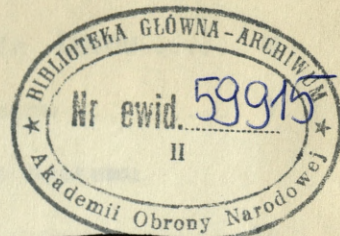


WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ



~~Do Czytelnika...~~

Egz. nr

WSPOMAGANIE

WSPOMAGANIE OKRESLANIA WYBRANYCH MOZLIWOSCI PRZESTRZENNYCH
LOTNICTWA MYSLIWSKO-BOMBOWEGO

Autorzy:

mjr dr inż. Andrzej GRZELKA

mjr nawig. dr inż. Piotr MAKOWSKI

mgr Anna ZDZIARSKA-BAK



SPIS TREŚCI

	str.
WSTĘP	3
1. MOŻLIWOŚCI KOMPUTEROWEGO PROGRAMOWANIA LOTÓW	6
1.1. Proponowane metody programowania lotów	7
1.2. Możliwość tworzenia informatycznego systemu programowania lotów	14
2. ANALIZA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA MOŻLIWOŚCI WYKONANIA ZADANIA BOJOWEGO	17
3. OPIS UŻYTKOWANIA MODUŁU PROGRAMOWEGO -"PLAN" I PRZYKŁAD OBLICZEŃ	24
3.1. Instrukcja użytkownika programu	24
3.2. Opis użytkownika programu obsługi bazy danych lotnictwa	32
3.3. Przykład realizacji obliczeń	37
BIBLIOGRAFIA	38
ZAŁĄCZNIK	
1. WYBRANE WYDRUKI TREŚCI ZOBRAZOWANYCH NA EKRANIE MONITORA PODCZAS UŻYTKOWANIA PROGRAMU "PLAN"	39

WSTĘP

Możliwości przestrzenne lotnictwa myśliwsko-bombowego są ściśle związane z możliwościami statków powietrznych stanowiących uzbrojenie tego lotnictwa i są wyrażane za pomocą wskaźników, będących miarami liczbowymi. Znajomość wartości liczbowych tych wskaźników jest warunkiem koniecznym dla podejmowania uzasadnionych decyzji o użyciu lotnictwa, których ważnym elementem jest planowanie misji bojowej. Stąd szczególnego znaczenia w sporządzaniu planu lotu bojowego nabierają wskaźniki przestrzenno-czasowe określane w ramach tzw. obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu.

Obliczenia inżynieryjno-nawigacyjne lotu wykonuje się obligatoryjnie przed lotem w przypadkach gdy planowana trasa lotu przekracza 75% wartości promienia taktycznego samolotu, obliczonego dla danego wariantu uzbrojenia i warunków lotu.

Realizacja tych obliczeń polega na sporządzeniu modelu lotu bojowego zgodnego z decyzją dowódcy i rozliczenia zużycia paliwa na poszczególnych etapach lotu zgodnie z obowiązującymi metodykami prowadzenia tych kalkulacji. Przedsięwzięcie to jest konieczne dla jednoznacznego potwierdzenia przestrzennych możliwości wykonania zadań bojowych przez LMB i jest jednym z zasadniczych zadań zabezpieczenia nawigatorskiego działań bojowych tego lotnictwa w okresie planowania działań.

Wymaga ono jednak kilku godzin pracy.

Problemy sporządzania obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych, których "pięta achillesowa" jest duże prawdopodobieństwo popełnienia błędów przypadkowych i znaczna pracochłonność powinny być pokonywane poprzez tworzenie stosownego oprogramowania kalkulacyjnego.

Pomyślne rozwiązanie tego problemu w formie wprowadzenia do eksploatacji stosownych procedur programowych, których użytkowanie byłoby możliwe na wszystkich szczeblach dowodzenia lotnictwem niewątpliwie ułatwiłoby proces planowania działań (zapewniłoby jednoznaczność oceny własnych możliwości przestrzennych na każdym szczeblu dowodzenia).

Próba wyjścia na przeciw oczekiwaniom służby nawigatorskiej w zakresie wspomaganie komputerowego realizacji zadań zabezpieczenia nawigatorskiego działań bojowych LMB jest niniejsze opracowanie, którego rezultatem jest przykład praktycznego rozwiązania omawianych zagadnień - procedura programowa "PLAN". Omawiana procedura była testowana w jednostkach bojowych wyposażonych w samoloty Su-22M4 i zyskała sobie przychylne opinie użytkowników. Okres testowania dał również okazję do głębszego poznania potrzeb użytkowników, które uwzględniono w niniejszym opracowaniu. Stwierdzona konieczność przeprowadzenia badań nad standaryzacją tego rodzaju procedur, zmierzającej do doskonalenia jej formy użytkowej, skłoniła zespół autorski do wyznaczenia sobie również i takich celów badawczych w ramach niniejszego opracowania.

Przedstawione w rozdziale pierwszym wyniki badań dotyczące możliwości programowania lotów mają charakter ogólny i mogą być wykorzystane jako wskazówki w realizacji programów komputerowych wspomagających pozyskiwanie innych wskaźników możliwości bojowych.

Rozdział drugi uzasadnia potrzeby uwzględniania wielu zmiennych uwarunkowań w algorytmie opracowanej procedury "PLAN".

W rozdziale trzecim prezentujemy praktyczne wyniki badań nad doskonaleniem programu w formie opisu użytkowania docelowej

1. MOŻLIWOŚCI 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.

W literaturze przedmiotu ,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.

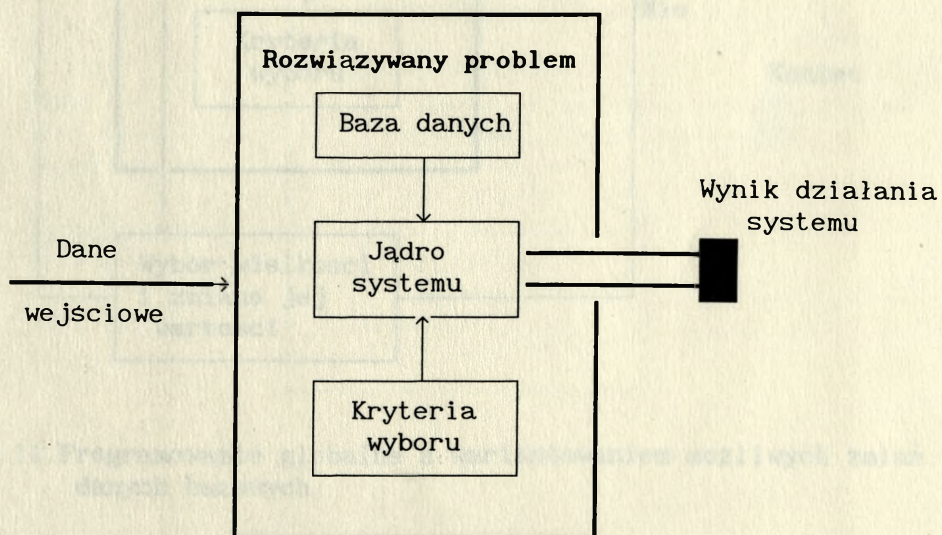
Wykorzystanie technik komputerowych do tego celu to przede wszystkim możliwość iteracyjnego rozwiązania problemu. Powoduje to, że otrzymany wynik w kroku kolejnym może być "lepszy" od poprzedniego, co pozwala stosując odpowiednie kryterium na wybranie w kolejnych krokach pożądanego rezultatu (w kolejnych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

1.1. Proponowane metody 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. Uwzględniając powyższe uwarunkowania ilość ograniczeń oraz sposób rozwiązania problemu autorzy sklasyfikowali możliwe metody programowania lotów w sposób następujący:

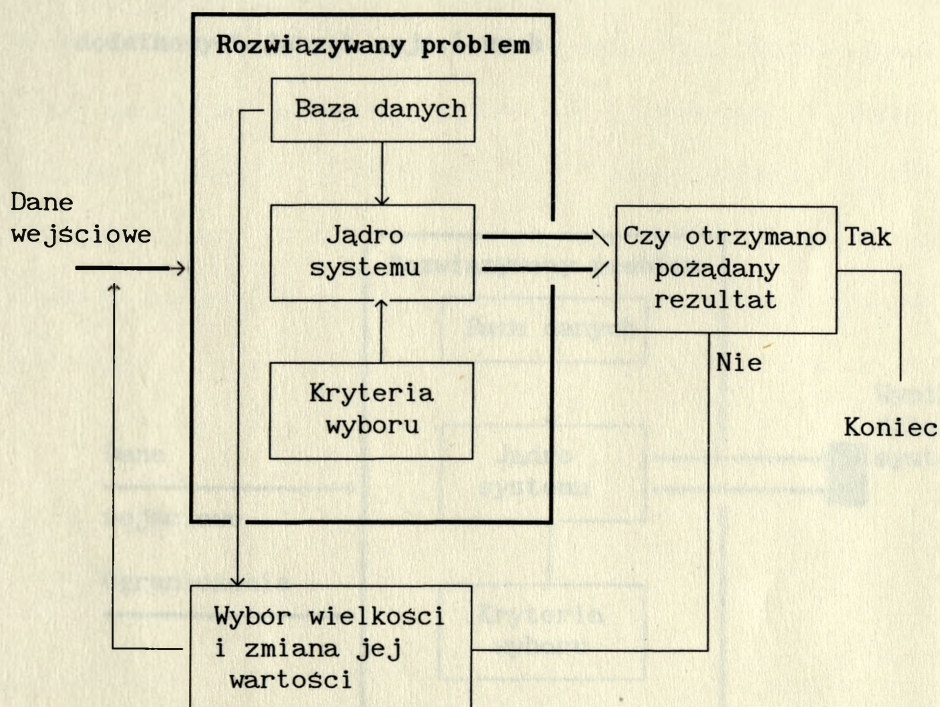
1) programowanie globalne



Rys.1 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



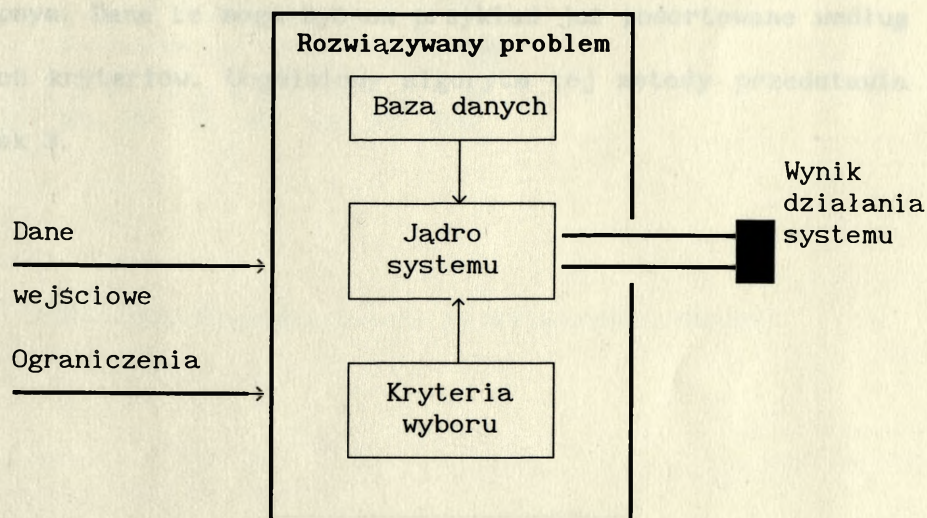
Rys.11. Programowanie globalne z wariantowaniem możliwych zmian danych bazowych

Pod pojęciem danych bazowych autorzy rozumieją 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 prędkości wiatru,...).

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

3) Programowanie lotów z wprowadzeniem ograniczeń jako dodatkowych danych wejściowych

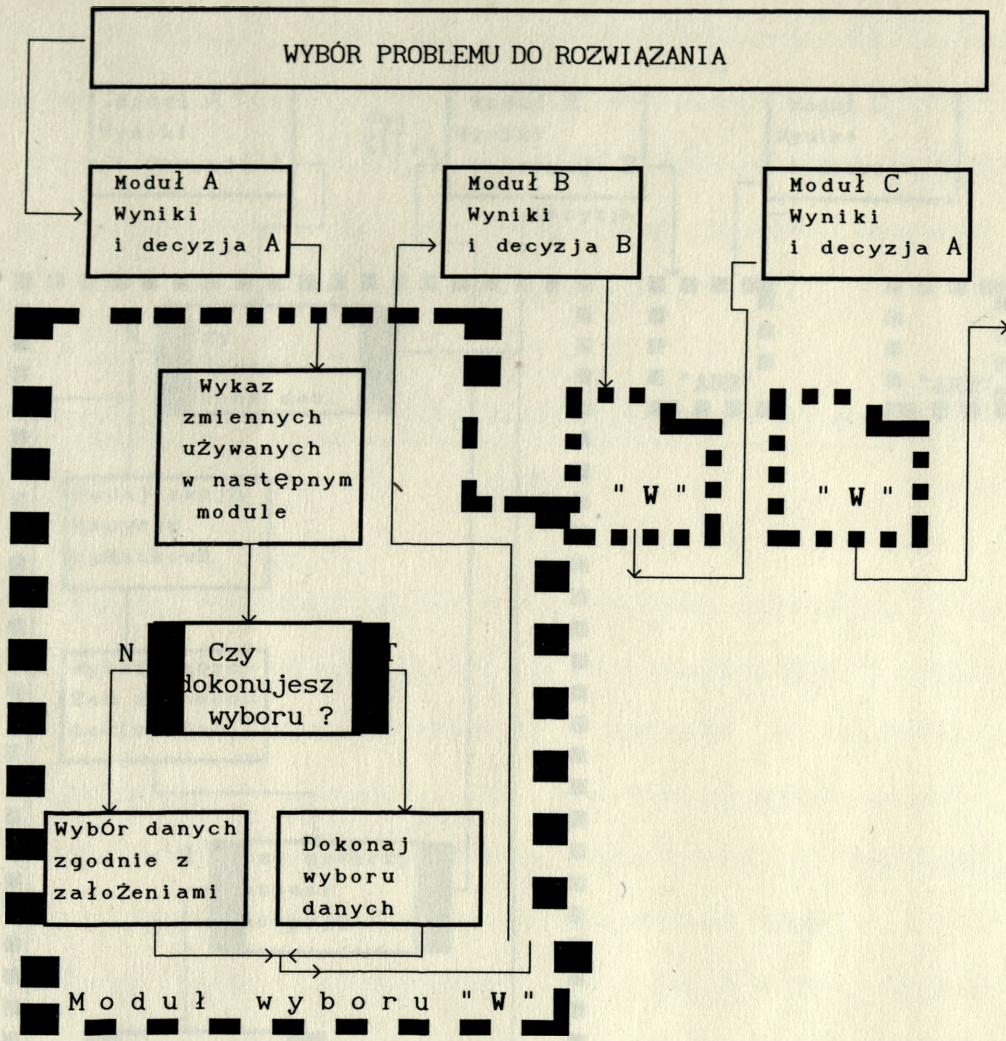


Rys.2. Schemat programowania lotów z uwzględnieniem ograniczeń.

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.

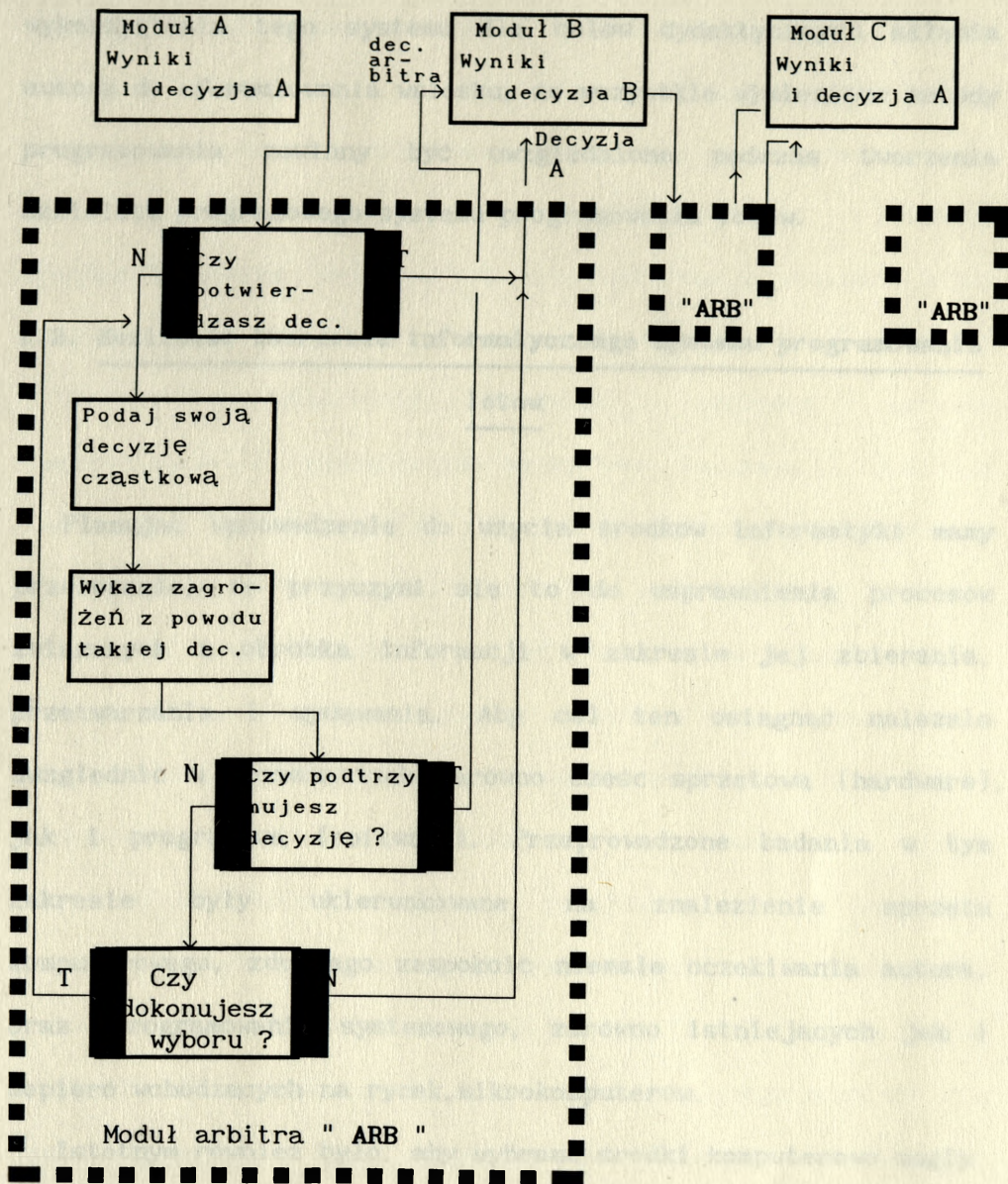
4) Kalkulacyjno-krokowe programowanie lotów

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 3.



Rys.3. Uogólniony algorytm metody kalkulacyjno-krokowej

5. Programowanie arbitralne (ekspertowe)



Rys.4 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.

1.2. 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 być 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 transmisje 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 **sieciami 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 server) 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.

2. ANALIZA CZYNNIKÓW WPLYWAJĄCYCH NA MOŻLIWOSCI WYKONANIA

ZADANIA BOJOWEGO

Przedmiotem rozważań niniejszego rozdziału są możliwości przestrzenne wykonania zadania bojowego przez grupę samolotów Su-22M4 podczas realizacji zadań rozpoznania lub zwalczania obiektów naziemnych.

Względów operacyjnych i taktycznych wpływających na wybór sposobu realizacji zadania bojowego przez LMB jest wiele i trudno jest wymienić wszystkie. Obiekt uderzenia, jego położenie, pożądany stopień rażenia (zniszczenie, obezwładnienie, dezorganizacja), możliwości pokonania systemu OP przeciwnika, bazowanie własnego lotnictwa i stan zaopatrzenia w lotnicze środki rażenia, a także możliwości wykorzystania systemów nawigacyjnych determinują sposób wykonania zadania bojowego.

W sposobie tym powinny być określone między innymi takie elementy jak skład grupy, wariant ładunku bojowego, sposób formowania ugrupowania bojowego, warunki dolotu do obiektu uderzenia, sposób ataku, warunki powrotu na nakazane lotnisko lądowania i sposób lądowania. Warunkiem koniecznym realizacji zadania bojowego przez grupę samolotów LMB według założonego scenariusza jest zatem korzystny bilans paliwa po wykonaniu zadania. Droga uzyskania danych o oczekiwanej pozostałości paliwa po wylądowaniu na nakazanym lotnisku jest teoretyczne **modelowanie lotu bojowego**, którego materialnym odzwierciedleniem jest **inżynieryjno-nawigacyjne obliczenie lotu**.

Obecnie wykonuje się je w oparciu o stosowne dla danego typu statku powietrznego instrukcje obliczania zasięgu

idługotrwałości lotu. Wymaga to posługiwania się szeregiem zależności algebraicznych i graficznych według ściśle określonych algorytmów (kluczy). Analiza tych zależności pozwala jednoznacznie określić, które z dających się przewidzieć czynników mają znaczący wpływ na możliwości przestrzenne (ostateczny bilans paliwa) wykonujących zadanie statków powietrznych.

Zasadnicze czynniki determinujące przestrzenne możliwości wykonania zadania bojowego przez lotnictwo-mysliwsko bombowe to:

- a) typ samolotu wyznaczonego do wykonania zadania;
- b) skład grupy potrzebnej do wykonania zadania;
- c) wymagany w danej sytuacji operacyjno-taktycznej przebieg trasy dolotu do obiektu uderzenia i trasy powrotnej oraz warunki lotu po trasie, w tym także sposób formowania i rozformowania ugrupowania bojowego, sposób lądowania i wykonania ataku;
- d) wariant napełnienia instalacji paliwowej;
- e) bieżące zużycie paliwa podczas lotu na poszczególnych jego etapach.

Ad.a) Wpływ typu samolotu myśliwsko-bombowego na możliwości przestrzenne wykonania zadania bojowego jest oczywisty. Zależność ta generuje potrzebę posługiwania właściwymi dla danego typu statku powietrznego metodykami (instrukcjami) obliczania zasięgu i długotrwałości lotu.

Ad. b) Lot w ugrupowaniu wpływa na zwiększenie rozchodu paliwa. Przyjmuje się, że lot w szku powoduje zwiększone zużycie paliwa o około:

3% dla klucza;

7% dla eskadry.^{1/}

Można zatem wnioskować, że możliwości przestrzenne wykonania zadań bojowych podczas lotu w ugrupowaniu będą maleć w tych samych proporcjach jak wzrasta zużycie paliwa w stosunku do lotu pojedynczego statku powietrznego.

Ad c) Przebieg trasy lotu (- liczba manewrów kursem i prędkością, etapów wznoszenia i zniżania) ma decydujący wpływ na możliwości przestrzenne wykonania zadania bojowego. Można postawić tezę o niemożliwości jednoznacznego określenia wpływu tych czynników na interesujące nas możliwości - jest to istotą potrzeb wykonywania inżynieryjno-nawigacyjnych obliczeń lotu.

Ad. d) Wariant napełnienia instalacji paliwowej (możliwość podwieszenia zbiorników dodatkowych paliwa, zrzucanych lub nie zrzucanych po wypracowaniu paliwa) wpływa na możliwości przestrzenne wykonania zadania bojowego. Na przykład podwieszenie na samolocie Su-22M4 4xPZB-8001 powoduje wzrost zapasu paliwa o 73.3%, a zasięg lotu na wysokości 9000m podczas lotu z prędkością maksymalnego zasięgu wzrasta o 55.6%. Wynika stąd, że wariant napełnienia paliwem jest czynnikiem koniecznym podczas określania możliwości przestrzennych lotnictwa myśliwsko-bombowego.

^{1/}"Metodyka obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu oraz zestaw wykresów dla samolotów bojowych" s.82; Lot. 1928/79. Poznań 1980.
-prędkości i kierunku wiatru względem bieżącego kursu samolotu.

Ad. e) Bieżące zużycie paliwa na poszczególnych etapach lotu jest obok czynników wymienionych wyżej, czynnikiem decydujących o możliwościach przestrzennych omawianego lotnictwa. Zależy ono od:

- warunków lotu (wznoszenie, zniżanie, manewr, lot poziomy z określoną prędkością i wysokością lotu);
- temperatury otaczającego powietrza;
- bieżącej masy samolotu podczas lotu;
- właściwości aerodynamicznych podwieszeń zewnętrznych;
- kąta skosu skrzydła;

Powyższe czynniki są uwzględniane w algorytmie sporządzania obliczeń inżyniersko-nawigacyjnych w pozycji "SAMOLOT Su22M4 Z SILNIKIEM AL-21F3, Instrukcja obliczania zasięgu i długotrwałości lotu", WLOP 83/92, POZNAŃ 1992. Świadczy to o potrzebie ich uwzględniania podczas kalkulacji przy użyciu programów komputerowych.

Prędkość lotu ma znaczący wpływ na możliwości przestrzenne LMB. Dla przykładu różnica prędkości o 10% w stosunku do prędkości maksymalnego zasięgu podczas lotu Su-22m4 na wysokości 200m (bez podwieszeń ze skosem skrzydła 45) powoduje wzrost zużycia paliwa o 10%. Dla większych odchleń wzrost ten jest znacznie większy ze względu na silnie nieliniowy charakter zależności opisujących zjawisko.

Wysokość lotu znacznie wpływa na możliwości przestrzenne, Im większa wysokość lotu tym możliwości te są większe. Możliwości LMB wyposażonego w samoloty Su-22M4 podczas wykonywania lotów bojowych na średnich i dużych wysokościach mogą szacunkowo wzrosnąć o około 100% i więcej w stosunku do możliwości podczas wykonywania lotów na małych wysokościach.

Temperatura otaczającego powietrza podczas lotu na stałych

wysokościach przy stałych prędkościach (przypadkowych lub Macha) nie wpływa praktycznie na zużycie paliwa (a więc i na możliwości przestrzenne). Wpływ temperatury należy uwzględnić podczas wznoszenia szczególnie do wysokości średnich i dużych. Wzrost temperatury o około 20 stopni C ponad temperaturę standardową może spowodować wzrost około 20% zużycia paliwa podczas wznoszenia do omawianych wysokości. Ponieważ wykonywanie lotów bojowych na samolocie Su-22M4 podczas zwalczania celów naziemnych jest wykonywane z zasady na prędkościach poddźwiękowych (bez włączania zakresu pracy silnika: "dopalenie") wpływ temperatury na zużycie paliwa podczas rozpędzania jak i sam proces rozpędzania w pierwszym przybliżeniu można pominąć. Reasumując, wobec braku możliwości przewidzenia dokładnego profilu lotu - liczby etapów wznoszenia - potrzebnym wydaje się uwzględnianie wpływu temperatury na zużycie paliwa podczas wznoszenia.

Bieżąca masa samolotu ma duży wpływ na zasięg i długotrwałość lotu. Na przykład, podczas lotu poziomego z prędkością maksymalnego zasięgu wpływ masy (m_1 i m_2) na kilometrowe zużycie paliwa (ck_1 i ck_2) można w przybliżeniu określić w oparciu o zależność (1):

(dla wysokości barycznych mniejszych niż 1000m)

$$ck_2 = ck_1 * [1 + 0.1(m_2/m_1 - 1)]; \quad (1)$$

Podczas lotu z prędkościami odbiegającymi od prędkości maksymalnego zasięgu wpływ masy na zużycie paliwa jest silnie nieliniowy i jak wykazuje analiza stosownych wykresów literatury przedmiotu [1] jest większy. Zmiana masy samolotu o 3000kg na wysokości H=500m powoduje zmianę ck o 2% a na H=8000m o około 16%.

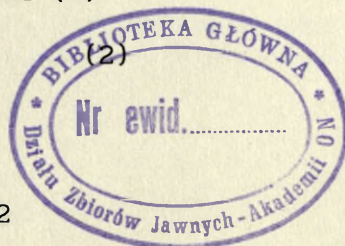
Właściwości aerodynamiczne podwieszonych odwzorowany jest w kalkulacjach inżyniersko-nawigacyjnych lotu tzw. współczynnikiem oporów czołowych (WOC). Współczynniki te przyjmują ściśle określone wartości charakterystyczne dla danego typu uzbrojenia i miejsca podwieszenia (skrzydło, kadłub). Podlegają one z zasady algebraicznemu sumowaniu. Wartości ich i sposób określania sumarycznego WOC dla samolotu w danym wariantcie uzbrojenia zawarte są w pozycji [1] od s.21 do s.23.

Podwieszenia zewnętrzne w większym stopniu powodują zwiększenie jednostkowego zużycia paliwa w locie poziomym niż podczas wznoszenia. Ich wpływ na możliwości przestrzenne samolotów LMB wynikający z oporów aerodynamicznych jest większy niż wynikający ze wzrostu masy samolotu. Na przykład, zasięg przelotowy podczas lotu na pułapie z czterema zbiornikami podwieszanymi ze zrzuceniem ich po wypracowaniu jest o 16% większy niż bez ich zrzucenia.

Kąt skosu skrzydła podobnie jak opory aerodynamiczne podwieszonych znacznie wpływają na możliwości przestrzenne samolotów Su-22M4. Charakterystyki zużycia paliwa wykonane zostały w pozycji [1] oddzielnie dla kąta skosu 45 stopni i 63 stopnie. Nawet pobieżna analiza tych charakterystyk wykazuje kilkunastoprocentowe różnice w rozchodzie paliwa podczas lotu z różnymi kątami skosu skrzydła.

Prędkość i kierunek wiatru uwzględnia się poprzez wprowadzenie pojęcia wiatru ekwiwalentnego (zminna- U_e) s.16 i 46 [1]. Wiatr może poprawiać lub powiększać możliwości przestrzenne samolotów. Kilometrowe zużycie paliwa z uwzględnieniem wpływu wiatru ck_w oblicza się z zależności (2):

$$ck_w = ck * V / (V + U_e);$$



gdzie: V - prędkość powietrzna samolotu [m/s];

U_e - prędkość wiatru ekwiwalentnego [m/s], (może mieć wartość ujemną);

Jak wynika z zależności (2) przy prędkościach poddźwiękowych lotu i prędkościach wiatru rzędu 15m/s zużycie paliwa może zmienić się o około 10% .

Obliguje to do uwzględniania podczas wykonywania obliczeń inżyniersko-nawigacyjnych lotu wymienionych wyżej czynników.

3. OPIS UŻYTKOWANIA MODUŁU PROGRAMOWEGO -"PLAN" I

PRZYKŁAD OBLICZEŃ

3.1. Instrukcja użytkowania programu

Przeznaczeniem programu "PLAN" jest modelowanie elementów lotu na wykonanie zadania bojowego dla jednostek LMB wyposażonych w samoloty Su-22M4.

Efektom działania programu jest wykonanie niezbędnych kalkulacji inżyniersko-nawigacyjnych potrzebnych do wykonania inżyniersko-nawigacyjnego obliczenia lotu.

W wypadku wykonywania kalkulacji dla lotu w ugrupowaniu o określonym składzie rezultaty kalkulacji odnoszą się do samolotu, którego warunki lotu wymagają największego zużycia paliwa spośród statków powietrznych wykonujących lot. Oznacza to, że w razie zadeklarowania zbiórki-"zakrętem o 180°" parametry lotu w tym etapie określane będą dla samolotu prowadzącego, a w razie wyboru zbiórki sposobem "dopędzanie" rezultaty kalkulacji dotyczyć będą ostatniego z grupy statku powietrznego.

Warunkami technicznymi użytkowania programu są:

- posiadanie mikrokomputera klasy IBM z kartą EGA, VGA lub SVGA; (kolorowa karta zapewnia pełniejsze korzystanie z graficznych walorów programu, lepiej wyróżnia elementy wyboru, ułatwia orientację);
- posiadanie w katalogu, w którym uruchamiamy program modułów składowych: **newradiu.exe**, **newradiu.ovr**, **evga.bgi**,
- zainstalowanie w katalogu, w którym uruchamiamy program zbiorów BAZY DANYCH UZBROJENIA LOTNICTWA zawartych w pięciu plikach: **uz1100**, **uz2x8pk**, **uz2x8zb**, **uz4zb**, **uzb_bzd**.
- program uruchamiany jest poprzez wybór pliku "NEWRADIU.EXE" i akceptację "ENTER".

Algorytm programu oparto na treściach pozycji:

"SAMOLOT Su-22M4 Z SILNIKIEM AL-21F3, Instrukcja obliczania zasięgu i długotrwałości lotu". WLOP 83/92, Poznań 1992 [1].

Program "PLAN" jest niejako odwzorowaniem informatycznym (w niezbędnym zakresie) obowiązującej metodyki prowadzenia obliczeń inżyniersko-nawigacyjnych i bazy danych o samolocie Su-22M4, zawartych w instrukcji. Ma to zasadnicze znaczenie dla weryfikacji poprawności działania przyjętych procedur cząstkowych, gdyż ogranicza zakres tej weryfikacji do porównywania wyników uzyskiwanych przy użyciu programu z wynikami uzyskiwanymi metodami tradycyjnymi i sprawdzeniu czy mieszczą się one w granicach dopuszczalnych błędów (określonych w tejże instrukcji). Kłopotliwe sprawdzanie poprawności działania programu za pomocą eksperymentów z wykonywania lotów praktycznych nie jest w tym wypadku konieczne co jest niewątpliwą zaletą.

Zawarte w wymienionej pozycji dane dotyczące charakterystyk lotno-taktycznych przedstawione także w formie rodzin charakterystyk (od s.80 do s 120) [1] zamieniono na postacię algebraiczne wygodne w procesie programowania, interpolując je wielomianami wyższych rzędów przy pomocy specjalnie w tym celu opracowanego programu "FUNKCJA". Przyjęto ponadto ograniczenie, że modelowanie lotu samolotu Su-22M4 będzie się odbywać w reżymach pracy silnika bez włączonego "dopalania" w przedziale wysokości od 50m do 10000m zakładając, że przedział ten wyczerpuje zasadnicze możliwości bojowego zastosowania samolotu podczas zwalczania celów naziemnych i nawodnych (wyniki kalkulacji inżyniersko-nawigacyjnych wykonanych dla wysokości lotu mniejszych niż 50m nie różnią się znacząco od analogicznych wyników dla wysokości 50m).

Modelowanie elementów lotu rozpoczyna się od wyboru możliwego wariantu ładunku bojowego oraz zadeklarowania danych wejściowych takich jak:

- gęstość paliwa (wybór przy pomocy podświetlonej listwy);
- czas pracy silników na ziemi (wybór przy pomocy podświetlonej listwy);
- sposób lądowania (wybór przy pomocy podświetlonej listwy);
- średnia temperatura w rejonie lotów;
- średnia wysokość względna rejonu lotów;
- parametry wiatru w interesujących przedziałach wysokości;
- rodzaj zbiórki i skład grupy (oraz pozostałych parametrów niezbędnych do kalkulowania elementów zbiórki).

"LISTWA" przesuwa się przy użyciu klawiatury - "strzałek",

(górną, dół) a zatwierdzenie zadeklarowanej wartości następuje po naciśnięciu klawisza "ENTER". Naciśnięcie klawisza "ENTER" wprowadza do programu wybrane przy pomocy klawiatury alfa-numerycznej wartości liczbowe, które można zmieniać do tego momentu przy użyciu klawiszy "DEL" (kasowanie całego wyrażenia) lub "BACKSPACE" (kasowanie ostatniego znaku). Wartości zatwierdzone uzyskują nowy kolor tła. W załączniku 1 (EKRYNY1-1..4) zobrazowane są omawiane ekrany.

Program nie pozwala na wprowadzanie w pola numeryczne nieodpowiednich znaków, a próbę taką sygnalizuje dźwiękiem.

Parametry wiatru wprowadza się według następującego schematu: wybór interesującego użytkownika przedziału wysokości poprzez przesunięcie kursora strzałką: "lewo", "prawo", "górną", "dół" na odpowiednią pozycję. Po wprowadzeniu wartości akceptacja może nastąpić tradycyjnie poprzez "ENTER", co powoduje przejście kursora do kolejnej pozycji tabeli, lub poprzez użycie strzałek, co daje możliwość przejścia do wybranej pozycji. Wprowadzone wartości można zmieniać do momentu opuszczenia tablicy, co następuje po naciśnięciu klawisza funkcyjnego "Esc" lub automatycznie po wypełnieniu ostatniej pozycji w tabelce. Wówczas w niewypełnionych pozycjach tabeli przyjmowana jest wartość zero.

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze kranowym komputera przedstawiono w załączniku 1 (ERAN-4). Podczas wprowadzania danych na monitorze ekranowym pojawiają się stosowne informacje dotyczące kolejnych czynności użytkownika. Wprowadzane dane wejściowe są analizowane w kontekście ograniczeń eksploatacyjnych. Ewentualne nieprawidłowości sygnalizują odpowiednie komunikaty pojawiające się w dolnej części ekranu przy wprowadzaniu danych początkowych lub w lewym górnym rogu podczas edytowania kolejnych etapów lotu. Zasada ta zachowana jest podczas wprowadzania jakichkolwiek danych we wszystkich etapach użytkowania programu.

W rezultacie wprowadzenia tych danych zostają wyliczone i zobrazowane parametry startu i zbiórki takie jak:

- droga (S);
- czas (T);
- potrzebne paliwo do wykonania tego etapu lotu (Q_{etapu});
- zapas nawigacyjny i techniczny (Q_{ntu});

- początkowe i końcowe wartości masy samolotu (MASA - w [kg]), zapasu paliwa (Q_p - w [kg]), współczynnika oporów czołowych (WOC). Zapas paliwa Q_p jest bieżącą pozostałością paliwa spodziewaną po realizacji startu i formowania ugrupowania bojowego bez uwzględnienia zapasu nawigacyjnego i technicznego. Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera po wyliczeniu parametrów startu i zbiórki ilustruje załącznik 1 (EKTRAN-5). Sporządzany jest także bilans, w wyniku którego określana jest masa paliwa dysponowana na pozostałe etapy lotu (Q_{dysp}), po odliczeniu potrzebnego paliwa na lądowanie, dodatkowy krag nad lotniskiem i niezbędnych zapasów nawigacyjnych, technicznych i na lot w ugrupowaniu.

Następnie, na nowym ekranie, gdzie pojawiać się będzie ilustracja liczbowa i graficzna realizowanego lotu, użytkownik ma możliwość wyboru, przesuając odpowiednio "podświetloną listwę", dowolnego etapu lotu ze zbioru:

1. - wznoszenie;
2. - zniżanie;
3. - lot poziomy;
4. - atak;
5. - manewr;
6. - lądowanie.

W wyniku modelowania wybranego wariantu lotu przy wykorzystaniu programu zobrazowane zostają na ekranie parametry wejściowe, wyniki kalkulacji i obraz graficzny profilu lotu. Treści zobrazowane na ekranie można, po podłączeniu drukarki, wydrukować w dowolnym momencie (klawisze: "SHIFT"+"PRINT SCRN").

Istnieje możliwość skasowania otrzymanych wyników modelowania ostatnio wprowadzanego etapu (wybór "podświetlona listwa" opcji "NIE" i zatwierdzenie jej przyciskiem "ENTER", po pojawieniu się pytania - "czy zatwierdzasz odcinek") i wprowadzenia nowych danych. Po zatwierdzeniu otrzymanych rezultatów (zatwierdzenie opcji "TAK") użytkownik ma ponownie możliwość wyboru dowolnych etapów lotu. Również po zatwierdzeniu etapu następuje zapis wartości z tablicy oraz parametrów rysunku do zbioru "ZOBRAZOW". Dzięki temu możliwe jest późniejsze odtwarzanie i analiza lotu.

Wszystkie wyniki kalkulacji zobrazowywane są na monitorze z dokładnością co do ostatniej cyfry znaczącej.

Ponizej omówione zostaną poszczególne etapy lotu.

Ad.1. Wznoszenie

Modelowanie wznoszenia następuje po wprowadzeniu nakazanej wysokości względnej (w metrach) i zakładanego skosu skrzydła. Droga, czas i zużycie paliwa obliczane są w wyniku działania programu z uwzględnieniem normalnego rozkładu temperatury na poszczególnych wysokościach, zmiany masy samolotu wynikającej z bieżącego zużycia paliwa, a także zmiany masy i współczynnika oporów czołowych w przypadku mogącej wystąpić w trakcie wznoszenia, zatwierdzonej potrzeby zrzutu wypracowanych ewentualnych zbiorników dodatkowych paliwa.

Należy podkreślić, że algorytm wyliczeń odpowiada ściśle charakterystykom zawartym w wymienionej wyżej instrukcji, które interpolowano z dużą dokładnością wielomianami wyższych rzędów.

Ponadto zobrazowany jest końcowy stan pozostałości paliwa, współczynnika oporów czołowych i masy samolotu, a także sporządzany jest, analogicznie jak poprzednio, bilans paliwa sygnalizujący ewentualny deficyt.

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w załączniku 1 (EKRAŃ-5...7).

Ad.2. Zniżanie

Po wyborze etapu "zniżanie" i wprowadzeniu nakazanej wysokości końcowej według zasad analogicznych jak poprzednio, wyliczane i zobrazowane są, obok parametrów wejściowych, droga zniżania, czas zniżania i potrzebna masa paliwa. Jeżeli wysokość zniżania przekracza 1000m algorytm kalkulacji odpowiada charakterystykom dotyczącym zniżania z różnych wysokości do wysokości lotu po kręgu (rys.32.s.107.[1]). W przeciwnym wypadku gdy wysokości, o które planowane jest zniżanie są mniejsze od 1000m, dla zachowania ciągłości kalkulacji przyjęto wymagane prędkości zniżania i założono przybliżony rozchód paliwa, biorąc pod uwagę, że ma on praktycznie znikome znaczenie w kontekście pozostałych etapów lotu bojowego.

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w załączniku 1 (EKTRAN-8).

Ad.3. Lot poziomy

Etap umożliwia wybór opcji, w której algorytm określa ekonomiczne warunki lotu na zadanym odcinku lub opcji, w której nakazana prędkość rzeczywista ($V_{podr.}$) jest zadawana.

Po ustaleniu długości odcinka, skosu skrzydła i ewentualnego zapasu taktycznego, wyliczane są:

- czas lotu (T);
- ewentualna prędkość podróżna ($V_{podr.}$);
- nakazana do utrzymywania prędkość podana w liczbie Macha (V);
- średnie kilometrowe zużycie paliwa (C_k);
- masa potrzebnego paliwa na tym etapie (Q_{etapu});
- zapas nawigacyjny, techniczny i na lot w ugrupowaniu (Q_{ntu});
- końcowe parametry takie jak: pozostałość paliwa (Q_p), masa samolotu i aktualny współczynnik oporów czołowych (WOC).

Powyższe parametry wyliczne są z uwzględnieniem wpływu wiatru i temperatury oraz bieżącej zmiany masy samolotu. Algorytm uwzględnia również wpływ ewentualnego zrzutu zbiorników dodatkowych, po wypracowaniu, na zużycie paliwa (aktualizując w trakcie kalkulacji masę samolotu i współczynnik oporów czołowych). Analogicznie jak poprzednio sporządzony jest bilans paliwa.

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w załączniku 1 (EKTRAN-9, 10, 15, 16 i 17).

Ad.4. Atak

Realizacja tego etapu poprzez wybór możliwych wariantów wykonania uderzenia (bezpośrednio z trasy, w dwóch lub w trzech zajściach) powoduje uaktualnienie masy samolotu, współczynnika oporów czołowych i pozostałości paliwa wynikających z użycia uzbrojenia i wypracowania paliwa w określonym czasie pracy nad

celem (zużycie to można ewentualnie powiększać poprzez zakładanie zapasu taktycznego).

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w załączniku 1 (EKTRAN-11 i 12).

Ad.5. Manewr

Etap ten po wprowadzeniu nakazanego kąta drogi (magnetycznego lub geograficznego - NKD) i założenia pożądanego kąta przechylenia w manewrze, umożliwia obliczenie drogi i promienia manewru, czasu jego trwania i potrzebnego paliwa. Analogicznie jak w pozostałych etapach aktualizowana jest końcowa masa samolotu i pozostałość paliwa.

Przykładowe formy organizacji zobrazowania formacji N na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w załączniku 1 (EKTRAN-13 i 14).

Ad.6. Lądowanie

Po wyborze odcinka "Lądowanie" w zależności od zadeklarowanego wcześniej sposobu lądowania i aktualnej wysokości lotu, obliczana jest droga lądowania, czas lądowania i potrzebne paliwo. Zatwierdzenie etapu powoduje dodatkowo zobrazowanie w oddzielnej kolumnie całkowitej długości trasy, długotrwałości lotu, potrzebnego paliwa na lot, potrzebnych zapasów nawigacyjnych, technicznych, na lot w ugrupowaniu i taktycznych. Sporządzany jest ostateczny bilans paliwa, który informuje o masie paliwa po wylądowaniu w wariantcie gdy zaistnieje konieczność wykonania dodatkowego kręgu nad lotniskiem podczas zajścia do lądowania.

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w załączniku 1 (EKTRAN-17)

Jeżeli liczba modelowanych etapów lotu przekroczy możliwości zobrazowania ich na ekranie monitora można wydrukować treści

zobrazowane na ekranie w trybie graficznym poprzez jednoczesne przyciśnięcie przycisków "SHIFT" i "PRINT SCR" (jeżeli przewidziano współpracę z drukarką), a następnie przejść do kolejnego etapu, który można rozpocząć po zniknięciu informacji o dotychczasowych etapach lotu i kontynuować aż do kolejnego zapelnienia przestrzeni monitora ekranowego. Każdy kolejny nowy ekran rozpoczyna się od powtórzenia w zobrazowaniu ostatniego zaakceptowanego odcinka, co ułatwia podejmowanie kolejnych decyzji. Możliwy jest również przegląd wcześniej wyedytowanych ekranów przy pomocy klawisza "PgUp" a następnie powrót na końcowy ekran klawiszem "PgDn". Wydrukowania można zatem dokonać po zakończeniu edycji całego lotu. Zapamiętanie charakterystyk liczbowych oraz parametrów graficznego ich odwzorowania w zbiorze "ZOBRAZOW" umożliwia późniejsze wykorzystanie tych danych.

Po skończonej edycji jednego lotu użytkownik ma możliwość wyboru: kontynuować pracę tzn wprowadzać dane początkowe nowego lotu lub zakończyć działanie programu.

Awaryjny powrót do poziomu NORTON COMANDER można uzyskać poprzez jednoczesne przyciśnięcie klawiszy "CTRL" i "PAUSE", a następnie naciśnięcie klawisza "ENTER".

Uruchomienie programu.

Abby program poprawnie funkcjonował musi być spełnione

następujące warunki:

- Mikrokomputer klasy IBM, z dowolną kartą graficzną, ponieważ program działa w trybie tekstowym. Wskazano jest użycie kolorowego monitora, gdyż zapewnia to lepszy komfort pracy.

3.2. Opis użytkowania programu obsługi bazy danych lotnictwa

Przeznaczenie programu.

Autonomiczny program dialogowy z użytkownikiem "ROBIPLIK" powstał jako integralny element dla modułu programowego "PLAN". Użytkownik ma dzięki niemu możliwość stworzenia bazy danych dotyczącej uzbrojenia lotnictwa, dokonywania w niej odpowiednich modyfikacji, aktualizacji, przeglądów tych danych. Informacje przechowywane są w plikach dostępnych zarówno z samego programu "ROBIPLIK" jak i innych programów użytkowych, wykorzystujących dane o uzbrojeniu (program "PLAN"). Szeroki wachlarz informacji zapewnia uniwersalność stworzonej bazy. Dodatkowo pliki zawierają parametry graficznej ilustracji wariantów uzbrojenia.

Metoda dialogu jest prosta i przejrzysta aby użytkownik nie musiał tracić dużo czasu na poznawanie programu. Każdy z wyświetlanych ekranów zaopatrzonej jest w informacje potrzebne do pracy. Podpowiada użytkownikowi sposób działania. W dolnej części ekranu opisane są operacje, które można w danej chwili realizować i klawisze służące tym celom. Poczynania użytkownika kontrolowane są przez system, który ignoruje błędnie wciskane klawisze a próba wprowadzenia nieodpowiedniego typu wartości (np. litery w pole numeryczne) generuje sygnał dźwiękowy.

Uruchomienie programu.

Aby program poprawnie funkcjonował muszą być spełnione następujące warunki:

- Mikrokomputer klasy IBM, z dowolną kartą graficzną, ponieważ program działa w trybie tekstowym. Wskazane jest użycie kolorowego monitora, gdyż zapewnia to lepszy komfort pracy,

wyróżniając odpowiednio pola, elementy wyboru, ułatwiając orientację. Przy monitorze monochromatycznym zróżnicowanie barw dotyczy odcieni i jest również wystarczające dla orientacji w programie.

- Program "ROBIPLIK.EXE" należy zainstalować w katalogu, w którym uruchamiane będą programy korzystające z BAZY DANYCH UZBROJENIA LOTNICTWA, ewentualnie w dowolnym katalogu a utworzone w efekcie jego pracy pliki przenosić do odpowiednich katalogów.
- Zainstalowanie programu na serwerze sieci komputerowej umożliwi korzystanie z utworzonej bazy przez wiele programów uruchamianych z komputerów lokalnych pracujących w sieci.

Jeżeli powyższe warunki są spełnione wystarczy wybrać lub wprowadzić z klawiatury nazwę programu "ROBIPLIK" i zaakceptować "ENTER". Po wykonaniu tych czynności program rozpocznie działanie.

Efektom działania programu jest pięć plików zawierających dane o wariantach uzbrojenia samolotów:

- **uz2x8zb** - dla samolotów z dwoma podskrzydłowymi zbiornikami paliwa o pojemności 800l;
- **uz2x8pk** - dla samolotów z dwoma podkadłubowymi zbiornikami paliwa o pojemności 800l;
- **uz1100** - dla samolotów z dwoma podskrzydłowymi zbiornikami paliwa o pojemności 1150l;
- **uz4zb** - dla samolotów z czterema zbiornikami paliwa o pojemności 800l;
- **uzb_bzd** - dla samolotów bez zbiorników dodatkowych.

Obsługa programu.

Po uruchomieniu programu "ROBIPLIK" użytkownik musi zdecydować jakiego typu informacje interesują go. Wykładnikiem wyboru jest liczba i pojemność podwieszonych do samolotu zbiorników paliwa a możliwości wyświetlone są na ekranie w następujący sposób:

- 1 - Z dwoma podskrzydłowymi zbiornikami paliwa 8001
- 2 - Z dwoma podkadłubowymi zbiornikami paliwa 8001
- 3 - Z dwoma podskrzydłowymi zbiornikami paliwa 11501
- 4 - Z czterema zbiornikami paliwa 8001
- 5 - Bez zbiorników dodatkowych

Na ekranie pojawia się podpowiedź użycia "podświetlonej listwy" do wyboru odpowiedniego zbioru. Porządkany efekt można również otrzymać wprowadzając z klawiatury numer odpowiadający plikowi potrzebnych informacji. Po akceptacji "ENTER" następuje przejście do drugiego ekranu. Przedstawia on zestaw operacji jakich można dokonać na aktualnym otwartym pliku danych. Przykładowo dla samolotów bez zbiorników dodatkowych ekran wygląda w sposób następujący:

WARIANTY UZBROJENIA SAMOLOTÓW

bez zbiorników dodatkowych

- 1 - Przeglądanie
- 2 - Aktualizacja
- 3 - Dopisywanie nowych rekordów
- 4 - Kasowanie rekordów
- 5 - wyjście

Wybierz numer operacji na zbiorze i zaakceptuj

Wyboru dokonuje się jak poprzednio i następuje przejście do kolejnych ekranów.

Ad.1. Wybierając "Przeoglądanie" mamy możliwość obejrzenia wszystkich istniejących w danym zbiorze rekordów. Wyświetlana jest nazwa zbioru, numer rekordu w nim i następujące pola w rekordzie:

- wariant uzbrojenia;
- masa startowa samolotu;
- współczynnik oporu czołowego samolotu;
- współczynnik oporu czołowego uzbrojenia;
- współczynnik oporu czołowego zbiorników;
- masa zbiorników;
- masa uzbrojenia;
- pojemność zbiornika;
- pojemność całkowita instalacji paliw.

Na ekranie monitora mieszczą się dwa rekordy. Możliwość obejrzenia następnych uzyskujemy po wciśnięciu klawisza "PgDn". Po wyczerpaniu pliku powraca ekran2 z alternatywnymi operacjami na zbiorze.

Ad.2. "Modyfikacja pozwala nam również na przegląd rekordów z tym, że użytkownik uzyskuje możliwość dostępu do poszczególnych pól i zmiany ich zawartości. Poza polami wymienionymi w poprzednim punkcie, dostępnych jest również 14 pól służących do ilustracji graficznej uzbrojenia samolotu. W pola te mogą być wprowadzane liczby od 1 do 22. Liczby te oraz ich rozmieszczenie na ekranie odpowiadają schematycznym rysunkom typów uzbrojenia zaprojektowanym i generowanym w module programowym "PLAN". Długość wprowadzanych łańcuchów znaków ograniczona jest podświetlonym obszarem, akceptacja powoduje zmianę koloru łańcucha. Aby zaakceptować wprowadzone zmiany użytkownik musi ustawić kursor na ostatnim polu

rekordu i wcisnąć "ENTER". Inne opuszczenie ekranu nie spowoduje zapisu zmodyfikowanych wartości do zbioru.

Obszerna podpowiedź sposobu postępowania znajduje się w dolnej części ekranu.

Ad.3. "Dopisywanie nowych rekordów" odbywa się w identycznym układzie graficznym jak modyfikacja. Bez przeglądu kolejnych rekordów pliku, na ekranie wyświetlony zostaje pusta struktura.

Użytkownik wypełnia po kolei puste pola rekordu, który dopisywany jest na końcu otwartego wcześniej zbioru i uzyskuje numer podany na ekranie. Tak, jak poprzednio zapis następuje po akceptacji ostatniego pola w rekordzie. Wcześniejsze porzucenie edycji nie powoduje zmian w pliku.

Ad.4. "Kasowanie rekordu" pozwala w czasie dokonywania przeglądu pliku wybierać zbędne lub błędnie zapisane rekordy i kasować je. Jeżeli wyświetlany na ekranie rekord ma być skasowany należy wcisnąć klawisz "DEL". Następnie należy ten wybór potwierdzić -"ENTER" lub zrezygnować z niego wciskając dowolny inny klawisz. Potwierdzenie kasuje rekord w zbiorze i uaktualnia numerację rekordów. Samo przeglądanie nie powoduje żadnych zmian w plikach.

We wszystkich możliwych w programie operacjach na zbiorach, wyjście może następować automatycznie, po wyświetleniu ostatniego rekordu (po negatywnej odpowiedzi na pytanie o kontynuację przy wprowadzaniu nowych rekordów) lub awaryjnie poprzez użycie klawisza "ESC". Wyjście następuje do warstwy wyboru operacji. Wychodząc z tej warstwy (wybór listwą) uzyskujemy możliwość zmiany pliku do pracy lub zakończenia programu.

Program "ROBIPLIK" jest wygodnym i prostym w obsłudze narzędziem do tworzenia i aktualizacji BAZY DANYCH UZBROJENIA LOTNICTWA, która to może być wykorzystywana przez szereg różnych programów.

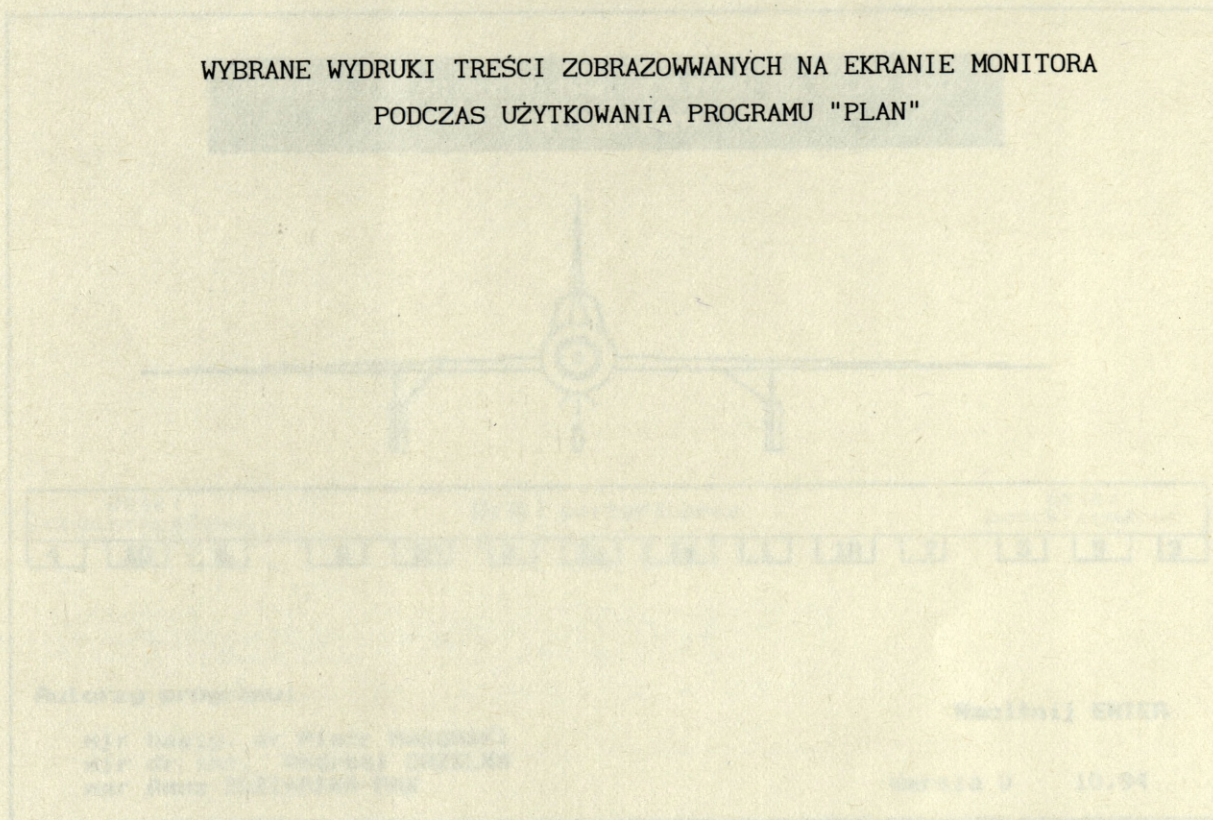
3.3. Przykład realizacji obliczeń

Przykład obliczeń inżyniersko-nawigacyjnych lotu przedstawiono w załączniku 1 stanowiącym treści wybranych informacji zobrazowywanych na monitorze ekranowym komputera, dotyczących wprowadzanych wielkości wejściowych, komunikatów i wyników kalkulacji.

BIBLIOGRAFIA

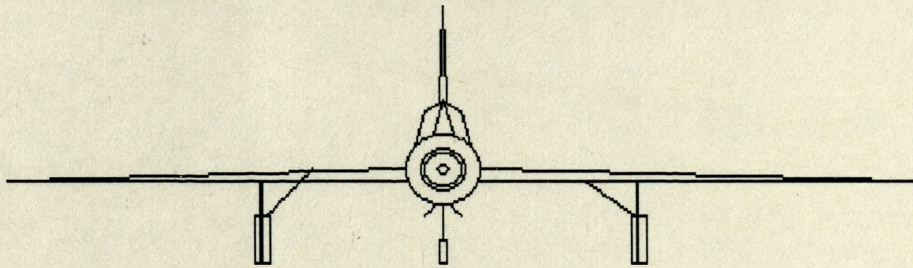
1. "SAMOLOT Su-22M4 Z SILNIKIEM AL-21F3, Instrukcja obliczania zasięgu i długotrwałości lotu". WLOP 83/92, Poznań 1992 [1].
2. "METODYKA OBLICZEŃ INŻYNIERYJNO-NAWIGACYJNYCH LOTU ORAZ ZESTAW WYKRESÓW DLA SAMOLOTÓW BOJOWYCH. Lot.1928/79 Poznań 1980.

WYBRANE WYDRUKI TREŚCI ZOBRAZOWANYCH NA EKRANIE MONITORA
PODCZAS UŻYTKOWANIA PROGRAMU "PLAN"



" EKRAN - 1 "

PROGRAM INŻYNIERYJNO-NAWIGACYJNYCH OBLICZEN LOTU
dla SU-22M



Beltki podskrzydłowe			Beltki portantubowe							Beltki podskrzydłowe			
4	10	6	8	2R	2	2s	1s	1	1R	7	5	9	3

Autorzy programu:

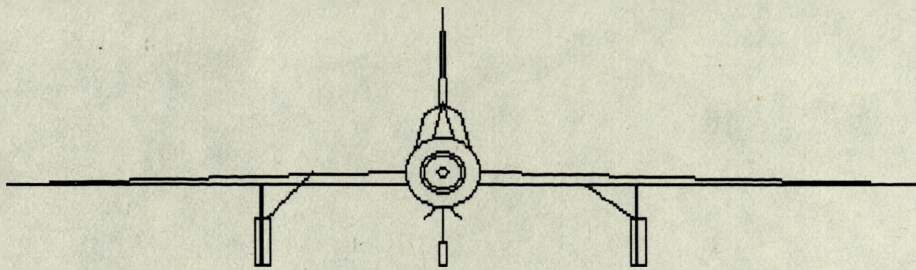
mjr nawig. dr Piotr NAKOWSKI
mjr dr inż. Andrzej GRZELKA
mgr Anna ZDZIARSKA-BAK

Naciśnij ENTER

Wersja U 10.94

" EKRAN - 2 "

PROGRAM INŻYNIERYJNO-NAWIGACYJNYCH OBLICZEN LOTU
dla SU-22M



Wybierz wariant uzbrojenia

Bez zbiorników dodatkowych	
Z dwoma podskrzydłowymi zbiornikami paliwa	800 l
Z dwoma podkadłubowymi zbiornikami paliwa	800 l
Z dwoma podskrzydłowymi zbiornikami połowa	1150 l
Z czterema zbiornikami paliwa	800 l

" EKRAN - 4 "

Wybór gęstości paliwa	Czas pracy na Ziemi	Warunki lądowania	Zapas Nawigac.	Podaj:
0.755	5	Z rubieży	7 %	Wys. lotniska [m] _100
0.765	6	Z kręgu	10 %	sr. temp. w rejonie lotów [C] +15
0.775	7	Wg. syst.		
0.785	8			
0.795	9			
0.805	10			
Wybierz rodzaj ZBIÓRKI		-skos skrzydła:		
zakretem o 180		45		
przez dopędzanie		63		
Podaj:				ESC-koniec
-wysokość zbiórki [m]	_300			
-skład grupy [do 18]	12			
-start:		Podaj:		
pojedynczo		-prędkość prowadz. [km/h]	_600	
parami		-nakazany kąt drogi (NKD)	_60	
		-przechylenie w manewrze	60	

" EKRAN - 5 "

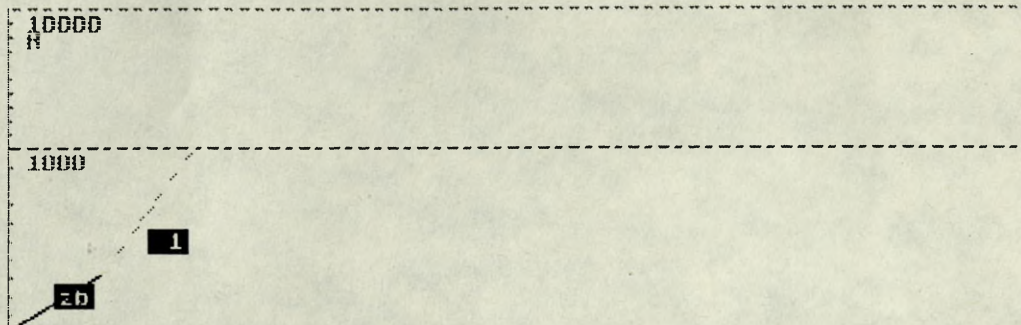
Wybierz Odcinek	10000
Wzniesienie:	
Zniżanie	
Lot poziomy	1000
ATAK	
Manewr	
Ladowanie	

zb

S [kn]	0																		
T [min.sek]	4.50																		
Hwzgl [m]	300																		
U.podr [kn/h]	600																		
V [Ma]	***																		
NKD [stop]	60																		
Skos skrz.	45																		
Ck [kg/kn]	***																		
Detapu [kg]	651																		
Q ntu [kg]	111																		
Zapas takt	***																		
Qp [kg]	4739	4097																	
WOC.	126	126																	
Masa [kg]	18052	17400																	

" EKRAN - 6 "

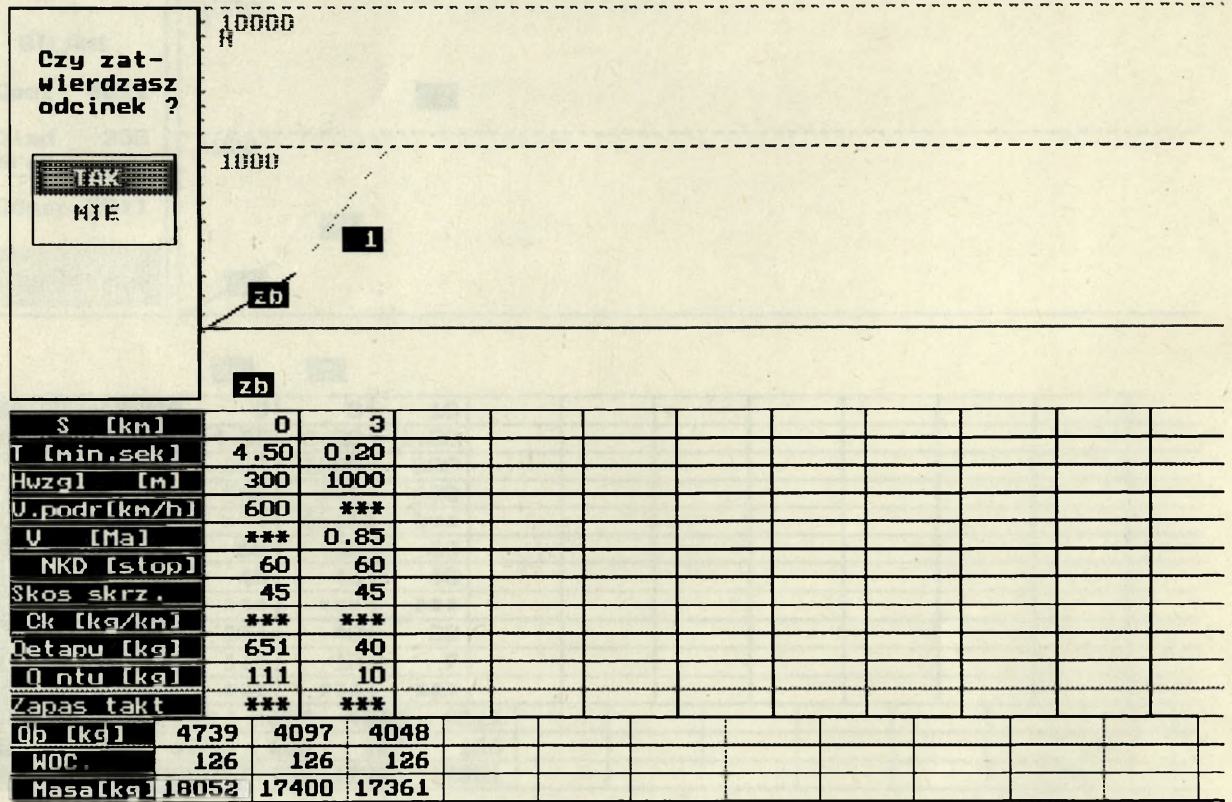
BILANS																				
Qpoz.	4048																			
Qlad	350																			
Krag	350																			
Qdysp	3348																			
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>.</td> <td>/</td> <td>*</td> <td>%</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>←</td> <td>→</td> <td>↵</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	.	/	*	%	+	-	←	→	↵
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	.	/	*	%	+	-	←	→	↵		



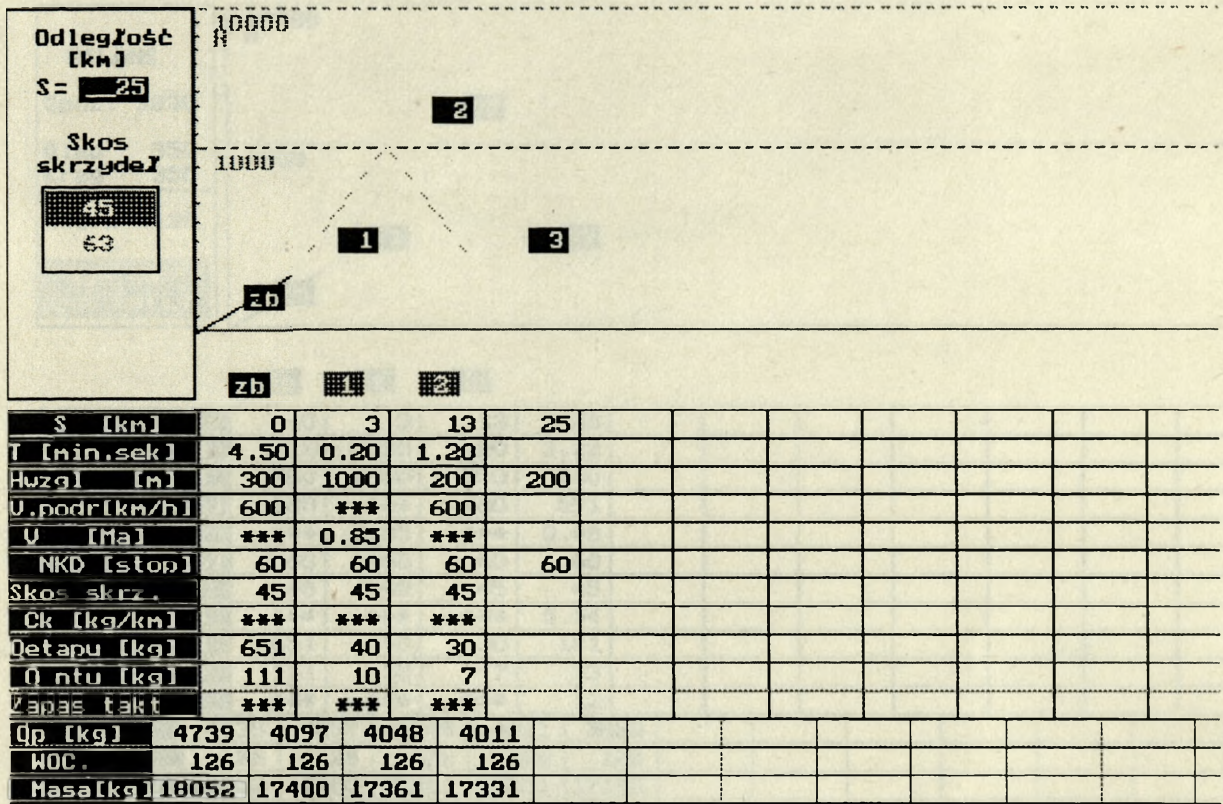
zb

S [kn]	0	3																	
T [min.sek]	4.50	0.20																	
Hwzql [m]	300	1000																	
U.podr[kn/h]	600	***																	
U [Ma]	***	0.85																	
NKD [stop]	60	60																	
Skos skrz.	45	45																	
Ck [kg/kn]	***	***																	
Qetapu [kg]	651	40																	
Qntu [kg]	111	10																	
Wapas takt	***	***																	
Qp [kg]	4739	4097	4048																
WOC.	126	126	126																
Masa[kg]	18052	17400	17361																

" EKRAN - 7 "

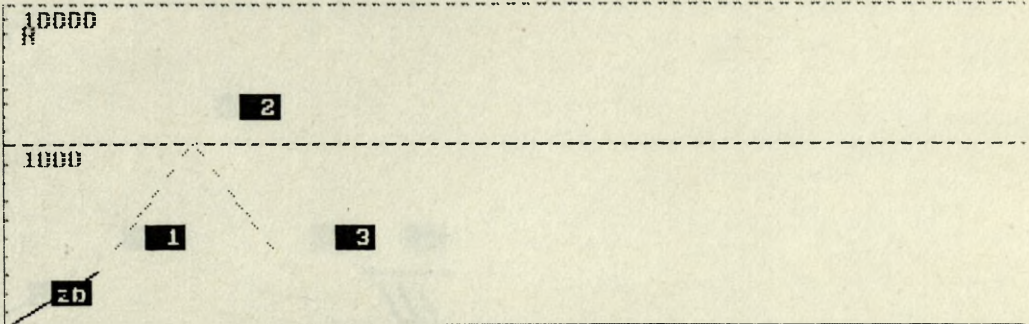


" EKRAN - 9 "



" EKRAN - 10 "

BILANS														
Qpoz .	3830													
Qlad	350													
Krag	350													
Qdysp	3130													
<table border="1"> <tr> <td>Y</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>0</td><td>DEL</td><td>ENTER</td> </tr> </table>		Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	DEL	ENTER
Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	DEL	ENTER		



zb 1 2

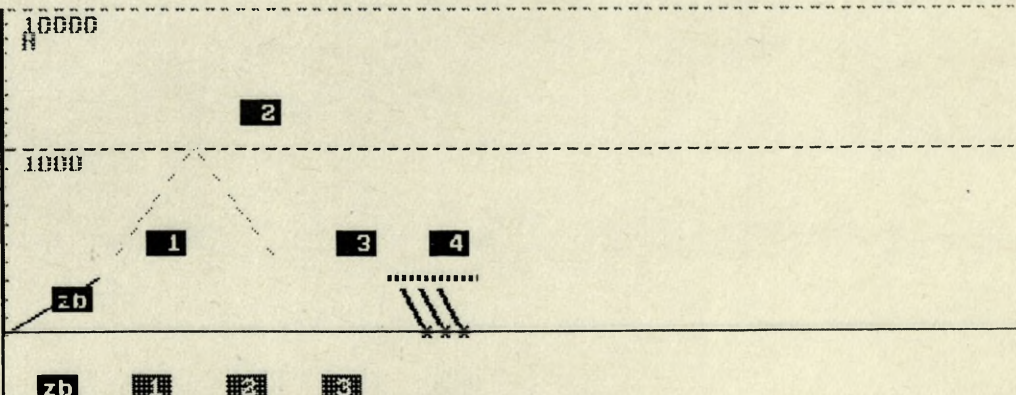
S [kn]	0	3	13	25									
T [min.sek]	4.50	0.20	1.20	2.32									
Huzgl [m]	300	1000	200	200									
U.podr[km/h]	600	***	600	591									
U [Ma]	***	0.85	***	0.48									
NKD [stop]	60	60	60	60									
Skos skrz	45	45	45	45									
Ck [kg/kn]	***	***	***	5.54									
Qetapu [kg]	651	40	30	181									
Qntu [kg]	111	10	7	33									
Zapas takt	***	***	***	13									
Qp [kg]	4739	4097	4048	4011	3830								
WOC	126	126	126	126	126								
Masa[kg]	18052	17400	17361	17331	17193								

" EKRAN - 11 "

Warunki ataku:

Z trasu
2 ataki
3 ataki

Zapas takt. [%] **15**



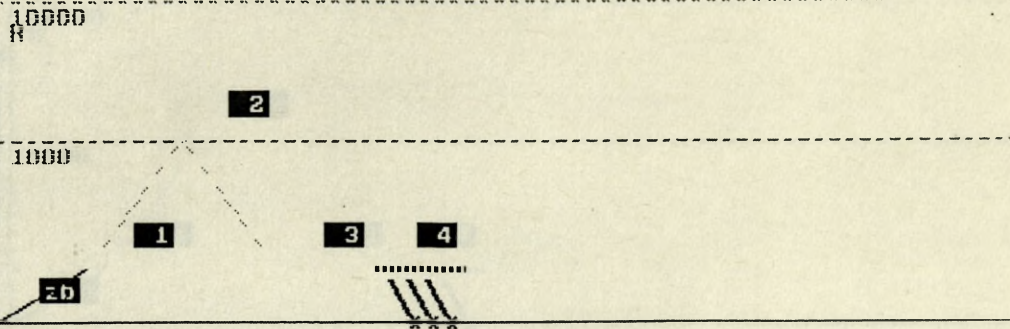
	zb	1	2	3									
S [km]	0	3	13	25	***								
T [min.sek]	4.50	0.20	1.20	2.32									
Hwzgl [m]	300	1000	200	200									
U.podr[km/h]	600	***	600	591									
V [Ma]	***	0.85	***	0.48									
NKD [stop]	60	60	60	60									
Skos skrz.	45	45	45	45									
Ck [kg/km]	***	***	***	5.54									
Detapu [kg]	651	40	30	181									
Q ntu [kg]	111	10	7	33									
Zapas takt	***	***	***	13									
Qp [kg]	4739	4097	4048	4011	3830								
WOC.	126	126	126	126	126								
Masa[kg]	18052	17400	17361	17331	17193								

" EKRAN - 12 "

Czy zatwierdzasz odcinek ?

TAK

NIE

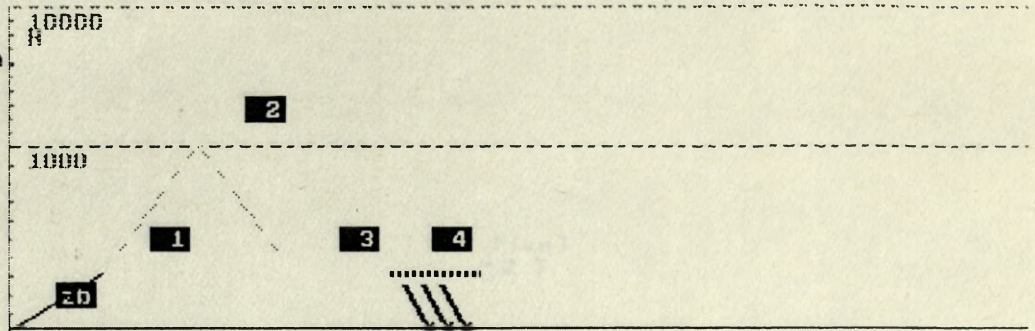


	zb	1	2	3										
S [kn]	0	3	13	25	***									
T [min.sek]	4.50	0.20	1.20	2.32	8.0									
Hwzgl [m]	300	1000	200	200	***									
U.podr[km/h]	600	***	600	591	***									
V [Ma]	***	0.85	***	0.48	***									
NKD [stop]	60	60	60	60	***									
Skos skrz.	45	45	45	45	***									
Ck [kg/kn]	***	***	***	5.54	***									
Detapu [kg]	651	40	30	181	576									
Q ntu [kg]	111	10	7	33	0									
Zapas takt	***	***	***	13	86									
Qp [kg]	4739	4097	4048	4011	3830	3167								
WOC.	126	126	126	126	126	88								
Masa[kg]	18052	17400	17361	17331	17193	15117								

" EKRAN - 13 "

Podaj
przechylenie
w manewrze

30
45
60



zb 1 2 3 4

S [kn]	0	3	13	25	***									
T [min.sek]	4.50	0.20	1.20	2.32	8.0									
Huzgl [m]	300	1000	200	200	***									
U.podr[km/h]	600	***	600	591	***									
U [Ma]	***	0.85	***	0.48	***									
NKD [stop]	60	60	60	60	***									
Skos skrz.	45	45	45	45	***									
Ok [kg/kn]	***	***	***	5.54	***									
Qetapu [kg]	651	40	30	181	576									
Q ntu [kg]	111	10	7	33	0									
Zapas takt	***	***	***	13	86									
Qp [kg]	4739	4097	4048	4011	3830	3167								
WOC	126	126	126	126	126	88								
Masa[kg]	18052	17400	17361	17331	17193	15117								

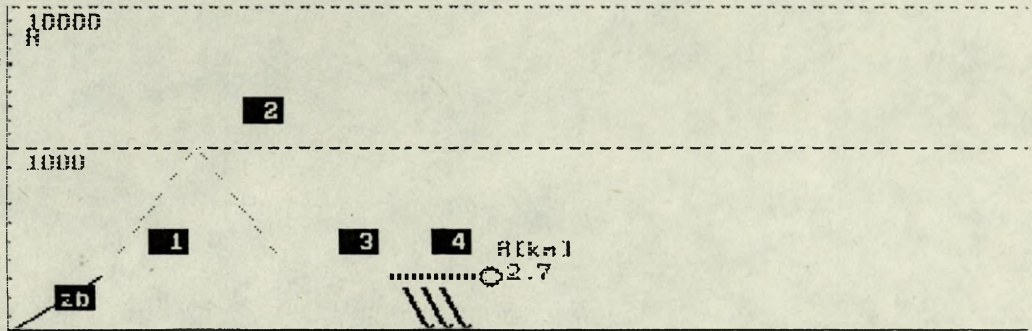
" EKRAN - 14 "

Podaj
przechylenie
w manewrze

30
45
60

Podaj NKD
[st.]

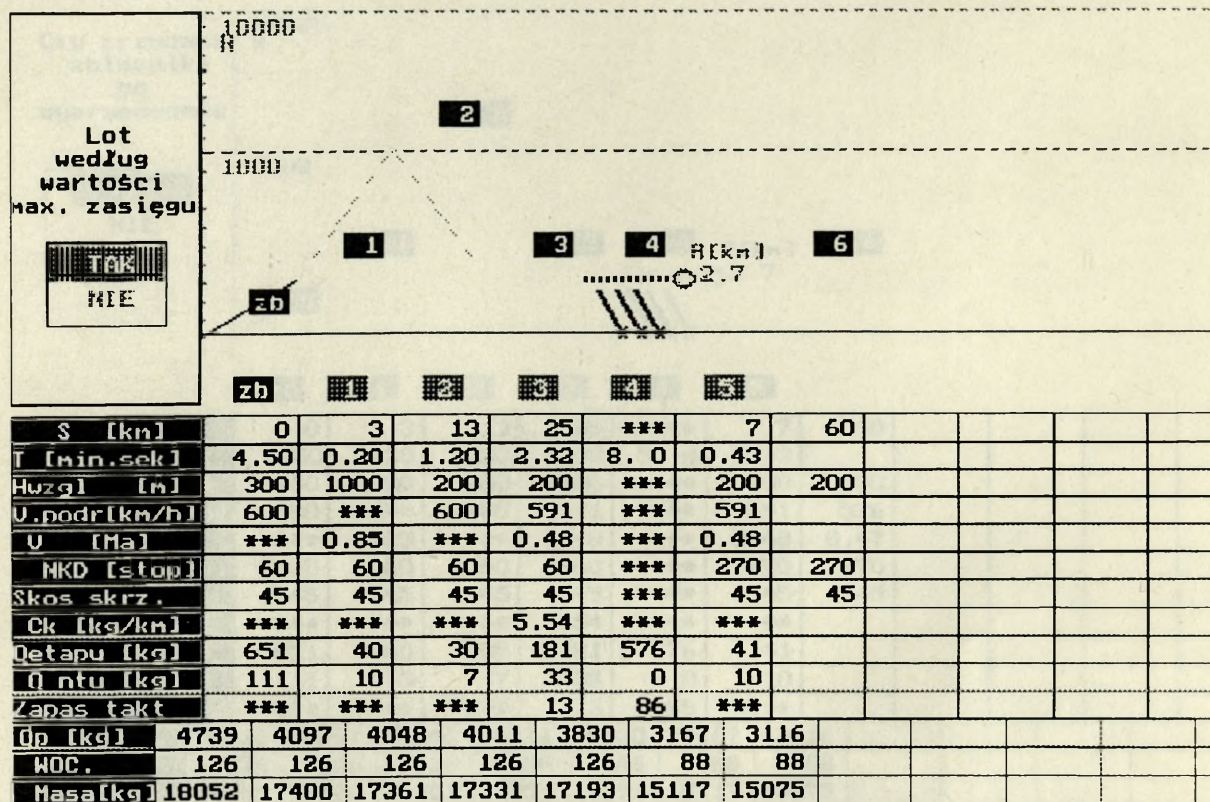
NKD =



zb [1] [2] [3] [4]

S [km]	0	3	13	25	***						
T [min.sek]	4.50	0.20	1.20	2.32	8.0						
Hwzgi [m]	300	1000	200	200	***						
V.podri [km/h]	600	***	600	591	***						
V [Ma]	***	0.85	***	0.48	***						
NKD [stop]	60	60	60	60	***						
Skos skrz.	45	45	45	45	***						
Ck [kg/km]	***	***	***	5.54	***						
Detapu [kg]	651	40	30	181	576						
O ntu [kg]	111	10	7	33	0						
Wapaz [akt]	***	***	***	13	86						
Qp [kg]	4739	4097	4048	4011	3830	3167					
WOC.	126	126	126	126	126	88					
Masa [kg]	18052	17400	17361	17331	17193	15117					

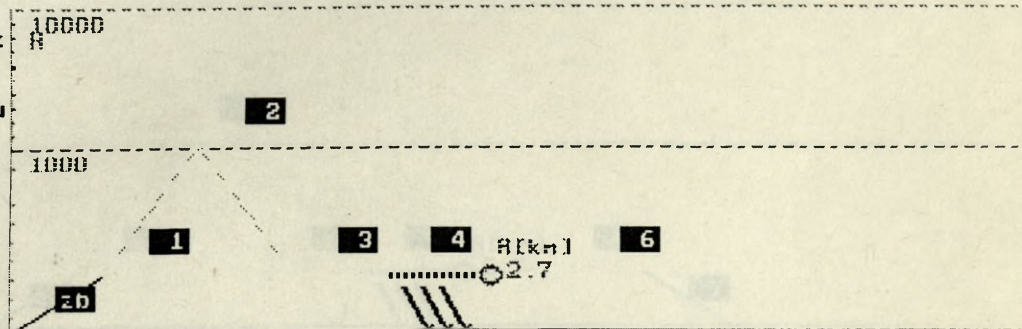
" EKRAN - 15 "



" EKRAN - 16 "

Czy zrzucasz
zbiorniki
po
wypracowaniu

TAK
NIE

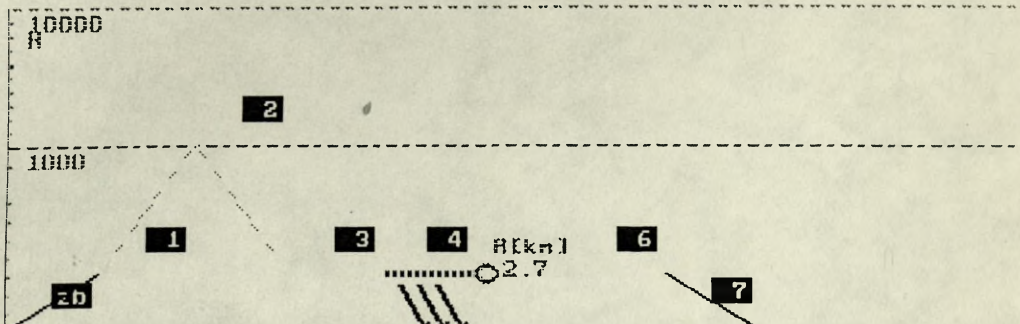


zb **1** **2** **3** **4** **5**

	zb	1	2	3	4	5						
S [km]	0	3	13	25	***	7	60					
T [min.sek]	4.50	0.20	1.20	2.32	8.0	0.43						
Huzgl [m]	300	1000	200	200	***	200	200					
U.podr[km/h]	600	***	600	591	***	591	576					
U [Ma]	***	0.85	***	0.48	***	0.48	0.47					
NKD [stop]	60	60	60	60	***	270	270					
Skos skrz.	45	45	45	45	***	45	45					
Ck [kg/km]	***	***	***	5.54	***	***						
Detapu [kg]	651	40	30	181	576	41						
Q nfti [kg]	111	10	7	33	0	10						
Zapas takt	***	***	***	13	86	***						
Qp [kg]	4739	4097	4048	4011	3830	3167	3116					
WOC.	126	126	126	126	126	88	88					
Masa[kg]	18052	17400	17361	17331	17193	15117	15075					

" EKRAN - 17 "

BILANS	
Qpoz.	2453
Qlad	350
Krag	350
Qdysp	1753
[F1] [F2] [F3] [F4] [F5] [F6] [F7] [F8] [F9] [F10] [F11] [F12] [F13] [F14] [F15] [F16] [F17] [F18] [F19] [F20] [F21] [F22] [F23] [F24] [F25] [F26] [F27] [F28] [F29] [F30] [F31] [F32] [F33] [F34] [F35] [F36] [F37] [F38] [F39] [F40] [F41] [F42] [F43] [F44] [F45] [F46] [F47] [F48] [F49] [F50] [F51] [F52] [F53] [F54] [F55] [F56] [F57] [F58] [F59] [F60] [F61] [F62] [F63] [F64] [F65] [F66] [F67] [F68] [F69] [F70] [F71] [F72] [F73] [F74] [F75] [F76] [F77] [F78] [F79] [F80] [F81] [F82] [F83] [F84] [F85] [F86] [F87] [F88] [F89] [F90] [F91] [F92] [F93] [F94] [F95] [F96] [F97] [F98] [F99] [F100]	



	zb	1	2	3	4	5	6	7		
S [kn]	0	3	13	25	***	7	60	0	109	
T [min.sek]	4.50	0.20	1.20	2.32	8.0	0.43	6.14	0.0	24.1	
Huzgl [m]	300	1000	200	200	***	200	200	***	***	
V.podr[km/h]	600	***	600	591	***	591	576	***	***	
V [Ma]	***	0.85	***	0.48	***	0.48	0.47	***	***	
NKD [stop]	60	60	60	60	***	270	270	***	***	
Skos skrz.	45	45	45	45	***	45	45	***	***	
Ck [kg/kn]	***	***	***	5.54	***	***	4.32	***	***	
Qetapu [kg]	651	40	30	181	576	41	247	350	***	
Qntu [kg]	111	10	7	33	0	10	62	24	257	
Zapas takt	***	***	***	13	86	***	25	42	164	
Qp [kg]	4739	4097	4048	4011	3830	3167	3116	2869	2453	2453
WOC.	126	126	126	126	126	88	88	78	78	78
Masa[kg]	18052	17400	17361	17331	17193	15117	15075	14676	14326	14326

