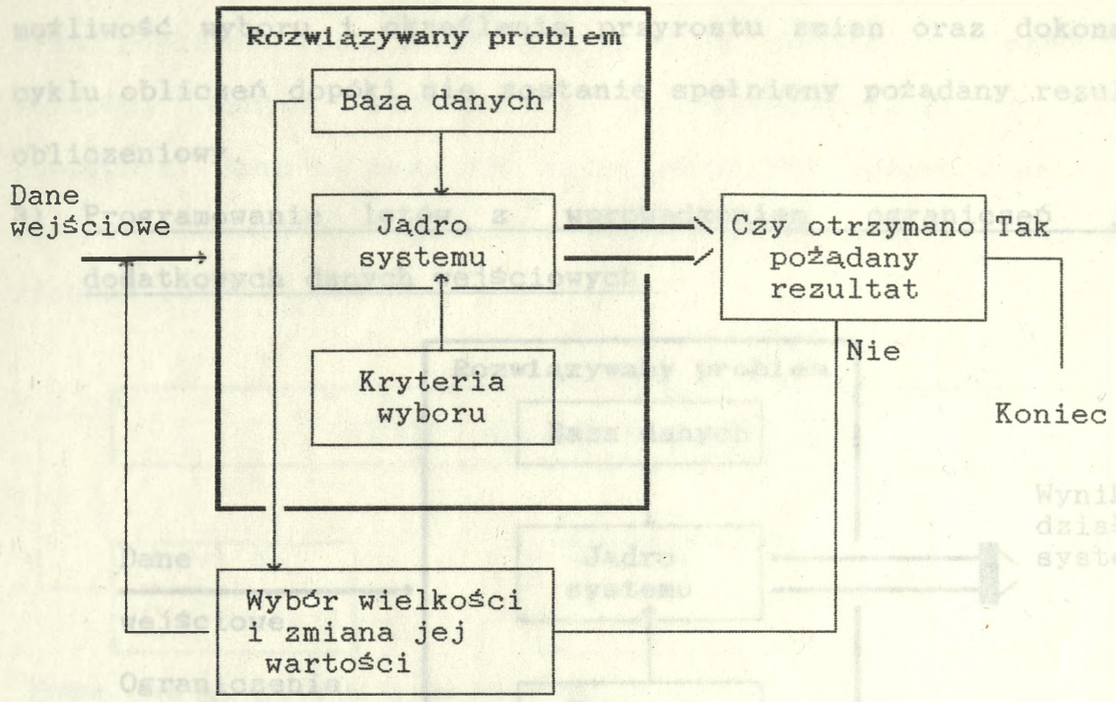
1) programowanie globalne



Rys.10 Idea "programowania globalnego"

W programowaniu globalnym informacja wejściowa oraz nazwa rozwiązywanego problemu są jedynymi informacjami wymaganymi przez system od operatora funkcyjnego. Baza danych (wprowadzona wcześniej)zarówno zmiennych jak i stałych oraz kryteria wyboru (zdefiniowane wcześniej jako wielkości stałe dla danego problemu) zasilają w informację jądro procesu kalkulacyjnego. Jako rezultat działania otrzymuje się wynik zobrazowany na monitorze, drukarce czy innych urządzeniach. Będzie to rezultat optymalny w danych warunkach lub wystąpi brak rozwiązania.

2) Programowanie globalne z wariantowaniem zmian danych bazowych[12]



Rys.11.Programowanie globalne z wariantowaniem możliwych zmian danych bazowych

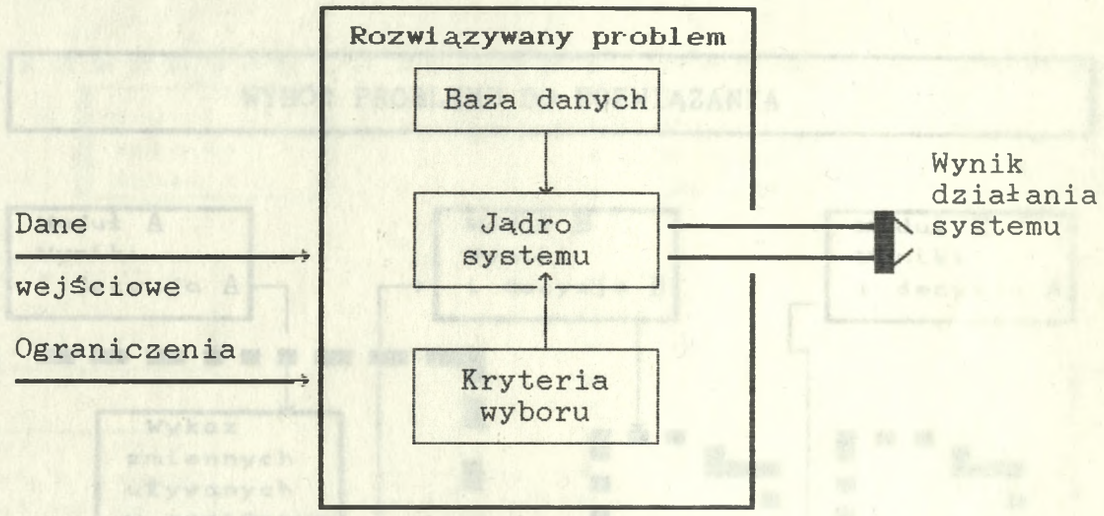
Programowanie globalne z wariantowaniem możliwych zmian danych bazowych w odróżnieniu od programowania globalnego posiada mechanizm pozwalający w przypadku nie uzyskania pożądanego rezultatu na określenie i wskazanie wielkości fizycznej mogącej

---

([12]) Pod pojęciem danych bazowych autor rozumie wielkości umieszczone w bazie danych, wykorzystywane w procesie kalkulacyjnym, które decydent może zmieniać w rzeczywistości (np. wysokość lotu, sposób wykonania zbiórki. Nie może natomiast zmienić dolnej podstawy chmur,...).

zmieniać się w określonym przedziale. Osoba funkcyjna ma możliwość wyboru i określenia przyrostu zmian oraz dokonanie cyklu obliczeń dopóki nie zostanie spełniony pożądany rezultat obliczeniowy.

3) Programowanie lotów z wprowadzeniem ograniczeń jako dodatkowych danych wejściowych

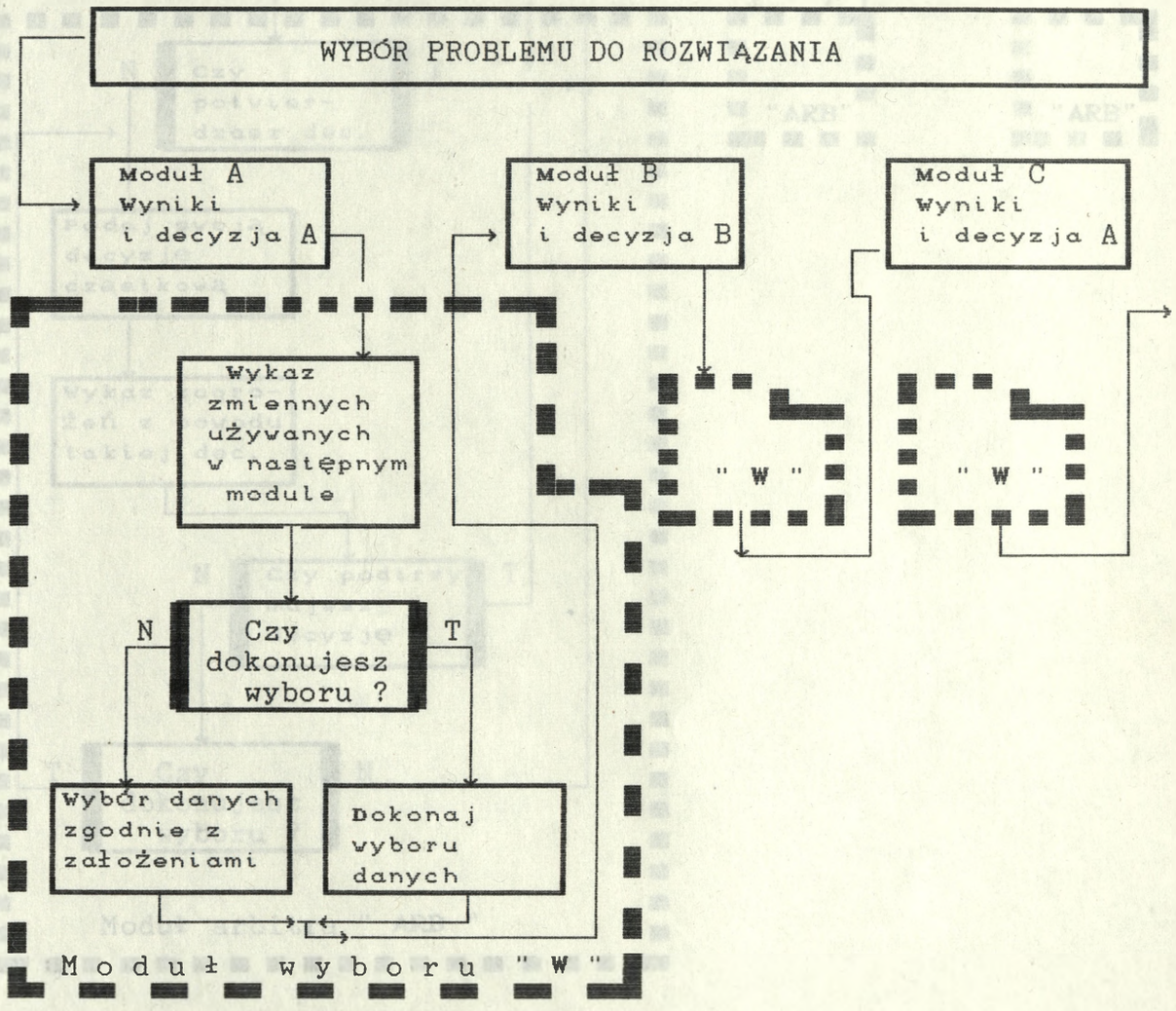


Rys.12.Schemat programowania lotów z uwzględnieniem ograniczeń.

W programowaniu tego rodzaju, oprócz typowych informacji wejściowych niezbędnych do wykonania obliczeń wprowadza się ograniczenia wynikające z sytuacji taktycznej, czy otrzymane ze szczebla nadrzędnego(osie tras,przedziały wysokości,rubieże, limity uzbrojenia ...). W rezultacie otrzymuje się optymalny w danych warunkach wynik, zobrazowany na monitorze lub innych urządzeniach. Osoba funkcyjna nie ingeruje w proces obliczeniowy.

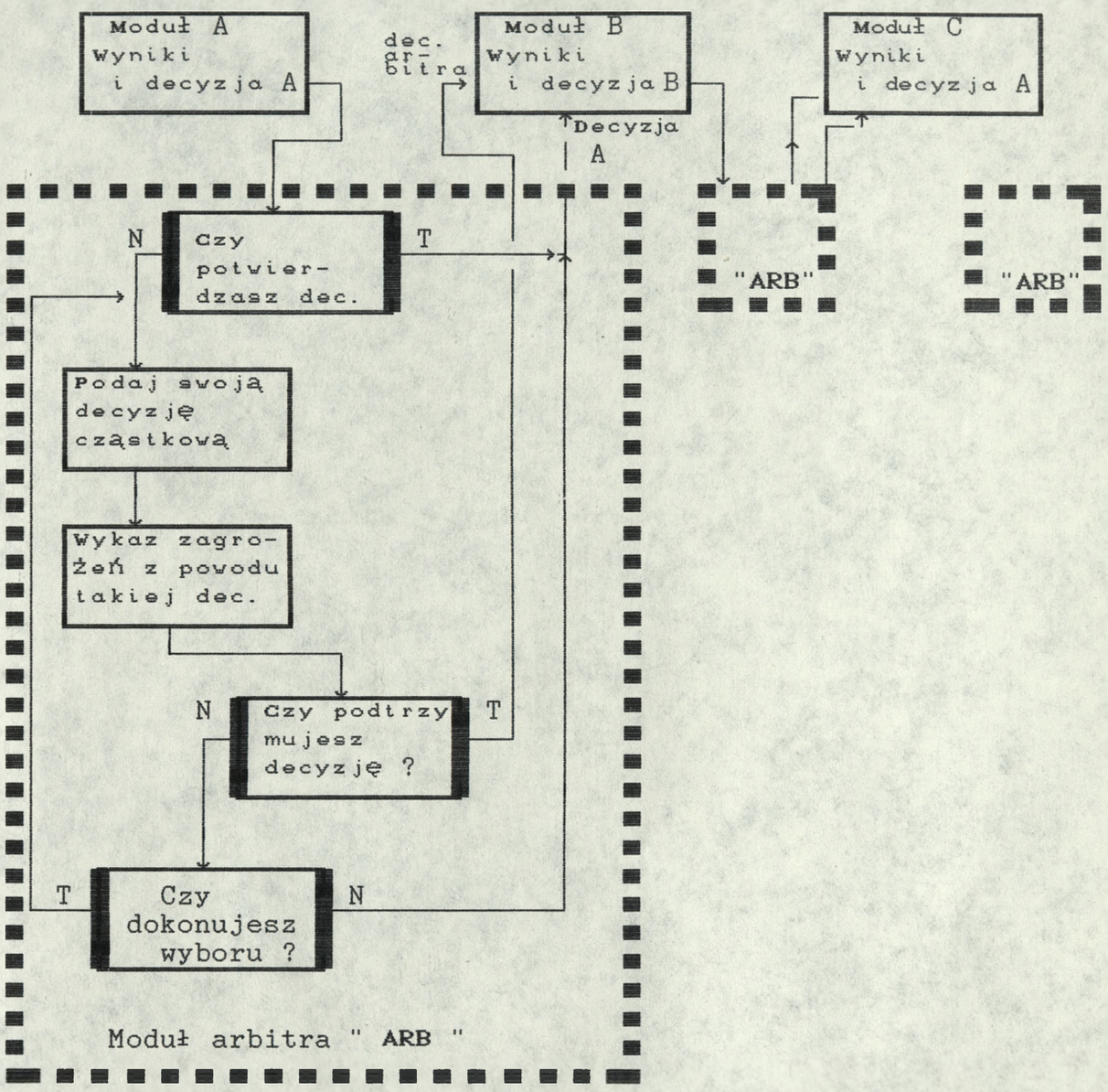
4) Kalkulacyjno-krokowe programowanie lotów

W tej metodzie programowania po zrealizowaniu jednego modułu programowego, osoba funkcyjna otrzymuje jego wynik cząstkowy oraz możliwość dokonania wyboru (z podanego " menu ") wartości danych wejściowych do wykorzystania w module następnym. Dane te mogą być na przykład już posortowane według pewnych kryteriów. Uogólniony algorytm tej metody przedstawia rysunek 13. .



Rys.13. Uogólniony algorytm metody kalkulacyjno-krokowej

5. Programowanie arbitralne (ekspertowe)



Rys.14 Algorytm programowania arbitralnego (ekspertowego)

Dokonana klasyfikacja metod programowania wynika przede wszystkim z wymogów stawianych osobie funkcyjnej przez różnorodne uwarunkowania. Analiza możliwych "wariantów działań" osoby funkcyjnej w okresie planowania i organizacji oraz działań bojowych, zasób wiedzy i wykształcenie oraz możliwości wykorzystania tego systemu dla celów dydaktycznych skłania autora do sformułowania wniosku, że wszystkie wymienione metody programowania powinny być uwzględnione podczas tworzenia szkieletu programowego systemu programowania lotów.

2.3 Możliwość tworzenia informatycznego systemu programowania lotów

Planując wprowadzenie do użycia środków informatyki mamy przekonanie, że przyczyni się to do usprawnienia procesów związanych z obróbką informacji w zakresie jej zbierania, przetwarzania i wydawania. Aby cel ten osiągnąć należało uwzględnić w rozważaniach zarówno część sprzętową (hardware), jak i programową (software). Przeprowadzone badania w tym zakresie były ukierunkowane na znalezienie sprzętu komputerowego, zdolnego zaspokoić niemałe oczekiwania autora, oraz oprogramowania systemowego, zarówno istniejących jak i dopiero wchodzących na rynek,mikrokomputerów.

Istotnym również było, aby wybrane środki komputerowe mogły był łączone ze sobą, umożliwiając tym samym przepływ informacji.

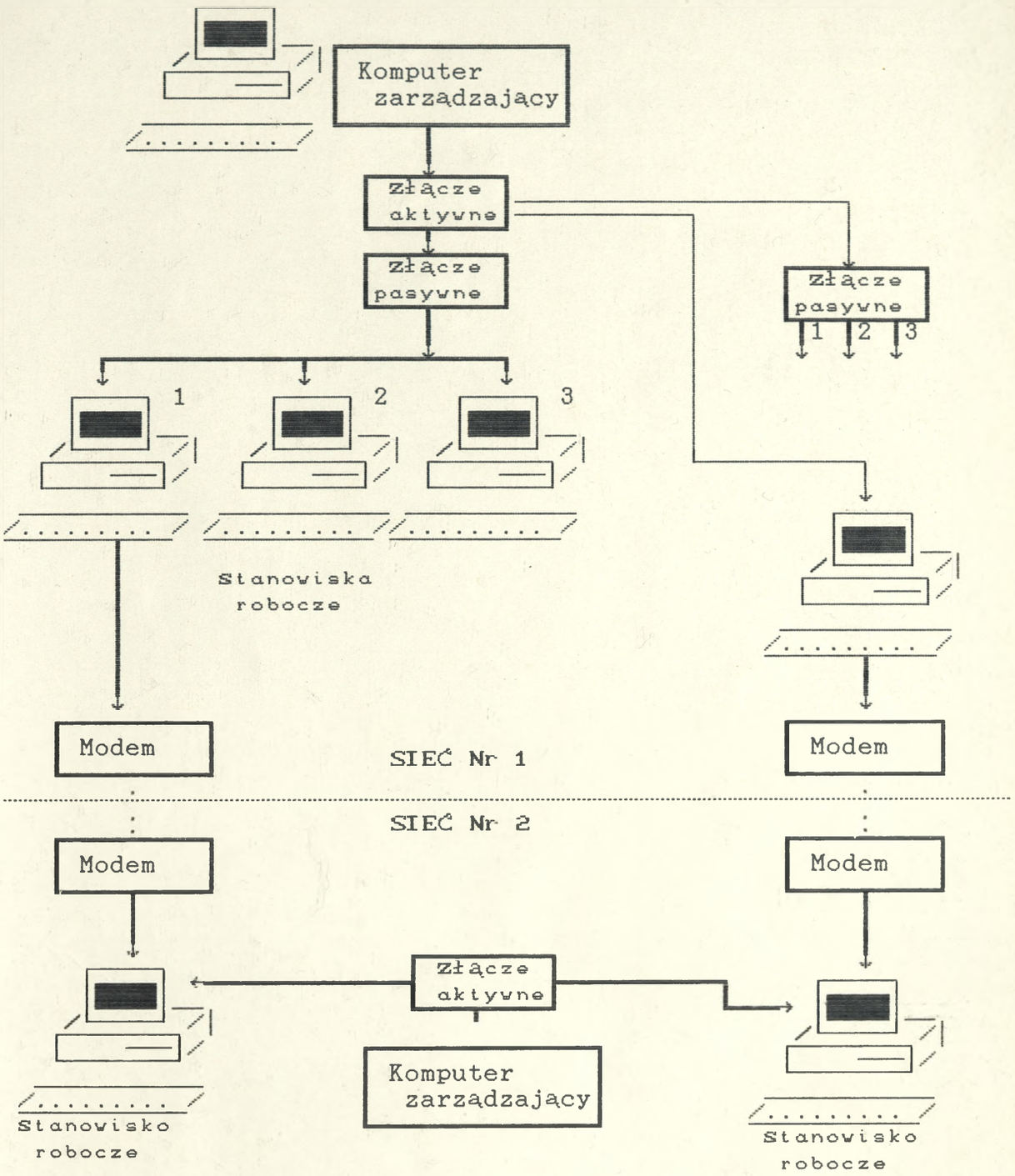
Na podstawie badań przeprowadzonych na targach informatycznych, w Wojskowej Akademii Technicznej, oraz w różnych firmach marketingowych, w tym i w firmie DATA START, stwierdzono, że zarówno sprzęt mikrokomputerowy jak i oprogramowanie sieciowe oraz systemowe, jest dostępne i możliwe do wykorzystania w komputerowym systemie programowania lotów. W zakresie przepływu informacji pomiędzy osobami funkcyjnymi wewnątrz eskadry, albo pomiędzy na przykład osobami funkcyjnymi w pułku i ich odpowiednikami w eskadrze, zachodzi potrzeba transmisji informacji. Połączenie realizujące transmisję pomiędzy elementami systemu może być zarówno typu przewodowego, radioliniowego, laserowego lub satelitarnego. Istnieją urządzenia zdolne "wtłoczyć" do nich informację wydawaną przez

komputer.

Możliwość połączenia środkami łączności sprzętu komputerowego i zapewnienie przepływu informacji pomiędzy komputerami dało początek tak zwanym **sieciom komputerowym** (ang.networks). Celem dla którego wykonuje się takie połączenia jest zapewnienie użytkownikowi możliwości dostępu do wszystkich programów, danych i innych zasobów sieci niezależnie fizycznej lokalizacji zasobu i użytkownika. Kolejnym czynnikiem przemawiającym za tworzeniem sieci komputerowych było to, iż w przypadku awarii komputera pracującego bez połączeń z innymi komputerami, następowała przerwa w pracy, co w warunkach wojskowych z reguły jest nie do przyjęcia. Natomiast awaria komputera pracującego w sieci nie jest katastrofą z uwagi na możliwość obsłużenia uszkodzonego stanowiska przez inny komputer pracujący w tej sieci.
Autor poddał wnikliwej analizie proponowane i prezentowane systemy sieciowe jak i systemy wielodostępne. Spośród wielu rozpatrzonych, pod kątem potrzeb systemu programowania lotów, rozwiązań systemowych, interesującą była lokalna sieć komputerowa pracująca pod systemem operacyjnym **Novell Netware o/s 286** dla mikrokomputerów **PC XT/AT (286,386)**.
Rozpatrywana sieć, składa się z mikrokomputera zarządzającego zasobami sieci (ang. File serwer) wyposażonego w dysk twardy o dużej pojemności ze zbiorami danych i informacjami dla stanowisk sieciowych. Komputer ten jest z reguły klasy XT.
Drugim elementem są stacje robocze (ang. work station) wyposażone w komputer klasy XT lub AT z dowolnym wyposażeniem. Elementami łączącymi komputery są karty sieciowe, złącza

aktywne, złącza pasywne oraz modemy umożliwiające transmisję danych w liniach łączności. Robocze stanowiska pracy mogą pracować samodzielnie, mając własny dysk i procesor.

W razie konieczności przesyłania informacji, informują o tym komputer zarządzający, który organizuje transmisję zgodnie z życzeniem nadawcy. Prowadzi on także nadzór nad dostępem do zbiorów użytkowników upoważnionych. Stanowiska robocze pracują pod nadzorem systemu operacyjnego DOS posiadającego nakładki pozwalające na kontaktowanie się z komputerem zarządzającym, pracującym pod systemem **Novell Netware 86** i mogącym obsłużyć do 100 stanowisk roboczych Cechą charakterystyczną tej sieci jest to że można oddalić stanowisko pracy od komputera zarządzającego na odległość do 600 metrów a z wykorzystaniem regeneratorów, do 6 kilometrów. Istnieje możliwość wykorzystania modemów pomiędzy stanowiskami roboczymi wewnątrz sieci, lub w połączeniu ze stanowiskiem roboczym pracującym w innej sieci komputerowej. System ten daje możliwość wykorzystania istniejącego oprogramowania użytkowego, pozwala na jednoczesną obsługę pięciu drukarek systemowych przez komputer pełniący rolę " zarządcy " systemu niezależnie od urządzeń zewnętrznych podłączonych do stanowisk roboczych. Korzystną zaletą systemu **Novell** jest to, że nie nakłada ona ograniczeń na współpracę stacji roboczych z urządzeniami peryferyjnymi. Przykładowa konfiguracja sprzętowa dla tego systemu została przedstawiona na rys.15 .

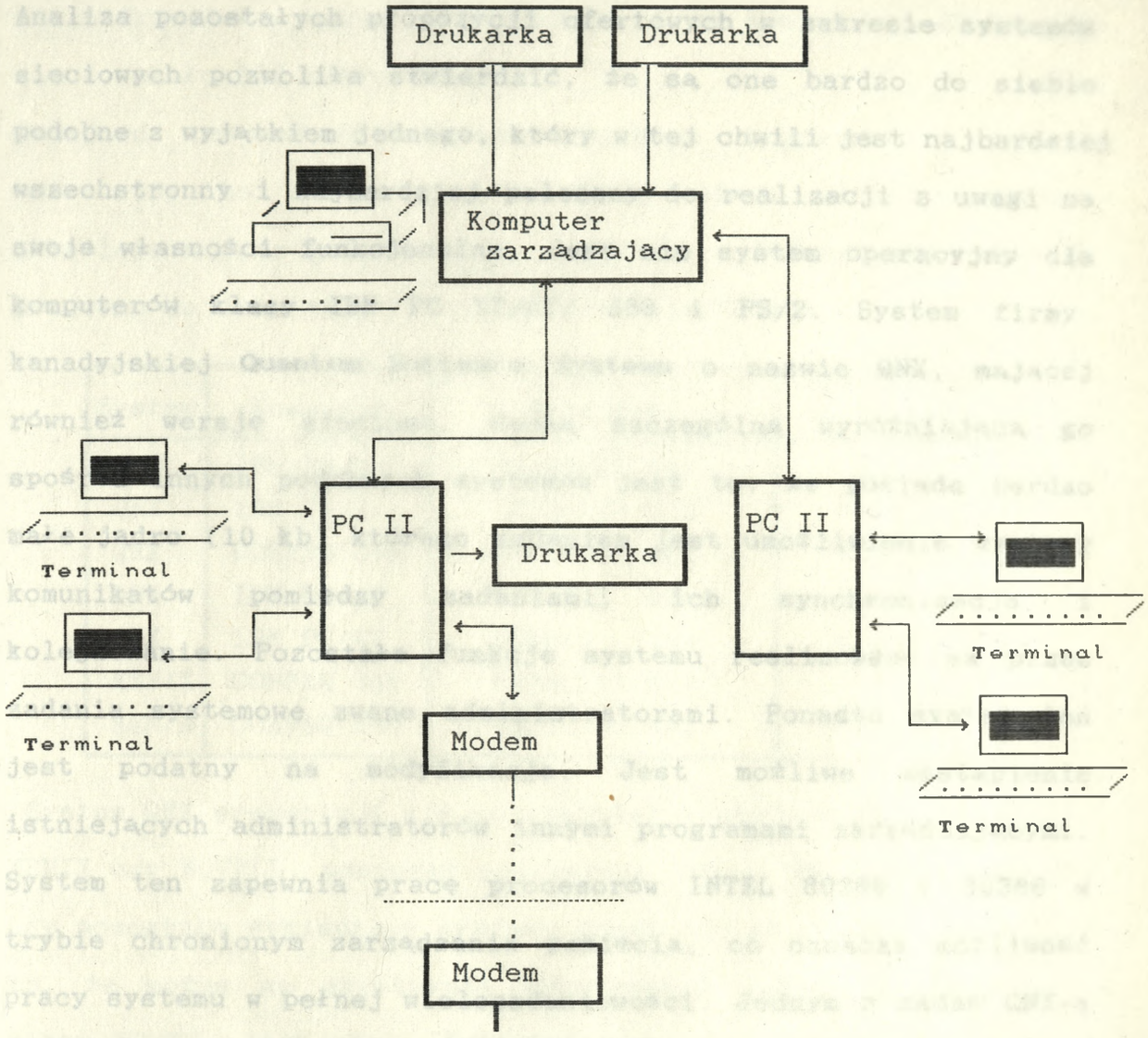


Rys.15 Przykładowa struktura sieci **Novell**

Oprócz sieci komputerowej **Novell** zbadano również możliwości systemu sieciowego do pracy wielodostępnej i wielozadaniowej **PC II Network** na mikrokomputery IBM PC XT/AT (286,386). System ten umożliwia współpracę mikrokomputera z terminalami([13]) w którym pełni on również rolę mikrokomputera zarządzającego. Przyłączenia dwóch terminali odbywa się poprzez kartę typu PC II. Maksymalnie można instalować osiem kart, co daje w efekcie szesnaście stanowisk pracy pod systemem **Novell 86** oraz cztery karty pracujące pod systemem **Novell 86 ADC** dając w efekcie osiem stanowisk pracy.

Z każdego terminala można uruchomić programy niezależnie od sąsiednich stanowisk, co w efekcie daje możliwość pracy wielozadaniowej, oraz można uruchomić ten sam program z różnych stanowisk otrzymując w ten sposób wielodostęp. Możliwe jest wykorzystanie różnorodnych pakietów oprogramowań. System wyposażono w mechanizm ochronny przed niepowołanym dostępem oraz system protekcji chroniący przed kolizją przy korzystaniu z tych samych zasoboów komputera. System **Novell** wymaga aby komputer będący w systemie miał co najmniej jeden napęd dysków elastycznych, dysk twardy o pojemności zależnej od zastosowań użytkowych (20 do 340 MB), maksymalnie dwie drukarki systemowe. Komputerem zarządzającym może być komputer typu PC XT/AT lub 386. Odległość między komputerem a terminalem może dochodzić do 70 m przy wykorzystaniu tylko złączy aktywnych.

([13]) terminal-stanowisko wyposażone w monitor monochromatyczny i klawiaturę.



Rys.16 Przykładowa konfiguracja systemu sieciowego do pracy wielodostępnej i wielozadaniowej

PC XT/AT (286,386)

Analiza pozostałych propozycji ofertowych w zakresie systemów sieciowych pozwoliła stwierdzić, że są one bardzo do siebie podobne z wyjątkiem jednego, który w tej chwili jest najbardziej wszechstronny i najbardziej polecany do realizacji z uwagi na swoje własności funkcjonalne. Jest nim system operacyjny dla komputerów klasy IBM PC XT/AT/ 386 i PS/2. System firmy kanadyjskiej **Quantum Software Systems** o nazwie QNX, mającej również wersję sieciową. Cechą szczególną wyróżniającą go spośród innych podobnych systemów jest to, że posiada bardzo małe jądro (10 kb) którego zadaniem jest umożliwienie wymiany komunikatów pomiędzy zadaniami, ich synchronizacja i kolejkowanie. Pozostałe funkcje systemu realizowane są przez zadania systemowe zwane administratorami. Ponadto system ten jest podatny na modyfikacje. Jest możliwe zastąpienie istniejących administratorów innymi programami zarządzającymi. System ten zapewnia pracę procesorów INTEL 80286 i 80386 w trybie chronionym zarządzania pamięcią, co oznacza możliwość pracy systemu w pełnej wielozadaniowości. Jednym z zadań QNX-a może być system operacyjny PC DOS (MS DOS) co powoduje możliwość wykorzystania już istniejących oprogramowań realizowanych pod tym systemem . W odróżnieniu od innych systemów operacyjnych takich jak PC MOS, XENIX lub WINDOWS 386, system ten ma wszystkie cechy niezbędne by stosować go do pracy w czasie rzeczywistym. Wymóg ten oznacza, że musi być pełna wielozadaniowość z możliwością nadania zadaniom priorytetów, efektywną komunikacją pomiędzy wieloma zadaniami oraz bardzo krótki czas reakcji systemu. Jak podają dane źródłowe dla QNX-a czas reakcji na przerwanie wynosi w najgorszym

przypadku około jednej milisekundy, a na komputerze AT skraca się do około 300 mikrosekund.

Kolejnym parametrem charakteryzującym rozpatrywany system operacyjny to liczba przełączeń w ciągu jednej sekundy, określajaca czas potrzebny na przejście z jednego wykonywanego programu do drugiego. Czasy te ilustruje tabela 1.

Tabela 1

System	Komputer	Procesor	Przełączeń na sekundę
QNX	IBM PS/2	80383/20 MHz	7200
QNX	IBM PS/2	80286/10 MHz	3800
QNX	COMPAQ 386	80386/16 MHz	6900
QNX	IBM PC/AT	80286/8 MHz	3200
QNX	IBM PC/XT	8088/5 MHz	800
XENIX	COMPAQ 386	80386/16 MHZ	670
XENIX	COMPAQ 386	80386/16 MHz	670

System QNX prezentuje się korzystniej w porównaniu z systemem XENIX czy NOVELL, ponieważ potrzebuje około 100 kB pamięci RAM gdy pozostałe wymienione systemy ponad 300 kB pamięci. Powoduje to, że można go efektywnie wykorzystać nawet na komputerach klasy PC/XT. Jest około dziesięć razy szybszy od XENIX-a, co predystynuje go do pracy w czasie rzeczywistym. Jednak jak potwierdzają badania literatury najważniejszą jego cechą jest to, że ma otwartą modularną architekturę, pozwalającą na przeprowadzenie w łatwy sposób zmian powodujących możliwość jego wykorzystania w zestawie komputerowym niezgodnym z linią IBM PC/XT/AT. Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania autor doszedł do wniosku, że system operacyjny QNX mogący pracować nie tylko na komputerach linii IBM, byłby najbardziej odpowiednim systemem ze względów funkcjonalnych dla potrzeb systemu programowania lotów. Zapewniałby on nie tylko obsłużenie

bieżących potrzeb systemu programowania lotów, lecz mógłby być wykorzystany również dla systemu przyszłościwego niewątpliwie bardziej rozbudowanego. Dokonano również analizy możliwości dostępnych komputerów (mikrokomputerów) w zakresie wykorzystania ich dla potrzeb systemu programowania lotów. Wzięto pod uwagę oprócz innych czynników również "popularność " mikrokomputerów oraz ilość i jakość oprogramowania narzędziowego i użytkowego. Mikrokomputery typu PC XT/AT są znane i mogą być wykorzystane dla potrzeb systemu programowania lotów z uwagi na swoje właściwości funkcjonalne i dużą ilość oprogramowania narzędziowego. Dane tych komputerów przedstawiono w tabeli 2. Autor przeprowadził badania w zakresie możliwości wykorzystania dla potrzeb systemu programowania lotów stosunkowo nowego wyrobu jakim jest mikrokomputer typu PS/2 (Personal System/2) wprowadzony przez firmę IBM na rynek komputerowy. Mikrokomputery te w wydaniu modeli 30,50,60 i 80 uzupełniono później o modele 25 i 70 wyposażono w system operacyjny OS/2 poprzedzony wersją DOS 3.3.

Można powiedzieć w skrócie, że w nowym modelu została zmieniona konstrukcja oraz stworzono wielozadaniowy system operacyjny pozwalający jednemu użytkownikowi na jednoczesne wykonywanie wielu programów. Powoduje to, że mikrokomputer może być dzięki temu znacznie lepiej wykorzystywany, gdyż czas tracony na oczekiwanie na polecenie od operatora będzie mógł być wykorzystany na realizację innych równolegle działajacych programów. Właściwość ta jest dla systemu programowania lotów cechą pożądaną.

Tabela 2

PODSTAWOWE CHARAKTERYSTYKI KOMPUTERÓW

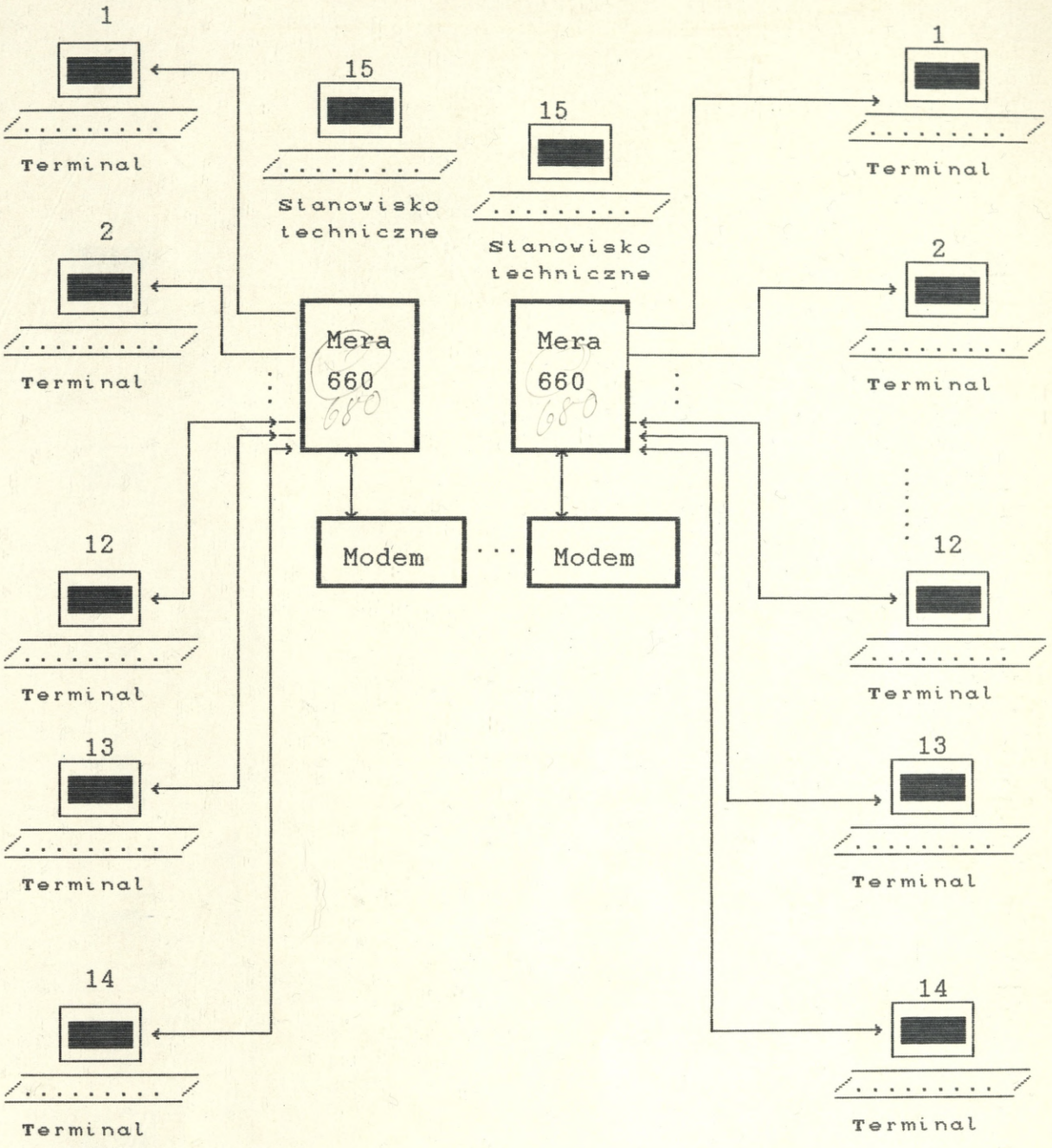
Parametry techniczne	IBM PC/XT	IBM PC/AT	IBM PC/380 SUPER AT	ELWRO 801/AT
Procesor	8086	80286	80386	80286
Przełączalna f zegara	4,77/10 MHz	8/12 MHz	6-25 MHz	6/8 MHz
Pamięć operacyjna	1 MB	2 MB	2 MB	2 MB
Stacje dysków elastycznych	360 kB	360 kB 1,2 MB	360 kB 1,2 MB	360 kB 1,2 MB
Stacje dysków twardych	20 MB 40 MB	40 MB 70 MB	40 MB 70 MB	40 MB 70 MB
Interfejs	równo-legły	równo-legły	równo-legły	równo-legły
Interfejs szeregowy	2 x RS 232C	2 x RS 232C	2 x RS 232C	2 x RS 232C
Zegar czasu rzeczywistego	TAK	TAK	TAK	TAK
Koprocesor	8087-1 (opcj.)	80287-8 (opcj.)	80287-25	80287 (opcj.)
Monitor	14 ''	14 ''	14 ''	14 ''
Sterownik monitora	Hercules EGA(opcj.	Hercules EGA,VGA	Hercules EGA,VGA..	Hercules EGA

Również konstrukcja terminali przesyłania informacji jest bardzo rozwinięta i zapewnia wygenerowanie 65336 możliwych adresów urządzeń wejścia-wyjścia. Jest to znaczne rozszerzenie w stosunku do możliwości mikrokomputerów typu PC XT/AT gdzie dostępne były 1024 adresy. W nowo wprowadzonym produkcie przyjęto jako standardową dyskietkę 3,5 " z możliwością zapisu więcej informacji niż na dyskietce 5,25" tj.720 kB lub 1.44 MB. W celu umożliwienia przenoszenia oprogramowania można dołączyć stację dysków 5,25". Opracowano dyski optyczne o pojemności 200 MB. Stosowany system operacyjny OS/2 zapewnia możliwość wykorzystania oprogramowania narzędziowego i użytkowego będącego używanego przez osoby funkcyjne dotychczas pod systemem DOS, oraz pozwala na pełne wykorzystanie nowych możliwości jakie daje mikroprocesor 80286, mogący pracować w systemie rzeczywistym i nadzorowanym. Nowo wprowadzony komputer PS/2 jest komputerem przyszłościowym. Jego główna siła to praca wielozadaniowa. Pojawiają się oprogramowania dla tego typu komputera w postaci rozszerzonych systemów operacyjnych jak i programów narzędziowych czy kompilatorów różnych języków programowania wykorzystujących nowe możliwości. Oferują one dużą szybkość działania. Dobrze opracowana architektura poszczególnych modeli stawia je wyżej od mikrokomputerów PC. Przykładem niech będą dane zaczerpnięte z **PC STANDARD 89**. Warszawa 1989.w. NOT s.92.

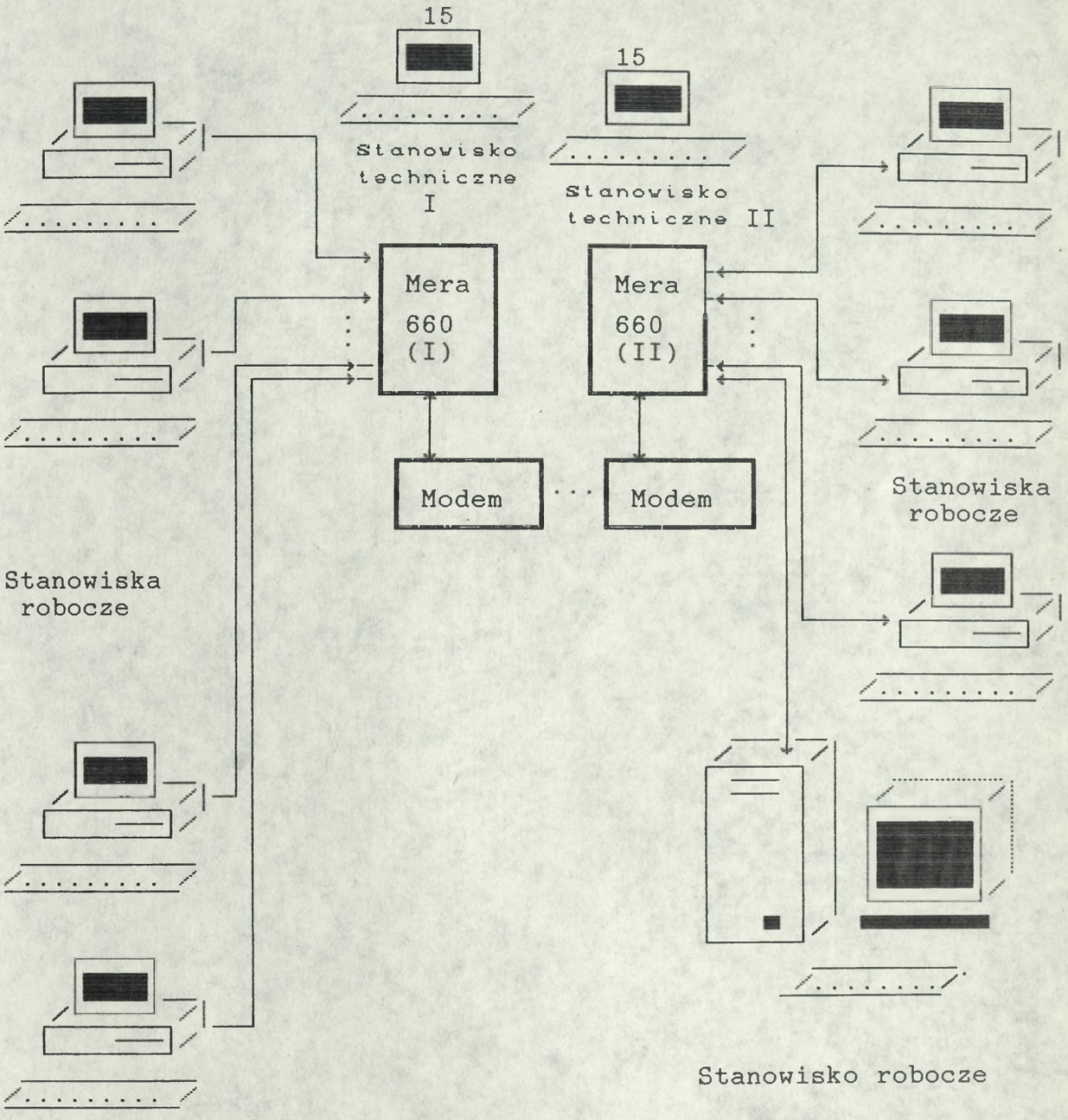
".. operacja odwracania macierzy napisana w Fortranie 77 /MS DOS / jest wykonywana przez PS/2 (model 60 zegar 10 MHz) dwukrotnie szybciej niż ta sama operacja wykonana na komputerze PC/386 pracującym z zegarem 16 MHz...".

Powyższy fakt predystynuje komputer PS/2 do zastosowań w tych dziedzinach gdzie wykonywanych jest dużo złożonych obliczeń, czyli również w systemie programowania lotów, w którym będą wymagane operacje działań na zbiorach stanowiących odwzorowanie mapy terenu. Dodatkowym atutem tego systemu jest grafika wysokiej rozdzielczości. W wielu przypadkach wystarcza grafika VGA, jednak np. do zobrazowania terenu i jego różnorodnych form, oraz zobrazowania rozmieszczenia elementów ugrupowania obiektu powierzchniowego czy grupowego widzianego z pozycji pilota w zależności od jego położenia względem obiektu, potrzebna byłaby rozdzielczość taka, jaką zapewnia mikrokomputer PS/2, tj. 1024 x 768 punktów (pixeli) na monitorze 16 calowym. Komputery tej rodziny mogą pracować w sieciach lokalnych. Dla tych celów opracowano wersję systemu operacyjnego SCO XENIX umożliwiający obsłużenie do 33 terminali. Przedstawione cechy oprogramowania powyższych systemów operacyjnych oraz możliwe do wykorzystania mikrokomputery są czynnikami warunkującymi stworzenie sieci komputerowych spełniających wymagania systemu programowania lotów. Najkorzystniejszym warunkiem tworzenia jakichkolwiek nowych systemów jest to, aby w jak największym stopniu wykorzystać zdobycze techniki bez uwzględniania istniejących, prostych w porównaniu z proponowanym, rozwiązań technicznych. Takie podejście powoduje, że potrzebne są duże nakłady finansowe na zrealizowanie całego przedsięwzięcia. Analizując "filozofię" tworzenia systemów komputerowych czy oprogramowań systemowych w firmach zachodnich daje się zauważyć, że wraz z dążeniem do otrzymania jakościowo nowego produktu, ma się na uwadze również istniejące

uwarunkowania w postaci przyzwyczajeń czy istniejących "starych" systemów i zadań na nich realizowanych. W większości przypadków nowy system jako jedno ze swoich zadań traktuje obsługę dotychczasowego oprogramowania. Często bywa to obsługa nieefektywna, lecz zadania te powinny mieć możliwość realizacji w nowym systemie. Rozpatrując różnorodne propozycje systemów programowania lotów autor dokonał analizy możliwości wykorzystania podsystemu "LOTNIA". Strukturę systemu wielodostępnego jakim jest "LOTNIA" przedstawia rys.17. Badania wykazały, że wykorzystanie systemu "szybkiego przekazywania informacji" jakim jest LOTNIA bezpośrednio dla potrzeb programowania lotów jest niemożliwe. Chcąc w pełni zaadoptować posiadane możliwości należałoby wyposażyć stanowiska funkcyjne na których obecnie znajdują się terminale, w końcówki inteligentne w postaci mikrokomputerów co najmniej klasy PC/XT lub PC/AT, a stanowiska wykorzystujące zbiory " mapowe" i wymagające zobrazowania terenu i obiektów ataku, w mikrokomputery rodziny PS/2. Struktura systemu mogłaby mieć postać jak na rys. 18.



Rys.17. Struktura techniczna systemu LOTNIA



Rys.18. Konfiguracja sprzętowa systemu programowania lotów z wykorzystaniem systemu LOTNIA

Konfiguracja sprzętowa przedstawiona na rysunku 18, jest możliwa do zrealizowania przy założeniu że wykorzystujemy "stary" sprzęt komputerowy. Zaproponowanie takiego rozwiązania jest uzasadnione o tyle, że wykorzystywałby działającą już "pocztę elektroniczna" i oprogramowanie użytkowe, umożliwiające dostęp do zbiorów danych innych osób funkcyjnych. Autor wyraża przekonanie, że tak może być tylko w okresie przejściowym. Docelowo należałoby obecnie eksploatowany system zmienić wykorzystując zdobycze nowych technik komputerowych, w zakresie sprzętowym jak i oprogramowania.

2.4 Możliwy zakres wykorzystania wyników informatycznego systemu programowania lotów

System programowania lotów niezależnie od tego czy przyjmie postać sieciową czy wielodostępną ma wspierać swoimi programami czynności i zadania realizowane przez poszczególne osoby funkcyjne. Stanowiska pracy mają być kompleksowo oprogramowanymi miejscami pracy, mogącymi wymieniać informacje między sobą w sposób "automatyczny", w związku z rozwiązywanym zadaniem, lub przy pomocy metody dialogowej czy metody "wglądu" osoby funkcyjnej do zbioru danych. Wyniki kalkulacji mają wspierać podejmowane decyzje w zakresie programowania lotów zarówno w czasie pokoju jak i w czasie ewentualnej wojny.

Problemy rozwiązywane przez system dotyczą całych obszarów działań, związanych z programowaniem lotu statków powietrznych, z właściwym wyborem i wykorzystaniem uzbrojenia, z modelowaniem jego poszczególnych faz. Konstrukcja programów ma umożliwiać podejmowanie kolejnych decyzji, na podstawie uzyskanych wyników cząstkowych, z uwzględnieniem podjętych działań na innych współdziałających stanowiskach pracy. Takie wykorzystanie programów systemu będzie szczególnie pożądane podczas różnorodnych szkoleń i zajęć dydaktycznych w ośrodkach szkolenia czy uczelniach i akademiach wojskowych zajmujących się problematyką programowania lotów. Możliwość szybkiego uzyskiwania wyników obliczeń wpłynie pozytywnie na szybkie wypracowanie decyzji, oraz pozwoli na określenie rezultatów wynikłych z podjętej błędnej decyzji.

System i uzyskiwane przy jego pomocy wyniki, mają umożliwiać szkolenie poszczególnych osób funkcyjnych (także samodzielne kształcenie) w zakresie podejmowania decyzji na ich stanowiskach pracy i szybkie zobrazowanie wpływu różnych czynników na otrzymany rezultat działań.

W czasie pokoju system może być wykorzystywany do szkolenia, wykorzystując opcję programową pozwalającą na "uczenie się" osoby funkcyjnej, poprzez otrzymywanie wyników cząstkowych i możliwość wprowadzenia własnej decyzji do następnego etapu obliczeniowego. System może być również wykorzystywany podczas działań bojowych z możliwością wykorzystania opcji powyżej przedstawionej, lub rozwiązując problem metodą programowania globalnego, w którym na podstawie ogólnych danych wejściowych otrzymujemy wynik końcowy.

Duże nadzieje autor pokłada w tworzonej w kilku instytucjach komputerowej mapie terenu. Jest to zagadnienie bardzo rozbudowane i wymagające oddzielnego opracowania naukowego w zakresie zarówno metod tworzenia jak i zawartości informacyjnej. Mapa elektroniczna będzie podstawą, oprócz danych o przeciwniku i wojskach własnych oraz danych wynikających z metodyk obliczeń, do przeprowadzenia czynności kalkulacyjnych. Na podstawie zrealizowanych obliczeń system winien wygenerować dokumenty, łącznie z wrysowaniem na mapę wszystkich elementów związanych z nawigatorskim planem lotu i z sytuacją taktyczną. Załogi lotnicze winny mieć możliwość "prześledzenia" na ekranie, całej trasy lotu uwzględniając obserwację terenu widzianego z pozycji załogi podczas lotu, łącznie z zobrazowaniem prawdopodobnego rozmieszczenia celu

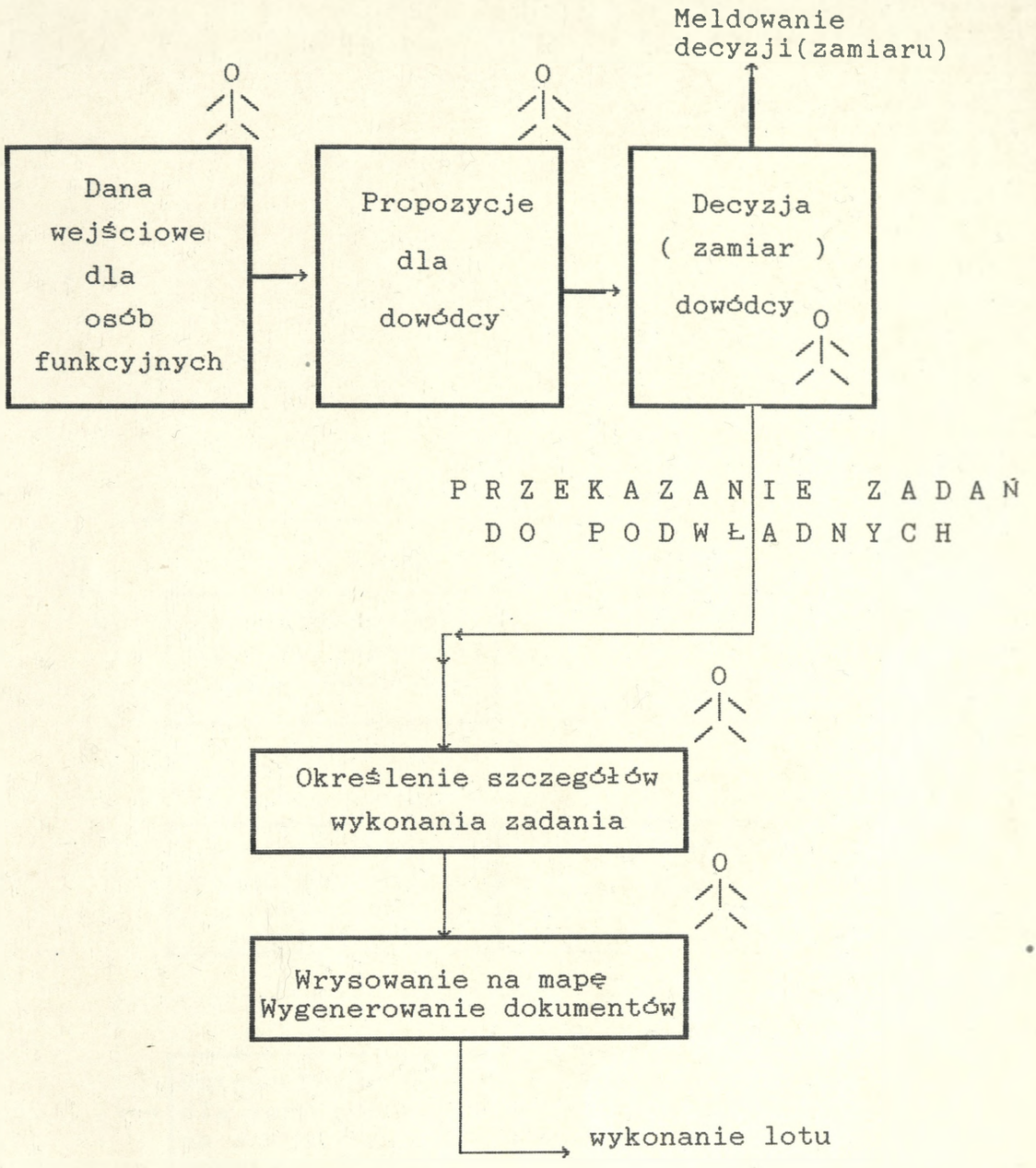
powierzchniowego, czy grupowego w terenie.

Dla załóg prowadzących na przykład rozpoznanie wstępne, korzystanie z komputerowej mapy terenu pozwoli na automatyczne wyselekcjonowanie obszarów szczególnego zainteresowania uzależnionych od takich czynników jak: sytuacja taktyczna, przejezdnośc terenu, formy terenowe, typy poszukiwanych obiektów.

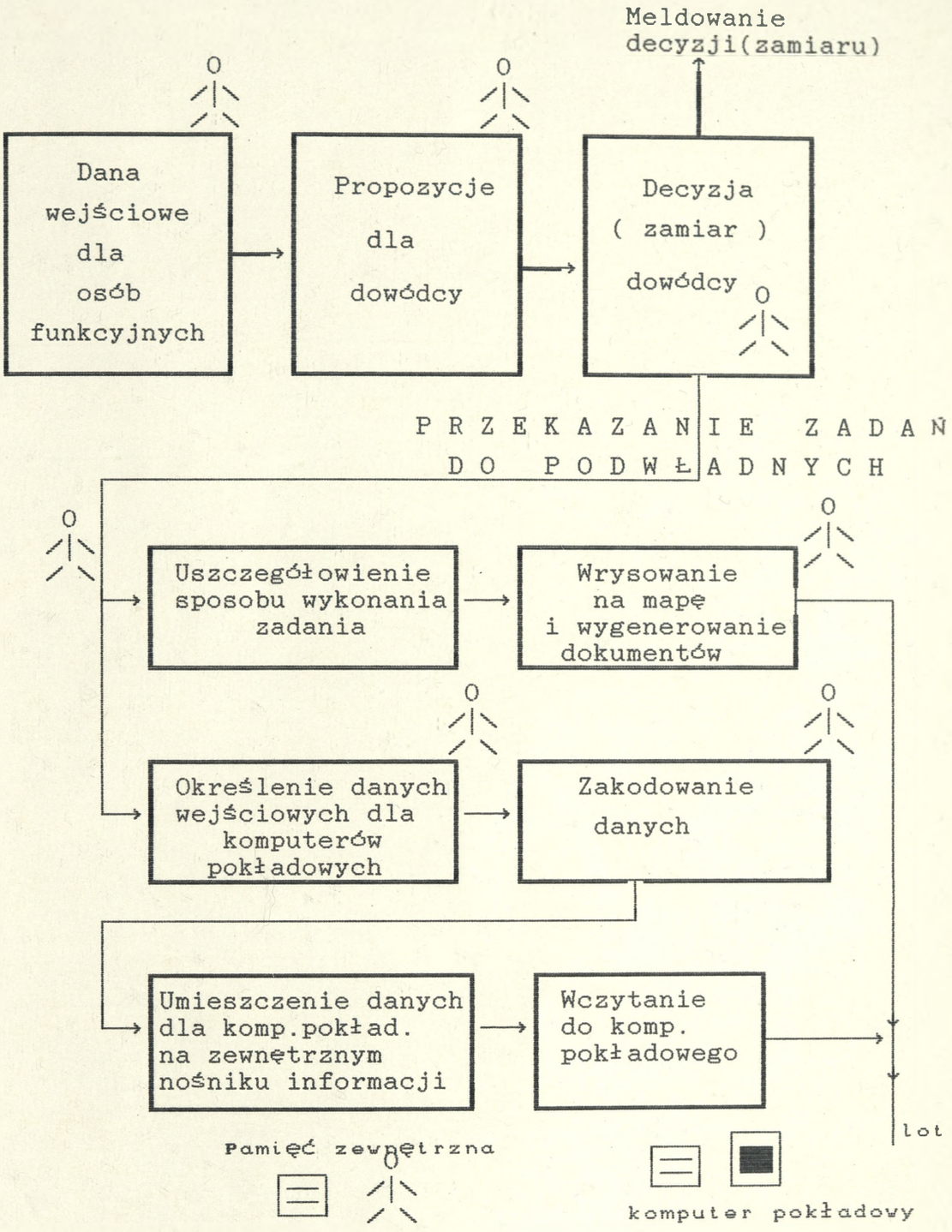
Wprowadzenie do lotnictwa komputerów pokładowych wymagających danych w innej postaci od ogólnie stosowanych przez człowieka powoduje, że rozrasta się liczba osób niezbędnych do przygotowania samolotu do wykonania lotu z wykorzystaniem możliwości, jakie dają wprowadzone środki komputerowe (rys. 19,20).

Proponowany system programowania lotów, będąc systemem komputerowym ma możliwość dowolnego "upakowania" informacji dla potrzeb komputera pokładowego, w zależności od wymagań stawianych przez niego. Dane wejściowe dla systemu programowania lotów wprowadza osoba funkcyjna , natomiast wszystkie dane dla komputera pokładowego wynikające z otrzymanych kalkulacji w sposób automatyczny mają być zapisane na zewnętrznym nośniku informacji (rys 21).

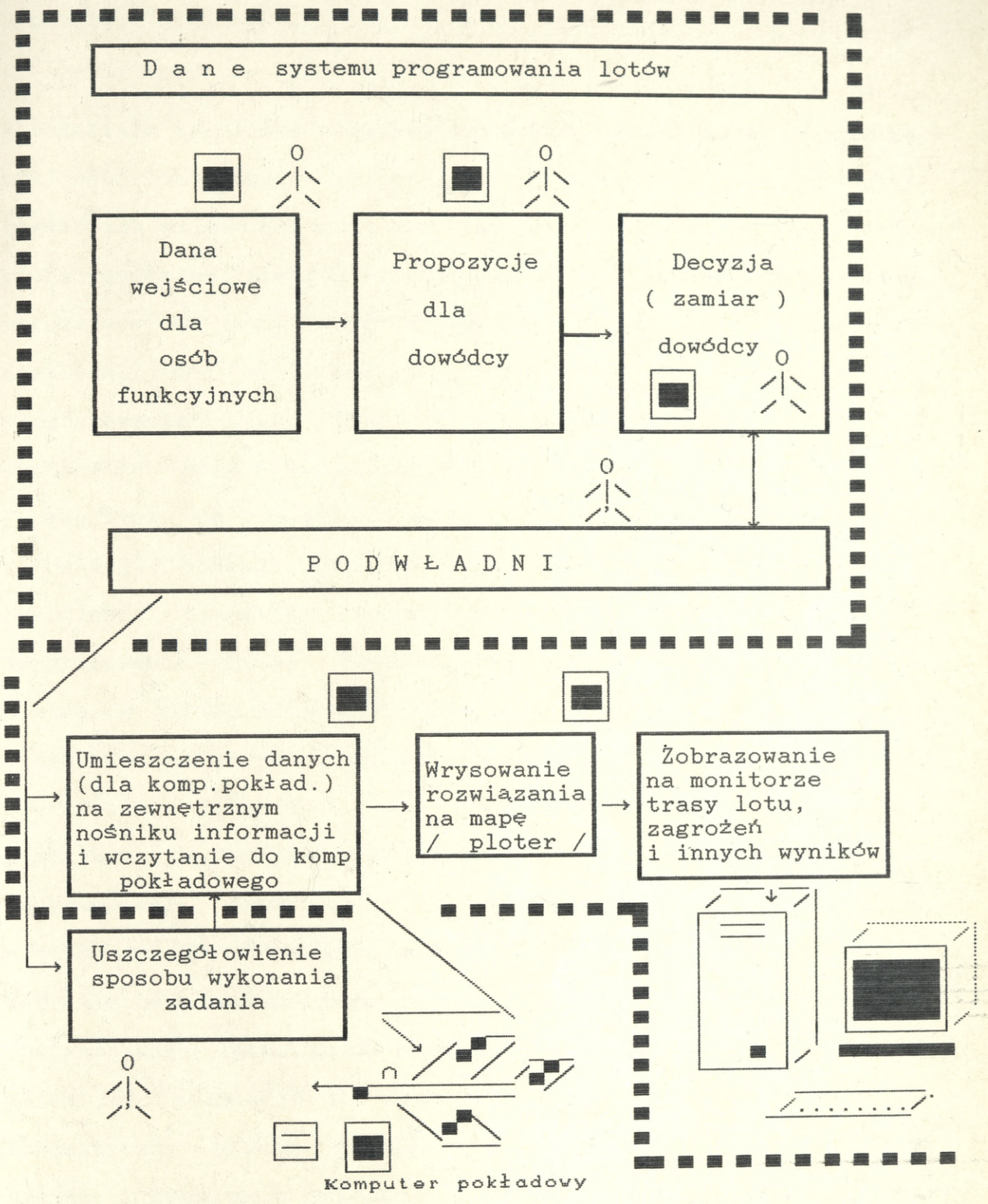
System programowania lotów może powstawać niezależnie od komputerów pokładowych, gdyż będzie zawierał wszystkie niezbędne informacje potrzebne do wykonania lotu, będąc zarazem bazą danych dla programu upakowującego dla komputera pokładowego.



Rys 19. Programowanie lotów bez systemu programowania lotów i komputerów pokładowych



Rys 20. Programowanie lotu bez "komputerowego systemu programowania lotów z wykorzystaniem komputerów pokładowych



Rys.21 Programowanie lotu z wykorzystaniem komputerowego systemu programowania lotów i komputerów pokładowych

W rozdziale tym autor rozprawy przdstawi wyniki badań lotnictwa myśliwsko-bombowego, myśliwskiego i rozpoznawczego. Pokazał obszar ich działania oraz określił problemy rozwiązywane przez osoby funkcyjne, scharakteryzował pożądane cechy oprogramowania wpływające na pracę osób funkcyjnych. Przedstawił wielkości niezbędne do zdefiniowania dla realizacji w systemie programowania lotów oraz obszar wykorzystania systemu i wynikające stąd ograniczenia. Analiza działalności osób funkcyjnych na szczeblu eskadry i pułku oraz przepływ informacji podczas programowania lotów były podstawą do określenia stanowisk funkcyjnych niezbędnych w procesie programowania lotów. Poddano analizie usytuowanie miejsca dowódcy w obiegu informacji zawierającej dane stałe i zmienne. Określono pożądany obieg informacji oraz pokazano mechanizm generowania propozycji dla dowódcy informacji. Dokonano przeglądu dostępnych komputerów przydatnych dla systemu programowania lotów oraz ich oprogramowania sieciowego i systemowego. Ustosunkowano się co do używanego systemu LOTNIA w zakresie możliwości jego wykorzystania dla potrzeb systemu programowania lotów oraz wskazano na niezbędne modernizacje celem jego adaptacji dla potrzeb systemu . Pokazano w sposób schematyczny proces programowania lotów z wykorzystaniem systemu i komputerów pokładowych.

Rozpatrywany obszar zainteresowania przedstawiony przez autora rozprawy w zakresie możliwości komputerowego programowania lotów i przeprowadzone w nim badania dały

rezultaty sformułowane w postaci następujących wniosków:

1) warunkami determinującymi programowanie lotów są przede wszystkim : zadania główne realizowane przez dany rodzaj lotnictwa, przyjęta metoda wypracowywania decyzji(metoda pracy kolejnej lub metoda pracy równoległej), istniejące struktury funkcjonalne oraz zbiory danych stałych i zmiennych;

2) zbiorem o szczególnym znaczeniu będzie komputerowa mapa terenu bezpośrednio wykorzystywana przez programy obsługujące zadania dla lotnictwa myśliwsko-bombowego i rozpoznawczego.

W sposób pośredni będzie wykorzystywana przez program symulacyjny oddziaływania przeciwnika na obiekty naziemne np. w programie wyboru prawdopodobnych kierunków nalotu. Będzie to szczególnie istotne dla lotnictwa myśliwskiego osłaniającego obiekty naziemne;

3) fazy lotu nad terenem zajętym przez wojska własne będą podobne i niezależne od rodzaju (lotnictwo myśliwsko-bombowe lub lotnictwo rozpoznawcze) lotnictwa. Istotne różnice w działaniach występują po przekroczeniu linii styczności bojowej;

4) wielkości niezbędne do wykonania obliczeń wariantów poszczególnych faz lotu oraz kryteria ich wyboru są możliwe do zdefiniowania;

5) decydentem w systemie jest dowódca któremu osoby funkcyjne przedstawiają propozycje rozwiązania problemu przynależnemu ich stanowisku pracy, podjęte z uwzględnieniem decyzji cząstkowych pozostałych stanowisk danego szczebla dowodzenia w zakresie programowania lotów. Jest możliwe aby osoba funkcyjna otrzymywała ze szczebla nadrzędnego od specjalistów w swojej

dziedzinie informacje udokładnione mające wpływ na proces programowania lotów;

6) dane stałe zawarte w pamięci komputera to przede wszystkim istniejące tabele i dane do metodyk obliczeń. Wiele z nich występuje w postaci wykresów i diagramów. Istnieje potrzeba bądź zamiany wykresu do postaci tabelarycznej lub opisania krzywej równaniem matematycznym;

7) programy realizujące obliczenia w systemie programowania lotów winny być tak skonstruowane aby umożliwiały:

   a) programowanie globalne;

   b) programowanie globalne z wariantowaniem możliwych zmian danych bazowych;

   c) programowanie z wprowadzeniem ograniczeń jako dodatkowych danych wejściowych;

   d) programowanie metodą kalkulacyjno-krokową;

   e) programowanie arbitralne;

8) istnieją systemy oprogramowań dla mikrokomputerów i ich sieci zdolnych zaspokoić wymagania systemu programowania lotów. Oferowane systemy opierają się na rozwiązaniach firm zagranicznych łącznie z polskim potentatem w tej dziedzinie jakim jest ELWRO;

9) jest możliwe wyposażenie systemu programowania lotów w odpowiedni sprzęt mikrokomputerowy i transmisji danych. Autor wnioskuje, że nie musi to być sprzęt produkcji krajowej.

10) wprowadzany system **LOTNIA** może być wykorzystany dla potrzeb systemu programowania lotów jako poczta elektroniczna . Obciążenie tego systemu dodatkowymi obliczeniami spowoduje

znaczne wydłużenie czasu oczekiwania abonenta na obsłużenie;

11) wyniki programowania mogą być w sposób automatyczny wrysowywane na mapę lub przekazywane na pokład samolotu do komputera pokładowego.

Tak więc treść sformułowanych wniosków w pełni potwierdza założenie, że istnieją możliwości stworzenia komputerowego systemu programowania lotów oraz zdefiniowania zbiorów danych i zadań realizowanych z wykorzystaniem tego systemu.

3. PROPOZYCJE KOMPUTEROWEGO SYSTEMU PROGRAMOWANIA LOTÓW

Proponowany system komputerowego programowania lotów został osadzony w rzeczywistości lotnictwa myśliwsko-bombowego, myśliwskiego i rozpoznawczego. Stąd przeznaczenie systemu, jego struktura i użytkownicy tych rodzajów lotnictwa są treścią niniejszego rozdziału. Autor ustosunkował się co do zbioru zadań i informacji niezbędnych do ich rozwiązania oraz do warunków użytkowania systemu. Miano świadomość, że nie wszystkie zadania zostaną dogłębnie sprecyzowane, lecz zostaną tylko zasygnalizowane z powodu ich złożoności i konieczności ich definiowania przez specjalistów z danej wąskiej dziedziny wiedzy. Pomimo to kilka zadań zostało praktycznie zrealizowanych i łącznie z wydrukami programów i opisem zbiorów danych zostało zamieszczone w załączniku do rozprawy.

Przedstawione propozycje zadań mają stać się natchnieniem i bazą informacyjną dla specjalistów materializujących niniejszą koncepcję komputerowego systemu programowania lotów.

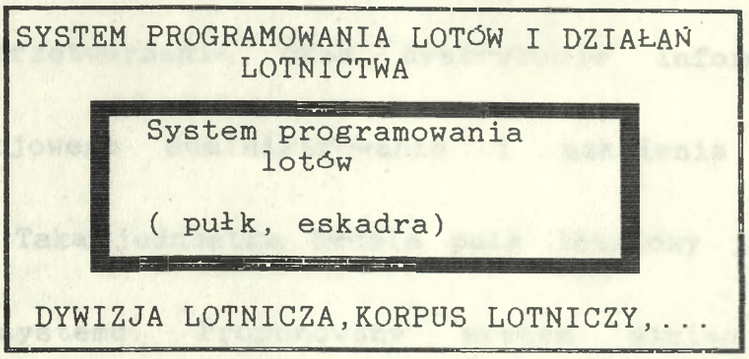
3.1 Przeznaczenie, użytkownicy, i ogólna struktura systemu programowania lotów

System programowania lotów zawierający w sobie sprzęt i oprogramowanie komputerowe ma być przeznaczony do programowania lotów w okresie szkolenia pokojowego oraz podczas działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego, myśliwskiego i rozpoznawczego.

Systemem tym będą się posługiwały osoby funkcyjne przygotowujące propozycje i plany lotów oraz personel dowódczo-sztabowy podejmujący decyzje i przygotowujący ludzi i

sprzęt do lotów .

Wyniki programowania uzyskiwane za pomocą systemu mają być optymalnymi decyzjami o lotach lub działaniach bojowych, danymi przydatnymi do programowania komputerów pokładowych statków powietrznych na konkretny lot. System ma być wykorzystywany przede wszystkim tam gdzie podejmowane są decyzje w zakresie parametrów przestrzennych lotu i wyboru użycia uzbrojenia, z uwzględnieniem szeregu warunków, czyli w pułku i eskadrze lotniczej. Przydatne byłoby jednak rozszerzenie funkcji proponowanego systemu o szczeble nadrzędne, łącznie z Dowództwem Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej . Wymagałoby to jednak określenia nowych zadań i dodania nowych zbiorów danych do zdefiniowanych w niniejszej rozprawie i wykraczających poza jej ramy. Autor uważa, że zawartość informacyjna zbiorów danych powinna wzrastać wraz ze wzrostem znaczenia szczebla dowodzenia, na którym ma być wykorzystywany. Oznacza to, że osoby funkcyjne np. pracujące na stanowiskach funkcyjnych w dywizji lotniczej winny być wyposażone w system programów i zbiorów danych pozwalających na rozwiązywanie zadań na tym stanowisku oraz na stanowiskach im odpowiadających na szczeblach podległych, do eskadry lotniczej włącznie. Przy takim ujęciu, proponowany system programowania lotów będzie częścią składową systemu przeznaczonego do programowania lotów i działań lotnictwa (rys.22) a sprzężenia informatyczne mogą mieć postać jak na rys.24.



Rys. 22 System programowania lotów jako podzbiór systemu programowania działań lotnictwa

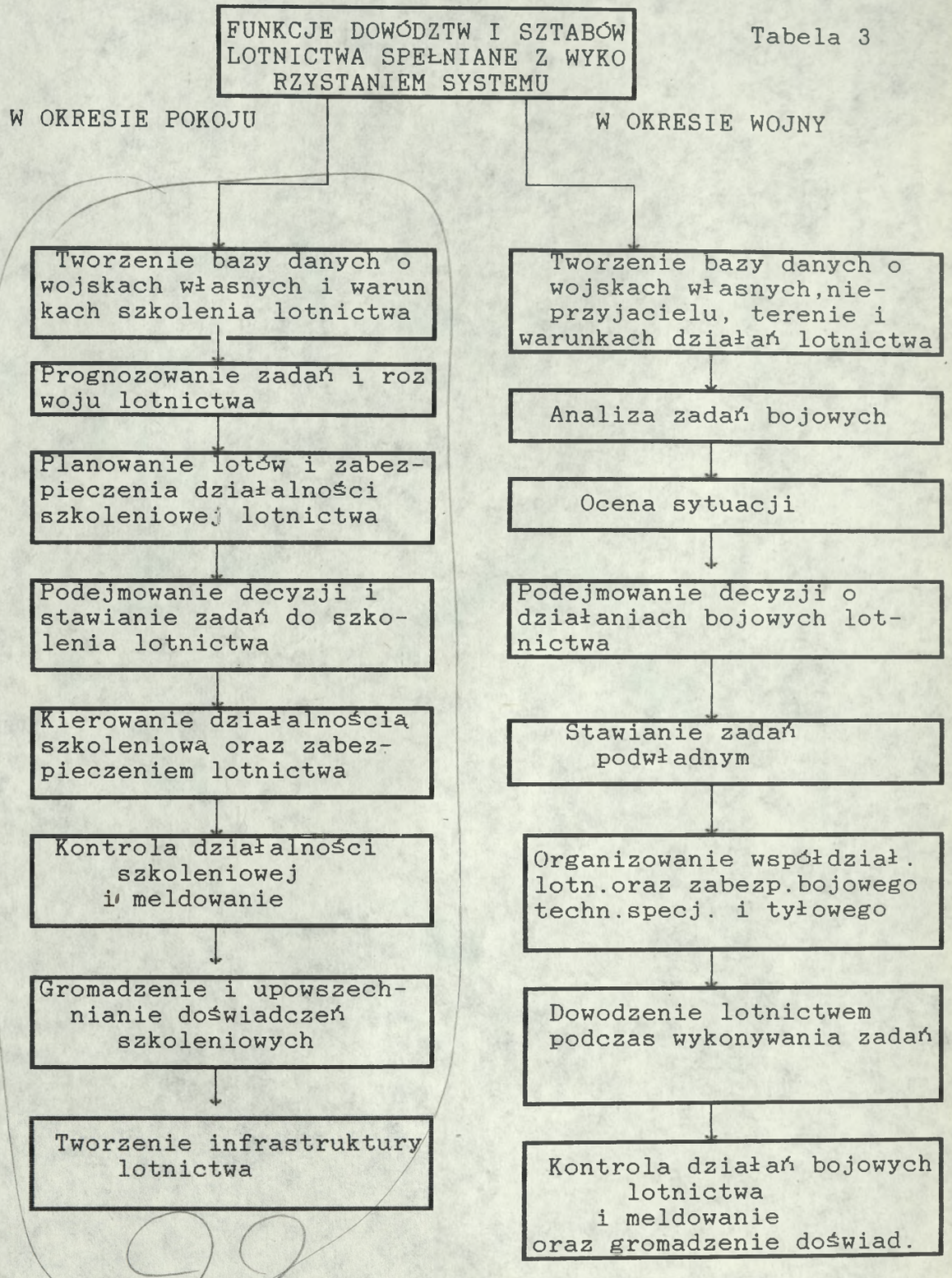
Programowanie lotów statków powietrznych dokonywane będzie w sztabach lotnictwa w których osoby funkcyjne obarczone są funkcjami przedstawionymi w tabeli 3 ([16]), z której bezpośrednio wynikają zadania realizowane przez system. Dlatego też miejsce systemu programowania lotów będzie w eskadrze, pułku i w mniejszym stopniu w dywizji lotniczej w miejscu stałej dyslokacji na lotniskach, stanowiskach dowodzenia oraz w dowództwach i uczelniach zajmujących się problematyką programowania lotów statków powietrznych, łącznie z Wydziałem OP Akademii Obrony Narodowej i WOSL.

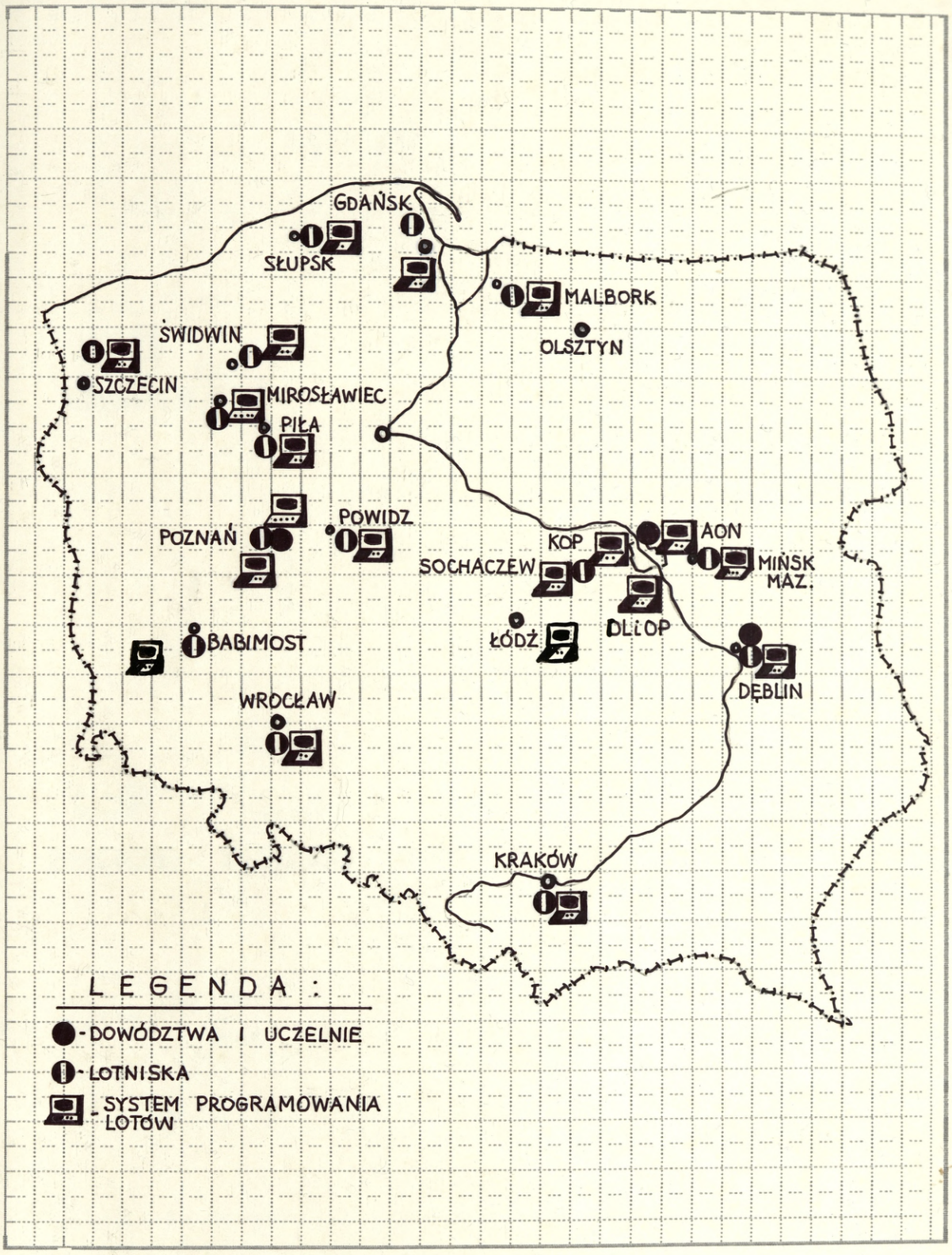
([16]) Programowanie lotów statków powietrznych w ramach naziemnego systemu przygotowania danych nawigacyjnych. ASG 1989

Prognozowana sieć stacjonarnych systemów programowania lotów przedstawia rys 23 . Proponowany system powinien zapewniać zbieranie, przetwarzanie oraz dystrybucję informacji dla potrzeb pokojowego administrowania i szkolenia jednostek lotniczych . Taką jednostką będzie pułk lotniczy jako główny użytkownik systemu. Proponowany system winien posiadać uniwersalną bazę danych i standardowe zbiory programów oraz jednakowe zestawy urządzeń komputerowych pod względem możliwości uruchamiania na nich oprogramowania. Będzie się opierał o łącza stacjonarne wykorzystywane w czasie pokoju.

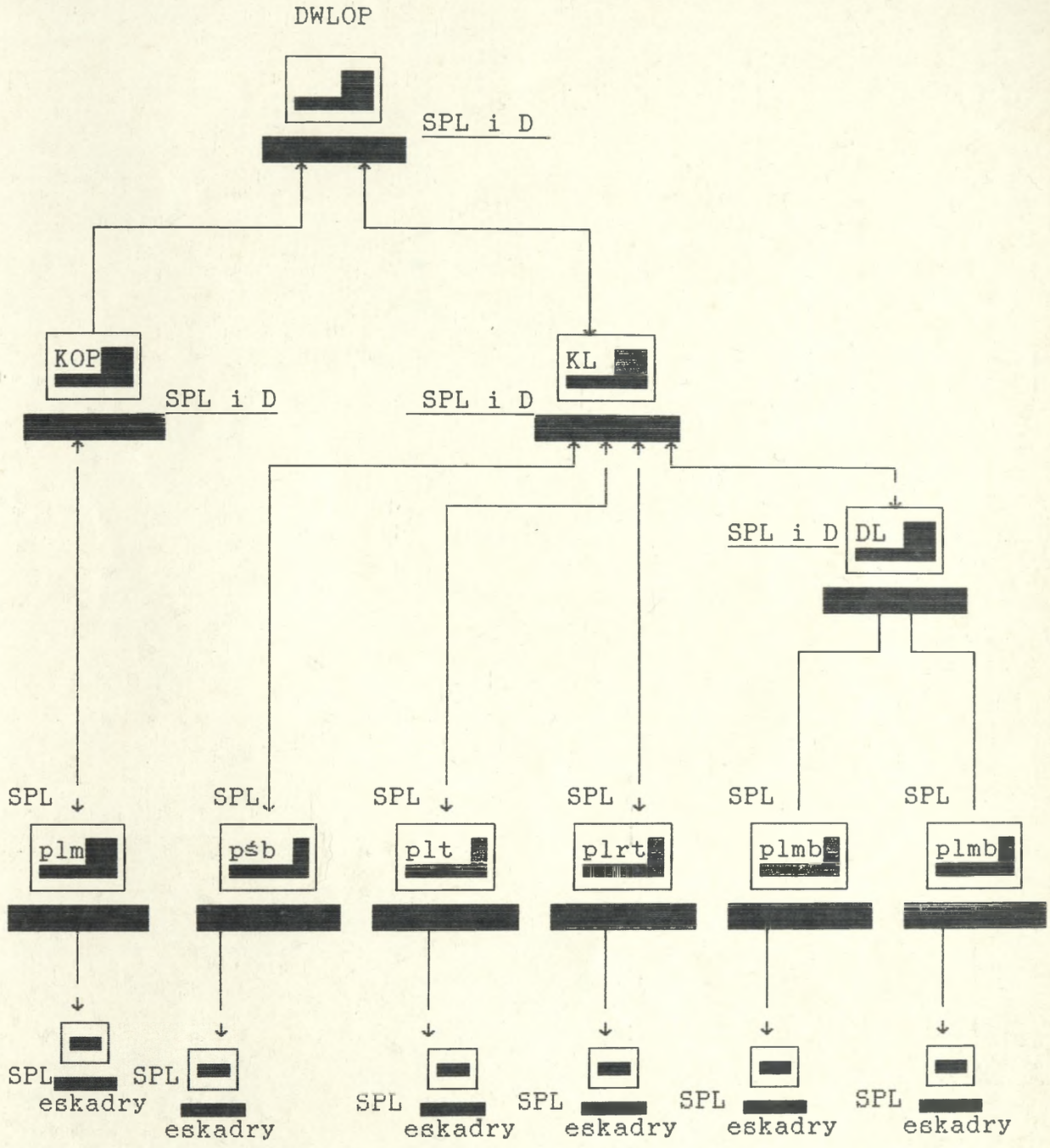
FUNKCJE DOWÓDZTW I SZTABÓW LOTNICTWA SPEŁNIANE Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU

Tabela 3





Rys.23 Prognozowana sieć stacjonarnych systemów programowania lotów



gdzie: SPL- system programowania lotów
SPL i D - system programowania lotów i działań

Rys.24 Sprzężenia informatyczne systemów programowania lotów i systemów programowania lotów i działań

Programy niezbędne do wykorzystania będą wczytywane do komputera z pamięci zewnętrznej, na przykład z dyskietek co pozwoli na wykorzystanie systemu niezależnie od zadań jakie wykonuje lotnictwo bazujące na danym lotnisku. W uczelniach wojskowych i akademiach, w zależności od tematów prowadzonych ćwiczeń, będą wykorzystywane odpowiednie zbiory programów, w zależności od treści ćwiczenia(programy dla LMB,LM,LR). Przesądza o tym zakres kształcenia absolwentów dla wszystkich rodzajów lotnictwa.

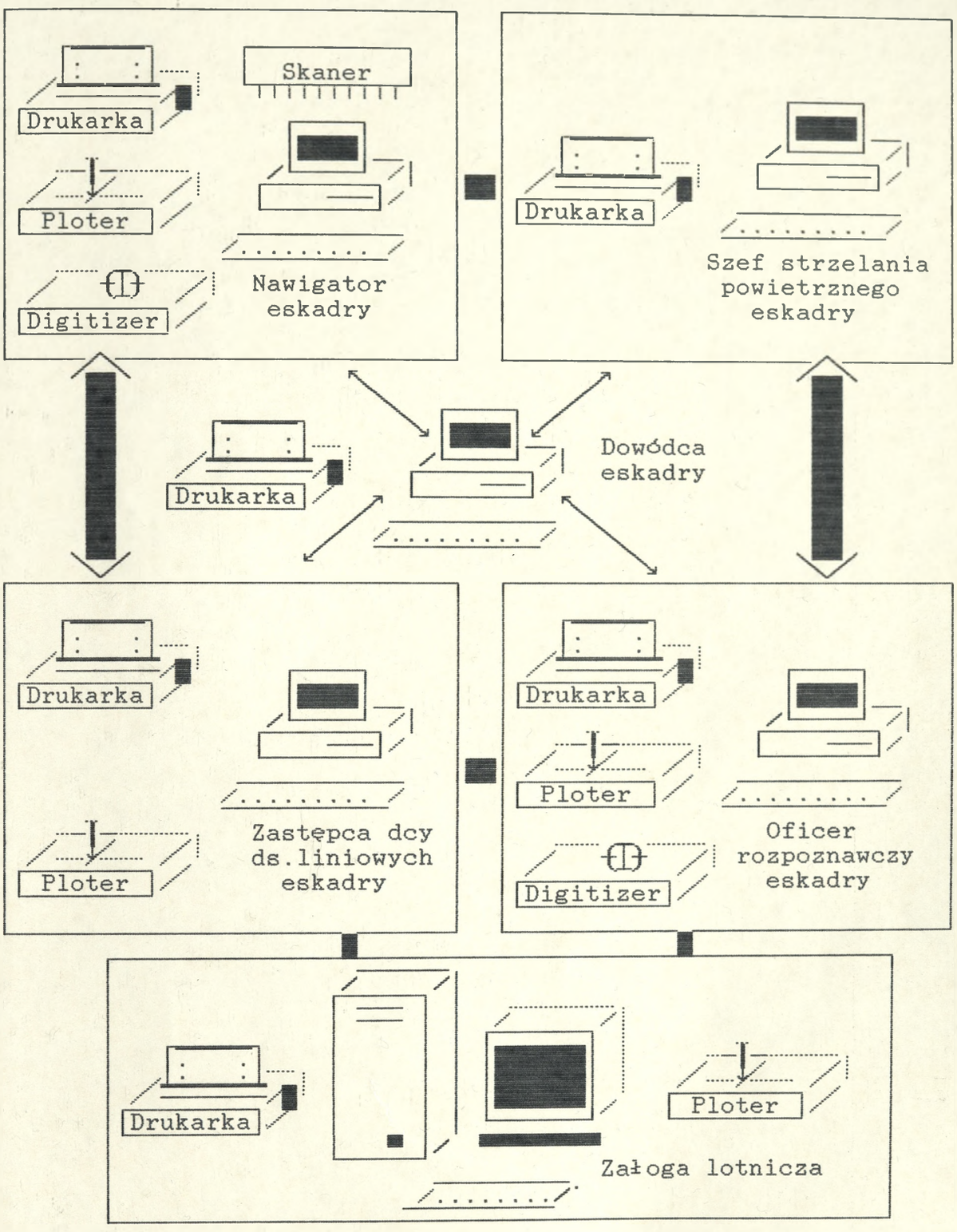
Jednolitość sprzętu to również możliwość dokonywania uzupełnień i jego wymiany w przypadkach uszkodzeń.
Dla potrzeb działań w warunkach wojennych wskazane jest, aby urządzenia te w takiej samej konfiguracji mogły być przemieszczane środkami transportowymi, stając się tym samym systemem polowym. Jedyną cechą różniącą go od systemu stacjonarnego jest to, że informacja z reguły będzie przesyłana środkami radiowymi i radioliniowymi, rzadziej łączami stałymi, oraz, że baza danych będzie zawierała dodatkowo informację o przeciwniku. Oprogramowanie systemu będzie uwzględniało podczas rozwiązywania zadań dodatkowo wszystkie ograniczenia wynikające z oddziaływania przeciwnika.

Użytkownikami systemu programowania lotów na szczeblu eskadry winni być: dowódca eskadry, nawigator eskadry, szef strzelania powietrznego, oficer rozpoznawczy, zastępca dowódcy ds. liniowych oraz załoga. Wszystkie osoby funkcyjne oprócz załogi aktywnie wpływają na proces podejmowania decyzji w zakresie programowania lotów. Natomiast załoga lotnicza będzie wykorzystywała system w zakresie symulacyjnym wykonania zadania,

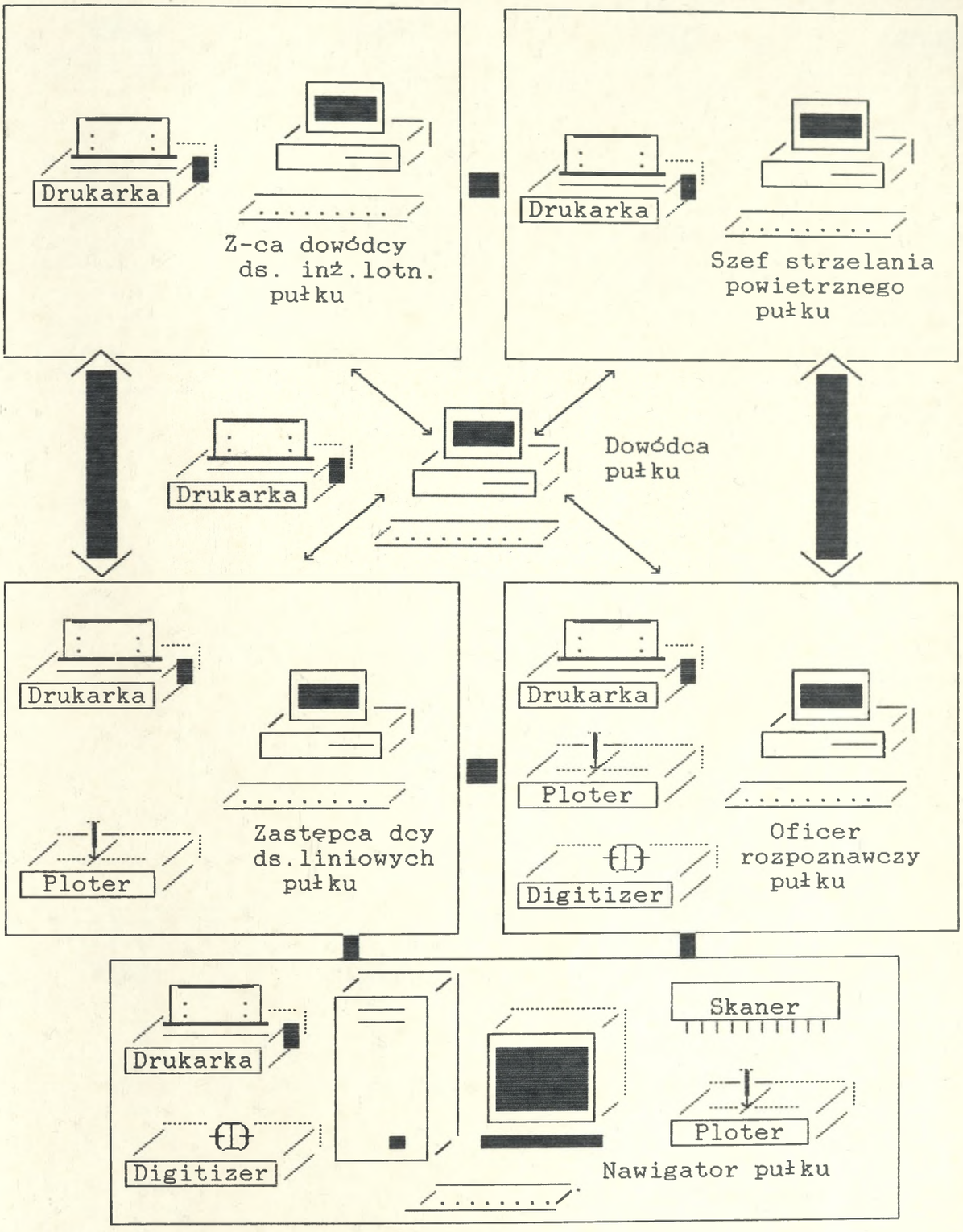
obserwując na ekranie komputera np. teren na trasie przelotu, przypuszczalne ugrupowanie obiektu przeciwnika, strefy rażenia aktywnych środków przeciwlotniczych itd. Załoga winna otrzymać od systemu gotowe dokumenty łącznie z wrysowaną na mapę trasą lotu.

Na szczeblu pułku stanowiska systemu programowania lotu winny mieć osoby funkcyjne będące w tych samych pionach specjalistycznych co osoby funkcyjne wymienione w eskadrze. Będą to: oficer rozpoznawczy, nawigator pułku, szef strzelania powietrznego, zastępca dowódcy ds. liniowych oraz dowódca. System ten ma być "nałożony" na istniejący system dowodzenia co pociąga za sobą konieczność przepływu informacji w systemie programowania lotów, tak jak w działającym systemie dowodzenia. Dlatego też struktura proponowanego systemu odpowiada hierarchicznej strukturze dowodzenia.(rys.25,26,27)

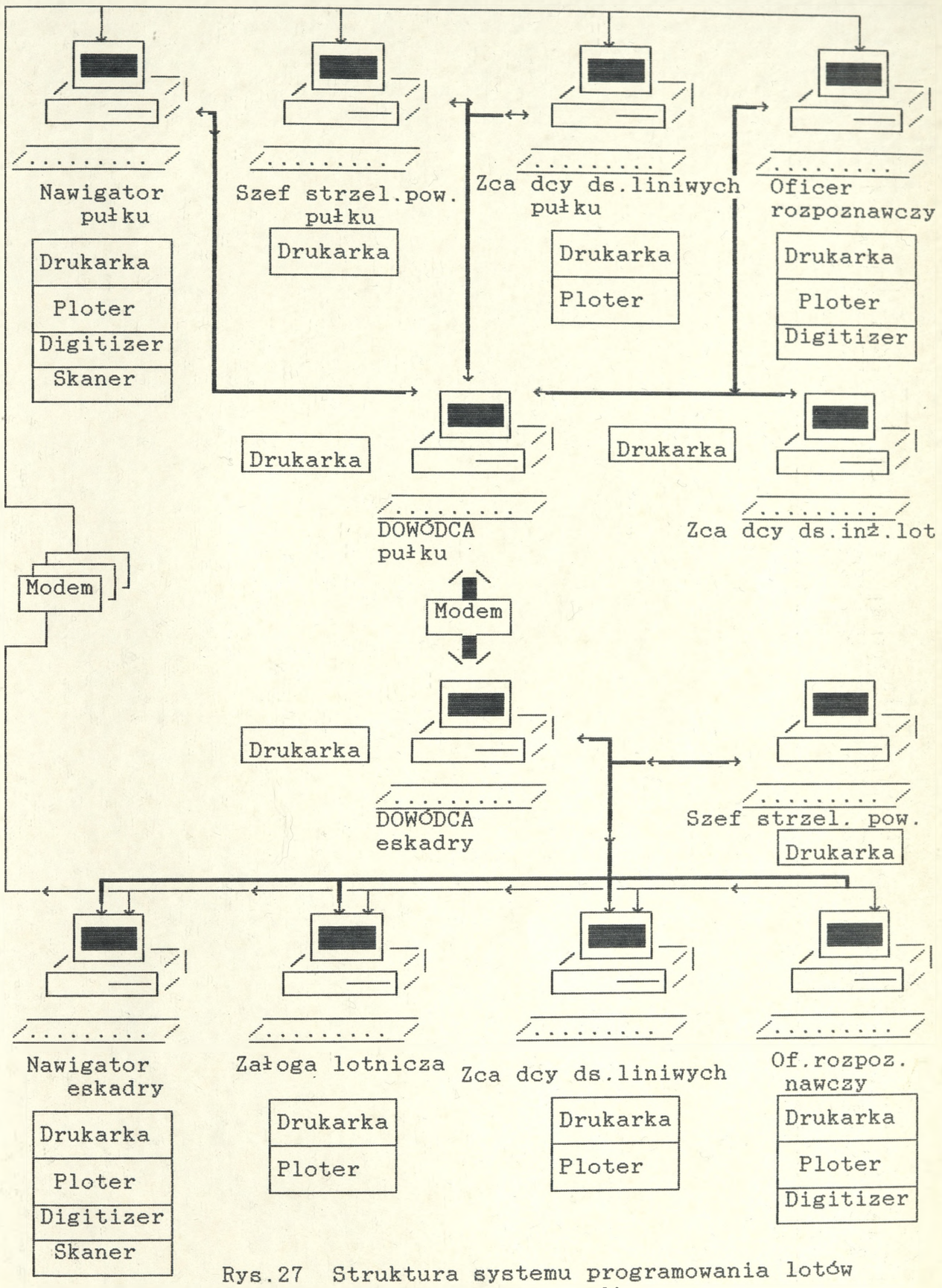
Autor biorąc pod uwagę różnorodne uwarunkowania przedstawił najbardziej funkcjonalną strukturę sieciową komputerów. Jej realizacja jest stosunkowo droga, lecz efekty jakie można uzyskać są współmierne do włożonych kosztów. Najważniejszą jednak zaletą takiego rozwiązania to przede wszystkim niezawodność, powodująca, że awaria dowolnego komputera nie eliminuje z działania całego systemu.



Rys.25 Struktura systemu programowania lotów dla eskadry



Rys.26 Struktura systemu programowania lotów dla pułku



Rys.27 Struktura systemu programowania lotów w ralacji eskadra - pułk

3.2 Zbiór zadań rozwiązywanych za pomocą systemu

Zadania realizowane przez system programowania lotów wymagają szybkiego dostępu do informacji zgromadzonych w bazie danych co powoduje, że istnieje konieczność wyposażenia systemu w odpowiednie procedury sterujące, wykorzystywane w okresie pokoju i spełniające zadania:

a) zapewnienie równoczesnego dostępu do informacji lub przyznawanie użytkownikom priorytetów w dostępie;

b) wprowadzanie nowych danych oraz uaktualnianie przez upoważnionych użytkowników informacji przechowywanych w bazie danych;

c) przetwarzania informacji zawartych w bazie danych, polegających na sporządzaniu odpowiednich zestawień informacji, niezbędnych do oceny możliwości bazy szkoleniowej i potrzeb szkoleniowych jednostek lotniczych;

d) selektywne odbieranie i transmitowanie oraz szyfrowanie i deszyfrowanie informacji w ramach systemu;

e) zobrazowanie żądanych zbiorów informacji na monitorach poszczególnych osób funkcyjnych lub za pomocą ogólnego projektora na dużym ekranie;

f) wykonywanie wydruków zbiorów informacji na życzenie użytkownika;

g) zabezpieczenie bazy danych przed próbami dokonywania operacji na zawartych w niej zbiorach informacji przez osoby nieupoważnione;

h) ewidencjonowanie tożsamości użytkowników i treści zmian przez nich dokonywanych w bazie danych;

i) rejestrowanie prób korzystania z systemu programowania lotów przez osoby nieupoważnione.

Okres pokojowy to przede wszystkim szkolenie przeprowadzane z uwzględnieniem optymalizacji decyzji o szkoleniu lotnictwa z wykorzystaniem założonego kryterium. W ramach procedur relizujących optymalizację decyzji mają być rozwiązywane następujące zadania;

a) sporządzanie optymalnych planów szkolenia lotniczego podległych załóg i jednostek w zadanym okresie szkoleniowym przy spełnieniu kryteriów warunkujących szkolenie;

b) sporządzanie tabel lotów (dla różnych warunków atmosferycznych) przy spełnieniu kryterium maksymalizacji liczby ćwiczeń realizowanych w określonym czasie i z użyciem najmniejszej ilości środków;

c) planowanie wykorzystania obiektów szkoleniowych oraz środków ubezpieczenia lotów;

d) planowanie przedsięwzięć w zakresie utrzymywania stałej gotowości bojowej i zabezpieczających osiąganie wyższej gotowości bojowej.

W zakresie racjonalnego doboru środków oraz sposobów wykonania zadań szkoleniowych system programowania lotów ma być narzędziem umożliwiającym planowanie realizacji zadań problemów cząstkowych poprzez realizację zadań:

a) określanie optymalnych warunków lotów zgodnie z treścią zadań szkoleniowych przy spełnieniu określonych kryteriów;

b) sporządzanie wstępnych obliczeń lotów dla danych ćwiczeń i warunków ich wykonania;

c) programowanie sposobów wykonywania ataków na poligonach

zgodnie z treścią ćwiczeń i warunkami bezpieczeństwa;

d) wykonywanie wstępnych obliczeń nawigatorskich na przechwycenie;

e) planowanie wykorzystania środków rażenia oraz warunków ich wykonania;

f) harmonizowanie lotów własnych z działalnością sąsiadów.

g) zbieranie informacji o warunkach atmosferycznych i niebezpiecznych zjawiskach atmosferycznych oraz o sytuacji lotniszkowej i poligonowej;

h) bieżące zliczanie i zobrazowanie czasu lotu załóg wykonujących aktualnie zadania w powietrzu;

i) sygnalizowanie przekroczenia ustalonego krytycznego czasu lotu dla danego statku powietrznego.

j) obliczanie i ewidencjonowanie czasu lotu poszczególnych załóg (eskadr) według warunków i zastosowań szkolno-bojowych;

k) zestawienia danych statystycznych o wynikach osiąganych w lotach szkolnych, zwłaszcza na zastosowanie bojowe;

l) obliczanie wskaźników obrazujących stronę ekonomiczną stosowanuych rozwiązań szkoleniowych;

m) sporządzanie meldunków o wykonywanych zadaniach szkoleniowych i ich przesyłanie do przełożonego.

Oprogramowanie systemu programowania lotów realizujące zadania okresu wojennego winno niewiele różnić się w sposobie korzystania z systemu. Będzie natomiast różniło się zbiorami danych. Musi zapewnić wypełnianie zadań przez dowóaztwa i sztaby w warunkach jakościowo odmiennych od czasu pokojowego. Większość zadań będzie podobna do tych realizowanych w okresie pokoju. Inne np. informacje z bazy danych szybko będą traciły

aktualność. W tych warunkach dodatkowo oprócz zadań realizowanych w okresie pokojowym konieczne będzie realizowanie zadań wyszczególnionych poniżej:

a) przetwarzanie informacji zawartych w bazie danych polegające na sporządzaniu zestawień informacji niezbędnych do ocenysytuacji bojowej w aspekcie optymalnego zadania bojowego (ocena przeciwnika, wojsk własnych,warunków działań bojowych);

b)sporządzanie kalkulacji czasu na organizację działań bojowych lotnictwa;

c)określanie możliwości pokonywania przeciwdziałania środków obrony przeciwlotniczej przeciwnika w rejonach planowych obiektów uderzeń (rozpoznania) na trasach dolotu;

d)określanie możliwości przeciwdziałania lotnictwa myśliwskiego przeciwnika na kierunkach działań lotnictwa własnego;

e)prognozowanie wariantów najbardziej prawdopodobnych modeli nalotów środków napadu powietrznego nieprzyjaciela na osłaniane obiekty;

f)obliczanie potrzebnej ilości sił do osiągnięcia nakazanych efektów rażenia obiektów uderzeń lub obliczanie oczekiwanych skutków działań ogniowych wydzielonymi siłami lotnictwa;

g) określanie potrzebnych rubieży wprowadzenia statków do walki w celu osłony nakazanych obiektów na prawdopodobnych kierunkach nalotu;

h)określanie możliwości wprowadzenia samolotów do walki na nakazanych rubieżach przy przewidywanych sposobach działań lotnictwa myśliwskiego (autor rozumie w tym przypadku określanie położeń rubieży wprowadzenia do walki samolotów

myśliwskich dla przyjętego modelu nalotu,a także obliczanie minimalnej wysokości od której możliwe jest wprowadzanie samolotów do walki na nakazanych rubieżach);

i)wytyczanie dyslokacji stref dyżurowania (potrolowania)w powietrzu do wykonywania zadań bojowych przy spełnianiu kryteriów minimalizacji czasu wejścia do walki lub minimalizacji odległości wysunięcia tych stref w kierunku spodziewanego nalotu.

j)obliczanie możliwości przestrzenno-czasowych danych grup samolotów lotnictwa myśliwsko-bombowego (rozpoznawczego) w prognozowanych warunkach działań bojowych;

k) obliczanie możliwości dyżurowania w powietrzu i na lotniskach lotnictwa myśliwskiego oraz lotnictwa myśliwsko-bombowego i rozpoznawczego;

l)obliczanie możliwości retranslacji informacji w sieciach radiowych dowodzenia lotnictwem.

Najniższym szczeblem dowodzenia który obejmuje system programowania lotów jest eskadra a w niej poszczególne załogi wykonujące loty. Zadania dla poszczególnych wykonawców formułowane są na podstawie decyzji o działaniach bojowych, zawierającej następujące zadania:

a) wyznaczenie wykonawców zadań: określenie celów i obiektów działań , czasów i rejonów wykonywania zadań;

b) sporządzania (drukowanie, kreślenie) dokumentów rozkazodawczych i wręczanie lub przesyłanie ich do podwładnych;

c)planowanie tras lotów, manewrów oraz sposobów atakowania celów naziemnych i powietrznych;

d)stawianie zadań podwładnym przez transmitowanie lub

wręczanie tekstów, map i schematów graficznych oraz udzielanie dodatkowych wytycznych.

Przedstawione powyżej zadania realizowane w warunkach pokoju jak i wojny są z konieczności przedstawione w sposób hasłowy. W etapie realizacji systemu każde z nich będzie musiało być dokładnie opisane przez specjalistów zajmujących się danymi obszarami wiedzy.

3.3 Zbiory informacji niezbędne do rozwiązywania zadań programowania informatycznego lotów

Zadania realizowane przez system programowania lotów zdefiniowane w poprzednim podrozdziale mogą być zrealizowane przy istnieniu informacji zdolnych je zasilać z bazy danych. Dlatego też proponowana baza danych winna zawierać:

1) dane z rozkazów dowódców nadrzędnych szczebli dowodzenia normujących szkolenie lotnictwa w danym okresie. Istnieją możliwości worowadzenia informacji do komputera z dokumentu źródłowego. Pierwsza z nich opiera się na utworzeniu sformalizowanych dokumentów dokumentów źródłowych mogących być w sposób automatyczny dekodowanymi i wprowadzanymi do pamięci komputera. Druga metoda polega na wprowadzeniu danych z dokumentu przez operatora przy pomocy klawiatury komputera lub wykorzystując inne urządzenie techniczne na przykład skaner;

2) dane o planach szkolenia oddziałów, związków, i indywidualnych planach dzisiaj szkolenia załóg w powietrzu oraz o parametrach realizacji ćwiczeń (wprowadzanie informacji jak w punkcie 1);

3) parametry i warunki realizacji ćwiczeń zdeterminowane programami szkolenia lotniczego dla załóg określonych typów samolotów;

4) informacje o poszczególnych załogach, ich wyszkoleniu, uprawnieniach,ogólnym nalocie, stanie treningu i planowanych ćwiczeniach;

5) imienne wykazy i poziom wyszkolenia oraz aktualne uprawnienia naziemnego personelu nawigatorskiego jednostki własnej i jednostek podległych;

6) dane jakościowo-ilościowe samolotów i śmigłowców oraz dane o ich aktualnym stanie;

7) aktualny stan i wyposażenie punktów naprowadzania;

8) stan i wyposażenie w środki ubezpieczenia lotów poszczególnych lotnisk bazowania i lotnisk zapasowych oraz związane z tym warunki wykonywania lotów;

9) dane o poligonach lotniczych (charakterystyki, rozmieszczenie celów, warunki wykonywania zadań);

10) dane metodyki obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych, dla wszystkich typów samolotów będących w wyposażeniu lotnictwa;

11) warunki atmosferyczne w czasie organizacji lotów i podczas ich wykonywania;

12) dane metodyki obliczeń elementów manewrowania samolotu w płaszczyźnie poziomej i pionowej;

13) dane metodyki określania warunków lotu wpływających na obliczenie takich parametrów lotu jak:
wysokość lotu, prędkość lotu, czas,dopuszczalne rejony, sposób startu, sposób wykonania zbiórki, manewr w rejonie celu, możliwe metody atakowania obiektów, warunki manewrów do lądowania;

14) czynności załóg i personelu naziemnego w wypadkach szczególnych.

W czasie działań wojennych baza danych winna być rozszerzona o informacje związane z przeciwnikiem takie jak:

1) rozmieszczenie, wyposażenie i skład oraz normy taktyczne wojsk lądowych przeciwnika. W zakresie wprowadzenia informacji o dyslokacji należy wykorzystać urządzenie zwane digitizerem;

2) charakterystyka ważnych elementów ugrupowania bojowego przeciwnika ze sklasyfikowaniem ważności elementów składowych z punktu widzenia ciągłości pracy obiektu;

3)rozmieszczenie i możliwości bojowe naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej;

4)rozmieszczenie i możliwości systemu wykrywania i dowodzenia lotnictwem myśliwskim przeciwnika;

5) skład, wyposażenie i miejsca bazowania lotnictwa przeciwnika;

6) możliwości przestrzenno-czasowe i bojowe samolotów przeciwnika;

7) możliwości środków walki radioelektronicznej przeciwnika i jego dyslokacja;

8) dane o stosowanych przez przeciwnika lotniczych środkach rażenia oraz o taktyce działań lotnictwa;

9) ugrupowanie bojowe wojsk własnych w tym i środków obrony przeciwlotniczej wojsk własnych;

10) ugrupowanie bojowe oraz strefy ognia własnych wojsk rakietowych;

11) warunki bazowania własnego lotnictwa;

12) rejony działań, obiekty uderzeń, warunki i czasy wykonywania zadań przez sąsiadów;

13) stan i poziom wyszkolenia personelu latającego w

wykonywaniu zadań bojowych z uwzględnieniem możliwości użycia przez nich danego systemu uzbrojenia;

14) dane o położeniu nakazanych i możliwych rubieżach wprowadzenia lotnictwa myśliwskiego do walki, zasięgi lotów oraz granice przestrzenne pola radiolokacyjnego i łączności dowodzenia;

15) wielkości wejściowe metodyki obliczeń sił lotnictwa myśliwskiego potrzebnych do dyżurowania, do zwalczania środków napadu powietrznego przeciwnika oraz oczekiwanych rezultatów działań bojowych lotnictwa myśliwskiego zwalczających te środki;

16) parametry wejściowe oraz dane metodyki obliczeń warunków lotu i manewrów w celu pokonania przeciwdziałania systemu obrony przeciwlotniczej przeciwnika;

17) parametry wejściowe oraz dane metodyki obliczeń oczekiwanych rezultatów działań lotnictwa uderzeniowego(Załącznik - dane wejściowe, algorytm, program, wyniki obliczeń);

18) parametry wejściowe oraz dane metodyki obliczeń elementów formowania i rozformowania ugrupowań bojowych;

19) parametry wejściowe oraz dane metodyki obliczeń wykonywania zbiórek;

Danymi które sprawiały i w dalszym ciągu sprawiają najwięcej problemów to zbiory informacji które powinna zawierać "mapa elektroniczna" ([18]).

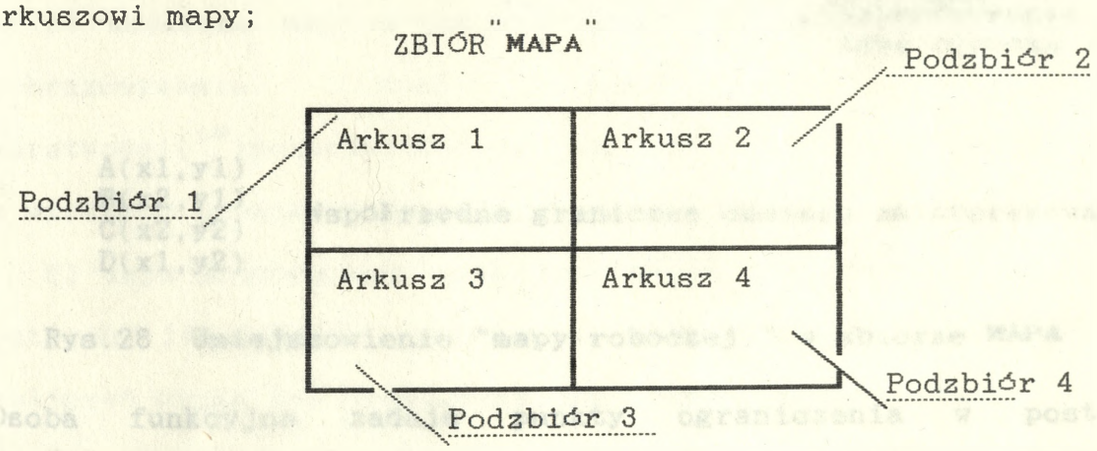
([18])Pod pojęciem " mapy elektronicznej" autor rozumie odwzorowany w pamięci komputera teren wraz z wszystkimi jego cechami.

Na podstawie przeprowadzonych badań w postaci analiz nad wymogami jakie mapa komputerowa powinna spełniać dla potrzeb systemu programowania lotów, oraz eksperymentów z wykorzystaniem programu umożliwiającego wprowadzanie do komputera przy pomocy digitizera pewnych elementów terenowych, autor sformułował następujące ogólne wymogi sformułowane poniżej.

W banku danych powinien znajdować się zbiór np. o nazwie **MAPA** reprezentujący sobą dane odwzorowujące teren w pamięci komputera. W celu optymalnego zorganizowania "systemu map " w pamięci komputera pozwalającego na korzystanie z dowolnych jej fragmentów przyjęto następujące założenia:

1) mapa elektroniczna uzyskana w etapie jej tworzenia zapisywana jest na zewnętrznym nośniku informacji;

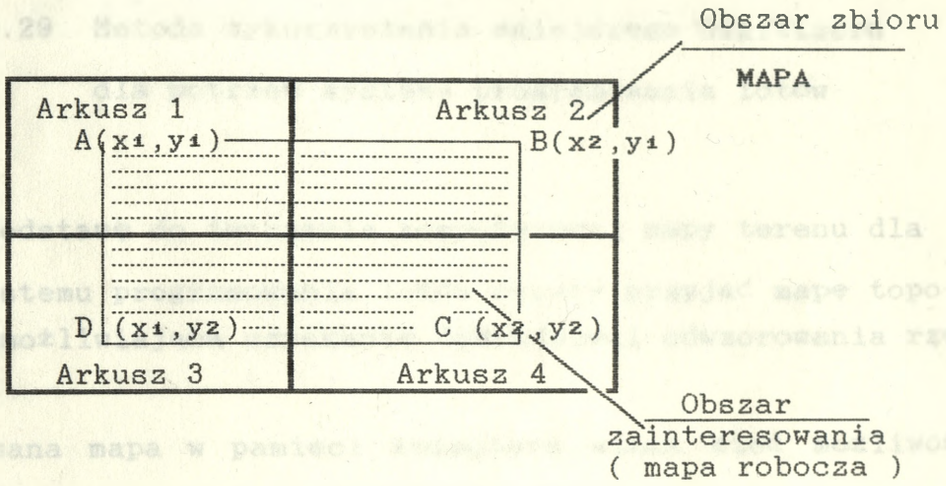
2) zbiór **MAPA** zawiera podzbiory odpowiadające jednemu arkuszowi mapy;



Obszar zawarty na czterech arkuszach (jak na rysunku) odpowiada czterem podzbiorom. Wielkość pamięci potrzebna do zapisania zawartości arkusza mapy tradycyjnej będzie uzależniona od przyjętej metody zapisu do komputera oraz od

dokładności odwzorowania terenu.

3) Programy obsługujące bazę danych powinny mieć możliwość stworzenia w pamięci komputera " mapy roboczej" będącej odzwierciedleniem obszaru zainteresowania np. pułku. Mapę roboczą będzie stanowić informacja zawarta na jednym arkuszu mapy lub dowolny obszar ograniczony punktami o współrzędnych zadanych przez osobę funkcyjną.Pokazano to na rys. 28 .

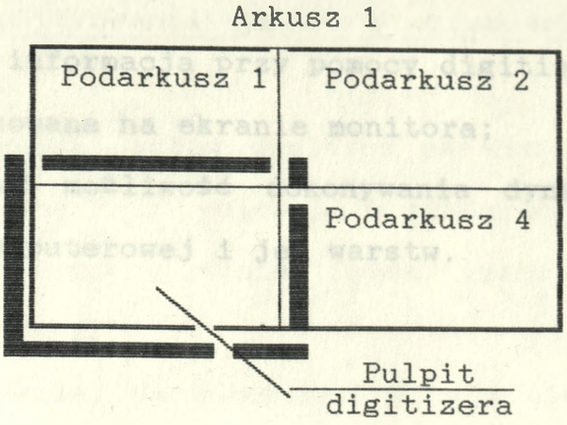


A(x1,y1)
B(x2,y1)
C(x2,y2)
D(x1,y2)

Współrzędne graniczne obszaru zainteresowania

Rys.28 Umiejscowienie "mapy roboczej " w zbiorze MAPA

Osoba funkcyjna zadaje punkty ograniczenia w postaci współrzędnych punktów oznaczonych na rys.28 A,B,C,D przy pomocy digitizera. Wymagania w tym zakresie dotyczą przede wszystkim digitizera którego wymiary pulpitu roboczego winny być nie mniejsze od przyjętego arkusza mapy. W przypadku stosowania digitizera o mniejszych wymiarach należy przyjąć umowny podział arkusza na " podarkusze" mające wymiar nie większy od stosowanego pulpitu digitizera (Rys.29)



Rys.29 Metoda wykorzystania mniejszego digitizera dla potrzeb systemu programowania lotów

4) Za podstawę do tworzenia komputerowej mapy terenu dla potrzeb systemu programowania lotów należy przyjąć mapę topograficzną umożliwiającą uzyskanie dokładności odwzorowania rzędu 100 metrów.

5) Zapisana mapa w pamięci komputera winna mieć możliwość zobrazowywania swej zawartości w postaci warstwowej([19])pozwalającej na nakładanie ich na mapę utworzoną z warstwic będącą osnową mapy komputerowej;

6) mapa komputerowa jest traktowana jako obszar płaski dla potrzeb lokalizacji położenia, natomiast dla pozostałych obliczeń winna być traktowana jako obszar przestrzenny.

7) utworzone " warstwy taktyczne " (wojsk własnych i przeciwnika) mają być nakładane na mapę i na żądanie osoby funkcyjnej mogą być zobrazowane na technicznym urządzeniu zobrazowania, na tle np. innych warstw.

8) wprowadzona informacja przy pomocy digitizera winna być natychmiast zobrazowana na ekranie monitora;

9) musi istnieć możliwość dokonywania dynamicznych zmian zawartości mapy komputerowej i jej warstw.

([19]) Pod pojęciem warstwy mapy autor rozumie zbiór elementów o tych samych cechach np. warstwa rzek, zbiór lasów , zbiór przedmiotów charakterystycznych mogących być zauważonymi przez pilota podczas nawigowania statkiem powietrznym.....

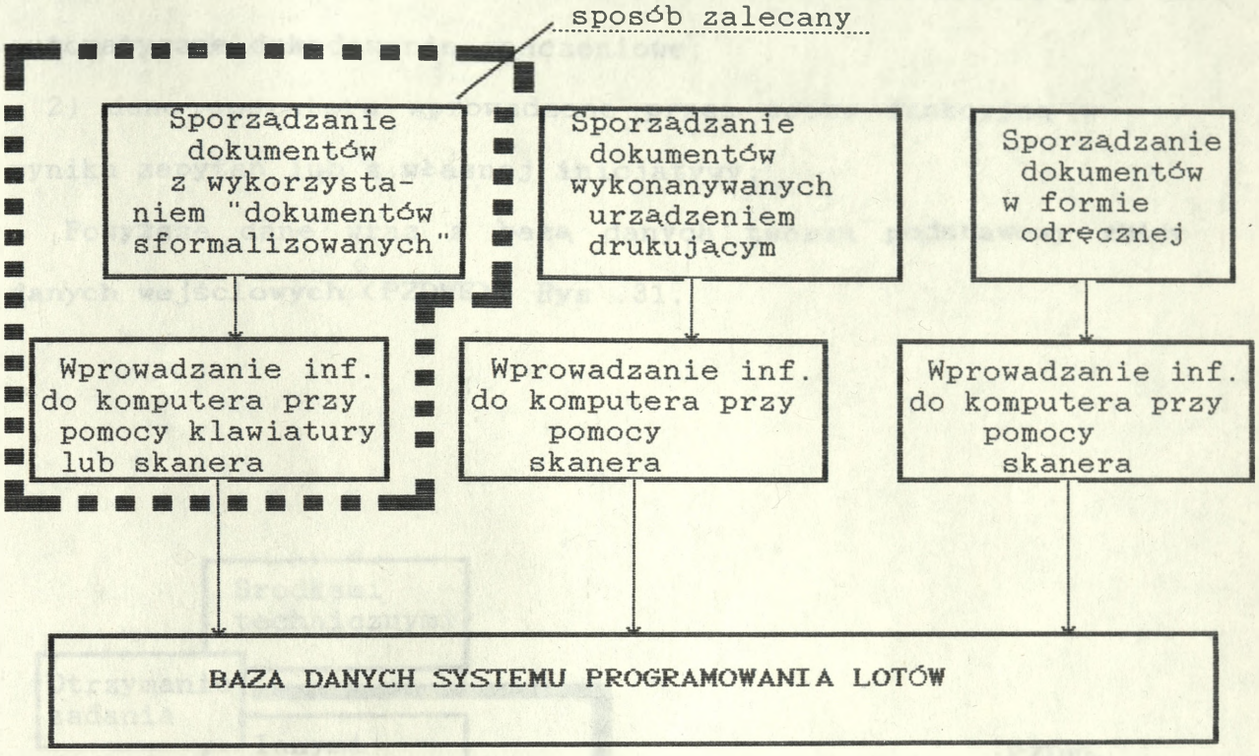
3.4 Warunki użytkowania systemu programowania lotów

System programowania lotów powinien składać się z zestawów aparatury stacjonarnej i polowej posiadających analogiczną konfigurację techniczną. Różnice będą występowały tylko w warunkach pracy systemu.

Przyjęcie założenia, że komputer wraz z oprogramowaniem ma być na stanowisku pracy "narzędziem" dla osoby funkcyjnej w istniejących strukturach dowodzenia, powoduje, że nie zakłada się dodatkowej obsługi dla eksploatacji systemu. Dotyczy to także systemów łączności. Przyszłe sieci komputerowe systemu powinny być tworzone siłami istniejących struktur łączności.

W zależności od przyjętego do realizacji rozwiązania w postaci sieci komputerowej lub systemu wielodostępnego będzie większa lub mniejsza " samodzielność " stanowisk pracy. W przypadku wielodostępnego systemu komputerowego nie można przeprowadzać kalkulacji czy obliczeń dla potrzeb indywidualnego szkolenia bez włączania komputera centralnego. Natomiast w systemie sieciowym każde stanowisko pracy może pracować niezależnie od innych, co oznacza możliwość szkolenia indywidualnego bez konieczności pracy innych stanowisk roboczych. Korzystnym czynnikiem podczas użytkowania systemu będzie dobra znajomość w posługiwaniu się klawiaturą komputera podczas wprowadzania danych wejściowych. Przy słabej umiejętności posługiwania się klawiaturą korzystnym warunkiem będzie utworzenie dokumentu sformalizowanego([20]) oraz wczytywanie go przy pomocy skanera lub wręcz wczytywanie dokumentu napisanego pismem ręcznym.

Rozwiązanie z pismem ręcznym jest niekorzystne (aczkolwiek możliwe do zrealizowania) gdyż uniemożliwia to automatyczne dekodowanie informacji. Autor ocenia, że mimo tej niekorzystnej cechy opcja taka winna mieć miejsce w systemie.(Rys.30.).



Rys.30 Możliwe sposoby wprowadzania informacji do bazy danych w zakresie zadaniowo-decyzyjnym

W systemie należy przyjąć zasadę minimalnego absorbowania osoby funkcyjnej w zakresie wprowadzania danych, podczas

---

([20])Pod pojęciem dokumentu sformalizowanego autor rozumie dokument pisany (drukowany), w którym poszczególnym określonym pozycjom precyzyjnie przypisano znaczenia pojęciowe

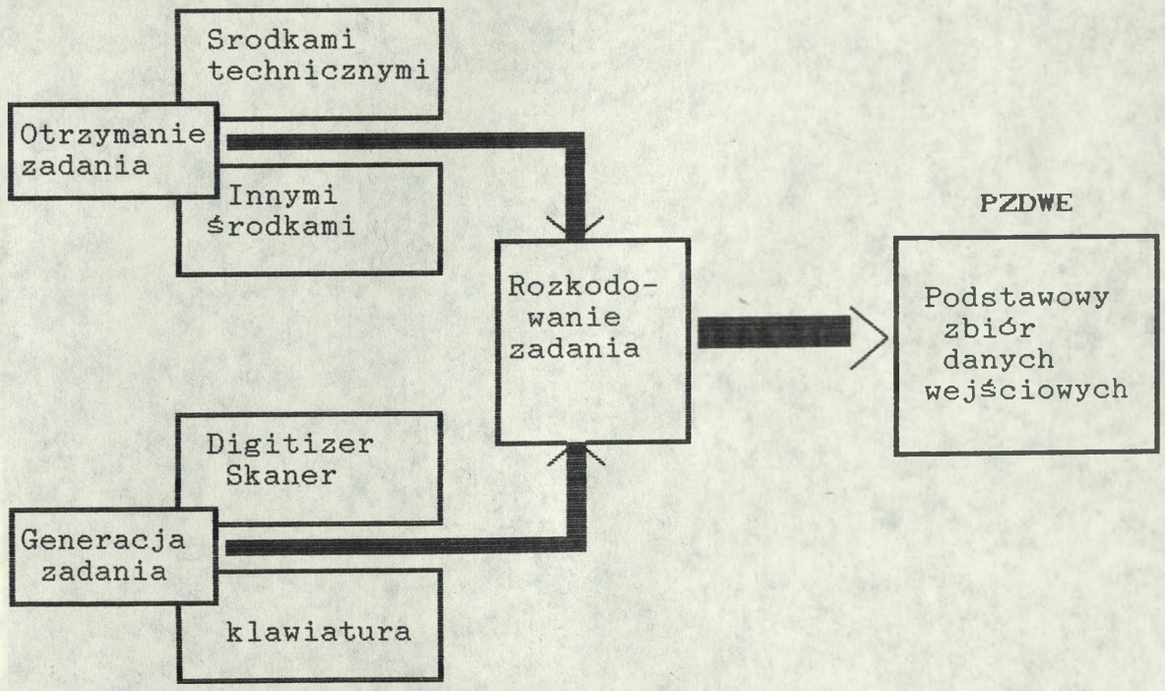
inicjacji systemu i realizacji procedur (programów).

Użytkownik będzie dostarczał dla potrzeb systemu dane dwojakiego rodzaju:

1) dane wejściowe otrzymane ze szczebla nadrzędnego lub wygenerowane na danym stanowisku pracy. Pożądaną metodą jest ich automatyczne dekodowanie znaczeniowe;

2) dane operatora wprowadzane przez osobę funkcyjną w wyniku zapytań lub z własnej inicjatywy;

Powyższe dane wraz z bazą danych tworzą **podstawowy zbiór danych wejściowych (PZDWE).** Rys .31.



Rys.31 Możliwości generowania zbioru danych wejściowych dla systemu

Tworzenie podstawowego zbioru danych wejściowych realizowane jest z udziałem programów tworzących szkielet systemu programowego, którego użytkowanie opiera się o następujące zasady:

a) procedury (programy) są wywoływane przez nazwę lub automatycznie przez system programowania lotów, a wymagane wielkości niezbędne do obliczeń pobierane są ze wspólnej bazy danych. Wybór programu do realizacji zależy od osoby funkcyjnej lub od konstrukcji programu sterującego w zależności od przyjętego sposobu programowania.(programowanie globalne,...);

b) program sterujący systemu programowania lotów powinien być ukierunkowany w swej konstrukcji na kompleksowe rozwiązanie problemu. Może być wywoływany przez nazwę procedury inicjującej uruchamiającej procedury następne. Komunikacja z programem winna się odbywać metodą interakcyjną z maksymalnym wykorzystaniem standardowych zestawów danych. Należy dążyć do minimalizacji poziomu absorbowania osoby funkcyjnej podczas realizacji programu;

c) osoba funkcyjna wybiera metodę obliczeń w postaci cząstkowego lub globalnego rozwiązywania zadania.

Realizacja powyższych zasad wymaga aby wszystkie nazwy procedur wchodzących w danym kroku w skład programu realizującego dane zadanie, było rozwijane w postaci "menu" i "okienek", a dane pobierane z bazy danych winny tworzyć zestawy standardowe, przy pobieraniu których operator nie będzie angażowany. W przypadku zaistnienia sytuacji szczególnych (przy

istniejących ograniczeniach) dane winny być korygowane przez osoby funkcyjne na podstawie zobrazowanego wykazu danych mogących ulec zmianie (np. przyjmuje się, że nawigacyjny zapas paliwa wynosi 10% całości paliwa.W warunkach szczególnych system winien zasygnalizować tę wielkość jako możliwą do zmiany, a osoba funkcyjna winna zmienić jej zawartość.)

W zakresie sprzętowym system programowania lotów tworzy rozgałęzioną sieć mikrokomputerów oraz urządzeń peryferyjnych połączonych liniami transmisyjnymi łączącymi poszczególne ogniwa w jeden układ przestrzenny. Linie te mogą tworzyć system transmisji danych opartych o wspomniane już środki łączności będące w wyposażeniu WLiOP. Linie transmisyjne muszą mieć zróżnicowany charakter z uwagi na różne ich przeznaczenie i pożądane właściwości. Dlatego też w zależności od zasięgu przesyłania informacji linie te będą tworzyły grupy:

a) lokalnych linii abonenckich;

b) lokalnych linii międzykomputerowych;

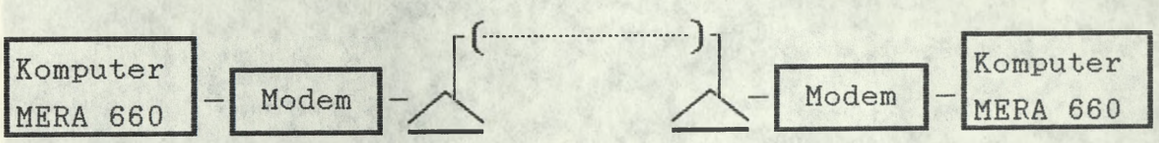
c) dalekosiężnych linii międzykomputerowych.

Do linii lokalnych będą należały te linie których zasięg ograniczać się będzie do obszaru jednego elementu ugrupowania bojowego lotnictwa wyposażonego w system programowania lotów. Elementem tym będzie np. lotnisko czy stanowisko dowodzenia. Z analizy rozwiązań praktycznych wynika, że zasięg tych linii średnio wynosi do pięciu kilometrów. Do tej klasy zaliczają się połączenia pomiędzy mikrokomputerami a urządzeniami peryferyjnymi oraz między mikrokomputerami.

Trzecią grupę stanowią połączenia pomiędzy poszczególnymi elementami ugrupowania bojowego wojsk lotniczych odległymi od

siebie do 200 kilometrów w strefie frontowej i do 700 kilometrów w okresie pokoju. Do tych linii będzie zaliczało się również połączenie pomiędzy komputerem pokładowym samolotu a systemem programowania lotów. O ile w liniach dalekosiężnych przesyłających sygnał analogowy stosuje się wzmacniaki wzmacniające sygnał, to w liniach przesyłających sygnały cyfrowe zaleca się stosowanie urządzeń zwanych regeneratorami, ponieważ odtwarzają one jeden z dwu możliwych stanów logicznych sygnału cyfrowego tj. stan logiczny "zero" i stan logiczny "jeden".

Badania przeprowadzone podczas ćwiczeń **KROGULEC - 90** w zakresie możliwości transmisji informacji wykazały poprawność przeprowadzonej transmisji pomiędzy komputerami będącymi w znacznym oddaleniu od siebie z wykorzystaniem środków łączności. (rys.32)



Rys 32 Przykład przesyłania informacji cyfrowej pomiędzy komputerami

Wykorzystanie środków radiowych w celu obsłużenia systemu programowania lotów w zakresie transmisji informacji będzie miało miejsce pomiędzy naziemnymi systemami programowania lotów oraz w relacji pomiędzy naziemnym systemem a statkiem

powietrznym. Dla potrzeb transmisji pomiędzy elementami systemu programowania lotów mogą być użyte radiostacje średniej lub małej mocy, pracujące w zakresie fal krótkich lub ultrakrótkich. Dla potrzeb transmisji danych pomiędzy samolotem a systemem możliwe jest stosowanie radiostacji o szczególnych cechach konstrukcyjnych pozwalających na ich funkcjonowanie na pokładzie statków powietrznych. Stacje te pracują w pasie fal ultrakrótkich. W tabeli nr 4[22] przedstawiono typy radiostacji. oraz ich możliwości w zakresie przenoszenia sygnałów cyfrowych. Spośród wymienionych środków uwagę zwracają radiostacje **TUBEROZA**, w których zastosowano nowoczesne realizacje modulacji cyfrowej. Ten typ radiostacji byłby zdaniem autora najbardziej odpowiednim dla potrzeb systemu programowania lotów.
Obecnie pomiędzy statkami powietrznymi a istniejącym systemem dowodzenia przesyłane są niemal wyłącznie sygnały foniczne. Tylko dla przyrządowego naprowadzania lotnictwa myśliwskiego stosowany jest specyficzny rodzaj sygnałów telemetrycznych.

Wyposażenie samolotów w komputery pokładowe powoduje potrzebę przesyłania do niego danych w postaci sygnałów teledacyjnych, a w przyszłości także przekazywanie sygnałów w relacji komputer pokładowy- stanowisko naziemnego systemu programowania lotów. W chwili obecnej powoduje to potrzebę stosowania modemów, czyli urządzeń pozwalających na zamianę sygnałów cyfrowych na analogowe i odwrotnie.

([22]) Programowanie lotów statków powietrznych w ramach naziemnego przygotowania danych nawigacyjnych .Etap I. ASG WP 1989r. Tabela 7,strona 76.

Tabela 4

Możliwości transmisji sygnałów cyfrowych przez podstawowe radiostacje i stacje radioliniowe lotnictwa

Lp.	Typ	Przeznaczenie	Zakres częstotliwości (MHz)	Zasięg maksymalny (km)	Przepustowość maks. (bit/s)
1	2	3	4	5	6
1	R-140	Podstawowa radiostacja w dalekosiężnych relacjach naziemnych	1,5-29,9999	300 w ruchu 2000-na postoju	50 lub 150
2	R-137	Relacje naziemne szczebla taktycznego	20-59,9999	70 w ruchu 150 na postoju	50 lub 150
3	TUBEROZA-1	Bliskie relacje naziemne	30-80	20[1]	16000
4	TUBEROZA-2	Bliskie relacje naziemne	30-80	30[1]	16000
5	TUBEROZA-3	Relacje naziemne szczebla taktycznego(batalion-pułk)	80-120	50[1]	16000 lub 32000
6	TUBEROZA-4	Organizacja cyfrowych utajnionych sieci radiotelefonicznych	80-120	20 w ruchu	16000 lub 32000
7	TUBEROZA-5	Dalekosiężne relacje naziemne	1,5-80	1000[1]	16000 lub 32000
8	R-845	Radiostacja naziemna do łączności ze statkami powietrznymi	100-149,9999 oraz 220-399,975	zależny od wysokości samolotu	3)

cd. Tabela 4

1	2	3	4	5	6
9	R-862	Radiostacja pokładowa SU-22M4 oraz w składzie R-849 M1	100 149,975 oraz 220-399,975	Zależny od wysokości lotu samolotu	3)
10	R-863	Radiostacja pokładowa Mi-24W	100-149,975 oraz 220-399,975	Zależny od wysokości lotu śmigłowca	300--4800
11	RS-6106	Radiostacja pokładowa I-22	110-149,975	Zależny od wysokości lotu samolotu	3)
12	RS-6107	Radiostacja pokładowa I-22	220-400	Zależny od wysokości lotu samolotu	3)
13	R-409	Radiolinia horyzontalna	120,2-239,8 oraz 240,4-479,6	40-60	1200
14	R-412	Radiolinia troposferyczna	4438-4555 oraz 4630-4750		1200

1) Dane orientacyjne; urządzenie w czasie prób.

2) W WTT przewiduje się instalowanie stacji abonenckich w miejscach pracy abonentów radiowych

3) Brak danych o możliwościach pracy cyfrowej

Na dzień dzisiejszy dostępne są te urządzenia cechujące się małymi gabarytami i dysponującymi przepustowością rzędu 1200 bodów. Istnieją także modemy zaliczane do "modemów inteligentnych" tj. działających zgodnie z określonym programem. Z przeprowadzonych badań wynika, że podjęto czynności do produkcji w ELWRO modemu M 2424 pracującego z prędkością 300,1200,2400 bodów. Także inne firmy handlowe proponują modemy typu CX 2400CK, CX 9600MNP, CX 19200, różniące się między sobą programami korekcji błędów pojawiających się podczas transmisji. Mają one świadectwo homologacyjne Ministerstwa Żeglugi i Łączności co świadczy o możliwości ich zastosowania na krajowych łączach telekomunikacyjnych.

Kolejny problem zawiera się w utajnianiu przesyłanej informacji. Jest możliwe (chociaż kłopotliwe) ekranizowanie lini lokalnych przed wypromieniowaniem energii elektromagnetycznej w przestrzeń podczas przesyłania informacji pomiędzy komputerem a urządzeniami zewnętrznymi.
Trudności w zapewnieniu efektywnej ochrony pojawiają się podczas przesyłania informacji między komputerami na znaczną odległość. Autor nie zajmuje się tym zagadnieniem wykraczającym poza ramy niniejszej pracy lecz sygnalizuje problem do rozwiązania w innych opracowaniach naukowych.

Istotnym zagadnieniem wymagającym rozpatrzenia w systemie programowania lotów podczas transmisji informacji jest określenie sposobu dekodowania przez abonentów odbieranej informacji w zakresie adresu odbiorcy (czy jest to informacja dla niego, czy dla innego abonenta).

Autor uważa, że niezależnie od przyjętego sposobu przesyłania informacji winny być spełnione następujące warunki:

a) każdy abonent otrzymuje umowną cechę która jest zapamiętywana w pamięci komputera(abonentem jest także statek powietrzny);

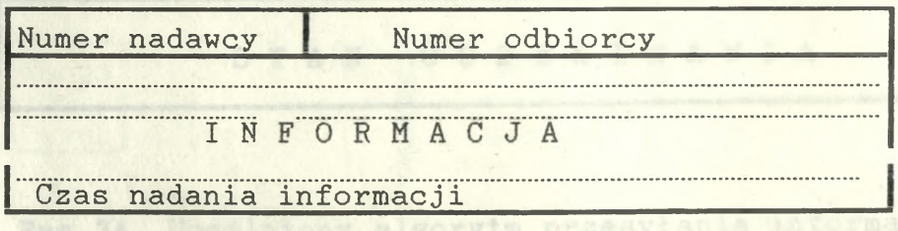
b) przesyłana informacja (blok informacji) o zadanej strukturze zawiera na początku bloku określone cechy wskazujące adresata przesłania;

c) bloki informacji otrzymują wszyscy abonenci, którzy rozkodowują numer adresata i w zależności od zgodności numeru adresata i numeru odbiorcy przyjmują lub nie przyjmują pozostałą część bloku informacji;

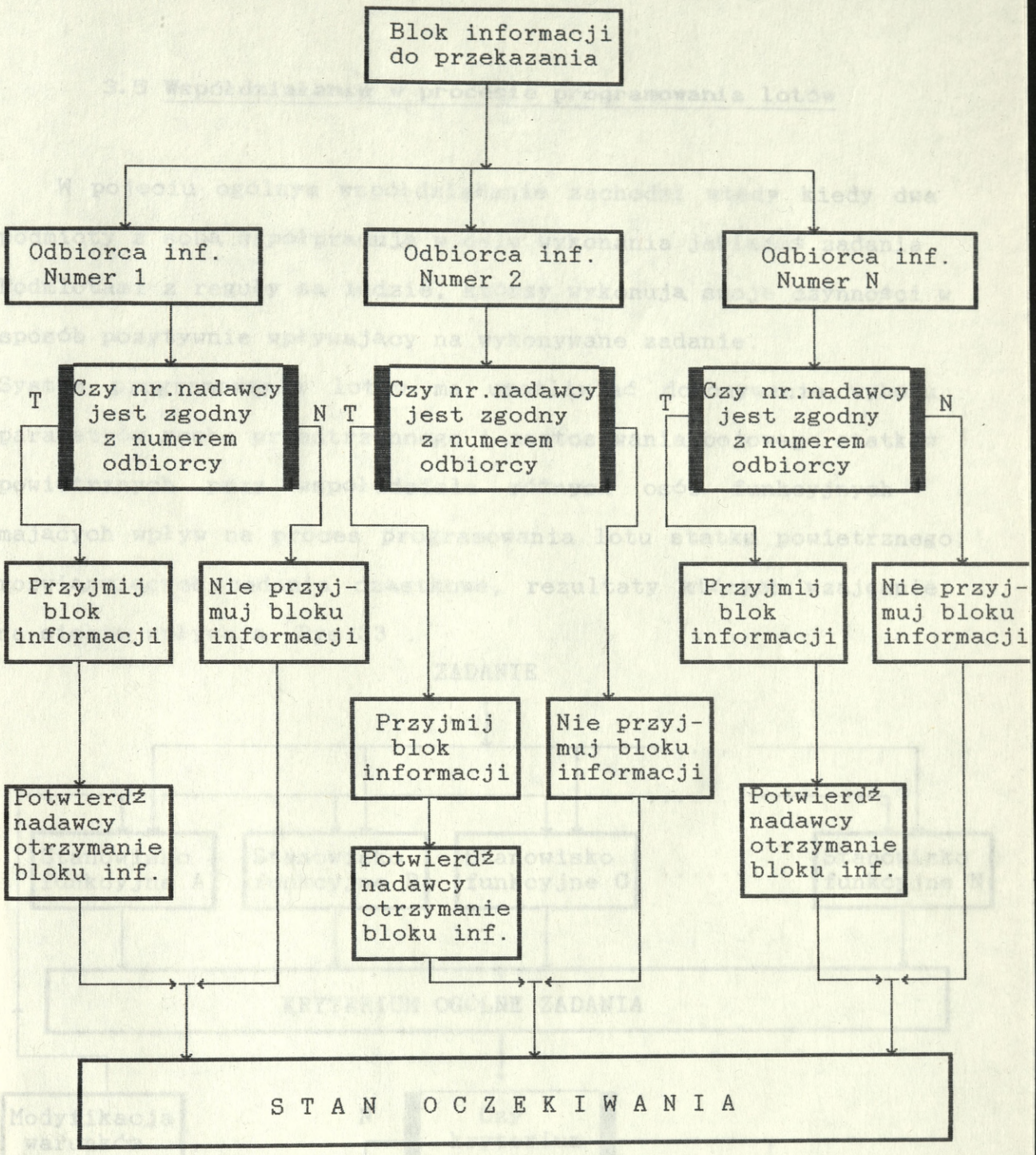
d) abonent w sposób automatyczny informuje nadawcę o przyjęciu informacji łącznie z podaniem np. sumy kontrolnej pozwalającej nadawcy stwierdzić stopień poprawności przesłanego bloku informacji na podstawie którego podejmie działania zmierzające do powtórzenia transmisji bloku informacji.

Strukturę przykładowego bloku informacji oraz powyższe wymagania przedstawiono na rys nr-33.i rys.34 .

BLOK INFORMACJI



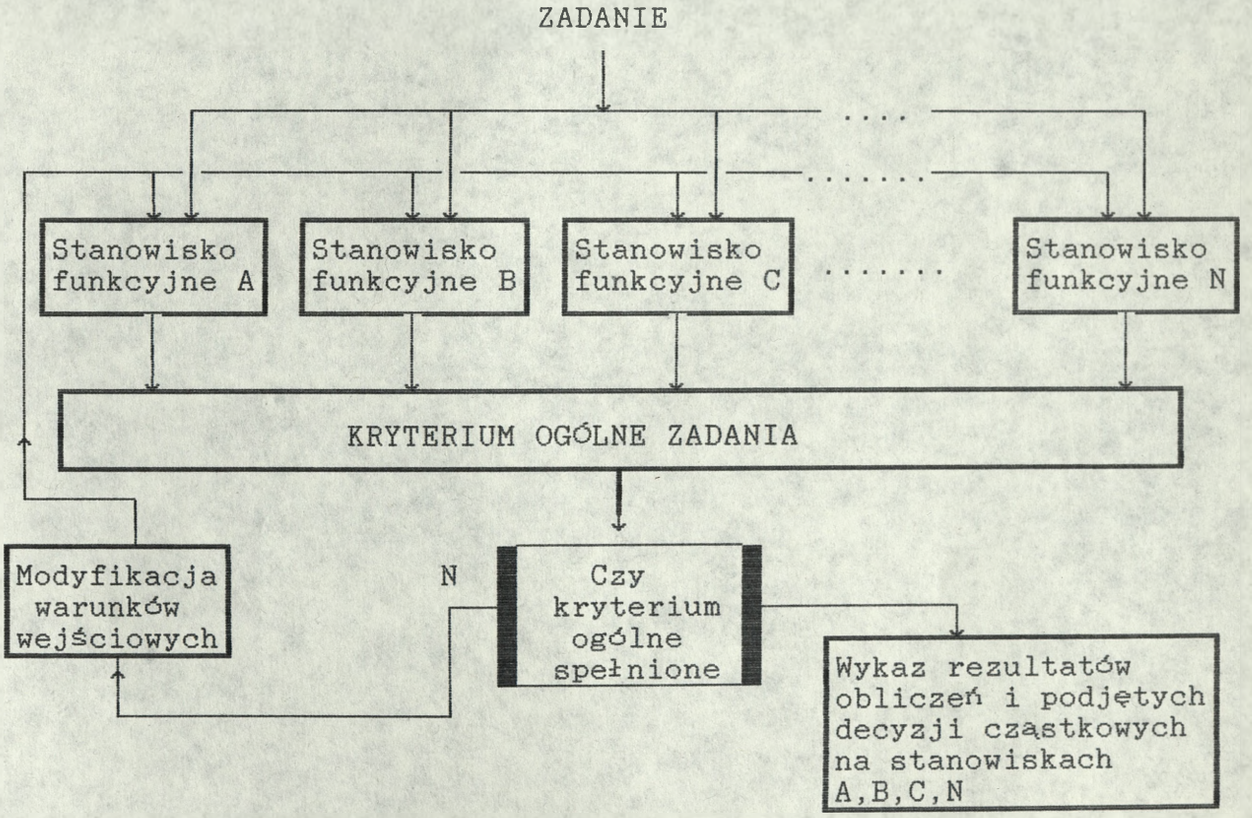
Rys 33 . Przykładowe struktura przesyłanego bloku informacji



Rys.34. Uogólniony algorytm przesyłania informacji

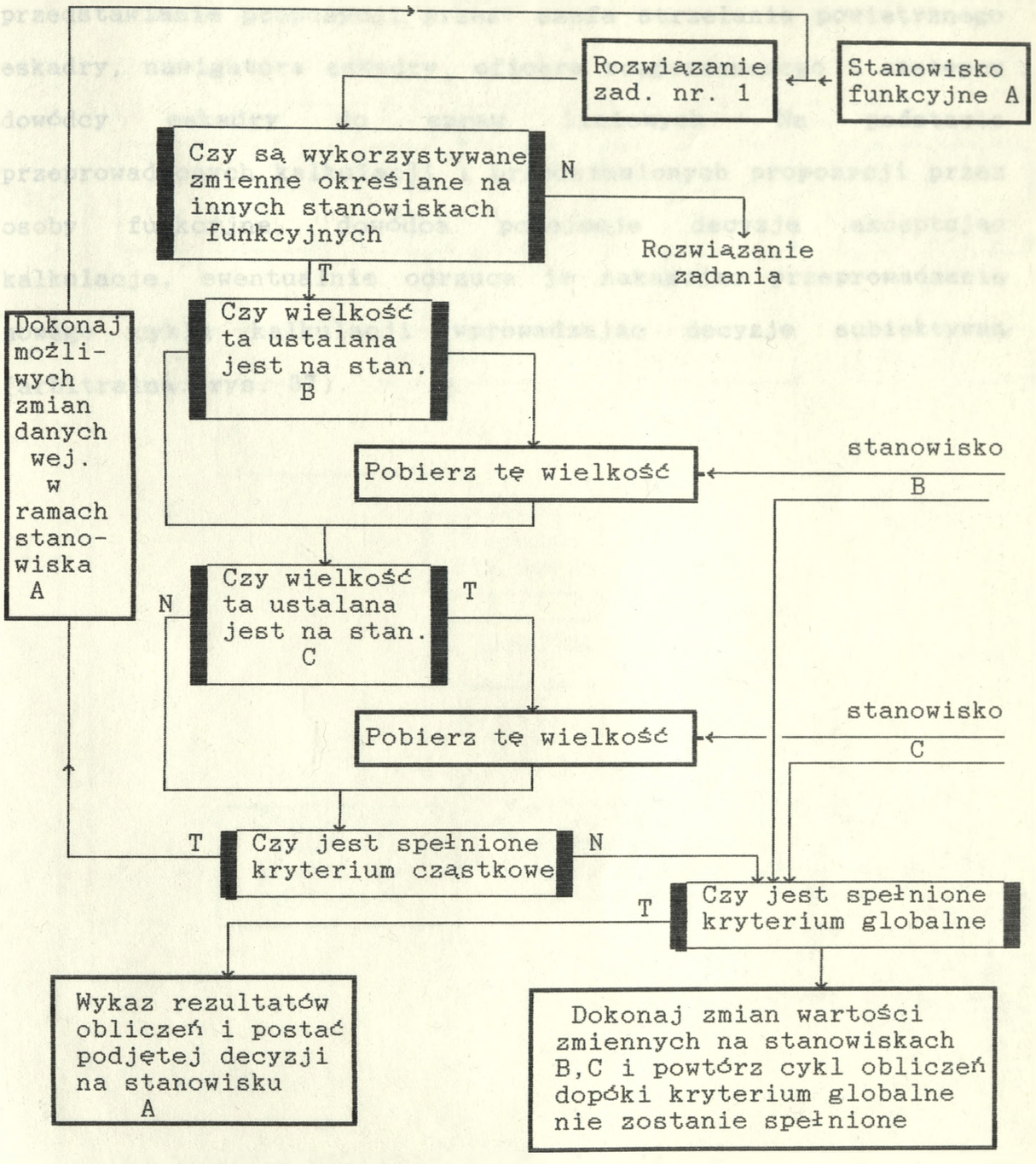
3.5 Współdziałanie w procesie programowania lotów

W pojęciu ogólnym współdziałanie zachodzi wtedy kiedy dwa podmioty z sobą współpracują w celu wykonania jakiegoś zadania. Podmiotami z reguły są ludzie, którzy wykonują swoje czynności w sposób pozytywnie wpływający na wykonywane zadanie.
System programowania lotów ma umożliwiać dokonywanie wyboru parametrów ruchu przestrzennego i zastosowania bojowego statków powietrznych przy współudziale różnych osób funkcyjnych mających wpływ na proces programowania lotu statku powietrznego, rozwiązujących zadania cząstkowe, rezultaty których wzajemnie na siebie wpływają. Rys.33 .



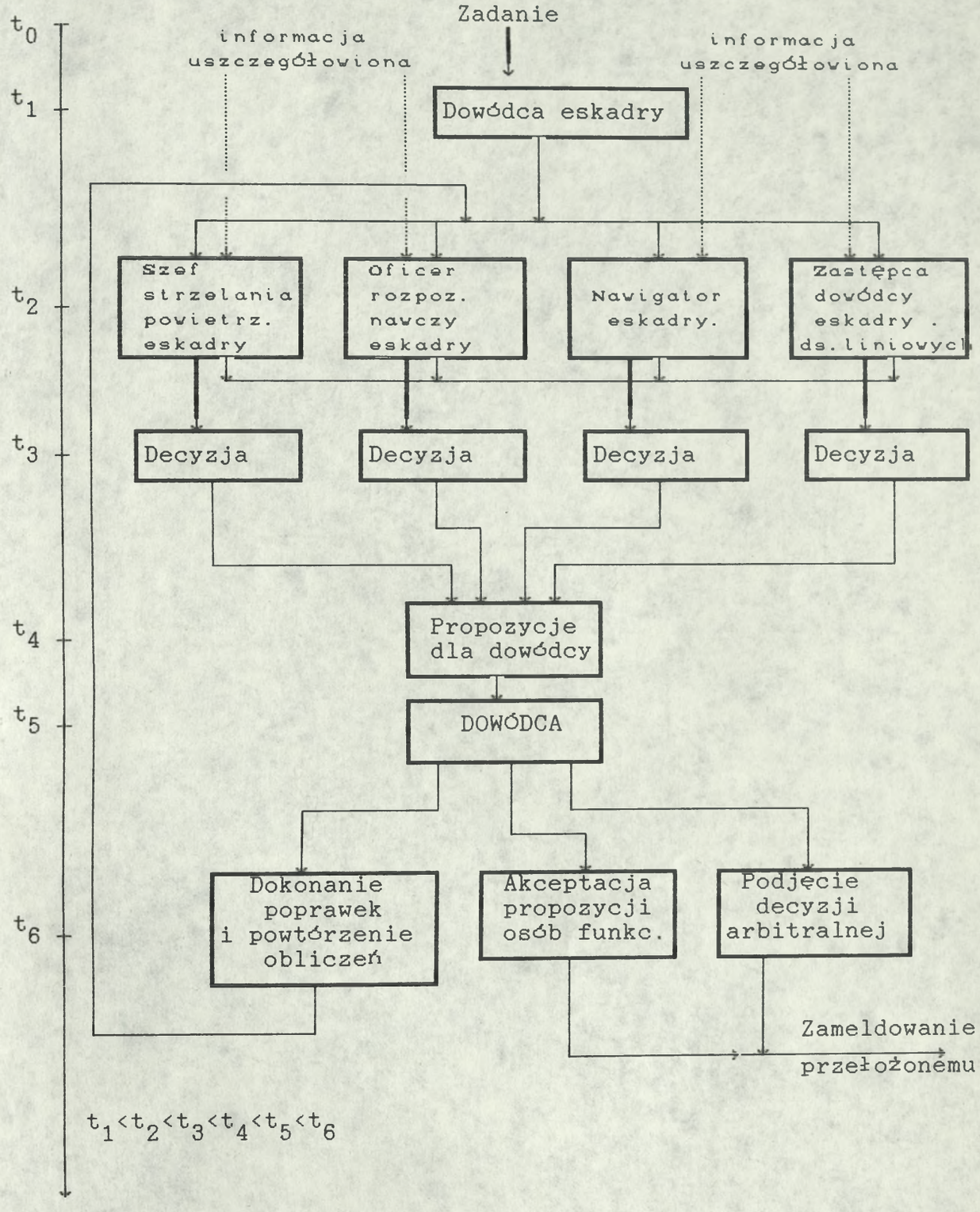
Rys.35 Schemat ogólny współdziałania osób funkcyjnych na stanowiskach pracy

System winien uwzględniać podczas wykonywania programu te wielkości które wpływają na jego realizację a zostały ustalone na współpracujących stanowiskach osób funkcyjnych. Przykładową realizację tego wymogu pokazuje rys. 36.



Rys.36 Ogólny algorytm realizacji procesu wypracowywania rozwiązania zadania z uwzględnieniem wyników cząstkowych podjętych na stanowiskach współdziałających

Oprócz współdziałania w zakresie rozwiązywania zadań na poziomie osób funkcyjnych istnieje konieczność przedstawiania propozycji dla dowódcy. W przypadku eskadry będzie to przedstawianie propozycji przez: szefa strzelania powietrznego eskadry, nawigatora eskadry, oficera rozpoznawczego i zastępcy dowódcy eskadry do spraw liniowych. Na podstawie przeprowadzonych kalkulacji i przedstawionych propozycji przez osoby funkcyjne, dowódca podejmuje decyzje akceptując kalkulacje, ewentualnie odrzuca je nakazując przeprowadzenie nowego cyklu kalkulacji wprowadzając decyzję subiektywną (arbitralną. rys. 37).



Rys 37 . Współdziałanie osób funkcyjnych w zakresie podejmowania decyzji na szczeblu eskadry z wykorzystaniem systemu programowania lotów

Istotną cechą proponowanego systemu programowania lotów jest jego otwartość, wyrażająca się możliwością współpracy z otoczeniem. Cecha ta jest pożądana w warunkach istnienia innych podsystemów realizujących fragmenty zadań związanych z ruchem lotniczym.

Przesyłanie informacji pomiędzy dowolnymi podsystemami z reguły odbywa się przy pomocy ściśle określonych "paczek" informacji, mających formę cykli informacyjnych, kodogramów, czy sekwencji informacyjnych. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość podłączenia ewentualnych innych podsystemów (na przykład podsystemu NOTEĆ), do komputerowego systemu programowania lotów, jako elementu zasilającego w informację o ruchu lotniczym. Wymaga to opracowania programów komunikacyjnych "upakowujących" i "rozpakowujących" przesyłane informacje pomiędzy współpracującymi podsystemami.

Wnioski

Przedstawione propozycje systemu programowania lotów dla lotnictwa myśliwsko-bombowego, rozpoznawczego i myśliwskiego mogą być rozszerzone na pozostałe rodzaje lotnictwa, ponieważ zadania przez nie wykonywane są zbiorem różnych elementów składowych tworzących program lotu rozpatrywanych rodzajów lotnictwa. Przy wyborze stanowisk pracy dla komputerowego systemu programowania lotów autor kierował się przede wszystkim zadaniami jakie są na nich wykonywane.

Przedstawiona koncepcja prezentuje system otwarty, co oznacza możliwość podłączenia do niego innych stanowisk np. służb technicznych czy tyłowych, lub innych podsystemów.

System będzie korzystał z wielu zbiorów danych, z których jednym z najważniejszych będzie zbiór zawierający " komputerową mapę terenu ". Autor sądzi, że prowadzone prace nad tym tematem w kilku instytucjach przyniosą rezultaty pozwalające na ich wykorzystanie w proponowanym komputerowym systemie programowania lotów. Traktowanie bowiem terenu jako obszaru płaskiego stanowi duże uproszczenie w procesie kalkulacyjnym. Rozwiązanie takie jest możliwe tylko w okresie przejściowym do czasu opracowania komputerowej mapy terenu.

Autor rozprawy wskazał na możliwość wykorzystania nowych urządzeń takich jak skaner czy digitizer, podczas wprowadzania informacji do komputera, zamiast stosunkowo uciążliwego wykorzystywania klawiatury.

Coraz szersze stosowanie w lotnictwie komputerów pokładowych powoduje, że problem jakości przygotowania danych nawigacyjnych

dla tego typu komputera nabiera szczególnego znaczenia. Dlatego też oprogramowanie systemu przygotowujące dla nich dane powinno wygenerować wszystkie niezbędne wielkości o strukturze wymaganej przez komputer pokładowy, i zapisać je na zewnętrznym nośniku informacji, takim jak dyskietka czy pamięć typu EPROM.

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie koncepcji i ogólnych wniosków w zakresie wymogów zarówno na sprzęt jak i oprogramowanie w następującej postaci:

a) system powinien mieć takie urządzenia mikroprocesorowe (minikomputery,mikrokomputery,transputery,...) których jakość techniczno-eksploatacyjna minimalizowałaby konieczność utrzymywania specjalnej obsługi techniczno-ruchowej podczas eksploatacji systemu (ma to być narzędzie osobiste).

b) konstrukcja techniczna urządzenia mikroprocesorowego winna umożliwiać pracę w systemie współbieżnego przetwarzania zadań oraz posiadać mechanizm przyspieszania działań na liczbach zmiennoprzecinkowych (koprocesor);

c) rozwiązania techniczno-programowe winny zawierać się w danej klasie przyjętego standartu. Wniosek ten jest niezwykle istotny z uwagi na potrzebę kompatybilności sprzętowej i programowej umożliwiającej wumianę "kart" i "płyt" jednostki centralnej urządzenia mikroprocesorowego;

d) urządzenia mikroprocesorowe będące na stanowiskach pracy osób funkcyjnych winny mieć możliwość transmisji informacji do (z) dowolnego elementu systemu struktury hierarchicznej;

e) utworzona sieć komputerowa (w zakresie transmisji informacji) winna być obsługiwana siłami istniejących struktur

łączności;

f) urządzenie do wprowadzania informacji z mapy w postaci DIGITIZERA winno mieć efektywne pole robocze o formacie A0;

g) odwzorowanie sytuacji taktycznej w pamięci komputera winno być możliwe zarówno z użyciem specjalizowanych urządzeń typu digitizer, jak i metodą pośrednią w drogą zadawanych współrzędnych rozmieszczenia i typów środków podlegających zobrazowaniu stosując dialog z komputerem;

h) W celu umożliwienia automatycznego dekodowania informacji przesyłanych między szczeblami dowodzenia, koniecznym jest doprowadzenie do " sformalizowania " treści przesyłanych dokumentów;

i) informacja zobrazowana na ekranie monitora winna być w miarę potrzeb wydwietlana przez urządzenie zobrazowania wielkoformatowego na dużym ekranie;

j) format plotera (urządzenia rysującego) winien być nie mniejszy od formatu digitazera;

k) dla przesłania danych tekstowych lub szkiców, pochodzących spoza systemu programowania lotów należy zastosować urządzenie automatycznego odczytu informacji typu skaner;

l) potrzeba ciągłości i stabilności pracy systemu wymusza zastosowanie urządzenia podtrzymującego napięcie na okres co najmniej pół godziny po wyłączeniu napięcia w sieci zasilającej.

W zakresie pożądanych cech oprogramowania systemu programowania lotów wymogi można przedstawić następująco:

a) wybrany system komputerowy winien posiadać sprawdzony system operacyjny lub winien być przystosowany do pracy pod innym sys-

temem operacyjnym np. sieciowym;

b) biblioteka oprogramowania narzędziowego winna być możliwie duża, zawierająca programy przede wszystkim w zakresie edycyjnym, graficznym i kalkulacyjnym oraz transmisji danych;

c) zastosowany system oprogramowania sieciowego winien mieć możliwość realizacji zadań własnych jak i zadań dotychczas realizowanych z wykorzystaniem dyskowego systemu operacyjnego (DOS);

d) oprogramowanie użytkowe winno być kompilacją oprogramowania zorientowanego na "obiekt" i na "czynności" operatora;

e) komunikacja operatora winna opierać się na zasadzie konwersacji "okienek" i "menu" przy minimalnej ilości danych wejściowych podawanych przez niego;

f) oprogramowanie winno być "USER FRIENDLY", czyli "przyjaźnie" nastawione do użytkownika (jego konstrukcja winna "prowadzić" operatora w procesie obliczeniowym, podpowiadać oraz nakazywać stosowne działania);

Przedstawione wymogi są spełniane przez proponowane możliwe oprogramowania systemowe i mikrokomputery wyszczególnione w tym rozdziale, co nie oznacza, że proces doboru jest zamknięty. Rozwój w tej dziedzinie jest tak szybki, że za kilka lat koncepcja ta może okazać się przestarzałą. Ponadczasowe jednak będą ogólne wymogi które autor zawarł w tej pracy.

ZAKOŃCZENIE

Przedstawiona koncepcja systemu programowania lotów może być oczywiście poddawana weryfikacji z wynikiem całkowicie pozytywnym lub określonymi zastrzeżeniami ludzi reprezentujących inne przekonania bądź na skutek zmieniających się obiektywnych uwarunkowań. Autor nie miał złudzeń i nie liczył, że zdoła sprostać najróżnorodniejszym gustom oraz potencjalnym użytkownikom rozwiązań sformułowanych w treści rozprawy. I dlatego też uważa, że nie szczegółowe zagadnienia stanowią najistotniejszą wartość pracy lecz ogólne ponadczasowe wnioski które mogą być wykorzystywane w procesie tworzenia systemów programowania lotów w różnych etapach tworzenia rozwoju lotnictwa.

Autor czuje pewien niedosyt, że uwarunkowania ekonomiczne uniemożliwiły stworzenie chociażby prototypowego systemu programowania lotów i mógł ograniczyć się z konieczności do prowadzenia eksperymentów zaledwie cząstkowych a nie eksperymentów umożliwiających weryfikowanie całych elementów systemu. Tym niemniej zastosowane w pracy dydaktycznej oraz w opracowywanych pracach dyplomowych słuchaczy rozwiązania sformułowane w prezentowanej koncepcji potwierdzają oczekiwania autora.

Koncepcja ta, mająca postać głównie opracowania teoretycznego, jeśli nie liczyć efektów symulacji prezentowanych w załącznikach, została opracowane zgodnie z założonym celem rozprawy. Jeśli autor zdoła zrealizować swoje zamierzenia to po zebraniu doświadczeń praktycznych do czego

trzeba wielu lat oraz wyposażenia wojsk w sprzęt mikrokomputerowy, podejmie działania zmierzające do rozwinięcia myśli zawartych w tej pracy i ewentualnego sięgnięcia do systemów inteligentnych.

B I B L I O G R A F I A

1. Bielecki J., Turbo Pascal z grafiką dla IBM PC.,WNT 1989.
2. Bielecki J.,Turbo Pascal 5.0 wersja profesjonalna.,WNT 1989.
3. Bielecki J., Oprogramowanie mikrokomputerów.,WKŁ 1987.
4. Bielecki J., Co nowego w Turbo Pascalu 5.5 czyli programowanie obiektowe w Turbo Pascalu., Komputerowa oficyna wydawnicza " HELP " Warszawa 1989.
5. Brian .KERNIGHAN , Język C wyd., WNT 1988.
6. Ciarcia S.,Build and intelligent serial EPROM Programmer., Byte. October 1986.
7. Czujew J., Badania operacji w wojsku , MON, 1972.
8. dBASE III.,Dokumentacja języka i programów do zarządzania bankami danych (maszynopis w posiadaniu autora pracy)
9. Domagała J. Przegląd półprzewodnikowych pamięci reprogramowalnych., Elektronika 2-3. 1987.
10. Dowodzenie lotnictwem na szczeblach taktycznych. Materiały z ćwiczenia instruktażowego dla dowódców i szefów sztabów związków taktycznych wojsk lądowych.,DWL Poznań 1987.
11. Fishman G., Symulacja komputerowa, pojęcia i metody., PWE 1989.
12. Gordon G., Symulacja systemów., WNT, 1979.
13. O.ANGELL Ian, Wprowadzenie do grafiki komputerowej,WNT 1988.
14. Informator taktyczno-techniczny radioelektronika (Cz.I), ASG WP 1980.
15. Instrukcja organizacji projektowania i wdrażania systemów informatycznych w siłach zbrojnych PRL, Szt.Gen. WP 1988.
16. Instrukcja służby strzelania powietrznego lotnictwa sił

zbrojnych PRL., DWL Poznań 1977.

17.Jagielski R., Tablice rozproszone, WNT 1982.

18.Kacprzak M.,Komputerowe sieci lokalne. Techniki komputerowe-Biuletyn IMM, 5-6,1986.

19.Kołodziński E.,Metody symulacyjne badania systemów. Wprowadzenie do badań systemów metodą symulacji cyfrowej.WAT, Warszawa 1984.

20.Komputerowy model symulacyjny działań bojowych lotnictwa myśliwsko-bombowego." IKAR",(Zadanie projektowe) ASG WP 1985.

21.Kowalewski E., Współrzędne punktu początku ataku oraz wybór ich wartości. PWL i OPK 12/15 1984.

22.Kozdrowicz T., IBM PC i PC DOS , WKŁ 1988.

23.Kupferer R.A., Tactical Flight Management. Neacom 1984 r.

24.Legut J., Taktyka lotnictwa rozpoznawczego., Podręcznik, ASG WP 1985.

25.M 2424 opis techniczny modemu.,materiały reklamowe, ELWRO 1989.

26.Machura J., Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego cz. II. (Działania bojowe pułku lotnictwa myśliwsko-bombowego)., Podręcznik, ASG WP 1985.

27.Machura J., Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego cz.III, (Działania bojowe dywizji lotnictwa myśliwsko-bombowego)., Podręcznik, ASG WP 1985.

28.Machura J.,Dowodzenie lotnictwem cz.VIII. Główne przedsięwzięcia i dokumenty dywizji lotnictwa myśliwsko-bombowego (DLMB).,ASG WP 1986.

29.Machura J. i inni ., Dowodzenie lotnictwem cz.VII. Główne

przedsięwzięcia i dokumenty dywizji lotnictwa myśliwskiego (DLM)., ASG WP 1986.

30.Madej D., Komputery osobiste., WKŁ 1987.

31.Mańczak K., Technika planowania eksperymentu. WNT, 1976.

32.Martin F.F., Wstęp do modelowania cyfrowego. PWN. 1976.

33.Mikrokomputery w jednostce lotniczej. PWL i OPK 12.1986.

34.Misiurewicz P.,Układy mikroprocesorowe ,WNT 1983.

35.Mreła H.,Dyrektor jako organizator, PWE, 1976.

36.Mynarski S.,Elementy teorii systemów i cybernetyki PWN 1979.

37.Myśl wojskowa, wydanie specjalne, Szt.Gen. WP 1987.

38.Myśl wojskowa, nr 1 ,Szt. Gen. WP, 1989.

39.Myśl wojskowa, nr 3 ,wyd. Szt. Gen. WP, 1986.

40.Nawigacja lotnicza ., Podręcznik, DWL Poznań 1979.

41.Oferta rzeczowo cenowa na sprzęt mikrokomputerowy i urządzenia peryferyjne, wybrane pakiety oprogramowania i literaturę informatyczną., Technimpex Wrocław 1989.

42.Organizacja działań bojowych i wyposażenie stanowiska dowodzenia wojsk OPK., DWOPK Warszawa 1981.

43.Paleń B., Strzelanie z samolotu SU-22M4. ASG WP 1987.

44.Paleń B., Zastosowanie artyleryjsko-rakietowego uzbrojenia statków powietrznych w zwalczaniu celów powietrznych.,Podręcznik,ASG WP 1988.

45.Pavlidis T. Algoritmy maszinnoj grafiki i obrabotki izobrażenij. Radio i Swiaź 1986.

46.Polski rynek mikrokomputerowy,promocja nowości.,NOT,1989.

47.Postępy Cybernetyki ,kwartalnik naukowy, zeszyt 12 Ossolineum, Polskie Towarzystwo Cybernetyczne, 1989.

48.Procedures For Air Nawigation Services. Aircraft operations.

ICAO. 1986.

49. Programowanie lotów statków powietrznych w ramach naziemnego systemu przetwarzania danych nawigacyjnych (SPDN). Etap I. Koncepcja wykorzystania systemu przetwarzania danych nawigacyjnych (SPDN) w lotnictwie wojskowym z uwzględnieniem I-22MS oraz W-3.,ASG WP, 1989.

50. Projekt koncepcyjny komputerowego systemu nawigacji, Instytut Lotnictwa, 1987.

51. Praca dowódcy i sztabu wojsk lotniczych frontu podczas przygotowania działań bojowych -Podręcznik, DWL Poznań 1984.

52. QNX materiały reklamowe wyd.,DATA START Biuro marketingowo-techniczne, Wrocław 1989.

53. Regulamin służby nawigatorskiej lotnictwa wojskowego (RSN-76), DWL Poznań 1977.

54. Rudak Z. Sieć lokalna D-Link. Komputer 9.1987.

55. Sienkiewicz P. Dowodzenie z komputerem.,MON 1989.

56. Sienkiewicz P., Inżynieria systemów. Wybrane zastosowania wojskowe. MON 1983.

57. Świątnicki W., Metodyka oceny skuteczności lotniczych środków rażenia " ZASOBNIK" ASG WP 1988.

58. Świątnicki W., Analiza współczesnych obiektów działań lotnictwa "OBIEKT" , ASG WP 1988.

59. System przygotowania danych nawigacyjnych /SPDN/. Studia i Analizy, Instytut Lotnictwa ,1986.

60. Taktyka Lotnictwa wojsk lądowych.podręcznik, DWL Poznań 1983.

61. Tanenbaum A.S., Sieci komputerowe WNT ,Warszawa 1988 .

62. Wińkowski J., Programowanie symulacji procesów. WNT.1974.

63.Witczak M. Komputerowe systemy wizualizacji dla symulatorów lotniczych (rozprawa doktorska) WAT 1987.

64. Zabezpieczenie chemiczne działań bojowych wojsk OPK, Podręcznik,DWOPK, 1983.

65.Zeszyt naukowy nr 3(54)88 ASG WP, 1988.

Wydrukowano w 5 egz.

Egz.1-5 Biblioteka Naukowa-DZS
Druk: kpt.Grzelka A. tel. 14-632
Nr DzEWD: PF4/90

Dnia:25.07.1990

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 1219
Akademii Obrony Narodowej

Sp 3064
Nr ewid.
(IH)
Szkół Zbiorów Specjalnych