AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP

OKREŚLANIE MOŻLIWOŚCI
PRZESTRZENNO-CZASOWYCH LOTNICTWA
Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI MIKROKOMPUTEROWEJ

Studium taktyczne

1-2

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/2125
05-002125-001-0

S/2125

59803

WARSZAWA 1993

A K A D E M I A O B R O N Y N A R O D O W E J

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

BIBLIOTEKA GŁÓWNA Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 59803
II

~~Do użytku służbowego~~

Egz. nr ...

"OKREŚLANIE MOŻLIWOŚCI PRZESTRZENNO-CZASOWYCH LOTNICTWA PRZY UŻYCIU TECHNIKI MIKROKOMPUTEROWEJ"

Studium taktyczne

1-2

Zespół autorski:

mjr nawig. dr inż. P. MAKOWSKI - kierownik zespołu
płk nawig. dr S. RĘKAS
mjr dr inż. A. GRZELKA
kpt. mgr inż. K. GRACZYK
płk prof. dr hab. inż. S. ANTCZAK - konsultant

5/2,125

WARSZAWA 1993

SPIS TREŚCI

str.

WSTĘP 3

1. OCENA WSPÓŁCZESNYCH POTRZEB STOSOWANIA TECHNIKI KOMPUTEROWEJ PODCZAS OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZESTRZENNO-CZASOWYCH LOTNICTWA 7

1.1. Uwarunkowania wynikające z wprowadzania do uzbrojenia nowego sprzętu lotniczego w 7

1.2. Ocena i krytyka metodyk określania wybranych wskaźników możliwości bojowych lotnictwa.....14

1.3. Wnioski 37

2. PROPOZYCJE ROZWIĄZYWANIA WYBRANYCH PROBLEMÓW OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZESTRZENNO-CZASOWYCH LOTNICTWA 39

2.1. Propozycje realizowania obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych 39

2.2. Propozycje określania możliwości dyżurowania lotnictwa w powietrzu 50

2.3. Wnioski 52

ZAKOŃCZENIE 54

BIBLIOGRAFIA 55

ZAŁĄCZNIKI 57

1. Wpływ temperatury i parametrów wiatru na przestrzenne możliwości przechwytywania samolotu MiG-29 57

2. Druk sformalizowany do sporządzania inżynieryjno-nawigacyjnego obliczenia lotu 63

3. Wybrane wydruki treści zobrazowanych na ekranie monitora podczas użytkowania programu "PLAN" 64

4. Algorytm programu "PLAN" 82

5. Wydruk programu "DYŻUR" 108

WSTĘP

Właściwością rozwoju sztuki operacyjnej i taktyki lotnictwa jest wzrost znaczenia oceny możliwości bojowych związków taktycznych oddziałów i pododdziałów. Znajomość możliwości bojowych jest warunkiem pozwalającym podejmować uzasadnione decyzje i stawianie realnych zadań w toku prowadzenia działań bojowych. Możliwości bojowe lotnictwa wyraża się za pomocą wskaźników, które umownie zwykło się dzielić na trzy grupy:

a)wskaźniki możliwości przestrzennych;

b)wskaźniki możliwości czasowych;

c)wskaźniki skuteczności bojowej.

Są one z sobą ściśle powiązane, a ich oceny dokonuje się z zasady dla konkretnych lub przewidywanych zadań bojowych.

Czynności prowadzące do pozyskania wartości omawianych wskaźników potrzebnych w procesie decyzyjnym sprowadzają się do prowadzenia pracochłonnych i żmudnych kalkulacji według obowiązujących metod w oparciu o uprzednio przygotowane "banki danych". Wiarygodność prowadzonych obliczeń zależy od od właściwie przyjętych założeń wejściowych i umiejętności przewidzenia wielu zmiennych uwarunkowań. Stale rosnące wymagania współczesnego pola walki nakładają na pion dowódczy coraz to wyższe wymagania w sensie jakości i terminowości stawiania zadań. Czas dysponowany na ocenę sytuacji w procesie wypracowania decyzji może być zatem często ograniczany.

Wnikliwa analiza istniejących i wykorzystywanych obecnie w procesie decyzyjnym metod określania wskaźników możliwości bojowych lotnictwa, w tym zwłaszcza możliwości przestrzenno-czasowych i dotychczasowe wyniki badań zespołu

autorskiego pozwalają sformułować tezę, że:

w przeszłości wobec braku sprawnych narzędzi do prowadzenia kalkulacji (np. mikrokomputerów) szereg wykorzystywanych metodyk (metod) określania wskaźników możliwości bojowych lotnictwa, a szczególnie wskaźników przestrzenno-czasowaych została z konieczności uproszczona. Stopień tych uproszczeń idealizacyjnych w wielu przypadkach podważa sens prowadzonych obliczeń i może odbijać się ujemnie na jakości podejmowanych decyzji.

Przemiany społeczno-polityczne ostatnich lat sprawiły, że Siły Zbrojne RP, a zwłaszcza Wojska Lotnicze i Obrony Powitrznej (WLOP) stanęły przed nowymi możliwościami, a zarazem i problemami, związanymi z wprowadzaniem technologii zachodnich z dziedziny informatyki. Z jednej strony,na stanowiskach dowodzenia funkcjonują zautomatyzowane systemy dowodzenia reprezentujące II i III generację komputerów. Ich scentralizowany sposób przetwarzania informacji, wymagający etatowej obsługi techniczno-ruchowej i brak w nim czynnego udziału użytkownika, powodował tworzenie dystansu w relacji użytkownik - komputer. Ponadto ograniczenia techniczne w sferze szybkości wykonywanych operacji i technologiczne w możliwości szybkiego tworzenia skomplikowanego oprogramowania użytkowego omawianych urządzeń, są przyczyną nie spełniania współczesnych wymagań użytkowników, szczególnie w dziedzinie dowodzenia lotnictwem.

Z drugiej zaś strony, na biurkach dowódców i oficerów sztabów pojawiły się nowoczesne mikrokomputery. Pełnią one zazwyczaj funkcje uniwersalnych pamięci, znacznie przewyższających możliwości podręcznych bibliotek. Z powodzeniem, dzięki dostępności uniwersalnych programów użytkowych, wspomagają zarządzanie i administrowanie działalnością gospodarczą i

szkoleniową jednostek wojskowych. Ostatnie sygnały o tworzeniu sieci komputerowej dowództwa WLOP i zamiarów późniejszego jej rozszerzania na niższe szczeble dowodzenia, świadczą o tym, że okres rozpoznawania i opanowywania profesjonalnego sprzętu komputerowego przez środowisko wojskowych informatyków niebawem dobiegnie końca.

Zbyt mała liczba programów o przeznaczeniach taktycznych ogranicza obecnie wykorzystywanie takiej sieci w procesie dowodzenia wojskami. **Istnie zatem potrzeba opracowywania programów użytkowych, służących do określania wskaźników możliwości bojowych lotnictwa w oparciu o uszczegółowione (skonkretyzowane) metodyki.** Wychodząc na przeciw tym potrzebom zespół autorki podjął próbę w niniejszym opracowaniu:

a) analizy przydatności metodyk określania ważniejszych wskaźników możliwości przestrzenno-czasowych lotnictwa do tworzenia w oparciu o nie przyszłych programów komputerowych;

b) opracowania przykładowego rozwiązania w postaci gotowego programu użytkowego służącego do modelowania lotu na wykonanie zadania bojowego jednostek lotnictwa myśliwsko-bombowego, wyposażonych w samoloty Su-22M4;

c) opracowanie programu komputerowego służącego do określania możliwości dyżurowania w powietrzu jednostek lotnictwa myśliwskiego.

1. OCENA WSPÓŁCZESNYCH POTRZEB STOSOWANIA TECHNIKI KOMPUTEROWEJ PODCZAS OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZESTRZENNO-CZASOWYCH LOTNICTWA

Czynności związane z określaniem wskaźników możliwości bojowych lotnictwa spełniają wszystkie kryteria, jakie wymieniane są w literaturze przedmiotu [17], służące do selekcji zadań (przedsięwzięć) przeznaczonych do wykonywania z użyciem środków informatycznych, wśród których wyróżnia się następujące:

a) ważność zadania;

b) czas rozwiązywania zadania;

c) złożoność obliczeń;

d) częstotliwość wykonywania zadania;

e) możliwość przygotowania zadania do rozwiązywania za pomocą środków informatycznych;

Spełnianie przez omawiane czynności choćby jednego z czterech pierwszych kryteriów determinuje **potrzeby informatyzowania tych zadań** .

Spełnianie ostatniego kryterium jest, jak łatwo zauważyć, warunkiem obligatoryjnym tworzenia nowych programów komputerowych i w większości wypadków **zasadniczą trudnością rozwiązywania współczesnych problemów procesu oceny sytuacji** przy użyciu programowania komputerowego.

Aby uzasadnić powyższe wnioski dokonano analizy:

a) uwarunkowań wnikających dla procesu oceny sytuacji

zwprowadzania do uzbrojenia nowego sprzętu lotniczego;

b) wykorzystywanych obecnie metodyk (metod) określania najważniejszych wskaźników możliwości przestrzenno-czasowych lotnictwa w celu stwierdzenia stopnia ich sformalizowania (możliwości wykorzystania narzędzi informatycznych - kryterium - **e**), a także potrzeb ich uszczegóławiania.

1.1. Uwarunkowania wynikające z wprowadzania do uzbrojenia nowego sprzętu lotniczego

Zbadanie uwarunkowań determinujących potrzeby rozwiązywania zadań określania wskaźników przestrzenno-czasowych przy użyciu programowania komputerowego [5],wynikających z wprowadzania do uzbrojenia nowego sprzętu lotniczego (na przykład samolotów MiG-29, Su-22M4), było zadaniem badawczym potrzebnym do uzasadnienia przyjętej tezy o potrzebie konkretyzacji (uszczegóławiania) niektórych, wykorzystywanych obecnie, metodyk (metod) określania omawianych wskaźników

Nowocześniejsze, doskonalsze samoloty z jednej strony zwiększają potencjalną efektywność bojową sił powietrznych czyniąc realizację stawianych im zadań prawdopodobniejszą, z drugiej zaś strony wymagają wyższych kompe t encji od użytkowników.

Wszechstronne wykorzystanie możliwości bojowych wymienionego sprzętu lotniczego nakłada dodatkowe wymagania wobec personelu latającego i technicznego, ale również wobec dowódców oraz pionu wspomagającego proces dowodzenia.

Badanie uwarunkowań wnoszonych przez nowe samoloty, zwłaszcza samoloty MiG-29 i Su-22M4, do procesu oceny ich możliwości

przestrzenno-czasowych oparto na analizie porównawczej wymienionych typów statków powietrznych z samolotami starszych generacji, upatrując w różnicach między nimi przyczyn, generujących nowe potrzeby w zakresie informatyzacji zadań oceny sytuacji. Poddano analizie dane taktyczno-techniczne, wyposażenie w systemy nawigacyjne i kierowania uzbrojeniem, możliwości ogniowe, charakterystyki lotno-taktyczne samolotów MiG-29, MiG-23 i Su-22M4 z eksploatowanymi jeszcze samolotami MiG-21MF, MiG-21bis, Lim-6 i stwierdzono, że wraz z wprawadzeniem do uzbrojenia nowych typów samolotów znacznie wzrosła liczba wariantów, koniecznych do rozpatrywania drogą pracochłonnych kalkulacji, podczas oceny sytuacji.

Zróżnicowane masy i współczynniki oporów czołowych kierowanych pocisków rakietowych klasy "powietrze-powietrze" przenoszonych przez samoloty MiG-29 i MiG-23MF w porównaniu z, niemalże jednolitym pod tym względem, uzbrojeniem samolotów MiG-21, a także większa liczba węzłów podwieszeń uzbrojenia w nowszych samolotach powoduje, że charakterystyki lotno-taktyczne, a w tym szczególnie parametry naboru wysokości, rozpędzania i manewrów kursem, są silnie zróżnicowane i nie można sprowadzać ich do kilku reprezentatywnych (uogólnionych) w taki sposób jak to czyniono dla samolotów MiG-21 [6] [15]. W wypadku samolotów myśliwsko-bombowych prawidłowość ta występuje w jeszcze ostrzejszej formie, gdyż liczba możliwych wariantów uzbrojenia samolotu Su-22M4 daleko przekracza liczbę sto co znacznie komplikuje przygotowywanie wariantowych kalkulacji dotyczących możliwości przestrzenno-czasowych omawianego samolotu.

Liczba znacząco[1/] różniących się wariantów uzbrojenia wzrasta, w wypadku nowszych typów samolotów, co najmniej kilkakrotnie[2/].

Utrudnia to analizy zmierzające do poszukiwania optymalnych warunków wykonania zadań w powietrzu i wydłuża czas ich prowadzenia (proporcjonalnie do wzrostu liczby rozważanych wariantów). Obserwowane w czasie ćwiczeń, a wynikające z konieczności, zbyt daleko idące (zdaniem autorów) próby uproszczeń omawianych zagadnień nie odbijały się ujemnie na osiąganiu celów szkoleniowych ćwiczenia w opinii oceniających. Działo się tak w zasadzie dlatego, że realizacja zadań w powietrzu odbywała się bez uzbrajania samolotów myśliwskich i tym samym ich możliwości przestrzenno-czasowe były zawsze zawyżone, a omawiane kalkulacje nie zweryfikowane w praktyce.

Mimo dedukcyjnego charakteru odkrycia wyżej opisanego problemu przyczynkowego, popartego teoretyczną analizą jego uwarunkowań uznano, że jego urzeczywistnenie sięw czasie realnych działań jest bardzo prawdopodobne.

Wystąpienie problemu podczas realnych działań bojowych może być przyczyną obniżenia jakości przygotowywanych danych do oceny sytuacji w realizacji zwłaszcza takich zadań jak naprowadzanie LM i składanie meldunków (propozycji) o możliwościach przechwytywania określonych celów powietrznych czy wykonania uderzeń na określone cele naziemne.

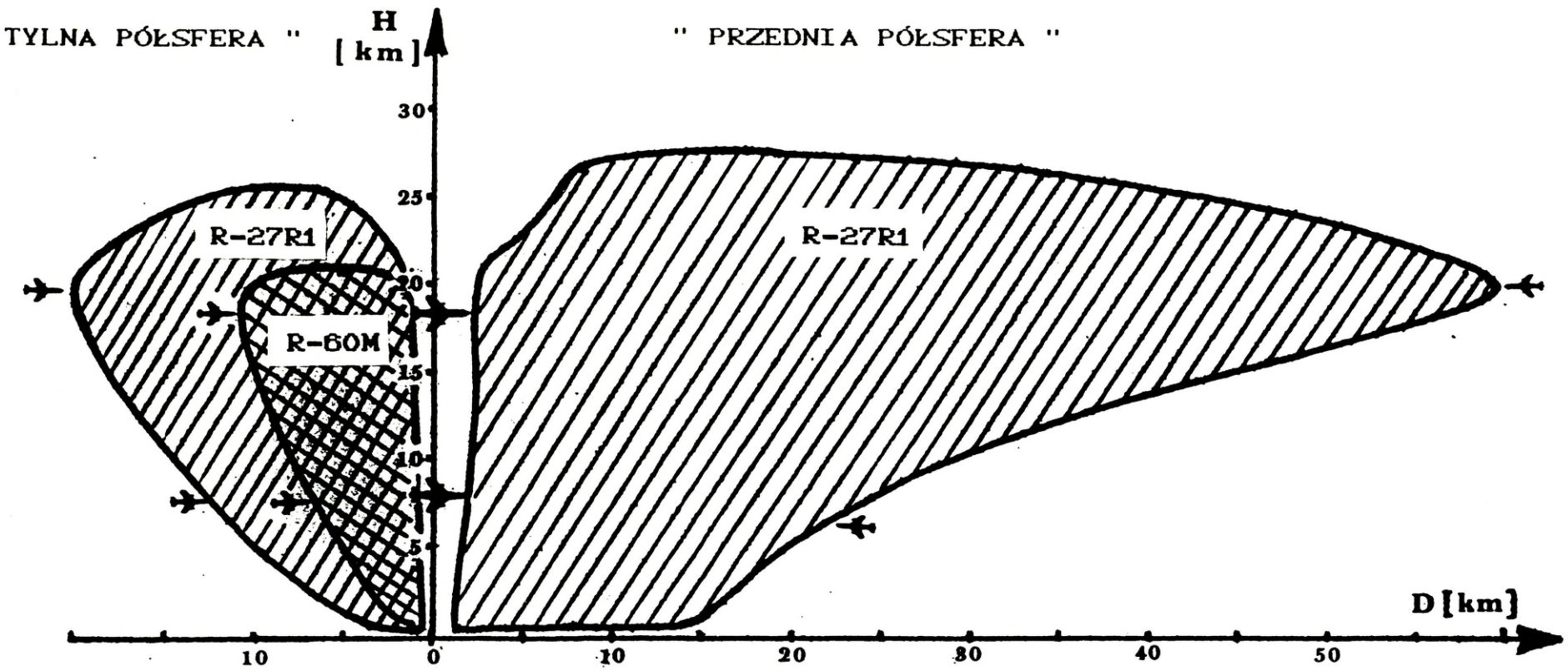
Ponadto szeroki wachlarz możliwości ogniowych, szczególnie

1/ Za znaczące uznano takie wartości różnic parametrów (drogi i czasy oraz zużycie paliwa pdczas wznoszenia, rozpędzania, hamowania), które przekraczały dopuszczalne wartości dokładności prowadzenia kalkulacji określane w stosownych instrukcjach prowadzenia obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych [6] [15].

2/ Liczby znacząco różniących się wariantów uzbrojenia, w aspekcie charakterystyk lotno taktycznych, oceniono dla samolotów MiG-21 na około 7-9, MiG-29 na około 30, a dla MiG-23MF na powyżej 60-ciu.

samolotu Mig-29 w stosunku do samolotów MiG-21 powoduje, że ocena w danej sytuacji, przez nawigatora naprowadzania, dogodnych warunków wejścia do walki naprowadzanych samolotów może być, w chwili obecnej, jedynie przybliżona. Na przykład rozpiętość maksymalnych odległości możliwych odpaleń rakiet R-27R1 (MiG-29) w zależności od wysokości lotu celu, waha się w granicach od 15km do 60km, a analogiczny przedział dla rakiet R-60 (MiG-21bis) wynosi od 1.2km do 10km. Ilustruje to rysunek 1. Wiadomo przecież, że w realnych walkach powietrznych o powodzeniu i często życiu pilotów decydować mogą ułamki sekund i nie ma tu miejsca na błąd, ważny jest każdy kilometr.

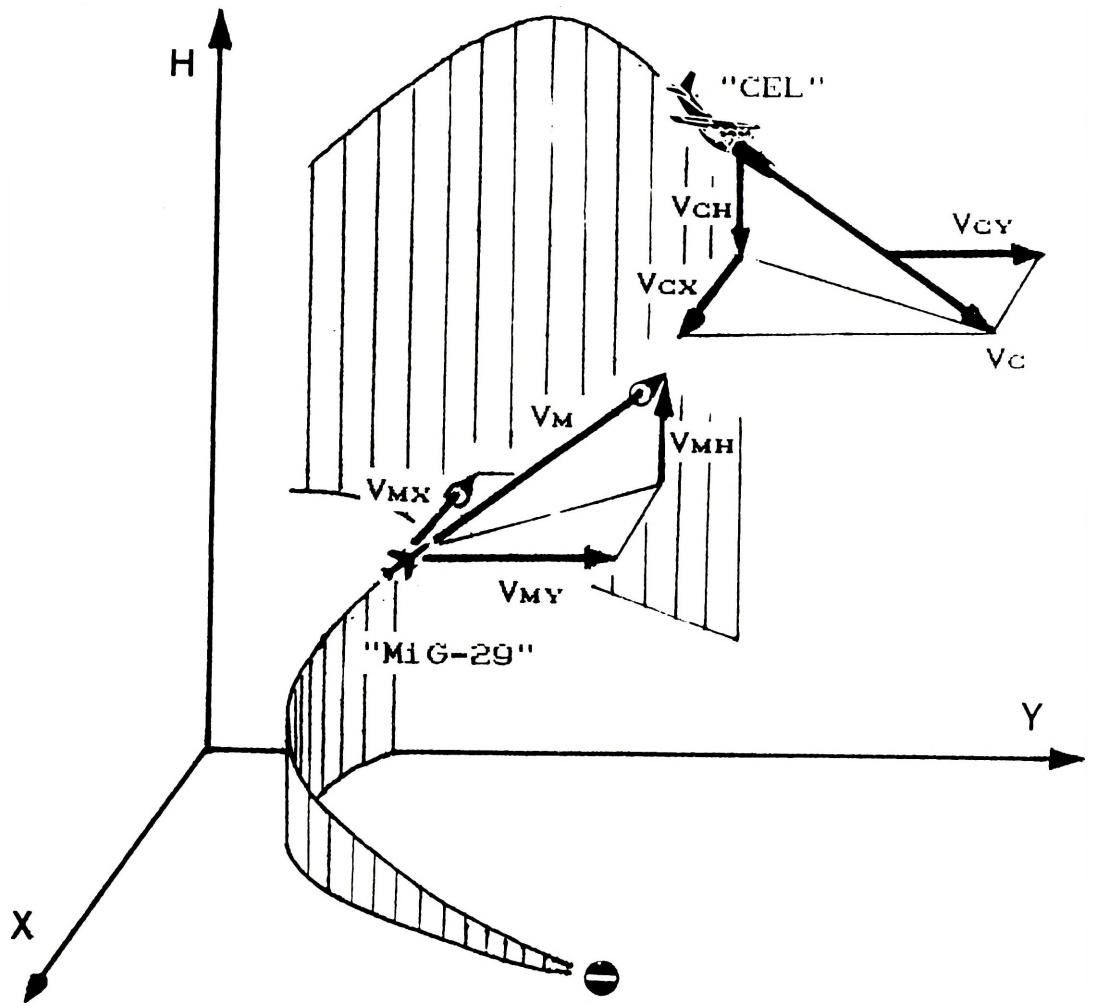
Dopllerowski , radiolokacyjny kompleks celowniczo-nawigacyjny (RŁPK-29E) samolotu MiG-29 przy niewątpliwie najlepszych parametrach wykrywania celów powietrznych, spośród analogicznego wyposażenia starszych samolotów myśliwskich, nakładana na nawigatorów naprowadzania obowiązki poznania możliwości wykrywania tego kompleksu w czterech rodzajach pracy [14]. Wiedza ta jest niezbędna do efektywnego naprowadzania samolotów MiG-29. Szczególnie ważne wydaje się uwzględnianie występowania pewnych "stref martwych" wokół celu, w których kompleks nie daje zobrazowania. W metodyce szkolenia lotniczego cz.II [14] zamieszczono na stronie 10 rysunek objaśniający problem, sprowadzając granice omawianych stref do konkretnych wartości kątowych, najczęściej występujących w praktyce. Podane tamże, analityczne kryterium wyznaczania tych stref jest stosunkowo skomplikowane, w warunkach posługiwania się tradycyjnymi narzędziami kalkulacji (choć upraszczono rozważania do przestrzni dwuwymiarowej). Branie pod uwagę trzeciego wymiaru, prowadzi do jeszcze bardziej



Rys. **1.** Pionowy przekrój stref mozliwych odpaleń kirowanych pocisków rakietowych klasy "powietrze-powietrze" typów **R-27R1** (MiG-29) i **R-60M** (MiG-21bis) przy sylwetce celu 0/4

złożonych zależności. Ilustruje to rysunek 2. W tej sytuacji, obserwowane podczas naprowadzeń szkolnych, posługiwanie się przybliżonymi ocenami granic "stref martwych" RŁPK-29E wydaje się z konieczności uzasadnione. Przedstawiony wyżej, kolejny problem przyczynkowy powinien być rozwiązany poprzez uwzględnienie właściwości kompleksów celowniczo-nawigacyjnych w przyszłych aparaturach przyrządowego naprowadzania, których tworzenie wydaje się obecnie niemożliwe bez wykorzystywania w ich strukturze technicznej mikrokomputerów wraz z odpowiednim oprogramowaniem użytkowym.

Opisane powyżej uwarunkowania wnoszone przez wprowadzanie do uzbrojenia lotniczego nowych samolotów myśliwskich stwarzają, jak wykazały badania, trudności w ocenie przestrzennych możliwości tych samolotów tradycyjnymi metodami. Ponieważ wyrażono przypuszczenie, że programowanie komputerowe może zmienić ten niekorzystny stan rzeczy, należałoby zbadać jakie problemy autogeniczne teorii określania wskaźników możliwości bojowych stoją na przeszkodzie powstawaniu pożądanego oprogramowania komputerowego. Istniejące niewątpliwie trudności natury organizacyjnej, ekonomicznej, technicznej i informatycznej, nie mieszczą się w przedmiocie badań. Warunkiem obligatoryjnym tworzenia wszelkiego rodzaju oprogramowania użytkowego jest istnienie sformalizowanej teorii stanowiącej kanwę algorytmów. W przypadku teorii określania wskaźników przestrzenno-czasowych istniała więc potrzeba zbadania stanu sformalizowania konkretnych metodyk i metod i sprawdzenia czy możliwe jest w oparciu o nie potencjalne rozwiązywanie problemów, wynikających z wprowadzenia do uzbrojenia nowego sprzętu lotniczego.



Wartość prędkości zbliżania (V_{ZB}) można obliczać z zależności:

$$V_{ZB} = \sqrt{(V_{MX}-V_{CX})^2+(V_{MY}-V_{CY})^2+(V_{MH}-V_{CH})^2};$$

gdzie: $V_{MX}; V_{MY}; V_{MH}$-składowe wektora prędkości myśliwca V_M;
$V_{MX}; V_{MY}; V_{MH}$-składowe wektora prędkości celu $\bar{V}c$;

Jeżeli wartość prędkości zbliżania spełnia warunek:

$$(V_M-210km/h) > V_{ZB} < (V_M+230km/h)$$

to cel znajduje się w "strefie martwej" radiolokacyjnego kompleksu celowniczo-nawigacyjnego (RŁPK-29E) i nie jest śledzony

Rys. 2. Zasada określania " strefy martwej " kompleksu celowniczo-nawigacyjnego (RŁPK-29E) samolotu MiG-29

1.2. Ocena i krytyka metodyk określania wybranychych wskaźników możliwości przestrzenno-czasowych lotnictwa

Wstępna analiza literatury przedmiotu wykazała, że poszczególne, te same metody, opisywane w szeregu pozycjach z dziedziny taktyki lotnictwa, nawigacji czy nawigatorskiego zabezpieczenia działań bojowych lotnictwa (NZDBL), są tam przedstawiane w różnym stopniu szczegółowości. Podręczniki taktyki, w rozdziałach poświęconych możliwościom bojowym, zawierają ogólne zarysy wybranych metod, najważniejsze tylko definicje i zależności oraz niepełne listy założeń i ograniczeń ich stosowania. Wynika to z celów tej literatury, której autorzy zakładali zapewne, że nie będzie ona stanowić podstawowych źródeł wiedzy z tego zakresu. Analiza treści (a w tym bibliografii) licznych podręczników i skryptów z dziedziny nawigacji i NZDBL, pisanych na potrzeby określonych programów nauczania Akademii Sztabu Generalnego,(AON) i Wyższej Oficerskiej Szkoły Lotniczej, pozwoliła określić pozycje niejako "źródłowe" , które mimo często archiwalnego charakteru zawierają najszersze opisy badanych zagadnień.

Na liście najważniejszych metodyk, ustalonych w toku badań, znalazły się sposoby określania rubieży nawigacyjno-taktycznych, a w tym zwłaszcza rubieży wprowadzania do walki (RWW)[1/], ponieważ

[1/] "Pod pojęciem rubieży wprowadzenia do walki (RWW) rozumiemy linię będącą zbiorem punktów możliwych położeń myśliwca w momencie wprowadzenia go do walki, to jest wyprowadzenia myśliwca w taktycznie dogodne położenie względem celu pod odpowiednim kątem w stosunku do kierunku lotu celu i na taką dogodną odległość, z której myśliwiec widzi cel na ekranie celownika radiolokacyjnego lub wzrokowo i może samodzielnie (bez pomocy z ziemi) wyjść w punkt odpalenia pocisków rakietowych lub punkt rozpoczęcia prowadzenia ognia z uzbrojenia artyleryjskiego". s.9 [10].

przy ich znajomości wyznaczenie położenia pozostałych jest stosunkowo łatwe.

Teoria wyróżnia potrzebne i możliwe RWW.

Potrzebna rubież wprowadzenia do walki (PRWW) to taka rubież, wysunięta przed osłaniany obiekt na minimalną odległość w kierunku zagrożenia, na której wprowadzane samoloty myśliwskie uniemożliwiają przeciwnikowi wykonanie zadania rażenia obiektu. Kalkulacje określające PRWW przeprowadza się zazwyczaj na szczeblu operacyjnym, w czasie organizacji działań bojowych, ustalając w oparciu o nie i inne kryteria, położenia nakazanych RWW. Pozycje: [1],[7],[10],[12] zawierają, zdaniem autorów, wyczerpujące opisy metodyki określania PRWW, a zawarta w nich teoria i jej stopień sformalizowania (algebraiczny charakter metodyki) nie powinny stanowić problemów realizacyjnych w tworzeniu przyszłych informatycznych procedur. Trudność jaką łatwo dostrzec, wynikającą z silnej zależności położenia PRWW od zasięgu lotniczych środków rażenia, wykorzystywanych przez potencjalnego przeciwnika, polega na konieczności uwzględniania szerokiej gamy tych środków i warunków ich stosowania. Przypuszcza się, że bieżąca informacja o położeniu PRWW w odniesieniu do wykrytych celów powietrznych, wobec łatwiejszego określenia ich zamiaru i wiarygodniejszego określania danych wyjściowych do kalkulacji, wydaje się potrzebna. Argumentem przemawiającym za tą hipotezą szczegółową mogą być poglądy dopuszczające następującą sytuację. Ocenia się bowiem, że istnieje duże prawdopodobieństwo przedarcia się pewnej liczby środków napadu powietrznego przez kolejne, nakazane RWW. W przypadku deficytu aktywnych środków walki, mogących oddziaływać na te cele, może powstać problem: na które z nich oddziaływanie

jest jeszcze racjonalne z punktu widzenia wykonania zadań osłony? Czy lepiej jest skupić wysiłek obrony na innych, nowo wykrytych celach ? Przy podejmowaniu takich decyzji jednym z zasadniczych kryteriów powinno być położenie PRWW. Bieżące określenie PRWW w czasie kilku sekund, tradycyjnymi formami prowadzenia kalkulacji, wobec skomplikowanej postaci zależności algebraicznej określającej PRWW i potrzeb uzgodnień pewnych danych ze specjalistami z dziedziny rozpoznania wydaje się niemożliwe[1/]. Potrzeby bieżącego określania położenia PRWW, biorąc pod uwagę możliwości decentralizacji dowodzenia, mogą wystąpić również na szczeblach taktycznych.

Jednym z najważniejszych problemów oceny sytuacji podczas organizowania działań bojowych LM jak i w ich toku wydaje się być określanie położenia możliwych rubieży wprowadzenia do walki (MRWW). Abstrahując od szeregu obszernych definicji MRWW, które można znaleźć w literaturze przedmiotu [1][2][3][4][7][8][10] [13][19] i nie zmieniając ich sensu, można powiedzieć, że MRWW jest to przewidywane miejsce najwcześniejszego (od momentu wykrycia celu) wejścia do walki LM w założonych warunkach.

Podczas analizy metod określania MRWW wyłonił się problem:

Z jaką dokładnością powinno być określane położenie MRWW ?

W wyniku obserwacji ćwiczeń i w rezultacie badania opinii ekspertów stwierdzono występowanie następującego mechanizmu interpretowania rezultatów kalkulacji nawigatorskich, określających położenie MRWW. Ponieważ ocenia się, że błędy metod kalkulacji mogą być rzędu kilku do kilkunastu kilometrów do rozważań taktycznych (w celu ustrzeżenia się błędów) zazwyczaj

---

1/ Czas potrzebny studentom Wydziału WLiOP AON na wyznaczenie podczas ćwiczeń i sprawdzianów PRWW, w założonych sytuacjach operacyjno-taktycznych, wynosił średnio od 3 do 5 minut.

przyjmowano rubieże z uwzględnieniem pewnego "marginesu bezpieczeństwa" (kilku, a nawet kilkunastu kilometrów), zaniżając świadomie wyniki obliczeń. Gdyby przykładowo błąd metody zaniżał w tej sytuacji rzeczywiste (istniejące obiektywnie) możliwości przechwytywania celów powietrznych, powstałaby wówczas strefa nieświadomego zaniżenia możliwości, która po zsumowaniu się z przyjętym "marginesem bezpieczeństwa" dałaby w rezultacie fałszywą ocenę sytuacji. Ilustruje to rysunek 3.

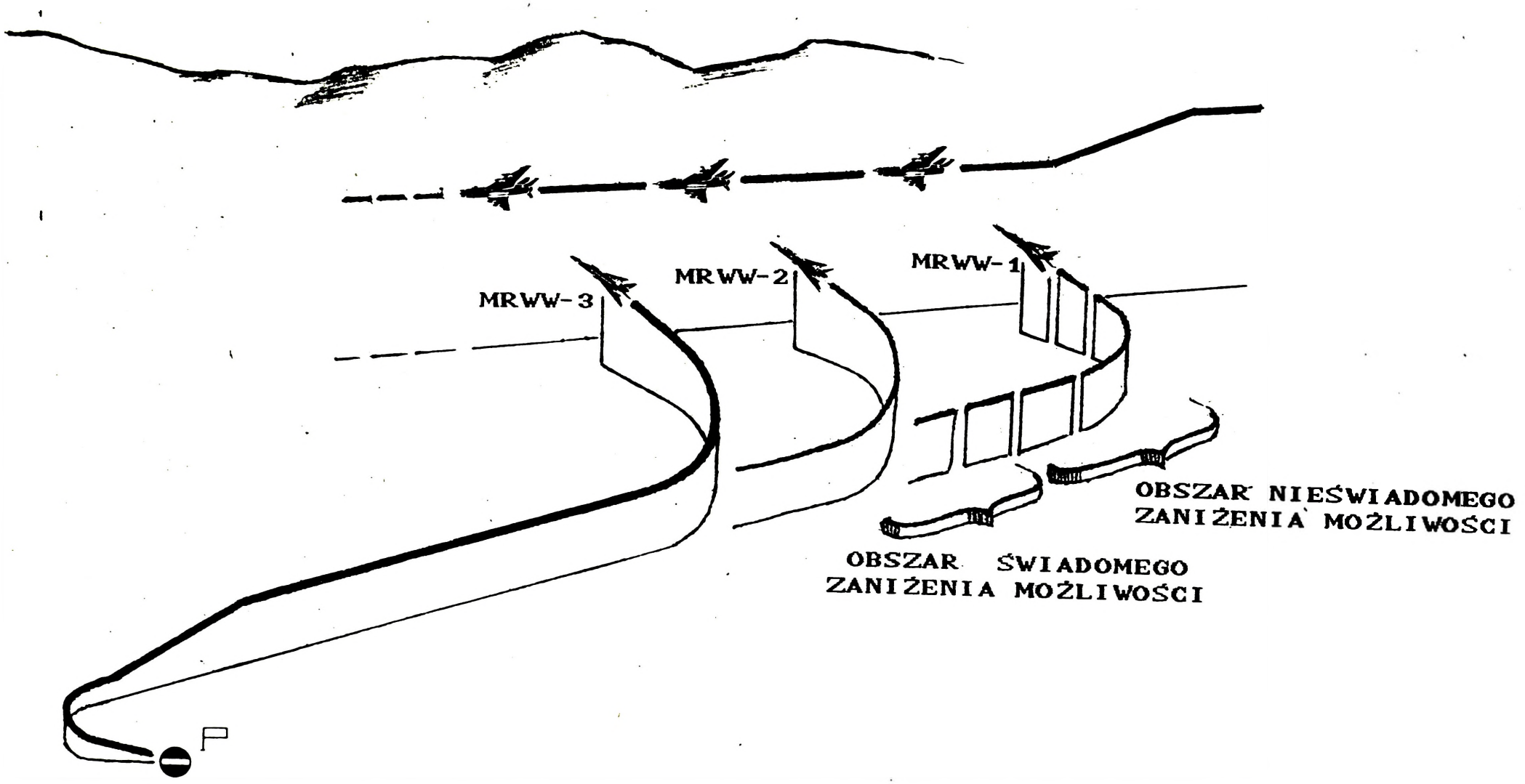
Obowiązkiem dowódców jest przewidywanie okoliczności nieczekiwanych i uogólnianie wyników kalkulacji z tym , że powinni oni mieć komfort korzystania z wyników możliwie dokładnie oddających obiektywną rzeczywistość w założonych okolicznościach. **Analogiczne wnioskowanie w stosunku do innych wskaźników możliwości bojowych wydaje się również możliwe.**

Potrzeby w zakresie dokładności określania MRWW zależą od wielu czynników charakteryzujących sytuację taktyczną. Dla wyznaczenia racjonalnalnej granicy błędów dopuszczalnych, wnoszonych przez metodę kalkuacji, przjęto zasadę, że nie powinny być one większe od błędów z jakimi określana jest sytuacja powietrzna w oparciu o pierwotne źródła informacji (abstrahując od możliwości wykorzystywanych obecnie kodogramów do transmisji informacji w ZtSD), a więc rzędu 1 do 2 kilometrów.

Z analizy definicji możliwej rubieży wprowadzenia do walki wynikają bezpośrednio następujące konsekwencje:

a) minimalizacja i równość bilansów czasów celu i samolotów myśliwskich do momentu ich wejścia do walki;

b) zakładana trajektoria lotu na przechwycenie danego typu samolotu myśliwskiego powinna być zgodna z dopuszczalnymi reżymami lotu i bilans dysponowanego paliwa powinien pozwalać na



Rys. 3. Przykład interpretacji wyników kalkulacji dotyczących określania położenia możliwej rubieży wprowadzenia do walki (MRWW).

MRWW-1 rubież rzeczywista (jej położenie jest pożądane i nieznane);
MRWW-2 rubież obliczona;
MRWW-3 rubież przyjęta jako kryterium taktyczne w podejmowaniu decyzji (z uwzględnieniem poprawki na błędy metody kalkulacji)

wykonanie zadania i lądowanie na nakazanym lotnisku;

c) wariant uzbrojenia i zakładane warunki wejścia do walki powinny zapewniać możliwość rażenia celów powietrznych.

Literatura przedmiotu zawiera opisy metod algebraicznych i graficznych określania MRWW uwzględniających tylko aspekt czasowy, nie zabezpieczających użytkownika przed popełnieniem błędów wynikających z ewentualnej złej oceny ograniczeń taktyczno-technicznych[1/].

Metody algebraiczne są stosowane w praktyce głównie w okresie organizacji działań bojowych. Wkorzystuje się wówczas przede wszystkim najprostrze postacie zależności, służące do obliczania odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki (S_{MRWW}) od wyjściowego punktu naprowadzania (WPN), jak na przykład przedstawiona poniżej:

$$S_{MRWW} = \frac{\left| S_{WYKR} \pm d - V_C \circ (t_{PAS} + t_{WZN} + t_M) + n \circ S_{WZN} \right|}{1 \pm n} \quad (1)$$

gdzie:

S_{WYKR} - odległość wykrycia celu powietrznego;
d - odległość wyprowadzenia samolotu myśliwskiego w porządaną półsferę ataku, znak "+"dla tylnej półsfery ataku, znak "-" dla przedniej półsfery ataku;
Vc- prędkość celu;
t_{PAS}-czas potrzebny do osiągnięcia przez samoloty myśliwskie wyjściowego punktu naprowadzania (WPN);
t_{WZN}-czas naboru wysokości;
t_M - czas sumaryczny manewrów;
S_{WZN}-droga naboru wysokości;
n - stosunek prędkości celu do prędkości myśliwca, znak "+" gdy do przechwycenia dojdzie na kursach przeciwnych, znak "-" gdy przewidywane przechwycenie nastąpi na kursach zgodnych.

Powyższa zależność powinna być wykorzystywana gdy trasa lotu celu przechodzi w bliskim sąsiedztwie WPN. Jeżeli założyć, że owa

---

1/ Pierwszą próbą uwzględniania kompleksowo uwarunkowań czasowych i niektórych technicznych, było oprogramowanie podsystemu wstępnych obliczeń nawigatorskich "SKAŁKA".

trasa przebiegałaby w odległości około 20 kilometrów od WPN to w bilansie czasu myśliwców nie zostałby uwzględniony, w myśl zależności (1), czas potrzebny na przebycie dwudziestokilometrowego odcinka (szacowany na około jedną minutę). Daje to wyobrażenie o skali mogących wystąpić błędów w przypadku niewłaściwej interpretacji wyników kalkulacji przy korzystaniu z omawianej zależności. Ponadto powyższa zależność nie może być wykorzystywana gdy przechwycenie wystąpi w "stożku wznoszenia" samolotu myśliwskiego. W niektórych pozycjach literatury przedmiotu (s.111 [8], s.27 [12]) podawane są zależności dokładniejsze mające zastosowanie w przypadkach dowolnego położenia przewidywanej, prostoliniowej trasy lotu celów powietrznych względem wyjściowego położenia samolotów myśliwskich.

$$S^2_{MRWW} = S^2_{WYKR} - [Vc\cdot(t_{PAS} + t_{WZN} + t_M) + n\cdot(S_{MRWW} - S_{WZN}) + d\,]^2 + -2\cdot S_{WYKR}\cdot[Vc\cdot(t_{PAS} + t_{WZN} + t_M) + n\cdot(S_{MRWW} - S_{WZN}) + d\,]\cdot \cdot\cos(KKC); \qquad (2)$$

gdzie: KKC -kąt zawarty między linią drogi a linią wizowania na cel w momencie jego wykrycia.

Dla obliczenia S_{MRWW} należy rozwiązać powyższe równanie kwadratowe (2) i ocenić, który z ewentualnych jego pierwiastków może być interpretowany jako położenie MRWW [1/].

1/ W podsystemie wstępnych obliczeń nawigatorskich SKAŁKA MRWW określana jest w postaci " bliższej i dalszej rubieży przechwytu" s.5 [26]. Zdaniem autora "dalsza rubież przechwytu" nie ma żadnej fizycznej ani taktycznej interpretacji i jest ona efektem złego interpretowania jednego z podwójnych pierwiastków równania kwadratowego (2), gdyż łatwo wykazać, że możliwe są przechwycenia w miejscach położonych poza granicą wyznaczaną przez "dalszą rubież przechwytu". Potwierdziły to również praktyczne naprowadzenia wykonane przez autorów osobiście.

W wyniku analizy zawartych w literaturze przedmiotu zależności algebraicznych stwierdzono, że **nie są one wystarczająco sformalizowane aby w oparciu o nie tworzyć programy komputerowe, pozwalające osiągać założone wyżej dokładności kalkulowania.**

Uogólniając stwierdzono, że wszystkie znane metody algebraiczne określania położenia MRWW są między innymi funkcjami takich wielkości jak sumaryczny czas manewrów (t_M) i odległość wyprowadzenia w pożądaną półsferę ataku (d), co ogólnie można zapisać w postaci zależności:

$$S_{MRWW} = f_1(t_M ; d); \qquad (3)$$

Wymienione potrzebne do określenia S_{MRWW} wielkości są zależne z z kolei od położenia MRWW :

$$t_M = f_2(S_{MRWW}); \qquad (4)$$

$$d = f_3(S_{MRWW}); \qquad (5)$$

Dla ich określenia potrzebna jest więc znajomość położenia MRWW. **Jest to swoista sprzeczność omawianych metod.** Użytkownik posługujący się nimi musi najpierw ocenić wynik (metodami intuicyjnymi), później ocenić wartości omawianych parametrów wyjściowych (t_M, d), i korzystając z właściwej postaci zależności (3) obliczyć odległość MRWW. W trakcie zajęć praktycznych ze studentami Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej AON przeprowadzono ciąg eksperymentów mających ustalić wpływ opisanego wyżej szacowania parametrow (t_M, d) na rozrzut wartości wyników określania MRWW. W tym celu przygotowano zadanie w ten sposób, że ustalono trajektorię lotu samolotów myśliwskich od wybranego WPN do założonej uprzednio MRWW. Określono położenie celu w momencie wejścia do walki myśliwców. Dokonano szczegółowego rozliczenia czasu potrzebnego myśliwcom uwzględniając odcinki wznoszenia, rozpędzania, lotu

poziomego i manewrów. Następnie okrślono drogę jaką przebyłby cel w tym czasie i ustalono miejsce potrzebnego wykrycia celu. Studentom nakazano określenie położenia MRWW (znanej wcześniej autorowi) przy danym położeniu WPN i miejscu wykrycia celu, parametrach jego lotu oraz danych dotyczących typu wariantu uzbrojenia i przewidywanego profilu lotu samolotów myśliwskich.

W rezultacie opisanych eksperymentów po eliminacji wyników kalkulacji obarczonych błędami rachunkowymi stwierdzono, że rozrzut wyników określania MRWW przy posługiwaniu się omawianymi zależnościami w założonych sytuacjach taktycznych (dla poddźwiękowych prędkości celów powietrznych), spowodowany tylko szacowaniem sumarycznego czasu manewrów , był rzędu 6÷15 kilometrów. Analogiczny wpływ szcowania odległości wyprowadzenia w pożądaną półsferę ataku w pewnych warunkach (zwłaszcza przy rozważaniu możliwości samolotów MiG-29 w wariantach uzbrojenia w rakiety R-27R1), może być źródłem dodatkowych kilkukilometrowych błędów. Ponieważ metody graficzne określania MRWW są oparte na tych samych co metody algebraiczne podstawach teoretycznych, a inne są tylko narzędzia prowadzenia kalkulacji, ich dokładność jest, jak to potwierdziły badania, tego samego rzędu co metod algebraicznych.

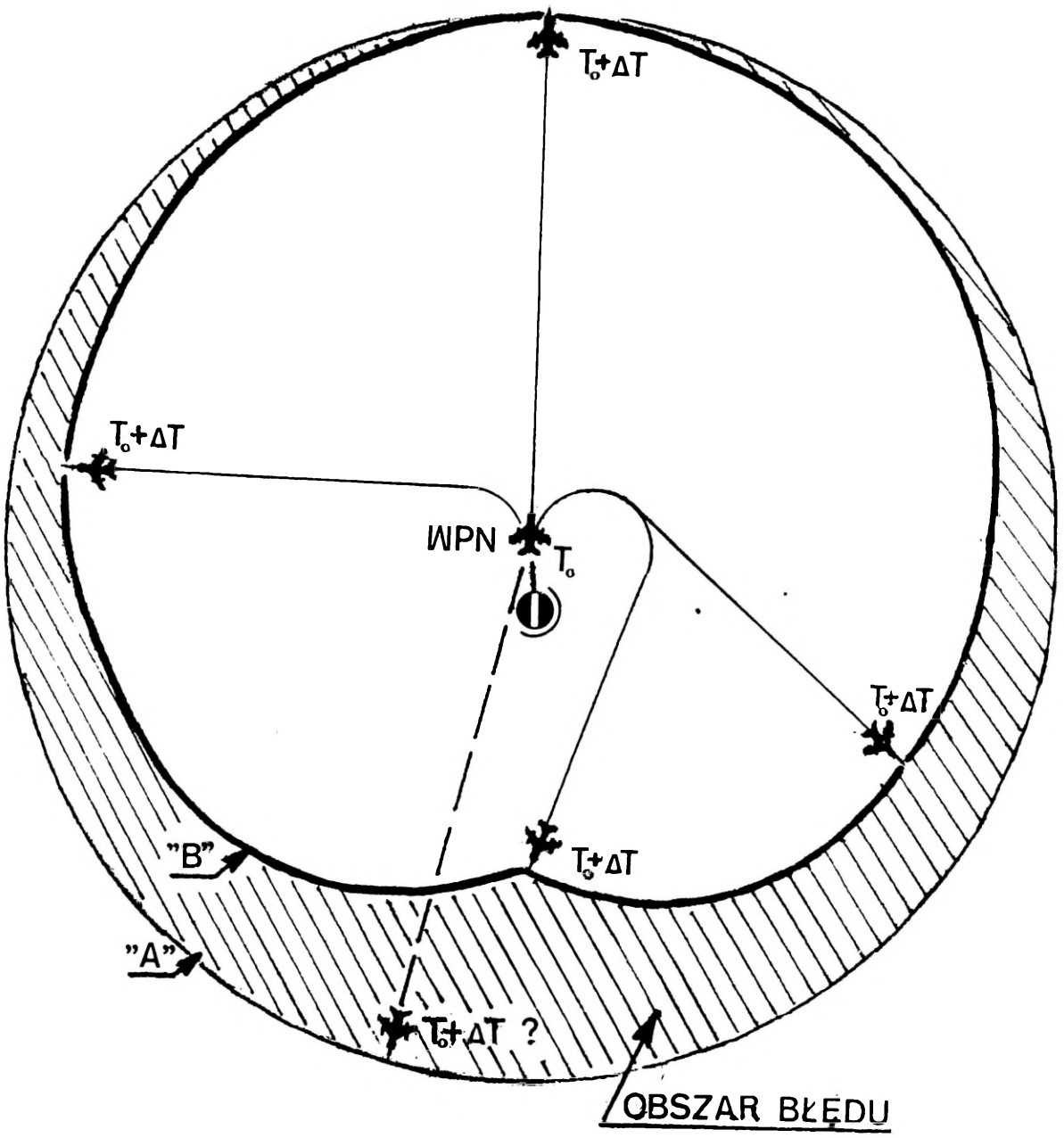
Dodatkowym mankamentem omawianych, metod jest to, że nie odwzorowują one wszystkich możliwych i rekomendowanych przez określone metodyki szkolenia lotniczego dla danego typu samolotu, profili i warunków lotu na przechwycenie (jakie na przykład opisane są w pozycji [55] od s.37 do s.50).

W użytkowanych aktualnie urządzeniach technicznych, pozwalających określać położenie MRWW, takich jak aparatura przyrządowego naprowadzania APN , czy podsystem wstępnych

obliczeń nawigatorskich SKAŁKA, nie uwzględniono, podczas opracowywania algorytmów sporządzania bilansu czasu myśliwców w locie na przechwycenie, kursu początkowego samolotów przechwytujących w położeniu wyjściowym (WPN) . Założono tym samym, że myśliwiec jest w stanie dotrzeć w jednakowym czasie (ΔT) do rubieży w kształcie okręgu, którego środkiem byłoby położenie WPN. Założenie takie może być źródłem znacznych błędów w określaniu MRWW (od kilku do kilkunastu kilometrów w zależności od prędkości samolotów myśliwskich) . Ilustruje to rysunek 4.

Pojmowanie możliwych rubieży wprowadzenia do walki, poza kontekstem czasowym, również w aspekcie możliwości taktyczno-technicznych samolotów myśliwskich powoduje, że do określania położenia MRWW potrzebne stają się wyniki obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu na przechwycenie, znajomość ograniczeń eksploatacyjnych poszczególnych typów samolotów myśliwskich i ich charakterystyk lotno-taktycznych oraz racjonalnych warunków wejścia do walki. **Możliwa rubież wprowadzenia do walki, w takim kompleksowym niejako rozumieniu, integruje szereg wskaźników możliwości bojowych i eksploatacyjnych o charakterze pomocniczym,** takich jak na przykład: promienie taktyczne, maksymalne prędkości i wysokości lotu drogi i czasy wznoszenia i rozpędzania dopuszczalne porzeciążenia w zależności od wariantu ładunku bojowego i wysokości lotu.

Uzasadniona w toku badań potrzeba prowadzenia szczegółowych kalkulacji dotyczących wyżej wymienionej problematyki stwarza w deficycie czasu towarzyszącego działaniom LM, ogromne problemy realizacyjne, których pokonanie, nawet w okresie organizacji działań bojowych, zazwyczaj jest niemożliwe. Ponadto, stwierdzona



Rys.4. Ilustracja błędów jakie powstają gdy w bilansie czasu samolotów myśliwskich nie uwzględniany jest kurs początkowy w wyjściowym punkcie naprowadzania (WPN)

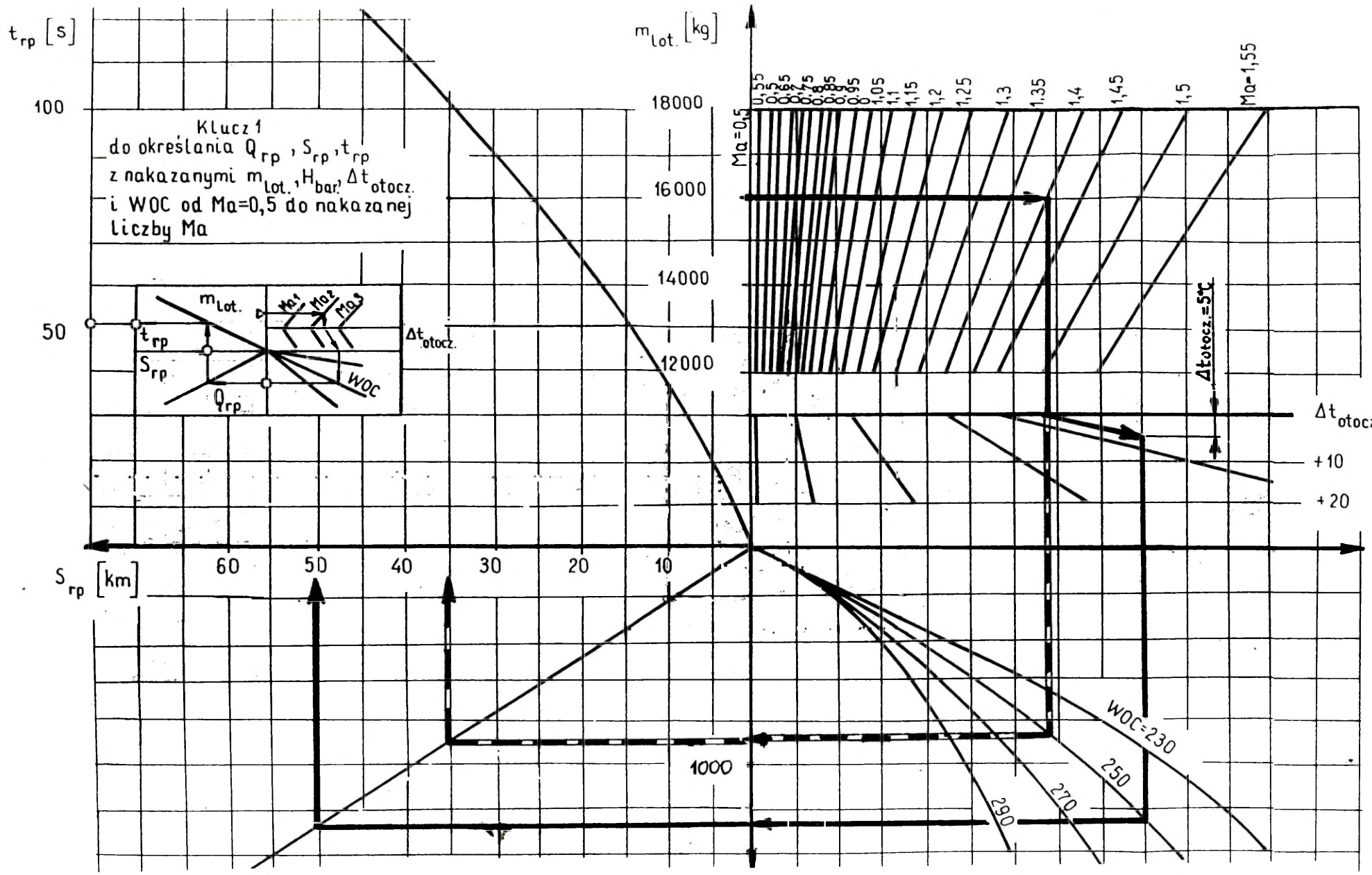
"A"- zbiór zakładanych położeń samolotów myśliwskich po upływie czasu ΔT w wypadku nie uwzględniania manewru początkowego;

"B"- zbiór rzeczywistych, mozliwych położeń samolotów myśliwskich po upływie czasu ΔT.

podczas analiz swoista "wrażliwość" rezultatów obliczeń na trudne do przewidywania uwarunkowania generuje potrzebę określania MRWW dla konkretnych sytuacji operacyjno-taktycznych w toku prowadzonych działań.

Jako potwierdzenie słuszności powyższego stwierdzenia (spójnego pod względem logicznym z hipotezą 1) niechaj posłużą przytoczone argumenty.

Dla przykładu, analizując zależność parametrów wznoszenia i rozpędzania samolotów myśliwskich od temperatury otoczenia, łatwo wykazać, że różnice temperatur nawet rzędu $5^{\circ}C$ istotnie wpływają w wielu przypadkach na wartości tych parametrów, a więc i na położenie MRWW. Rozpędzenie samolotu MiG-29 o masie 16 ton i współczynniku oporów czołowych (WOC=280) od prędkości 0.5Ma do prędkości 1.4Ma w locie prostoliniowym na wysokości 5000m, w warunkach atmosfery standardowej, wymaga zużycia około 850kg paliwa, odbywa się na drodze 35km w czasie 100 sekund. Wzrost temperatury otoczenia ($\Delta t_{otocz.}$) tylko o $5^{\circ}C$ powoduje zwiększenie zużycia paliwa podczas rozpędzania do 1250kg, jak również piędziesięcioprocentowy wzrost drogi i czasu rozpędzania. Ilustruje to rysunek 5. Analiza przedstawionych na rysunku 5 charakterystyk pozwala ocenić, że również ze wzrostem temperatury zmniejszają się znacznie racjonalne prędkości, do których można rozpędzać samoloty odrzutowe. Ma to istotny wpływ na możliwości przechwytywania samolotów myśliwskich, (a w tym położenie MRWW). Parametry naboru wysokości analizowane w oparciu o charakterystyki zamieszczone w metodyce obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych dla samolotu MiG-29 od s.40 do s.52 [15] wykazują analogiczny charakter zależności od temperatury jak parametry rozpędzania. Również parametry wiatru znacznie w



Rys.5. Ilustracja wpływu wzrostu temperatury otoczenia na parametry rozpędzania samoltów na przykładzie wybranych charakterystyk rozpędzania samolotu MiG-29 na wysokości 5000m s.63.[15]

określonych warunkach mogą wpływać na położenie MRWW (bo wpływają na zużycie paliwa podczas lotu). Analizy wpływu parametrów wiatru (prędkość i kierunek) na położenie MRWW w warunkach, gdy zależy ono od bilansu paliwa dysponowanego na wykonanie przechwycenia, wykazały, że możliwości przestrzenne samolotów już przy prędkościach wiatru czołowego rzędu 15m/s mogą zmniejszyć się o 15÷30km (stanowi to około 10÷20% ich promienia taktycznego na małych wysokościach). Wybrane wyniki modelowania komputerowego wpływu wiatru i temperatury na możliwości przechwytywania samolotów MiG-29 (przy wykorzystaniu opracowanego również w tym celu **programu** "**MRWW -29VA**") przedstawia załącznik 1. **Wpływ omawianych czynników na charakterystyki lotno-taktyczne samolotu MiG-29 jest oczywiście analogiczny w wypadku innych samolotów odrzutowych i rzutuje pośrednio na wartości wielu wskaźników przestrzenno-czasowych ich możliwości bojowych.**

Ponieważ rozkłady temperatur i parametry wiatru na poszczególnych wysokościach zmieniają się w czasie i prognozowanie ich na okres działań bojowych w warunkach wojny może być szczególnie trudne, istnieje potrzeba uaktualniania kalkulacji w miarę konkretyzowania informacji o sytuacji meteorologicznej w rejonie działań (zwykle nastąpuje to w czasie działań). W deficycie czasu zadaniom tym mogą podołać specjaliści wyposażeni w odpowiednie narzędzia przetwarzania informacji - mikrokomputery z odpowiednim oprogramowaniem użytkowym.

Potwierdzono zatem tezę o potrzebie opracowania nowej metody określania MRWW.

Do oceny możliwości przechwytywania ŚNP przeciwnika wykorzystuje się często wskaźnik określający minimalną wysokość możliwego do zwalczania nalotu na nakazanych (potrzebnych)

rubieżach wprowadzenia do walki (**Hc** min). W literaturze przedmiotu [1][2][4][12] podawane są metody określania **Hc** min polegające na określeniu potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej (PRIR) do przechwycenia ŚNP na PRWW i porównaniu jej z rzeczywistymi możliwościami wykrywania środków rozpoznania. W wyniku tego porównania określa się od jakich wysokości strefa informacji (radiolokacyjnej) zaspakaja potrzeby. Wyznaczona w ten sposób wysokość jest pożądaną Hc min. Potrzebną rubież informacji wyznacza się, wyliczając z równania **(1)** wartość S_{WYKR} przy założeniu, że odległość MRWW jest w tym przypadku równa odległości nakazanej rubieży wprowadzenia do walki (S_{NRWW}).

$$S_{MRWW}=S_{NRWW}$$

Obliczana w ten sposób, minimalna wysokość zwalczanego nalotu jest często błędnie interpretowana. Błąd ten polega zwykle na nieprawdziwym założeniu, że obliczona wartość Hc min jest słuszna dla każdego punktu nakazanej rubieży wprowadzenia do walki NRWW, podczas gdy obliczona wartość Hc min dotyczy zazwyczaj jednego, szczególnego punktu tej rubieży (wynika to z opisanych wcześniej ograniczeń stosowania zależności **(1)**). Stosowanie do określania PRIR chociażby zależności **(2)** wpłynęłoby wydatnie na dokładniejsze określanie Hc min w dowolnym punkcie PRWW (NRWW). Stopień komplikacji takiej metody nie predystynuje jej do wykorzystywania przy użyciu dotychczasowych narzędzi wspomagających obliczenia. Ponadto przy określaniu Hc min należałoby uwzględniać wpływ tych samych zmiennych uwarunkowań co przy określaniu położenia MRWW (opisanych wcześniej),ale wydaje się to trudne z uwagi na wykorzystywanie omawianego wskaźnika głównie do oceny możliwości LM w okresie organizacji działań bojowych, kiedy czynniki te mogą być tylko prognozowane.

Innym wskaźnikiem służącym do oceny możliwości wykonania zadań osłony przez LM na nakazanych rubieżach jest czas krytyczny (T_{KR}). Jest to czas potrzebny ŚNP, w danej sytuacji taktycznej, do osiągnięcia NRWW. Znajomość tego czasu i czasu dotarcia przez samoloty myśliwskie do NRWW (T_{NRWW}) pozwala wnioskować czy istnieje możliwść wprowadzenia samolotów myśliwskich do walki przed NRWW.

W pozycji [12] (na stronie 40) podano zależność, którą autorzy przytaczają bez merytorycznych zmian, używając przyjętych wcześniej przez siebie oznaczeń.

$$T_{NRWW} = \frac{S_{NRWW}}{V_{Msr}} + t_{PAS} + t_{MAN} \; ; \qquad (7)$$

gdzie: V_{Msr}-średnia prędkość lotu myśliwca, (średnia arytmetyczna prędkości początkowej i końcowej).

Szacunkowy charakter zależności (7) jest oczywisty wobec nieuwzględniania parametrów wznoszenia i rozpędzania. Łatwo wykazać, że taka interpretacja prędkości średniej samolotów myśliwskich może w pewnych warunkach[1/] prowadzić do błędów rzędu minut. Oprogramowanie zautomatyzowanego systemu dowodzenia (ZtSD) CYBER-WA umożliwia określanie omawianego wskaźnika, wybierając dla danego typu samolotu myśliwskiego jeden z czterech, "zaszytych w pamięci", wariantów lotu. Powoduje to przyjmowanie do kalkulacji jednej z czterech "stałych" prędkości myliwców, która może różnić się od racjonalnej (przyjętej przez nawigatorów podczas naprowadzania) o wartości do 200km/h i tym samym być źródłem znacznych błędów.

1/ W sytuacjach gdy droga rozpędzania samolotów myśliwskich będzie mała w porównaniu z odcinkiem lotu z prędkością końcową.

Są one między innymi przyczyną obserwowanego podczas ćwiczeń z udziałem wojsk niewykorzystywania omawianej możliwości ZtSD CYBER-WA.

Potwierdza to przypuszczenie o potrzebie zmian metod określania wyżej omówionych wskaźników możliwości bojowych.

W szeregu pozycjach literatury przedmiotu [4][6][7][18][20] podana jest definicja taktycznego promienia działania (Rт) samolotów niemalże w jednakowym brzmieniu.

"Taktyczny promień działania to największa odległość, na jaką samoloty myśliwskie lub grupa może dolecieć, wykonać zadanie bojowe i wrócić na lotnisko startu lub inne wskazane lotnisko bez uzupełniania paliwa." s.7 [4].

Ścisła zależność promienia taktycznego samolotów myśliwskich podczas wykonywania przechwyceń od przyjętych warunków lotu, zdeterminowanych warunkami lotu przeciwnika powietrznego, utrudnia jednoznaczną ocenę możliwości samolotów myśliwskich w tym zakresie. Poza opisanym wcześnie j (przy omawianiu metod określania MRWW), znaczącym wpływem na zużycie paliwa takich czynników jak parametry wiatru i temperatura otoczenia, poważnym problemem podczas określania bilansu paliwa dysponowanego na lot poziomy jest określenie paliwa potrzebnego na walkę powietrzną. Masa tego paliwa silnie wpływa na wartość promienia taktycznego. Wystarczy nadmienić, że na przykład samolot MiG-29 podczas walki powietrznej na zakresie pracy silnika "PEŁNE DOPALANIE", może zużyć w ciągu 7÷9 sekund około 100kg paliwa, przebywając drogę około 3km, a w warunkach pracy silnika w reżymach ekonomicznych, w czasie zniżania ta masa paliwa zapewnia przebycie około 100km drogi.

Obowiązująca "Metodyka obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych

lotu oraz zestaw wykresów dla samolotów bojowych" [6], na stronie 10, zaleca **niezależnie od typu samolotu myśliwskiego i jego uzbrojenia**, obliczać zapas paliwa na walkę powietrzną przyjmując trzy minuty lotu na zakresie pracy silnika "PEŁNE DOPALANIE" i trzy minuty na zakresie "MAKSYMALNEGO ZASIĘGU". Jak wykazały analizy (w oparciu o pozycję [15]), stosowanie tych zasad w odniesieniu do samolotu MiG-29 jest niefortunne, gdyż promień taktyczny tego samolotu w lotach na małych wysokościach, obliczony w myśl omawianych zasad, wynosi około 30÷60 km. Przyjmowanie zaś takich wartości do rozważań taktycznych byłoby oczywistym błędem. Ujawniony problem ma naturę przyczynkową w stosunku do głównego problemu badawczego, a potrzeba stosowania innych zasad przy określaniu zapasu paliwa dysponowanego na walkę powietrzną dla samolotu MiG-29 niż dla samolotów starszych generacji była kolejną przesłanką potwierdzającą słuszność przyjętej tezy o potrzebie dokonywania zmian w istniejącej teorii określania wskaźników możliwości bojowych lotnictwa.

Stwierdzona potrzeba znalezienia sposobów określania zapasów paliwa na walkę powietrzną w zależności od typu statku powietrznego, wariantu uzbrojenia i zakładanych warunków jego wykorzystywania jest problemem, którego rozwiązanie zdaniem autorów wymaga przeprowadzenia szeregu eksperymentów podczas lotów szkolnych.

Istniejące metodyki obliczania zasięgu i długotrwałości lotu dla poszczególnch typów statków powietrznych (na przykład pozycja [15][16}) są ściśle sformalizowane. **Pozostawiają jednak użytkownikom pewną "swobodę" wyboru dokładności prowadzonych w ich myśl kalkulacji.** Użytkownik decyduje bowiem czy będzie uwzględniał w obliczeniach wpływ na zużycie paliwa takich

czynników jak wiatr, temperatura, bieżąca zmiana masy samolotu (wynikająca z wypracowywania paliwa podczas lotu) oraz zmiany współczynnika oporów czołowych (wynikające ze zrzutu zbiorników podwieszanych lub uzbrojenia).Korzystanie z opisanych tam metod prowadzenia obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu wymaga, obok stosowania zależności algebraicznych, posługiwania się z reguły kilkudzisięcioma stronami charakterystyk według określonych "kluczy". Przykład omawianych charakterystyk przedstawiono wcześniej na rysunku 9. Graficzny charakter tych metod i empiryczny charakter większości wykresów stanowi trudność w tworzeniu równoważnych im zapisów algebraicznych, wygodnych w opracowywaniu algorytmów na potrzeby programowania komputerowego.

W literaturze przedmiotu, poświęconej obliczeniom inżynieryjno--nawigacyjnym, znajdują się opisy metod określania ekonomicznych warunków lotu (podczas wznoszenia, zniżania i w locie poziomym) w określonych warunkach atmosferycznyh i przedziałach wysokości lotu. Autorzy nie napotkali w trakcie analizy tej literatury **metod pozwalających na optymalizowanie profilu lotu** według kryterium minimalnego zużycia paliwa pozwalającego, na przelot między zadanymi punktami. W przypadkach szczególnych, gdy określone statki powietrzne posiadają ograniczoną pozostałość paliwa i istnieje potrzeba przeprowadzenia ich na właściwe lotnisko, nawigator nie jest w stanie określić optymalnego profilu lotu.

Znając jedynie zużycie paliwa w reżymach ekonomicznych podczas lotu poziomego, wznoszenia i zniżania, może on jedynie intuicyjnie określić racjonalny jego zdaniem profil lotu na zadane lotnisko. Opracowanie teoretyczne metod określania optymalnych profili lotu według kryterium minimalnego zużycia paliwa umożliwiłoby

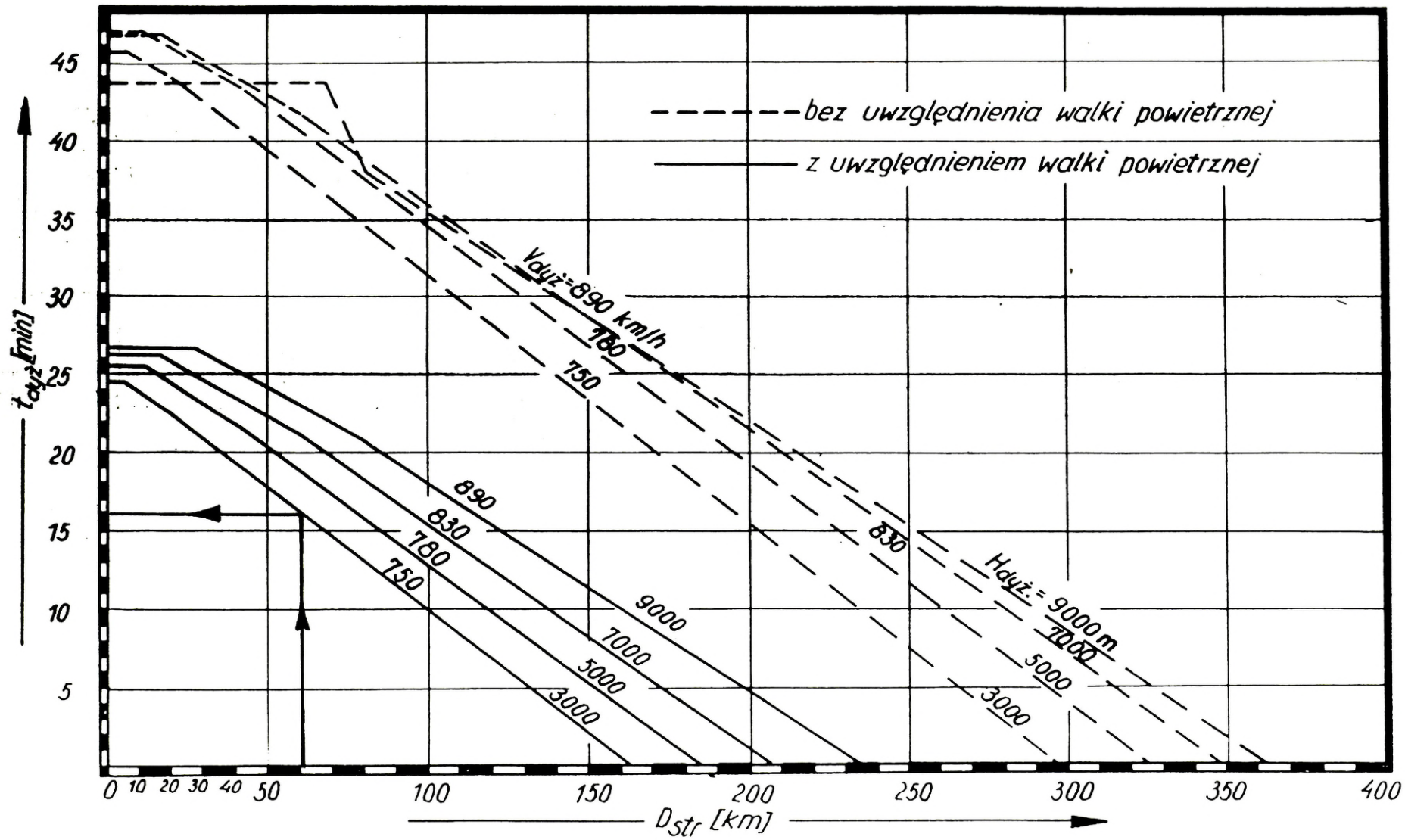
ponadto precyzyjne określanie minimalnej pozostałości paliwa, przy której należałoby wyprowadzać samoloty myśliwskie z walki, gdyż jest to problem pochodny. Istniejące metody określania tej pozostałości paliwa zakładają powrót samolotu myśliwskiego na lotnisko na wysokości wyprowadzenia z walki. Nie przewidują możliwości naboru wysokości w celu wykonania lotu w reżymach oszczędniejszych z punktu widzenia zużycia paliwa.

Aspekt poprawy bezpieczeństwa wykonywanych lotów, zarówno bojowych jak i szkolnych, czyni potrzebę rozwiązania powyższych problemów szczególnie ważną.

Określanie czasów dyżurowania grup samolotów w wyznaczonych strefach jest problemem, który w praktyce rozwiązuje się poprzez korzystanie ze sporządzanych dla danych typów samolotów określonych wykresów. Przykłady ich znajdują się między innymi na s.34, s.63, s.49, s.50 pozycji [6] oraz przedstawia jeden z nich rysunek 6. Biorąc pod uwagę, że czasy dyżurowania w strefach zależą nie tylko od warunków lotu (wysokości, prędkości rodzaju manewrów), ale także od ładunku bojowego, związanego z nim paliwa przewidywanego na walkę powietrzną, gęstości paliwa, warunków atmosferycznych oraz warunków dolotu i powrotu ze stref. Wykonanie pełnej gamy omawianych charakterystyk uwzględniających wymienione uwarunkowania, z uwagi na ich "astronomiczną liczbę", wydaje się niecelowe, chociaż analizy wykazały znaczący ich wpływ na rezultaty obliczeń czasów dyżurowania w powietrzu. Stopień sformalizowania metod określania omawianego czasu opisanych w literaturze przedmiotu [6][15] i [17] jest wystarczający do tworzenia programów komputerowych uwzględniających w kalkulacjach wpływ wymienionych uwarunkowań.

Z.18. WYKRES CZASÓW DYŻUROWANIA SAMOLOTU MiG-21M (MiG-21MF) ZE ZBIORNIKIEM DODATKOWYM O POJEMNOŚCI 765 l, Z DWOMA R-3S (RS-2US) I Z DWIEMA UB-16-57U

Całkowity zapas paliwa 3365 l. Ciężar właściwy paliwa 0,775 g/cm³. Nawigacyjny zapas paliwa 260 l. Rezerwowy zapas paliwa 500 l. Start i wznoszenie na pełnym dopalaniu. Wykonanie walki powierznej w ciągu 3 min na pełnym dopalaniu i 3 min na zakresie maksymalnego zasięgu lotu. Prędkość dyżurowania, lot do strefy i powrót na zakresie maksymalnego zasięgu lotu. Zniżanie na minimalnym zakresie pracy silnika. Wykonanie kręgu do lądowania w ciągu 4 min na wysokości 500 m.



Rys. 6.. Przykład formy charakterystyk wykorzystywanych do określania czasów dyzurowania samolotów myśliwskich w powietrzu, s. 49 [6].

Czas dyżyrowania w powietrzu grupy samolotów (t_d) jest potrzebny do określania możliwości ciągłego dyżurowania (T_d) pododdziałów lub oddziałów LM. Literatura przedmiotu [4],[12],[20], podaje następującą zależność, pozwalającą szacować ten czas:

$$T_d = \frac{N_m}{n_{gr}} \cdot t_d \cdot K \; ; \qquad (8)$$

gdzie: N_m-ogólna liczba samolotów (planowanych wylotów);

n_{gr}-liczba samolotów jednocześnie dyżyrujących w strefie;

K-współczynnik zmianowości dyżurowania.

Zależność (8) nie uwzględnia problematyki odtwarzania gotowości bojowej, lądujących kolejno samolotów, powracających na lotnisko po wyznaczonym czasie dyżurowania. Użytkownik korzystając z niej zakłada, że odtworzenie gotowości bojowej powracających samolotów będzie niemożliwe. Biorąc pod uwagę, że "grafik dyżurowania" będzie w warunkach bojowych realizowany zgodnie z planem dopóki nie pojawi się przeciwnik pwietrzny, należy sądzić, że powracające ze stref grupy nie wykorzystają uzbrojenia. Ich czas odtwarzania gotowości bojowej będzie zatem stosunkowo krótki, zdeterminowany głównie ponownym tankowaniem paliwa. Stąd w wielu wypadkach odtworzenie gotowości bojowej będzie możliwe, a wartość rezultatów otrzymanych w wyniku korzystania z przytoczonej zależności mocno zaniżona. W tej sytuacji wydaje się potrzebnym opracowanie metody, uwzględniającej model odtwarzania gotowości bojowej samolotów myśliwskich. Analogiczne potrzeby stwierdzono przy realizacji zadania pochodnego, polegającego na określaniu potrzebnej liczby sił do utrzymywania określonych grup samolotów

w strefach dużurowania (Nm).

Wykonywanie nawigatorskich planów lotu dla zadań związanych z przechwytywaniem ŚNP nie jest obowiązkowe, wykonuje się go natomiast dla pozostałych zadań w przypadkach gdy planowana trasa lotu przekracza 75% wartości promienia taktycznego.

Zalecaną przez regulamin służby nawigatorskiej formę omawianego planu przedstawia załącznik 2.

Wynika to z "chronicznego" deficytu czasu, podczas wykonywania zadań osłony i opisanych wcześniej trudności prognozowania istotnych, zmiennych uwarunkowań.

Sporządzanie takiego planu jest niezwykle pracochłonne, a uzyskanie pożądanej jego dokładności (określonej w instrukcjach obliczania zasięgu i długotrwałości lotu dla danego typu statku powietrznego) napotyka na analogiczne trudności jak opisane przy ocenie metod określania promienia taktycznego, czasów dyżurowania czy MRWW. Wobec, w znacznej części, graficznego charakteru metodyk określania zużycia paliwa, istnieje potrzeba ich transponowania na równoważne formy algebraiczne, wygodne do tworzenia algorytmów przyszłych programów komputrowych.

Metodyki obliczen potrzebnych do planowania formowania i rozformowywania ugrupowań bojowych samolotów są w pełni sformalizowane i autorom znany jest komputerowy program kalkulacyjny do określania parametrów zbiórek i rozpuszczania (program "WYBORKA", którego autorem jest Rosjanin - absolwent Wydziału WLiOPK ASG).

Podobnie szereg metod określania wskaźników możliwości czasowych i przestrzennych lotnictwa, do ktorych nie odniesiono się krytycznie nie nastręcza większych problemów w tworzeniu w

w oparciu o nie oprogramowania umożliwiającego określanie tych wskaźników. Nie oznacza to, że przytoczone tu wyniki badań powinny być traktowane w kategoriach ostatecznych, z samej bowiem istoty przyjętej tezy o potrzebie konkretyzacji będących w przedmiocie zainteresowania metodyk wynika, że doskonalenie powinno być procesem pernamentnym.

1.3 Wnioski

Opisane w niniejszym rozdziale szczegółowe potrzeby stosowania techniki komputerowej podczas określania możliwości przestrzenno-czasowych lotnictwa można uogólnić, przyjmując założenie, że badane metodyki (metody) są w istocie procesem przetwarzania informacji. Analiza omawianych potrzeb pozwala stwierdzić, że polegają one na:

1) skracaniu do minimum czasu przetwarzania dostępnych informacji w celu pozyskania pożądanych form wyników;

2) opracowaniu takich metod przetwarzania informacji, których stosowanie zapewniłoby jakościowo lepszą realizację zadań, poprzez minimalizację błędów[1/] wnoszonych przez założenia teoretyczne, leżące u podstaw owych metod;

3) ograniczenia prawdopodobieństwa wystąpienia błędów przypadkowych (omyłek) w procesie przetwarzania informacji.

Wymienione potrzeby noszą znamiona problemów naukowych, ponieważ ich rozwiązywanie wiąże się między innymi z dokonywaniem zmian merytorycznych w podstawach teoretycznych istniejących metodyk przetwarzania informacji i rozwiązywaniu przy tym szeregu problemów przyczynkowych z dziedziny taktyki, nawigacji zastosowania bojowego oraz techniki.

Treści uogólnionych wyżej potrzeb pozwalają wysnuć wniosek o możliwości zaspokajania ich przy wykorzystaniu osiągnięć informatyki, pod warunkiem uzyskania wyższego stopnia formalizacji istniejących metod (algorytmów) przetwarzania informacji, a także ich konkretyzacji.

1/ W teorii błędów, błędy metody, zwane są inaczej błędami systematycznymi, a ich źródłami są przyjęte założenia, upraszczając (idelizujące) zjawiska, występujące w rzeczywistości.

2. PROPOZYCJE ROZWIĄZYWANIA WYBRANYCH PROBLEMÓW OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZESTRZENNO-CZASOWYCH LOTNICTWA

Poznane w rezultacie badań potrzeby konkretyzacji określonychw rozdziale pierwszym metodyk (metod), wspomagających określanie ważniejszych wskaźników możliwości przestrzenno-czasowych lotnictwa, stały się problemami jednymi z pilniejszych do rozwiązania wobec potrzeb tworzenia przyszłych programów użytkowych, a także w kontekście potrzeb projektowania przyszłych zautomatyzowanych systemów dowodzenia ("BODZISZEK", "WARTA-B").

Mając świadomość ogromu pracy naukowo-badawczej, wynikającej z rozwiązywania tych problemów oraz niemożliwość osiągnięcia stanów doskonałości, postulowane szczegółowe algorytmy i propozycje w formie opracowanych programów komputerowych dotyczyć będą tylko wybranych, najważniejszych zdaniem autorów, przedsięwzjęć związanych z określaniem omawianych możliwości bojowych lotnictwa.

Wykazane potrzeby doskonalenia teorii określania możliwości przestrzenno-czasowych LMB i LM, a w tym wykonywania nawigacyjno-inżynieryjnych lotu należą niewątpliwie do najważniejszych.

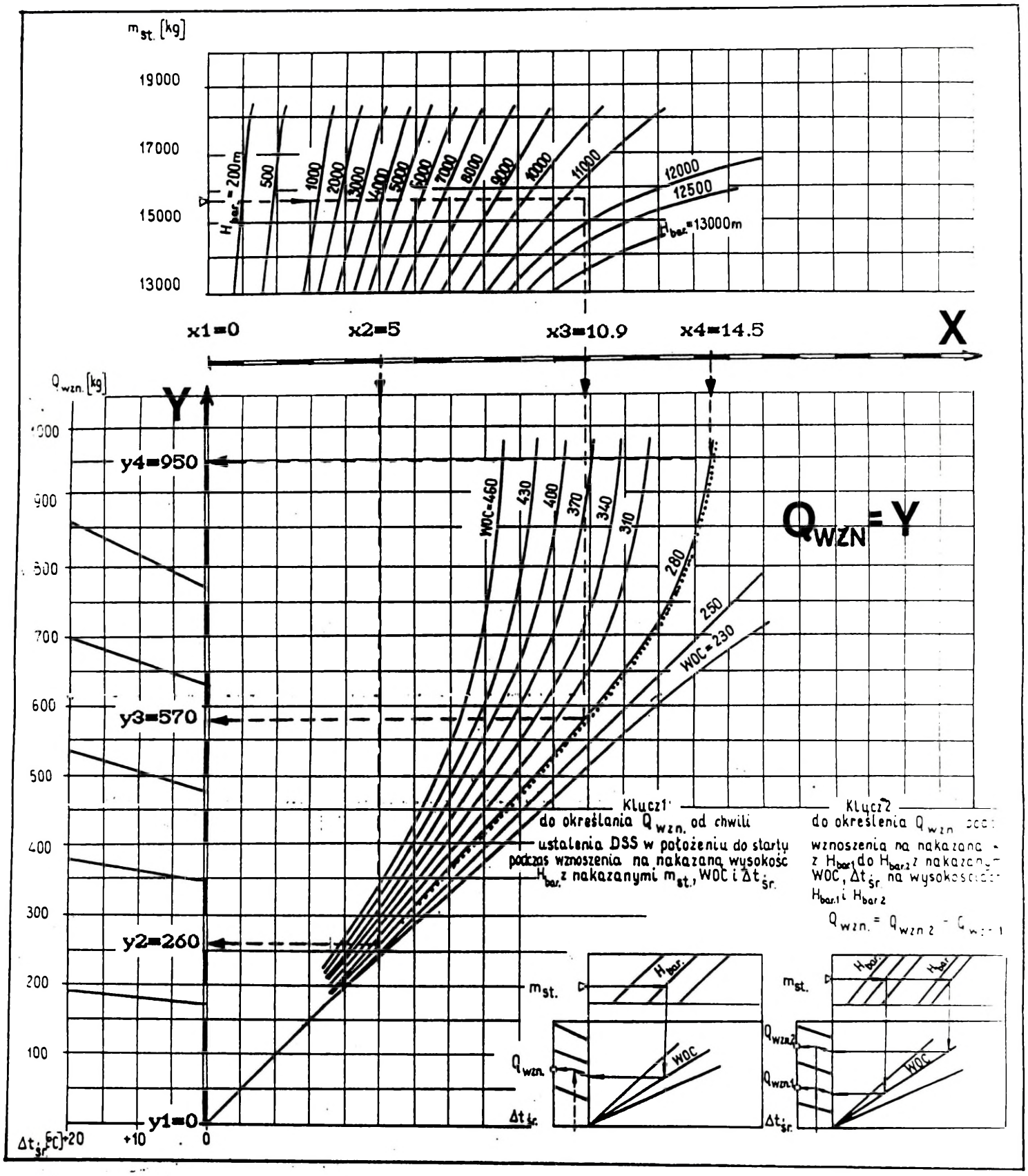
2.1. Propozycje realizowania obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych lotu

W projektowaniu algorytmu przyjęto zasadę by **wielkości wejściowe niezbędne do uruchomienia programu były wielkościami dostępnymi w systemach informacyjnych stanowisk dowodzenia i nie wymagały dodatkowych kalkulacji**.

Aby odwzorować zależności graficzne podane w pozycji [16], niezbędne do modelowania etapów lotu na potrzeby programu "PLAN", w formach algebraicznych niemalże każdą charakterystykę zawartą w pozycji [16] od s.80 do s.107, interpolowano wielomianami wyższych rzędów przy wykorzystaniu specjalnie w tym celu opracowanego programu "FUNKCJA". Przyjęty sposób interpolacji (metoda Lagrange'a), jak wykazała praktyka, pozwolił uzyskać dokładność odwzorowania zależności graficznych porównywalną z dokładnością posługiwania się omawianymi wykresami. Sposób postępowania podczas rozwiązywania zadań interpolacyjnych, na przykładzie wyróżnionej na rysunku 7 charakterystyki (WOC=280), przy pomocy programu "FUNKCJA", ilustruje rysunek 8. Dla uzyskania lepszej dokładności odwzorowania poszczególne charakterystyki powiększano, wykorzystując kserokopiarki. Taka metoda postępowania pozwala budować komputerowe modele lotu dowolnych statków powietrznych, które w pierwszym przybliżeniu można zestawiać z wymienionych wyżej etapów.

Problemy obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych, których "piętą achillesową" jest duże prawdopodobieństwo popełnienia błędów przypadkowych i czasochłonność powinny być rozwiązywane poprzez tworzenie oprogramowania dla poszczególnych typów statków powietrznych, ponieważ obowiązujące metodyki prowadzenia tych obliczeń różnią się w istotnych szczegółach. Ogólny jednak sposób podejścia w tworzeniu tych programów powinien być w miarę jednolity.

Propozycje zespołu autorskiego, w zakresie tworzenia takiego oprogramowania przedstawimy na przykładzie opracowanego przez nas programu "PLAN". W toku prac nad programem zasięgaliśmy opinii kierowniczego personelu nawigatorskiego DW WLOP i środowiska



Rys. 7. Sposób przygotowania danych wejściowych do określenia postaci algebraicznej wybranej charakterystyki na przykładzie wykresów do określania zużycia paliwa podczas startu i lotu wznoszącego do nakazanej wysokości s.42. [15].

W wybranym układzie współrzędnych XY określono przykładowo dla charakterystyki "WOC=280" wartości współrzędnych: x1,x2,x3,x4 i odpowiadające im wartości y1,y2,y3,y4, stanowiące dane wejściowe dla programu "FUNKCJA".

```
Podaj Dane Wejściowe      Opis krzywej      WOC=280,wznoszenie1

Określ stopień wielomianu interpol. "n"
              Stopień =    3
podaj współrzedne x,y

X1= 0                          Y1= 0
X2= 5                          Y2= 260
X3= 10.9                       Y3= 570
X4= 14.5                       Y4= 950




y=      0.0000 ( x-     5.0000 ) * ( x -    10.9000 ) *( x -  14.5000 )+
        0.9277 ( x-     0.0000 ) * ( x -    10.9000 ) *( x -  14.5000 )+
       -2.4620 ( x-     0.0000 ) * ( x -     5.0000 ) *( x -  14.5000 )+
        1.9157 ( x-     0.0000 ) * ( x -     5.0000 ) *( x -  10.9000 )




1- obliczanie wartości funkcji
2- określanie nowej postaci funkcji
3- Obliczanie wartości pośrednich funkcji
4- koniec pracy
```

Rys. 8. Wariant układu graficznego treści zobrazowanych na monitorze ekranowym podczas rozwiązywania zadań interpolacyjnych z wykorzystaniem programu "FUNKCJA"

Postać wielomianu trzeciego stopnia y = w (x) jest przykładem rozwiązania zadania interpolacyjnego dla charakterystyki "WOC=280" z rysunku 7.

twórców ZtSD "WARTA-B" o przyjętych rozwiązaniach. Program "PLAN" pozwala modelować lot samolotu Su-22M4 i sporządzać inżynieryjno-nawigacyjne obliczenie lotu. O wyborze samolotu myśliwsko-bombowego jako pierwszego typu dla realizacji programu przesądziły potrzeby dydaktyczne. Ogólne zasady przyjęte w tworzeniu programu dla samolotów myśliwskich będą analogiczne. Szczegółowy algorytm programu "PLAN" zawiera **załącznik 4**.

Program "wychodzi na przeciw " wielu potrzebom w omawianej dziedzinie określonych w rozdziale drugim. Wzbogacenie go o etapy, pozwalające modelować rozpędzanie, hamowanie dyżurowanie w powietrzu i opcję "korekcja", pozwalającą wprowadzać dowolną ze zbioru możliwych pozostałość paliwa pozwoliłoby wykonywać dowolne kalkulacje inżynieryjno-nawigacyjne. A wersje programu dla samolotów myśliwskich miałyby zastosowanie również w procesie nawigatorskiego zabezpieczenia szkolenia lotniczego.

Aktualnie ważnym problemem dla zapewnienia bezpieczeństwa lotów jest określanie ekonomicznej (ze względu na zużycie paliwa) trajektorii lotu między zadanymi punktami w przestrzeni (powrotu na wskazane lub możliwe lotnisko lądowania). Problem może być rozwiązany praktycznie poprzez wdrożenie do użytku na punktach naprowadzania programu opracowanego według przedstawionej niżej koncepcji.

Ponieważ procedury, określające ekonomiczne warunki lotu poziomego, wznoszenia i zniżania dla samolotów MiG-29 i Su-22M4 zostały już opracowane przez zespół badawczy wykonanie analogicznych procedur dla pozostałych typów statków powietrznych jest możliwe i jest tylko kwestią czasu. Można zatem, tworząc stosunkowo prosty algorytm przeanalizować zużycie paliwa podczas realizacji wybranych profili lotu złożonych w przypadku ogólnym z

etapów (w przypadkach szczególnych nie wszystkie etapy muszą wystąpić) wznoszenia, lotu poziomego, zniżania i zajścia do lądowania. Algorytm rozpoczynałby analizę od profilu, w którym nie występowałyby: manewr kursem, wznoszenie, a ewentualny odcinek lotu poziomego odbywałby się z takim wyliczeniem aby "wykorzystać" cały odcinek ekonomicznego zniżania. Kolejne profile lotu zawierałyby dodatkowo etapy wznoszenia, przyczym kolejne, odpowiadające im wysokości końcowe (lotu poziomego) byłyby zwiększane na przykład co 50m aż do momentu gdy droga wznoszenia i zniżania przekroczy odległość lotu (odległość od punktu wyjściowego) lub osiągnięty byłby pułap praktyczny dla danego tupu samolotu w określonych warunkach. Każdemu profilowi odpowiadałaby inna wartość zużycia paliwa, a wybór profilu o **minimalnym zużyciu paliwa** i jego zobrazowanie wraz z określonymi warunkami lotu byłoby pożądanym wynikiem kalkulacji. Należy podkreślić, że w sytuacjach awaryjnych, wymagających szybkiej reakcji nawigatorów naprowadzania wybór optymalnej trajektorii lotu i lotniska lądowania z uwzględnienianiem wpływu wiatru temperatury, masy i współczynnika oporów czołowych samolotu, a nie tylko pozostasłości paliwa, jest aktualnie niemożliwy. Mając daną odległość samolotu od lotniskka i minimalną masę paliwa, niezbędną na powrót na zadane lotnisko, **obliczenie minimalnej pozostałości paliwa, przy której należy wyprowadzć samoloty z walki** jest już zadaniem elementarnie prostym. Na bazie dotychczasowych doświadczeń ocenia się, że czas kalkulacji (łącznie z wprowadzaniem danych) nie przekroczyłby kilku sekund przy wykorzystywaniu komputerów IBM PC XT/AT (286,386) podczas korzystania z programu, opracowanego według opisanej koncepcji.

2.1.1. **Opis programu sporządzania nawigatorskiego planu lotu dla samolotu Su-22M4**

"PLAN"

(Podstawowe wiadomości o programie)

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

Efektem działania programu jest wykonanie niezbędnych kalkulacji inżynieryjno-nawigacyjnych potrzebnych do wykonania nawigatorskiego planu lotu.

Algorytm programu oparto na treściach pozycji:

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

Zawarte w wymienionej pozycji dane dotyczące charakterystyk lotno-taktycznych przedstawione tamże w formie rodzin charakterystyk (od s.80 do s 120) [16] zamieniono na postacie algebraiczne wygodne w procesie programowania, interpolując je wielomianami wyższych rzędów przy pomocy specjalnie w tym celu opracowanego programu "FUNKCJA".

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

- gęstość paliwa (wybór przy pomocy bloku świetlnego);
- czas pracy silników na ziemi (wybór przy pomocy bloku świetlnego);
- sposób lądowania (wybór przy pomocy bloku świetlnego);
- średniej temperatury w rejonie lotów;
- średniej wysokości względnej rejonu lotów;
- parametrów wiatru w interesujących przedziałach wysokości;
- rodzaj zbiórki i skład grupy (oraz pozostałych parametrów niezbędnych do kalkulownia elementów zbiórki).

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera przedstawiono w **załączniku 3** (s.65 s.66, s.67, s.68). .

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 ewentualne komunikaty (zasada ta zachowana jest również 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 (Qetapu);
- zapas nawigacyjny i techniczny (Qntu);
- początkowe i końcowe wartości masy samolotu, zapasu paliwa, współczynnika oporów czołowych (WOC).

Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera po wyliczeniu parametrów startu i zbiórki ilustruje **załącznik 3** (s.**69**).

Sporządzany jest także bilans, w wyniku którego określana jest masa paliwa dysponowana na pozostałe etapy lotu, po odliczeniu potrzebnego paliwa na lądowanie, dodatkowy krąg nad lotniskiem i niezbędnych zapasów nawigacyjnych, technicznych i na lot w ugrupowaniu.

Następnie użytkownik ma możliwość wyboru, przesuwając odpowiednio "blok świetlny", 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 w dowlonym momencie wydrukować.

Istnieje możliwość skasowania otrzymanych wyników modelowania poszczególnych etapów i wprowadzenia nowych danych. Po zatwierdzeniu otrzymanych rezultatów użytkownik ma ponwnie możliwość wyboru dowolnych etapów 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 3** (s.69 s.70, s.71).

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 zniażania, czas zniażania i potrzebna masa paliwa.
Przykładowe formy organizacji zobrazowania informacji na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w **załączniku 3** (s.72).

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 (Vpodr.) jest zadawana.
Po ustaleniu długości odcinka, skosu skrzydła i ewentualnego zapasu taktycznego, wyliczane są:

- czas lotu (T);
- ewentualna prędkość podróżna (Vpodr.);
- nakazana do utrzymywania prędkość podana w liczbie Macha (V);
- średnie kilometrowe zużycie paliwa (Ck);
- masa potrzebnego paliwa na tym etapie (Qetapu);
- zapas nawigacyjny, techniczny i na lot w ugrupowaniu (Qntu);
- końcowe parametry takie jak: pozostałość paliwa (Qp), 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 zbiornikó 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 3** (s.73 s.74, s.79 s.80).

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 3** (s.75 s.76).

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 informacji na monitorze ekranowym komputera podczas wprowadzania danych wejściowych i uzyskanych wyników kalkulacji przedstawiono w **załączniku 3** (s.77 s.78 ,s.79).

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 całkowitejdługosci 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 wariancie 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 3** (s.81).

2.2. Propozycje określania możliwości dyżurowania lotnictwa w powietrzu

Rozwiązanie zadań określania czasów dyżurowania pojedynczych samolotów i grup przy wykorzystywaniu programów komputerowych wobec stworzonej już bazy danych w postaci opracowanych procedur (modelujących etapy lotu) jawi się już jako problem wykonawczy, polegający na opracowaniu programów według stosunkowo prostych algorytmów, w istocie "uruchamiających", w określonej kolejności, omawiane procedury. Zadanie opracowania tych programów jako mało interesujące z punktu widzenia dociekań badawczych, chwilowo odłożono.

Problemy określania możliwości ciągłego dyżyrowania zadanej liczby samolotów i potrzebnej liczby samolotów do dyżurowania w zadanych warunkach (ciągłego w czasie nieograniczonym lub w czasie nakazanym) w aspekcie rozważań tej kwestii, zawartych w rozdziale drugim, rozwiązano praktycznie w formie programu "DYŻUR". Sposób i rodzaj wprowadzanych danych wejściowych podczas rozwiązywania zadania określania możliwości ciągłego dyżurowania określonej liczby samolotów, przedstawiają rysunki 9 i 10. Wyniki kalkulacji wybranego przykładu (z rysunku 10) można zinterpretować, że eskadra samolotów MiG-29 może w danych warunkach utrzymywać ciągle w czasie nieograniczonym w powietrzu w nakazanej strefie do klucza samolotów, a sześć samolotów nieprzerwanie przez 75 minut, po czym przerwa w ciągłości dyżurowania wyniesie około 21 minut.

Wprowadzanie czasu dyżurowania pojedynczego samolotu oraz czasu dolotu do strefy dyżyrowania jest, w kontekście preferowanej zasady, by użytkownik nie dokonywał "dodatkowych kalkulacji", oczywistą niedogodnością. Omawiany program jest w tym wypadku

PODAJ DANE WEJSCIOWE

Ogolna liczba samolotow = 12
Czas dyz. poj. samolotu = 40
Czas dolotu do strefy = 10

Wybierz typ samolotu i wariant napelnienia

Mig-21
Mig-23
Mig-29

Bez zb. dodatk.
Ze zb. dodatk

CZASY ODTWARZANIA GOTOWOSCI BOJOWEJ

	Mig-21		Mig-23		Mig-29	
	Ze zb.	Bez zb	Ze zb.	Bez zb.	Ze zb.	Bez zb.
Para	25	20	25	20	25	20
Klucz	35	30	35	30	35	30
Eskadra	90	60	90	60	90	60

Czy zmieniasz dane odtwarzania gotowosci bojowej ?
1- tak zmieniam dane
2- nie zmieniam danych
WYBIERZ WARIANT I NACISNIJ "Enter"

Rys. 9. Przykład układu graficznego treści zobrazowanych na monitorze ekranowym podczas wprowadzania danych wejściowych w trakcie użytkowania programu "DYZUR"

PODAJ DANE WEJSCIOWE

Ogolna liczba samolotow = 12
Czas dyz. poj. samolotu = 40
Czas dolotu do strefy = 10

Wybierz typ samolotu i wariant napelnienia

Mig-21
Mig-23
Mig-29

Bez zb. dodatk.
Ze zb. dodatk

CZASY ODTWARZANIA GOTOWOSCI B

	Mig-21		Mig-23	
	Ze zb.	Bez zb	Ze zb.	Bez zb
Para	25	20	25	20
Klucz	35	30	35	30
Eskadra	90	60	90	60

Czy zmieniasz dane odtwarzania gotowosci bojowej ?
1- tak zmieniam dane
2- nie zmieniam danych 2
WYBIERZ WARIANT I NACISNIJ "Enter"

SKLAD	Czas ciagl. dyzur. [min]	Czas przerwy [min]
1	Dyzurowanie ciagle	
2	Dyzurowanie ciagle	
3	Dyzurowanie ciagle	
4	Dyzurowanie ciagle	
5	75.20	18.14
6	75.20	20.79
7	37.60	63.43
8	37.60	66.07
9	37.60	68.71
10	37.60	71.36
11	37.60	74.00
12	37.60	76.64

Rys. **10.** Przykład układu graficznego treści zobrazowanych na monitorze ekranowym podczas wprowadzania danych wejściowych i zobrazowania wyników w trakcie użytkowania programu "DYZUR"

wersją, sprawdzającą przyjęte zasady, a jego aktualna wartość użytkowa (skądinąd zadowalająca) jest efektem niejako ubocznym.

Krytyka zależności (8) skłoniła do przyjęcia podczas opracowywania algorytmu programu modelu matematycznego, który jest opisem formalnym planowej tabeli lotów sporządzanej dla przypadków wszystkich możliwych składów, dyżurujących w powietrzu grup. Założono, że niezależnie od składu grupy w ugrupowaniu zwartym nie wystąpi więcej niż klucz samolotów. Skalkulowano ponadto czasy potrzebne na lądowanie w odstępach czasowych co 20 sekund oraz czasy potrzebne na odtworzenie gotowści bojowej po wylądowaniu, zakładając jedynie potrzebę uzupełnienia paliwa i gazów technicznych, a także osiągnięcie gotowości do startu. Przewidziano także możliwość zmiany zadeklarowanych a priori wartości czasów odtwarzania gotowości bojowej w myśl zasady programowania globalnego z wariantowaniem zmian danych bazowych [5].

Wydruk w postaci "wylistowanego" programu "DYŻUR", napisanego w języku programowania TURBO PASCAL", zawiera **załącznik 5**.

Wyniki badań przytoczone, w niniejszej części opracowania, polegające na sprawdzeniu możliwości praktycznej realizacji określonych założeń teoretycznych, w formie programów i koncepcji algorytmów jak również rezultaty działania gotowych programów (na przykład załącznik **1**) oraz wyniki obserwacji w trakcie ich praktycznego eksploatowania podczas procesu dydaktycznego, **potwierdziły słuszność przyjętych tez i pozwoliły na sprecyzowanie ogólnych wniosków**.

2.3. Wnioski

Wyniki dociekań teoretycznych, dotyczących potrzeb i możliwości rozwiązywania problemów określania wskaźników możliwości przestrzenno-czasowych lotnictwaprzy pomocy programowania komputerowego można uogólnić sprowadzając je do kilku zasad.

Omawiane zasady przedstawiono w formie poniżejsformułowanych wniosków.

1. Dla każdego szczebla dowodzenia i niezależnie od fazy procesu decyzyjnego wypracowywane w ramach oceny sytuacji propozycje nawigatorskie winny być wspomagane przez programy (procedury), które dają jednoznaczne rezultaty kalkulacji. Oznacza to, że przykładowo dowódca szczebla operacyjno-taktycznego, stawiając zadania podległym jednostkom LM, dotyczące zwalczania określonych celów powietrznych powinien mieć określone MRWW według algorytmów, dających taki sam wynik jak te, którymi posługiwać się będą nawigatorzy naprowadzania. Te same rubieże winny być określane według jednakowych zasad na mapie w procesie przygotowania do działań, jak i na wskaźnikach ZtSD w toku odpierania nalotu.

2. Algorytmy wspomagające ocenę sytuacji (określanie możliwości bojowych lotnictwa), winny uwzględniać istotne czynniki, wpływające na rezultaty kalkulacji

3. Czas pozyskiwania rezultatów wspomagania komputerowego (przetwarzania informacji) na potrzeby NZDBL powinien zapewniać wykorzystanie tych rezultatów w procesach dowodzenia przed ich dezaktualizacją lub nie przekraczać czasu dysponowanego na ich pozyskiwanie.

4. Programy wspomagające realizację oceny sytuacji, powinny uniemożliwiać popełnienie błędów, wynikających z pomyłkowych ocen

możliwości techniczno-eksploatacyjnych statków powietrznych.

5. Zbiory informacji wejściowych niezbędnych do funkcjonowania oprogramowania wspomagającego określanie wskaźników przestrzenno-czasowych, winny być dostępne w formach niewymagających dodatkowego przetwarzania informacji w trakcie uruchomienia wybranego programu. Byłyby to zatem informacje o charakterze pierwotnym (pozyskiwane bezpośrednio ze źródeł informacji jak na przykład wariant uzbrojenia - decyzja dowódcy, temperatura -stacja meteorologiczna lub informacje przetworzone wcześniej przez inne źródła, jak na przykład aktualne czasy odtwarzania gotowości bojowej klucza samolotów na konkretnym lotnisku).

6. Zbiory zadań realizowanych przez oprogramowanie winny uwzględniać wszystkie potrzebne podczas oceny sytuacji wskaźniki (zasada kompleksowości).

Ponadto wymieniane w pozycji [5] "metody komputerowego programowania lotów" joko: programowanie globalne, programowanie globalne z wariantowaniem danych bazowych ("MRWW-29VA","DYŻUR"), programowanie z wprowadzaniem ograniczeń joko dodatkowych danych wejściowych i programowanie kalkulacyjno-krokowe ("PLAN") stały się technologicznymi niejako zasadami tworzenia przyszłych programów w pracach zespołu.

ZAKOŃCZENIE

Uzyskane wyniki badań potwierdziły słuszność przyjętych tez o potrzebie konkretyzacji wielu stosowanych obecnie metod (metodyk) określania przestrzenno-czasowych wskaźników możliwości bojowych lotnictwa. W wyniku dociekań sprecyzowano ogólne zasady tworzenia oprogramowania użytkowego, wspomagającego realizację zadań nawigatorskiego zabezpieczenia działań bojowych podczas oceny sytuacji. Określono najpilniejsze potrzeby w zakresie stosowania techniki komputerowej podczas wykonywania tych zadań. Stwierdzono konieczność opracowania wielu nowych metodyk prowadzenia kalkulacji nawigatorskich, przedstawiając propozycje rozwiązań wybranych problemów w formie zrealizowanych programów komputerowych i koncepcji algorytmów. Podczas opracowywania omawianych programów rozwiązano szereg problemów przyczynkowych z dziedziny taktyki, nawigacji, zastosowania bojowego lotniczych środków rażenia i techniki. Stworzono tym samym dogodne warunki do sukcesywnego powstawania dalszych programów i doskonalalenia wersji już istniejących.

Fakt wykorzystania cząstkowych wyników badań w zadaniach projektowych nad strukturami technicznymi przyszłych zautomatyzowanych systemów dowodzenia "BODZISZEK" i "WARTA-B" jest czynnikiem mobilizującym do dalszej pracy.

W przekonaniu autorów założony, wielostopniowy cel badań został osiągnięty, choć z charakteru podjętego problemu badawczego wynika konieczność kontynuowania prac badawczych. Jeżeli niniejsze opracowanie chociaż w części przyczyni się do postępu w dziedzinie stosowania techniki komputerowej w dowodzeniu lotnictwem, będze to źródłem satysfakcji dla autorów.

BIBLIOGRAFIA

1. GRYSIEWICZ E. "Metoddyka określania możliwości przechwytywania środków napadu powietrznego z dyżurowania na lotnisku" Skrypt ASG, Warzsawa 1975.
2. GRYSIEWICZ E. "Metoddyka określania możliwości przechwytywania środków napadu powietrznego z dyżurowania w powietrzu" Skrypt ASG, Warzsawa 1975.
3. KUBICA K. "Treść i metodyka oceny możliwości przeciwdziałania LM w systemie OP NATO." DWL, Poznań 1981.
4. KUBOW R. "Możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego" Skrypt AON, Warzsawa 1992.
5. MAKOWSKI P. "Rozwiązywanie współczesnych problemów nawigatorskiego zabezpieczenia działań bojowych lotnictwa myśliwskiego za pomocą programowania komputerowego" AON, Warszawa 1993.
6. "Metodyka obliczeń inżynieryjno-nawigacyjnych oraz zestaw wykresów dla samolotów bojowych" Lot.1604/74, Poznań 1974.
7. "Metodyka określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego w systemie obrony przeciwlotniczej", Podręcznik MON/DWL, Warszawa 1970.
8. "Naprowadzanie lotnictwa na cele naziemne i powietrzne", Poradnik MON, Warszawa 1967.
9. "Naprowadzanie samolotów na dużych prędkościach", Lot1585/74, Poznań 1975.
10. NIEDZIELA J., SZACHULSKIK. "Rubieże nawigacyjno-taktyczne i sposoby ich określania", WOSL 240/80, Dęblin 1980.
11. PALEŃ B. "Zastosowanie artyleryjsko-rakietowego uzbrojenia statków powietrznych w zwalczaniu celów powietrznych", ASG WP, Warszawa 1988.

12. PAWLAK T. "Metody określania możliwości przechwytywania celów powietrznych przez samoloty myśliwskie", ASG WP, Warszawa 1988.

13. "Podręcznik nawigatora naprowadzania", Lot.423/61, Warszawa 1961.

14. "Samolot MiG-29. Metodyka szkolenia lotniczego. Część II. Zastosowanie bojowe", WLOP 28/90, Poznań 1991.

15. "Samolot MiG-29 i MiG-29UB z silnikiem RD-33. Obliczanie zasięgu i długotrwałości lotu", WLOP 79/90, Poznań 1992.

16. "Samolot Su-22M4 z silnikiem AŁ-21F3. Instrukcja obliczania zasięgu i długotrwałości lotu " WLOP 83/92, Poznań 1992.

17. SIENKIEWICZ P. "Dowodzenie z komputerem" MON, 1989.

18. "Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego" Lot.2681/87, Poznań 1991.

19. ZABŁOCKI E. "Ocena możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju", ASG WP, 1979.

20. ZABŁOCKI E. "Taktyka lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju" ASG WP, 1989.

Załącznik 1

WPŁYW TEMPERATURY OTOCZENIA I PARAMETRÓW WIATRU NA PRZESTRZENNE MOZLIWOSCI PRZECHWYTYWANIA SAMOLOTU MiG-29

Badanie wpływu temperatury otoczenia i parametrów wiatru na przestrzenne możliwości przechwytywania samolotów myśliwskich wykonano dla samolotu MiG-29 w oparciu o opracowany przez autora, między innymi w tym celu, program komputerowy "MRWW-29A". Podstawą tworzenia algorytmu programu w części dotyczącej wpływu tych czynników na osiągi lotno-taktyczne samolotu MiG-29 i zużycie paliwa w różnych reżymach lotu była pozycja: "Samolot MiG-29 i MiG-29UB z silnikiem RD-33. Obliczanie zasięgu i długotrwałości lotu". WLOP, 1992.

Poniżej przedstawiono fragment rezultatów badań w postaci wybranych wydruków komputerowych ilustrujących badane zależności. Założono takie sytuacje taktyczne, w których o położeniu MRWW decyduje zużycie paliwa.

Wpływ temperatury na położenie możliwej rubieży wprowadzenuia do walki (MRWW) ilustrują wydruki **A** i **B** .

Wpływ parametrów wiatru na możliwości przestrzenne przechwytywania samolotu MiG-29 w założonych warunkach ilustrują wydruki **C** , **D** i **F** .

A

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ
Wydzial Wojsk Lotniczych i OP
Katedra Systemow Kierowania i Zabezpieczenia WLOP

Autorzy programu:
mjr mgr inz nawig. Piotr MAKOWSKI
mjr dr inz. Andrzej GRZELKA

MRWW DLA MiG-29 z wykorzystaniem RLPK
========== #### Wersja A #### ==========

Dane wejsciowe zadania

Zapas nawigacyjny paliwa - 7 %
Paliwo pracy na ziemi - 150 kg
Ladowanie z rubiezy 2000 m. - 160 kg
Zapas techniczny - 7%
Rezerwa do ladowania z kregu - 250 kg.
Paliwo walki powietrznej - 500 kg.

Odleglosc do celu	[km]	500
Azymut celu	[st]	0
Predkosc celu	[km/h]	1200
Wysokosc lotu celu	[km]	4000
Kurs celu	[st.]	180
Kurs mysliwca	[st.]	0
Czas pasywny	[sek]	300
Temperatura	[st C]	15
Wysokosc lotniska npm.	[m]	100
Odleglosc lotn.ladowania	[km]	0
Azymut lotniska ladowania	[km]	0

==========

Wariant uzbrojenia 6 x R-60
Gestosc paliwa [kg/l] 0.805
Przechwycenie z dyzur. na lotnisku
Wariant naboru Maksymalne obroty

Wysokosc dyzurowania	[m]	######
Predkosc dyzurowania	[km/h]	######

Pocz.pozostalosc paliwa [kg] #####

Dane wiatru

Wysokosc:	Vw [m/s]	NKW [st.]
1000	0	0
3000	0	0
5000	0	0
7000	0	0
9000	0	0
11000	0	0
13000	0	0

WYNIKI OBLICZEN

Przechwycenie z TYLNEJ POLSFERY

Azymut rubiezy	[st]	358
Odleglosc rubiezy	[km]	169
Czas przechwycenia	[sek]	761
Czas do startu	[sek]	235
Kurs odejscia	[st.]	356
Predkosc koncowa mysliwca	[Ma]	1.20
Wysokosc ataku	[m]	2886
Odleglosc wyprowadzenia	[km]	5
Kat spotkania	[st]	79
Kat pierwszego manewru	[st]	-4
Kat przechylenia	[st]	60
Kat drugiego manewru	[st]	105
Kat przechylenia	[st]	70
Droga wznoszenia	[st]	5
Czas wznoszenia	[sek]	25
Droga rozpedzania	[km]	11
Czas rozpedzania	[sek]	38
Pozostalosc paliwa #)	[kg]	245

#) Pozostalosc paliwa - pozostalosc rozporzadzalna +
+ rezerwa do ladowania z kregu

B

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ
Wydzial Wojsk Lotniczych i OP
Katedra Systemow Kierowania i Zabezpieczenia WLOP

Autorzy programu:
mjr mgr inz nawig. Piotr MAKOWSKI
mjr dr inz. Andrzej GRZELKA

MRWW DLA MiG-29 z wykorzystaniem RLPK
========== #### Wersja A #### ==========

Dane wejsciowe zadania

Zapas nawigacyjny paliwa - 7 %
Paliwo pracy na ziemi - 150 kg
Ladowanie z rubiezy 2000 m. - 160 kg
Zapas techniczny - 7%
Rezerwa do ladowania z kregu - 250 kg.
Paliwo walki powietrznej - 500 kg.

Odleglosc do celu	[km]	500
Azymut celu	[st]	0
Predkosc celu	[km/h]	1200
Wysokosc lotu celu	[km]	4000
Kurs celu	[st.]	180
Kurs mysliwca	[st.]	0
Czas pasywny	[sek]	300
Temperatura	[st C]	28
Wysokosc lotniska npm.	[m]	100
Odleglosc lotn.ladowania	[km]	0
Azymut lotniska ladowania	[km]	0

==========

Wariant uzbrojenia 6 x R-60
Gestosc paliwa [kg/l] 0.805
Przechwycenie z dyzur. na lotnisku
Wariant naboru Maksymalne obroty
Wysokosc dyzurowania [m] ######
Predkosc dyzurowania [km/h] ######

Pocz.pozostalosc paliwa [kg] #####

Dane wiatru

Wysokosc:	Vw [m/s]	NKW [st.]
1000	0	0
3000	0	0
5000	0	0
7000	0	0
9000	0	0
11000	0	0
13000	0	0

WYNIKI OBLICZEN

Przechwycenie z TYLNEJ POLSFERY

Azymut rubiezy	[st]	358
Odleglosc rubiezy	[km]	175
Czas przechwycenia	[sek]	788
Czas do startu	[sek]	189
Kurs odejscia	[st.]	357
Predkosc koncowa mysliwca	[Ma]	1.13
Wysokosc ataku	[m]	2886
Odleglosc wyprowadzenia	[km]	5
Kat spotkania	[st]	79
Kat pierwszego manewru	[st]	-3
Kat przechylenia	[st]	60
Kat drugiego manewru	[st]	104
Kat przechylenia	[st]	70
Droga wznoszenia	[st]	6
Czas wznoszenia	[sek]	27
Droga rozpedzania	[km]	9
Czas rozpedzania	[sek]	31
Pozostalosc paliwa #)	[kg]	243

#) Pozostalosc paliwa - pozostalosc rozporzadzalna +
+ rezerwa do ladowania z kregu

C

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ
Wydzial Wojsk Lotniczych i OP
Katedra Systemow Kierowania i Zabezpieczenia WLOP

Autorzy programu:
mjr mgr inz nawig. Piotr MAKOWSKI
mjr dr inz. Andrzej GRZELKA

MRWW DLA Mi6-29 z wykorzystaniem RLPK
========== #### Wersja A #### ==========

Dane wejsciowe zadania

Zapas nawigacyjny paliwa - 7 %
Paliwo pracy na ziemi - 150 kg
Ladowanie z rubiezy 2000 m. - 160 kg
Zapas techniczny - 7%
Rezerwa do ladowania z kregu - 250 kg.
Paliwo walki powietrznej - 250 kg.

Odleglosc do celu	[km]	800
Azymut celu	[st]	0
Predkosc celu	[km/h]	900
Wysokosc lotu celu	[km]	2000
Kurs celu	[st.]	180
Kurs mysliwca	[st.]	0
Czas pasywny	[sek]	300
Temperatura	[st C]	15
Wysokosc lotniska npm.	[m]	100
Odleglosc lotn.ladowania	[km]	0
Azymut lotniska ladowania	[km]	0

Wariant uzbrojenia 2 x R-27R + 4 x R-73
Gestosc paliwa [kg/l] 0.755
Przechwycenie z dyzur. na lotnisku
Wariant naboru ##################
Wysokosc dyzurowania [m] ######
Predkosc dyzurowania [km/h] ######

Pocz.pozostalosc paliwa [kg] #####

Dane wiatru

Wysokosc:	Vw [m/s]	NKW [st.]
1000	15	0
3000	16	5
5000	14	10
7000	14	20
9000	7	25
11000	0	0
13000	0	0

WYNIKI OBLICZEN

Przechwycenie z PRZEDNIEJ POLSFERY

Azymut rubiezy	[st]	0
Odleglosc rubiezy	[km]	308
Czas przechwycenia	[sek]	1532
Czas do startu	[sek]	356
Kurs odejscia	[st.]	0
Predkosc koncowa mysliwca	[Ma]	0.74
Wysokosc ataku	[m]	1000
Odleglosc wyprowadzenia	[km]	20
Kat spotkania	[st]	0
Kat pierwszego manewru	[st]	0
Kat przechylenia	[st]	60
Kat drugiego manewru	[st]	0
Kat przechylania	[st]	60
Droga wznoszenia	[st]	0
Czas wznoszenia	[sek]	0
Droga rozpedzania	[km]	0
Czas rozpedzania	[sek]	1
Pozostalosc paliwa *)	[kg]	249

*) Pozostalosc paliwa - pozostalosc rozporzadzalna +
+ rezerwa do ladowania z kregu

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ
Wydzial Wojsk Lotniczych i OP
Katedra Systemow Kierowania i Zabezpieczenia WLOP

Autorzy programu:
mjr mgr inz nawig. Piotr MAKOWSKI
mjr dr inz. Andrzej GRZELKA

MRWW DLA MiG-29 z wykorzystaniem RLPK
========== **** Wersja A **** ==========

Dane wejsciowe zadania

Zapas nawigacyjny paliwa - 7 %
Paliwo pracy na ziemi - 150 kg
Ladowanie z rubiezy 2000 m. - 160 kg
Zapas techniczny - 7%
Rezerwa do ladowania z kregu - 250 kg.
Paliwo walki powietrznej - 250 kg.

Odleglosc do celu	[km]	800
Azymut celu	[st]	0
Predkosc celu	[km/h]	900
Wysokosc lotu celu	[km]	200
Kurs celu	[st.]	180
Kurs mysliwca	[st.]	0
Czas pasywny	[sek]	300
Temperatura	[st C]	15
Wysokosc lotniska npm.	[m]	100
Odleglosc lotn.ladowania	[km]	0
Azymut lotniska ladowania	[km]	0

==========

Wariant uzbrojenia 2 x R-27R + 4 x R-73
Gestosc paliwa [kg/l] 0.755
Przechwycenie z dyzur. na lotnisku
Wariant naboru **********
Wysokosc dyzurowania [m] ******
Predkosc dyzurowania [km/h] ******

Pocz.pozostalosc paliwa [kg] *****

Dane wiatru

Wysokosc:	Vw [m/s]	NKW [st.]
1000	15	180
3000	16	175
5000	14	170
7000	14	160
9000	7	155
11000	0	0
13000	0	0

WYNIKI OBLICZEN

Przechwycenie z PRZEDNIEJ POLSFERY		
Azymut rubiezy	[st]	0
Odleglosc rubiezy	[km]	262
Czas przechwycenia	[sek]	1350
Czas do startu	[sek]	728
Kurs odejscia	[st.]	0
Predkosc koncowa mysliwca	[Ma]	0.74
Wysokosc ataku	[m]	1000
Odleglosc wyprowadzenia	[km]	18
Kat spotkania	[st]	0
Kat pierwszego manewru	[st]	0
Kat przechylenia	[st]	60
Kat drugiego manewru	[st]	0
Kat przechylenia	[st]	60
Droga wznoszenia	[st]	0
Czas wznoszenia	[sek]	0
Droga rozpedzania	[km]	0
Czas rozpedzania	[sek]	1
Pozostalosc paliwa *)	[kg]	248

*) Pozostalosc paliwa - pozostalosc rozporzadzalna +
+ rezerwa do ladowania z kregu

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ
Wydzial Wojsk Lotniczych i OP
Katedra Systemow Kierowania i Zabezpieczenia WLOP

Autorzy programu:
mjr mgr inz nawig. Piotr MAKOWSKI
mjr dr inz. Andrzej GRZELKA

MRWW DLA MiG-29 z wykorzystaniem RLPK
========== #### Wersja A #### ==========

Dane wejsciowe zadania

Zapas nawigacyjny paliwa	- 7 %
Paliwo pracy na ziemi	- 150 kg
Ladowanie z rubiezy 2000 m.	- 160 kg
Zapas techniczny	- 7%
Rezerwa do ladowania z kregu	- 250 kg.
Paliwo walki powietrznej	- 250 kg.

Odleglosc do celu	[km]	800
Azymut celu	[st]	0
Predkosc celu	[km/h]	900
Wysokosc lotu celu	[km]	2000
Kurs celu	[st.]	180
Kurs mysliwca	[st.]	0
Czas pasywny	[sek]	300
Temperatura	[st C]	15
Wysokosc lotniska npm.	[m]	100
Odleglosc lotn.ladowania	[km]	0
Azymut lotniska ladowania	[km]	0

==========

Wariant uzbrojenia	2 x R-27R + 4 x R-73	
Gestosc paliwa	[kg/l]	0.755
Przechwycenie z dyzur. na lotnisku		
Wariant naboru	################	
Wysokosc dyzurowania	[m]	######
Predkosc dyzurowania	[km/h]	######
Pocz.pozostalosc paliwa	[kg]	#####

Dane wiatru

Wysokosc:	Vw [m/s]	NKW [st.]
1000	0	0
3000	0	0
5000	0	0
7000	0	0
9000	0	0
11000	0	0
13000	0	0

WYNIKI OBLICZEN

Przechwycenie z PRZEDNIEJ POLSFERY

Azymut rubiezy	[st]	0
Odleglosc rubiezy	[km]	284
Czas przechwycenia	[sek]	1438
Czas do startu	[sek]	544
Kurs odejscia	[st.]	0
Predkosc koncowa mysliwca	[Ma]	0.74
Wysokosc ataku	[m]	1000
Odleglosc wyprowadzenia	[km]	20
Kat spotkania	[st]	0
Kat pierwszego manewru	[st]	0
Kat przechylenia	[st]	60
Kat drugiego manewru	[st]	0
Kat przechylenia	[st]	60
Droga wznoszenia	[st]	0
Czas wznoszenia	[sek]	0
Droga rozpedzania	[km]	0
Czas rozpedzania	[sek]	1
Pozostalosc paliwa #)	[kg]	248

#) Pozostalosc paliwa - pozostalosc rozporzadzalna +
+ rezerwa do ladowania z kregu

Lot-sl/46

Klauzula tajności

INŻYNIERYJNO–NAWIGACYJNE OBLICZENIE LOTU DLA

H

	Praca na ziemi	Start i zbiórka									Rozpuszcz. i lądow.	Razem
Odległość w km	—											
Czas lotu w min.												
Vrz												
n obr/min.												
Zuż. paliwa w l/min.												
Zuż. na etapie w l.												
Pozostałość paliwa w l.												

UWAGA .....

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

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

Razem .....

Nawigator

Inżynier .....

Po odliczeniu % pozostaje

MON-Lot-sl/46. W. Dr. Gd. Nr 0457. 78. OXII-8442.

DRUK SFORMALIZOWANY DO SPORZĄDZANIA INŻYNIERYJNO-NAWIGACYJNEGO OBLICZENIA LOTU

Załącznik 2

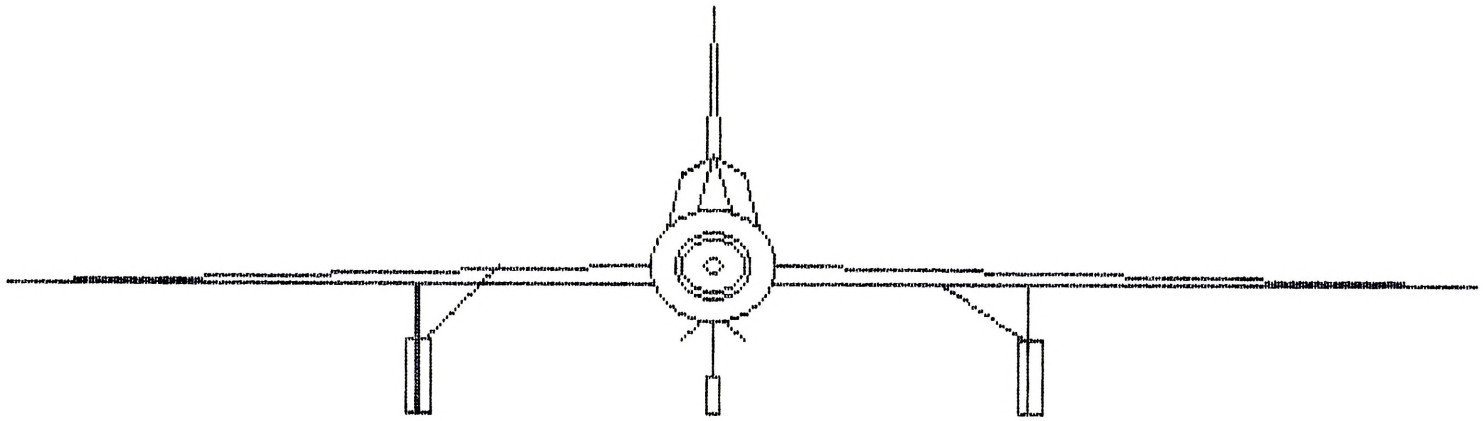
Załącznik 3

WYBRANE WYDRUKI TREŚCI ZOBRAZOWYWANYCH NA EKRANIE MONITORA

PODCZAS UŻYTKOWANIA PROGRAMU " **P L A N** "

PROGRAM INŻYNIERYJNO-NAWIGACYJNYCH OBLICZEŃ LOTU

dla SU-22M4



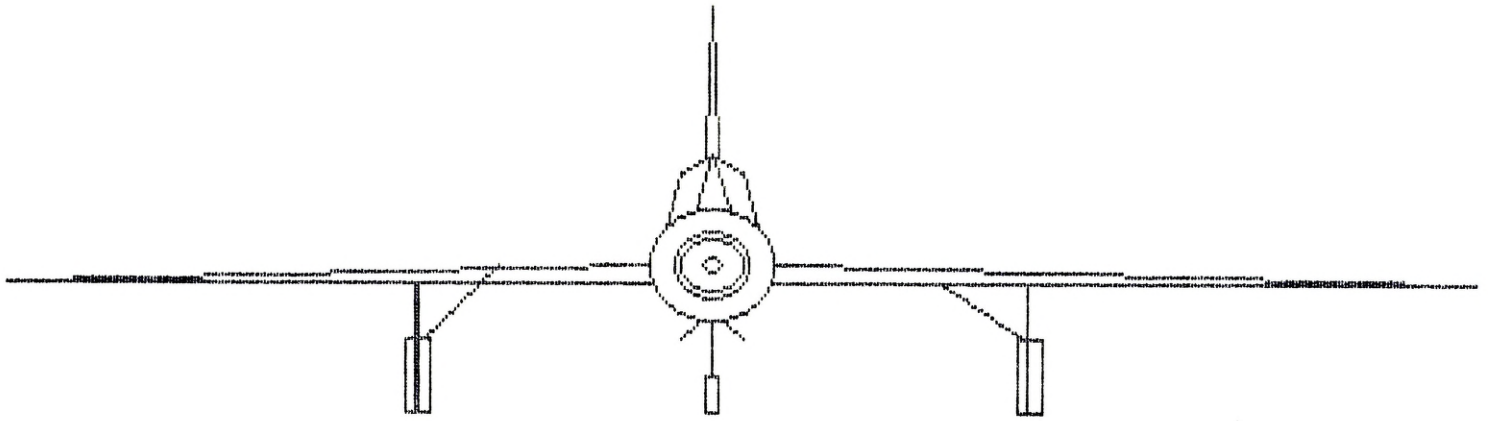
Belki podskrzydłowe			Belki podkadłubowe								Belki podskrzydłowe		
4	10	6	8	2R	2	2s	1s	1	1R	7	5	9	3

Autorzy programu:
płk dr nawig Stefan REKAŚ
mjr mgr inż.nawig Piotr MAKOWSKI
mjr dr inż Andrzej GRZELKA

Naciśnij ENTER

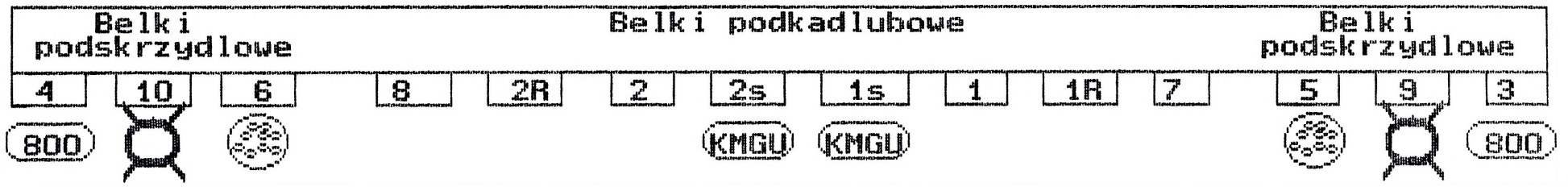
PROGRAM INZYNIERYJNO-NAWIGACYJNYCH OBLICZEN LOTU

dla SU-22M4



Wybierz wariant uzbrojenia

Bez zbiornikow dodatkowych
Z dwoma podskrzydlowymi zbiornikami paliwa 800 l
Z dwoma podkadlubowymi zbiornikami paliwa 800 l
Z dwoma podskrzydlowymi zbiornikami polowa 1100 l
Z czterema zbiornikami paliwa 800 l



6 x BL-250 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x BL-500 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x ZB-500 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x KMGU-2 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x KMGU-2 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
4 x UB-32 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x B8-M1 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
4 x S-24 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x SPPU-2 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
KKR-1TE/2 +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x H-25ML +2 x R-60 +SPS-141	+ 2 x ZP-800
2 x H29L +2 x R-60	+ 2 x ZP-800
2 x H-25MP +2 x R-60 +WJUGA	+ 2 x ZP-800
2 x UB-32 +2 x R-60 +2 x KMGU-2	**+ 2 x ZP-800**
2 x UB-32 +2 x R-60 +2 x KMGU-2	+ 2 x ZP-800
2 x S-24 +2 x R-60 +2 x KMGU-2	+ 2 x ZP-800
2 x B8-M1 +2 x R-60+ 2 x KMGU-2	+ 2 x ZP-800
2 x S-24 +2 x R-60 +2 x KMGU-2	+ 2 x ZP-800

Czy akceptujesz wybor wariantu uzbrojenia ?

TAK

NIE

Wybor gestosci paliwa

0.755
0.760
0.770
0.780
0.790
0.795

Czas pracy na Ziemi

5
6
7
8
9
10

Warunki ladowania

Z rubiezy
Z kregu
Wg.syst.

Zapas Nawigac.

7 %
10 %

Wys.lotniska= 100 [m]
Sr.temp w rej. lotow [C] = 15

	Uw	NKW
1000	5	15
3000	8	20
5000	15	25
7000	*	
9000		
11000		

Wybierz rodzaj ZBIORKI

zakretem o 180
przez dopedzanie

F1-koniec

Podaj :
-wysokosc zbiorki [m] 600
-sklad grupy 12
-start:

pojedynczo
parami

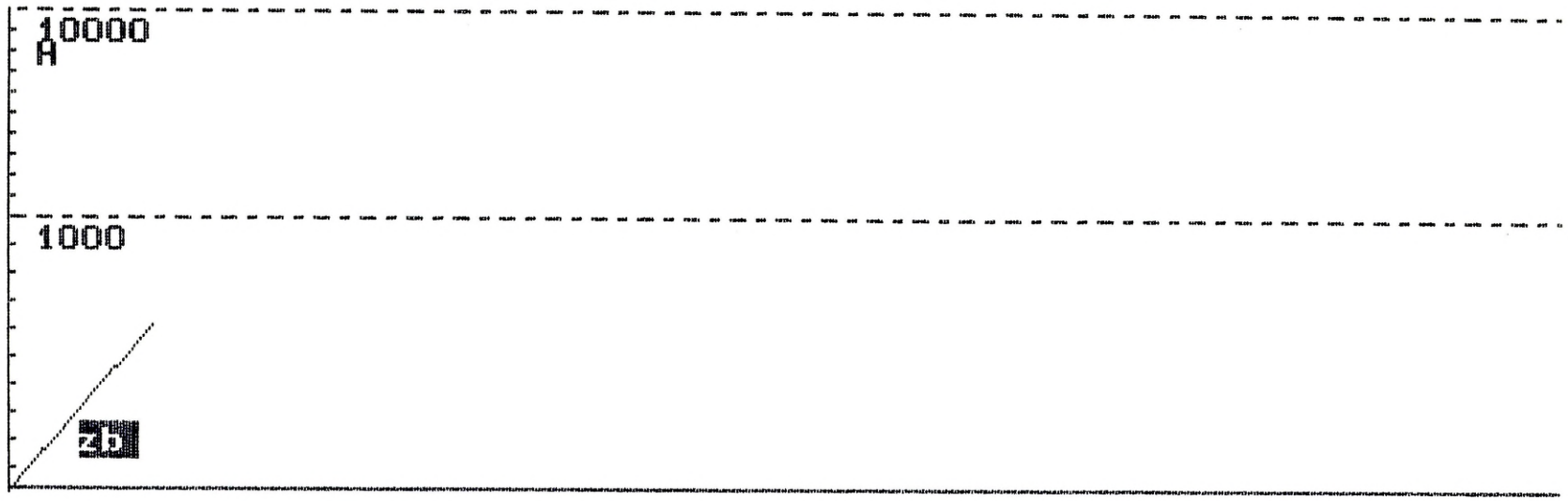
- skos skrzydla:

45
63

Podaj nakazany kat drogi (NKD) 237
Podaj przechyl. w manewrze 30

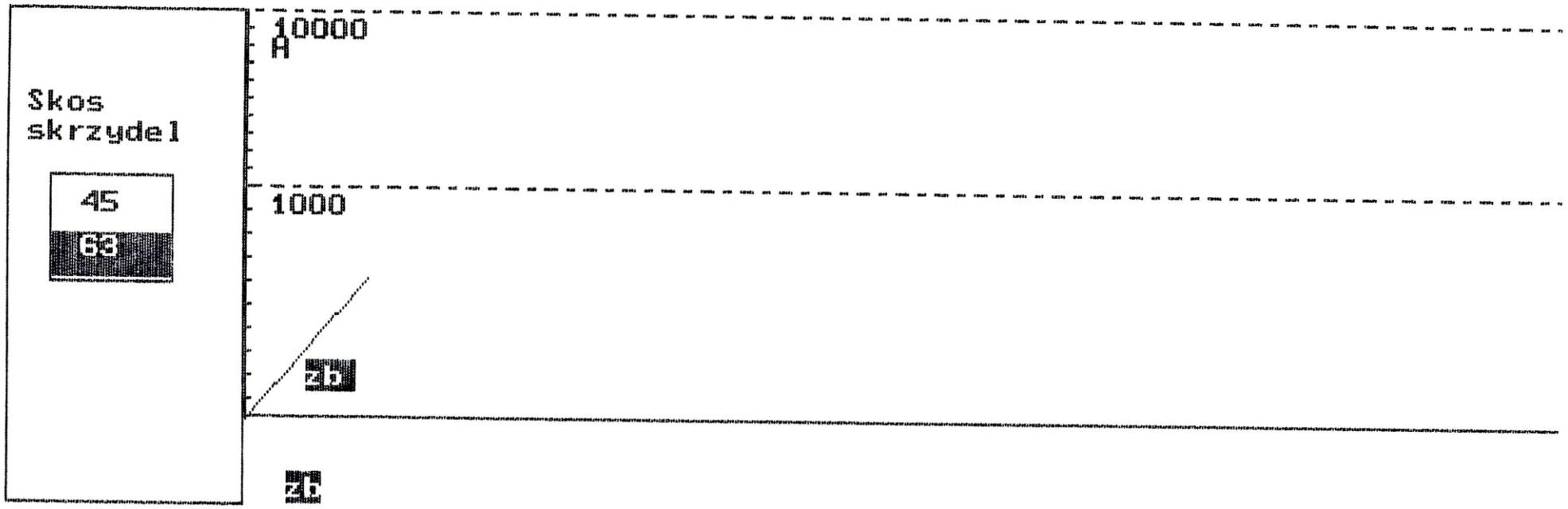
-predkosc prowadz.[km/h] 600

Wybierz Odcinek
Wznoszenie
Znizanie
Lot poziomy
ATAK
Manewr
Ladowanie



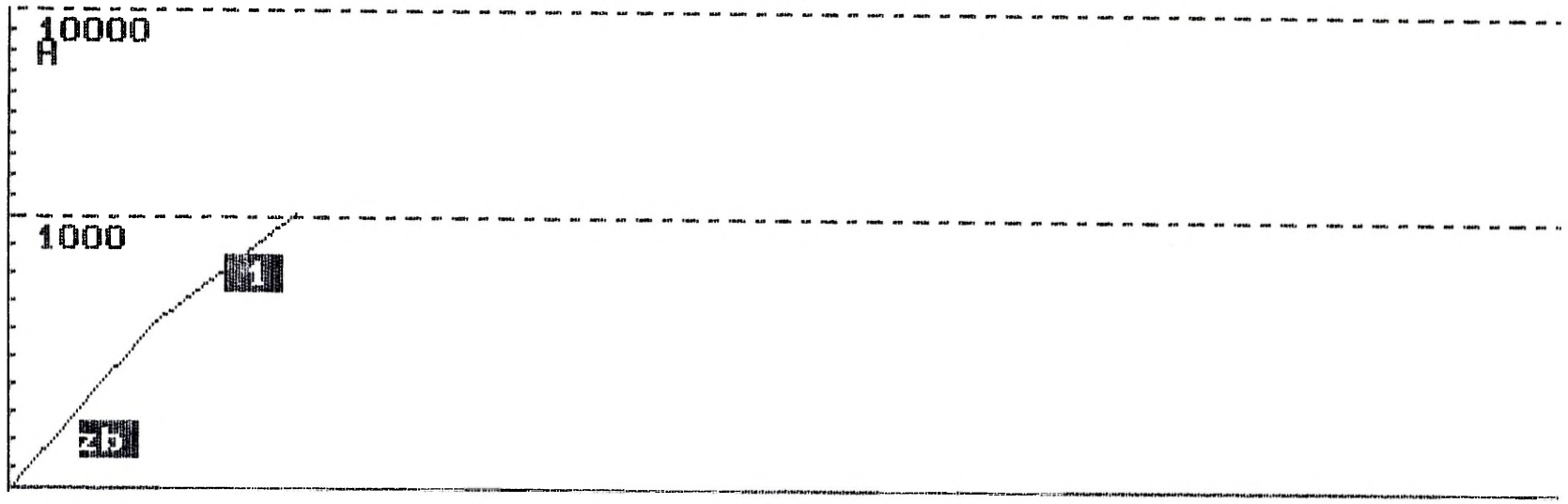
2c

S [km]	49												
T [min sek]	4.54												
Hwzg] [m]	600												
V poodr[km/h]	600												
V [Ma]	***												
NKD [stop]	237												
Skos skrz	45												
Ck [kg/km]	***												
Qetapu [kg]	697												
Q ntu [kg]	98												
Zapas tak[	***												
Qp [kg]	4024	3467											
WQC	111	111											
Masa[kg]	18074	17377											



S [km]	49	
T [min,sek]	4.54	
Hwzg [m]	600	
V podr[km/h]	600	
V [Ma]	***	
NKD [stoj]	237	
Skos skrz	45	
Ck [kg/km]	***	
Detalu [kg]	697	
Q ntu [kg]	98	
Zapas takt	***	
Qp [kg]	4024	3467
MDC	111	111
Masa[kg]	18074	17377

BILANS	
Qpoz.	3446
Qntu	102
Qtak	0
Qlad	250
Krag	350
Qdysp	2745



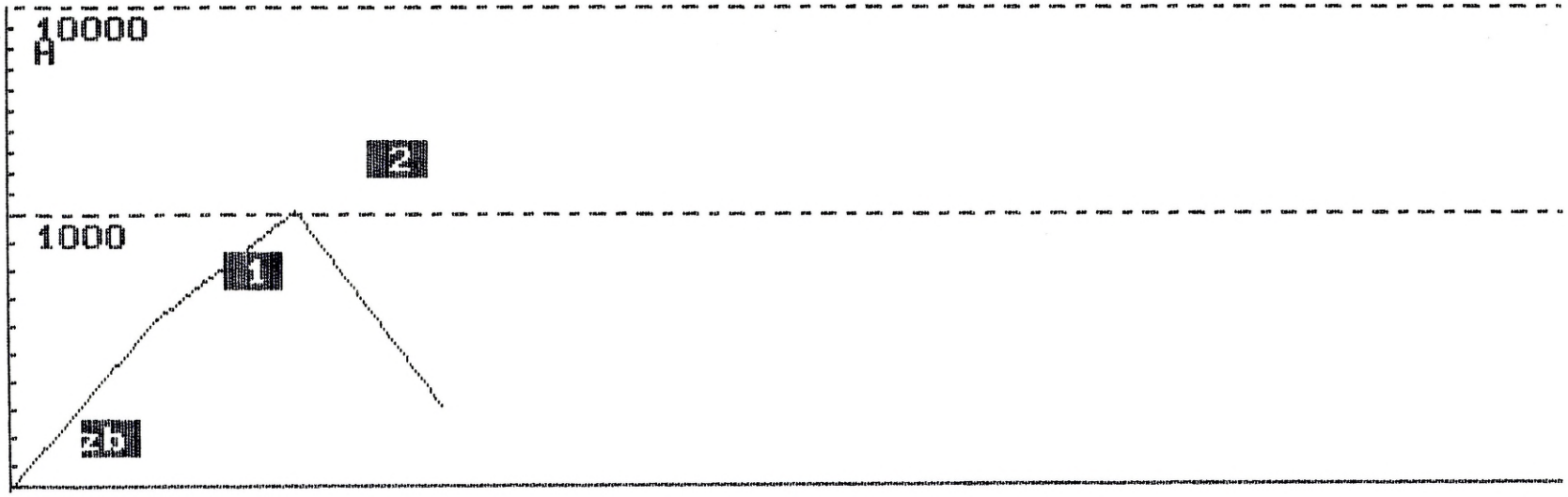
E

S [km]	49	2										
t [min sek]	4.54	0.11										
Hwzg] [m]	600	1000										
V podr[km/h]	600	***										
V [Ma]	***	0.85										
NKD [stop]	237	237										
Skos skrz	45	63										
Ck [kg/km]	***	***										
Qetapu [kg]	697	21										
Q ntu [kg]	98	4										
Zapas tak[	***	***										
Qp [kg]	4024	3467	3446									
WQC	111	111	111									
Masa[kg]	18074	17377	17356									

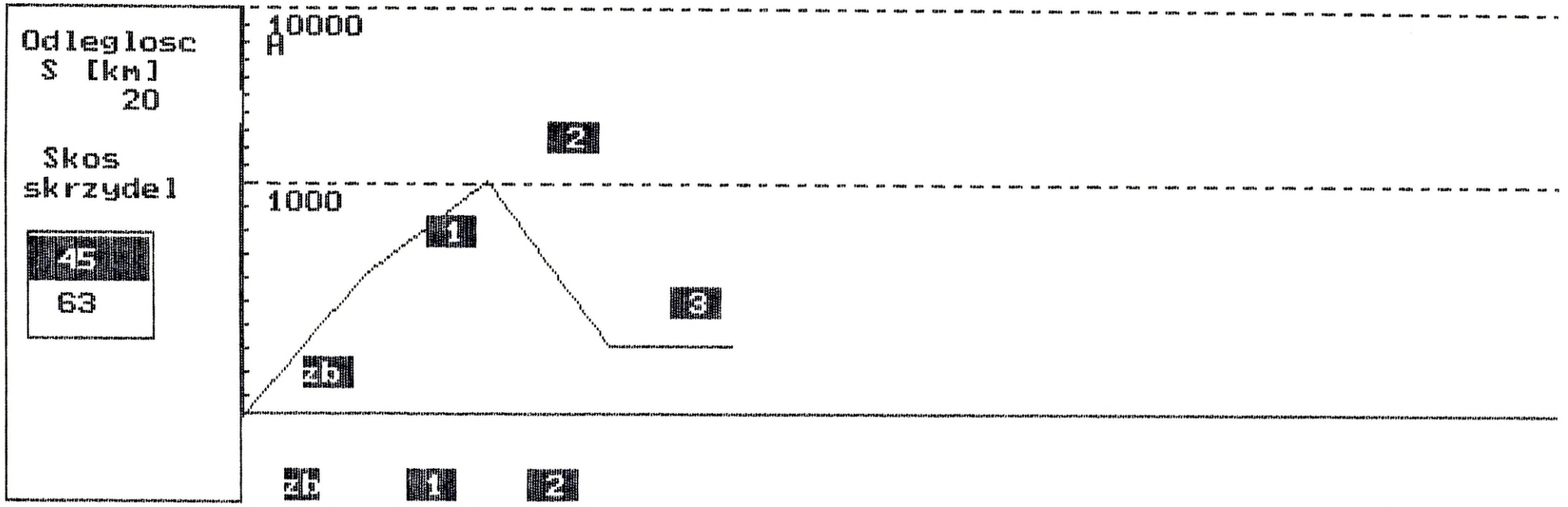
Czy zatw. odcinek ?

TAK

NIE



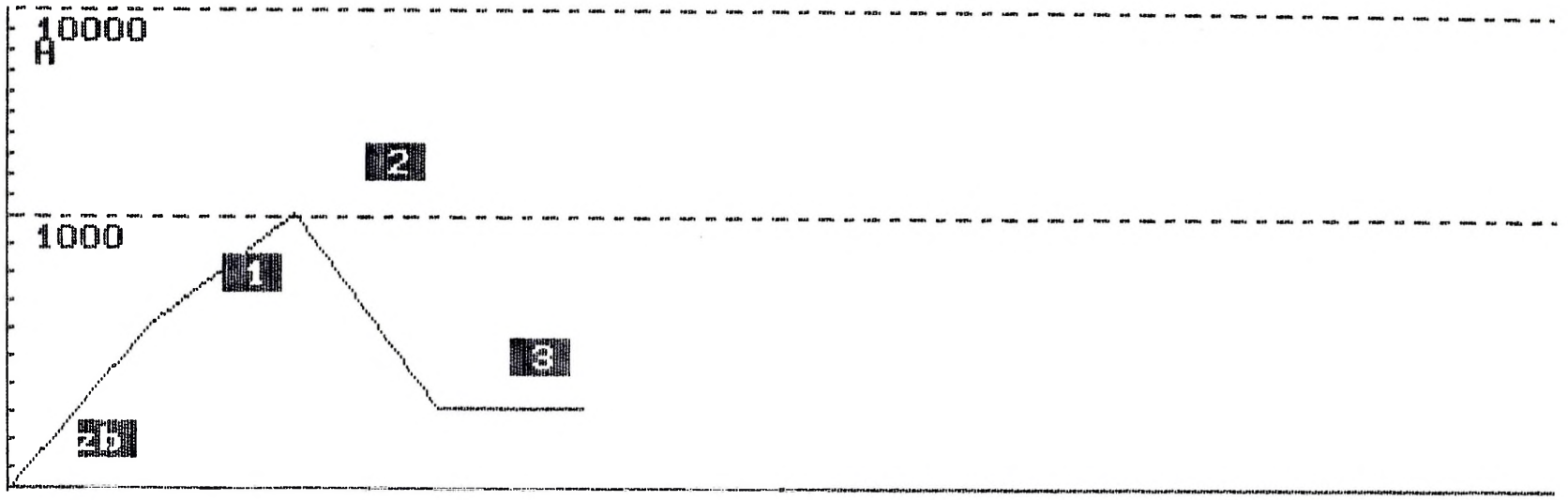
	25	1											
S [km]	49	2	13										
T [min sek]	4.54	0.11	1.20										
Hmzg [m]	600	1000	200										
V podr [km/h]	600	***	600										
V [Ma]	***	0.85	***										
NKD [stopy]	237	237	237										
Skos skrz.	45	63	63										
Ck [kg/kW]	***	***	***										
Zetapu [kg]	697	21	1										
O ntu [kg]	98	4	0										
Zajas [akt]	***	***	***										
Op [kg]	4024	3467	3446	3446									
WOP	111	111	111	111									
Masa [kg]	18074	17372	17356	17356									



S [km]	49	2	13	20								
t [min sek]	4.54	0.11	1.20									
Hwzg [m]	600	1000	200	200								
V.podr[km/h]	600	***	600									
V [Ma]	***	0.85	***									
NKD [stop]	237	237	237	237								
Skos skrz	45	63	63									
Ck [kg/km]	***	***	***									
Zetapu [kg]	697	21	1									
Q ntu [kg]	98	4	0									
Zapas tak(	***	***	***									
Qp [kg]	4024	3467	3446	3446								
WQC	111	111	111	111								
Masa[kg]	18074	17377	17356	17356								

BILANS

Qpoz.	3344
Qntu	123
Qtak	10
Qlad	250
Krag	350
Qdysp	2610



	2c	1	2	3
S [km]	49	2	13	20
T [min sek]	4.54	0.11	1.20	1.30
Hwzg [m]	600	1000	200	200
V.podr [km/h]	600	***	600	800
V [Ma]	***	0.85	***	0.67
NKD [stop]	237	237	237	237
Skos skrz	45	63	63	45
Ck [kg/km]	***	***	***	5.09
Qtaru [kg]	697	21	1	102
Q ntu [kg]	98	4	0	21
Zapas tak	***	***	***	10
Qp [kg]	4024	3467	3446	3446	3344
NOC	111	111	111	111	111
Masa [kg]	18074	17377	17356	17356	17254

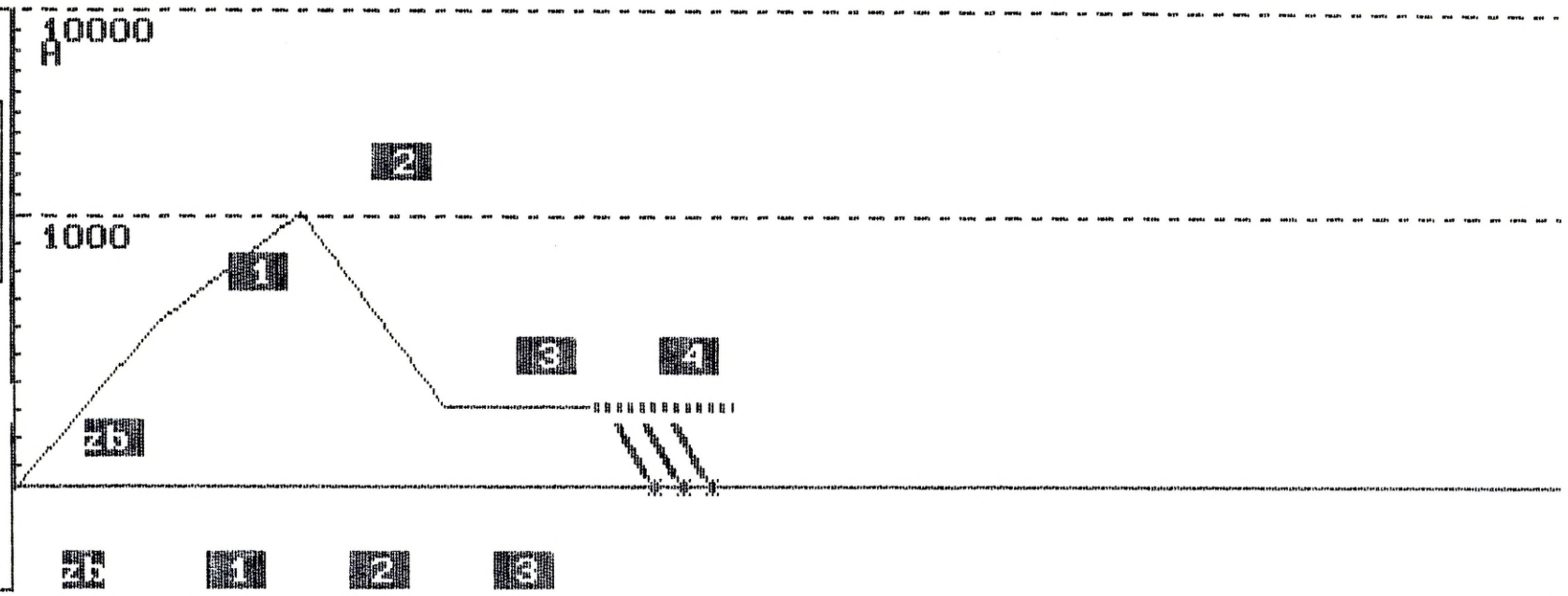
Warunki Ataku

Z trasy

2 Ataki

3 Ataki

Zapas takt. [%] 10

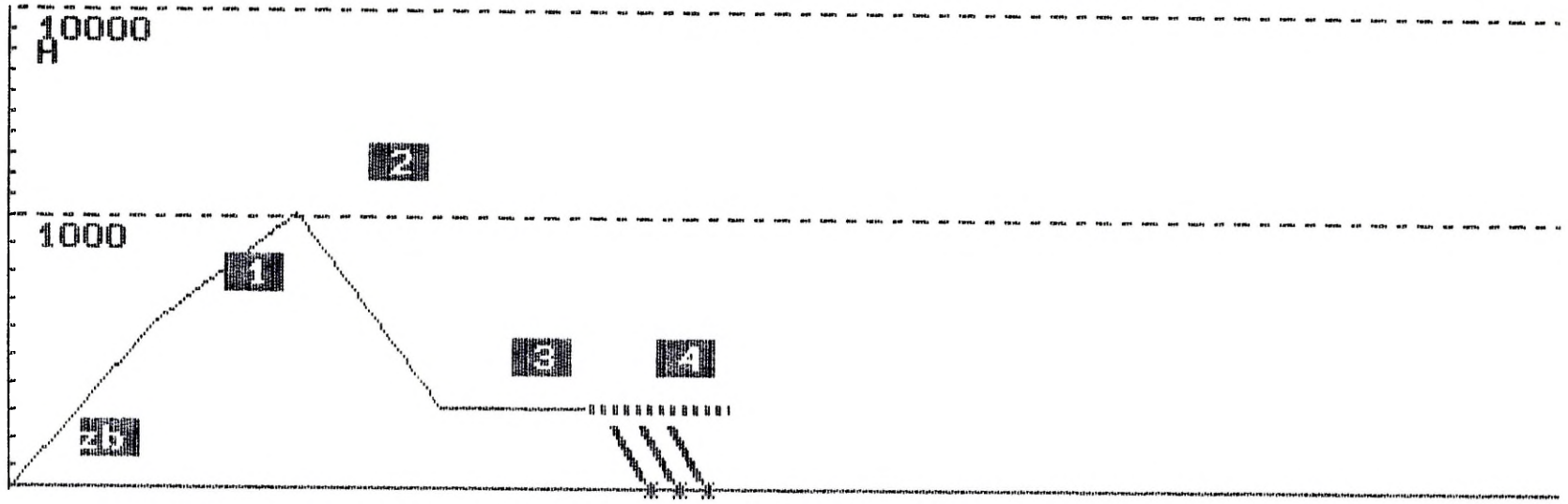


	Σ	1	2	3								
S [kW]	49	2	13	20	20							
t [min.sek]	4.54	0.11	1.20	1.30								
kwzg [m]	600	1000	200	200								
V jedn [km/h]	600	***	600	800								
V [m/s]	***	0.85	***	0.67								
NKO [stopn]	237	237	237	237								
Skos skrz	45	63	63	45								
CK [kg/km]	***	***	***	5.09								
Ładunek [kg]	697	21	1	102								
Opatr [kg]	98	4	0	21								
Zapas takt	***	***	***	10								
Q [kg]	4024	3467	3446	3446	3344							
NOC	111	111	111	111	111							
Masa [kg]	18074	17377	17356	17356	17254							

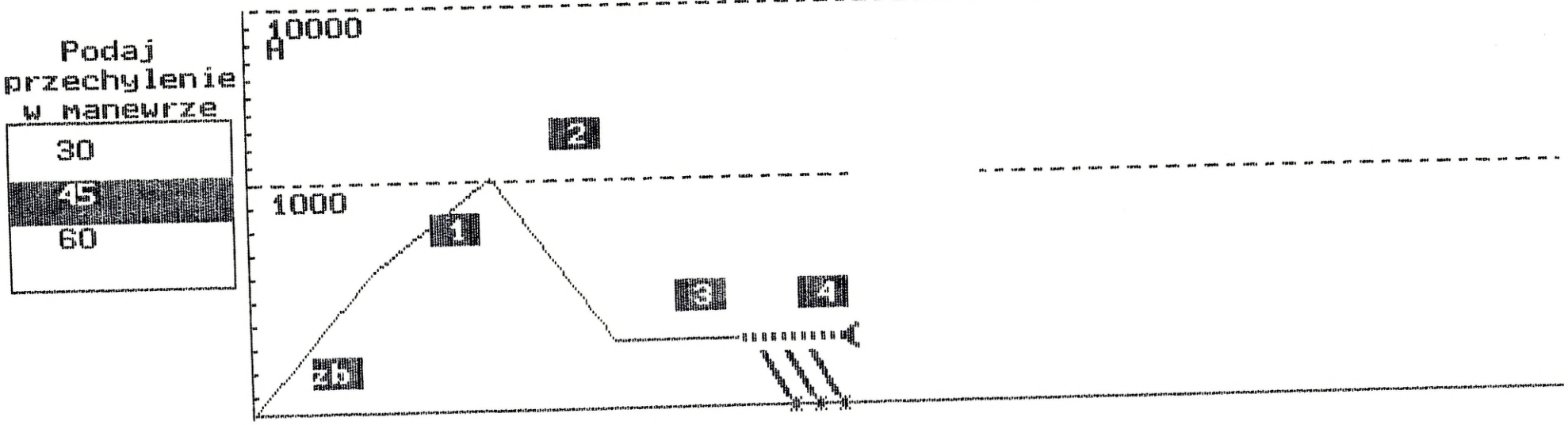
Czy zatw. odcinek ?

TAK

NIE



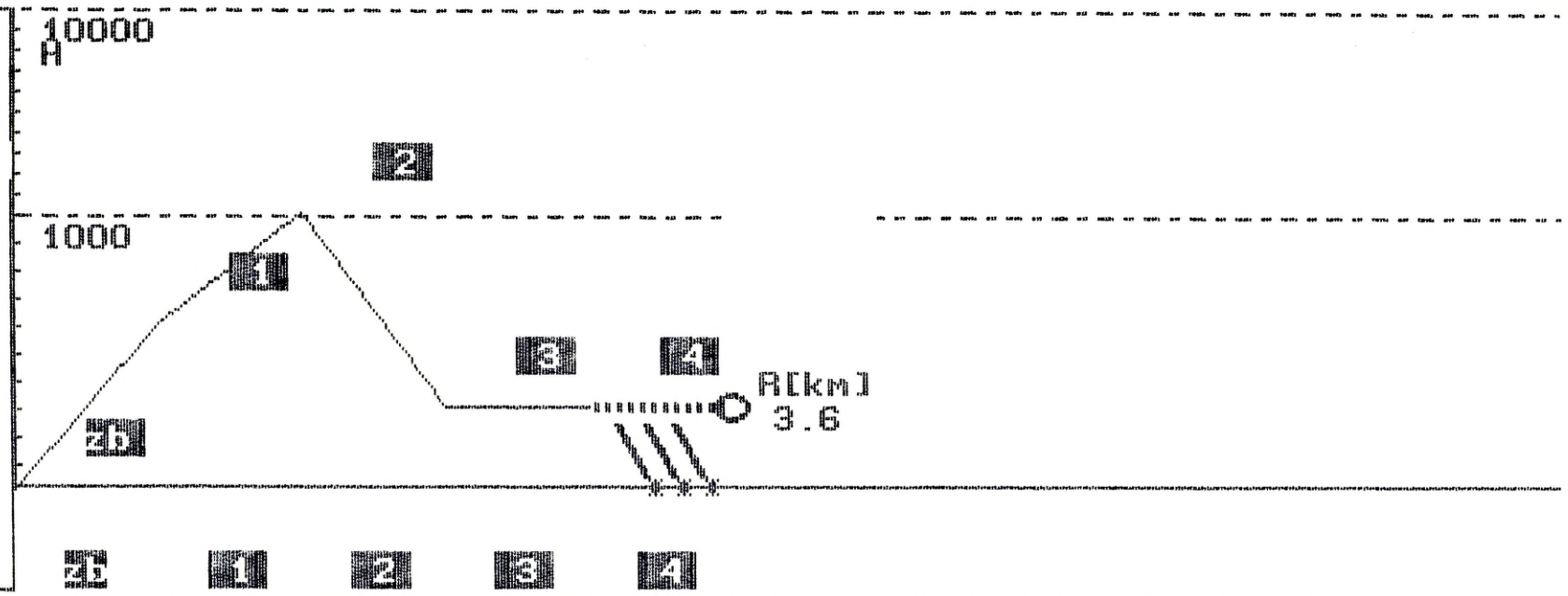
	3	1	2	3								
S [km]	49	2	13	20	20							
t [min sek]	4.54	0.11	1.20	1.30	5. 0							
Hwzg [m]	600	1000	200	200								
V podr [km/h]	600	***	600	800								
V [Ma]	***	0.85	***	0.67								
NKD [stG/s]	237	237	237	237								
Skos skrz	45	63	63	45								
Ck [kG/kN]	***	***	***	5.09								
Zetap [kG]	697	21	1	102								
Q nto [kg]	98	4	0	21								
Zapas [takt]	***	***	***	10	36							
Qn [kg]	4024	3467	3446	3446	3344	2984						
NOC	111	111	111	111	111	111						
Masa [kg]	18074	17377	17356	17356	17254	15846						



		1	2	3	4						
S [kW]	49	2	13	20	20						
t [min sek]	4.54	0.11	1.20	1.30	5. 0						
nwzg [w]	600	1000	200	200							
V podr [km/h]	600	***	600	800							
V [Ma]	***	0.85	***	0.67							
NKO [stop]	237	237	237	237							
nkos skrz	45	63	63	45							
Ck [kg/kW]	***	***	***	5.09							
Qpaliwa [kg]	697	21	1	102							
Q nitu [kg]	98	4	0	21							
Zapas takt	***	***	***	10	36						
Qp [kg]	4024	3467	3446	3446	3344	2984					
MTOC	111	111	111	111	111	111					
Masa [kg]	18074	17377	17356	17356	17254	15846					

Podaj
NKD [st.]

NKD= 56

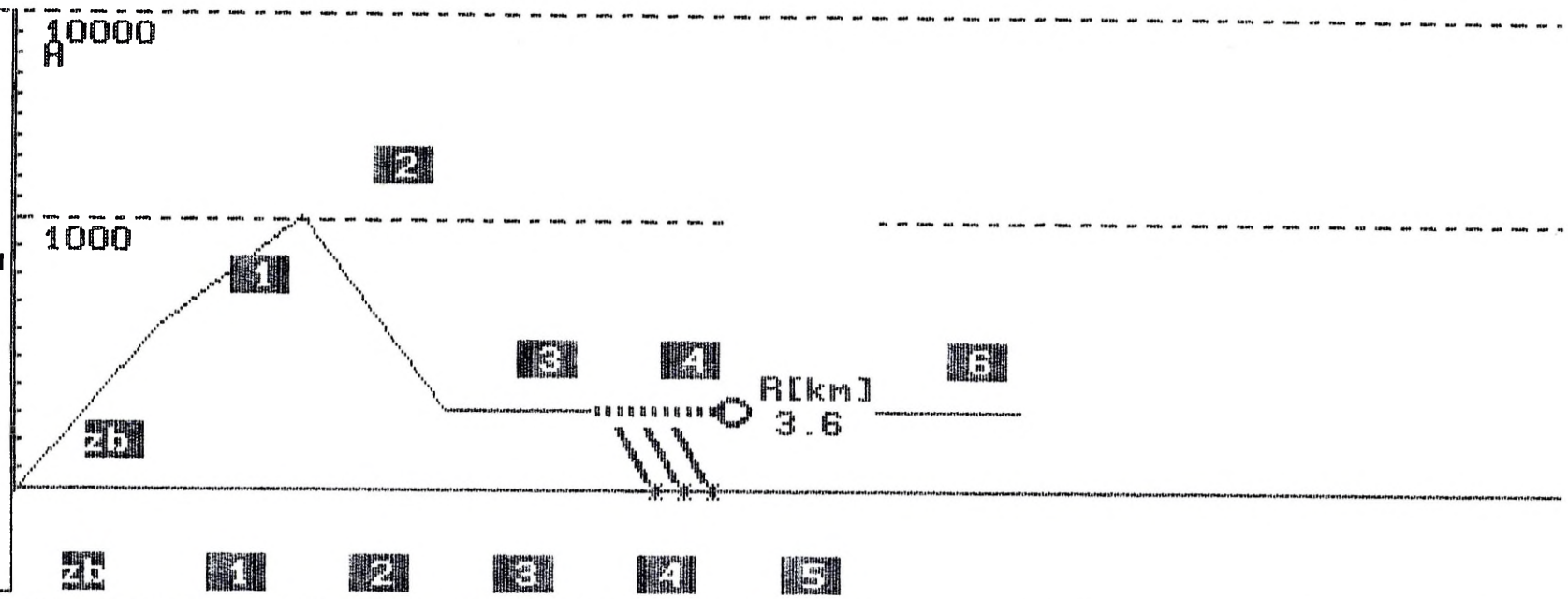


	Σ	1	2	3	4						
S [kW]	49	2	13	20	20						
t [min/sek]	4.54	0.11	1.20	1.30	5. 0						
n[zg] [d]	600	1000	200	200							
J jedn[kW/n]	600	***	600	800							
V [Ma]	***	0.85	***	0.67							
NKD [stog]	237	237	237	237							
Skos skrz	45	63	63	45							
Gk [kg/kW]	***	***	***	5.09							
Jetand [kg]	697	21	1	102							
Ostatn [kg]	98	4	0	21							
Zapas [akt]	***	***	***	10	36						
Gj [kg]	4024	3467	3446	3446	3344	2984					
Wtc	111	111	111	111	111	111					
Masa[kg]	18074	17377	17356	17356	17254	15846					

Lot wg.war.
max. zasięgu

TAK

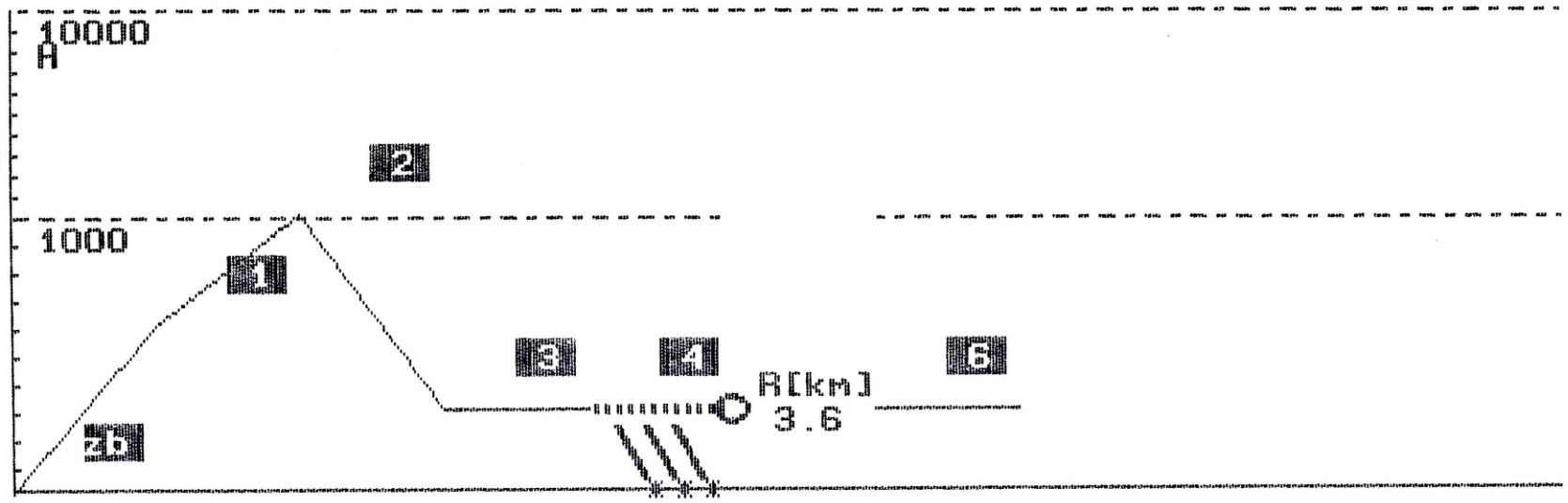
NIE



		1	2	3	4	5						
S [km]	49	2	13	20	20	11	180					
t [min:sek]	4.54	0.11	1.20	1.30	5. 0	0.50						
Vwzg [m]	600	1000	200	200		200	200					
V podr [km/h]	600	***	600	800		800						
V [Ma]	***	0.85	***	0.67		0.65						
NKO [stop]	237	237	237	237		56	56					
Kos skrz	45	63	63	45		45	63					
Ck [kg/km]	***	***	***	5.09		***						
Zużycie [kg]	697	21	1	102		59						
Q ntu [kg]	98	4	0	21		12						
Zapas [akt]	***	***	***	10	36	***						
Mp [kg]	4024	3467	3446	3446	3344	2984	2925					
MOC	111	111	111	111	111	111	111					
Masa [kg]	18074	17377	17356	17356	17254	15846	15787					

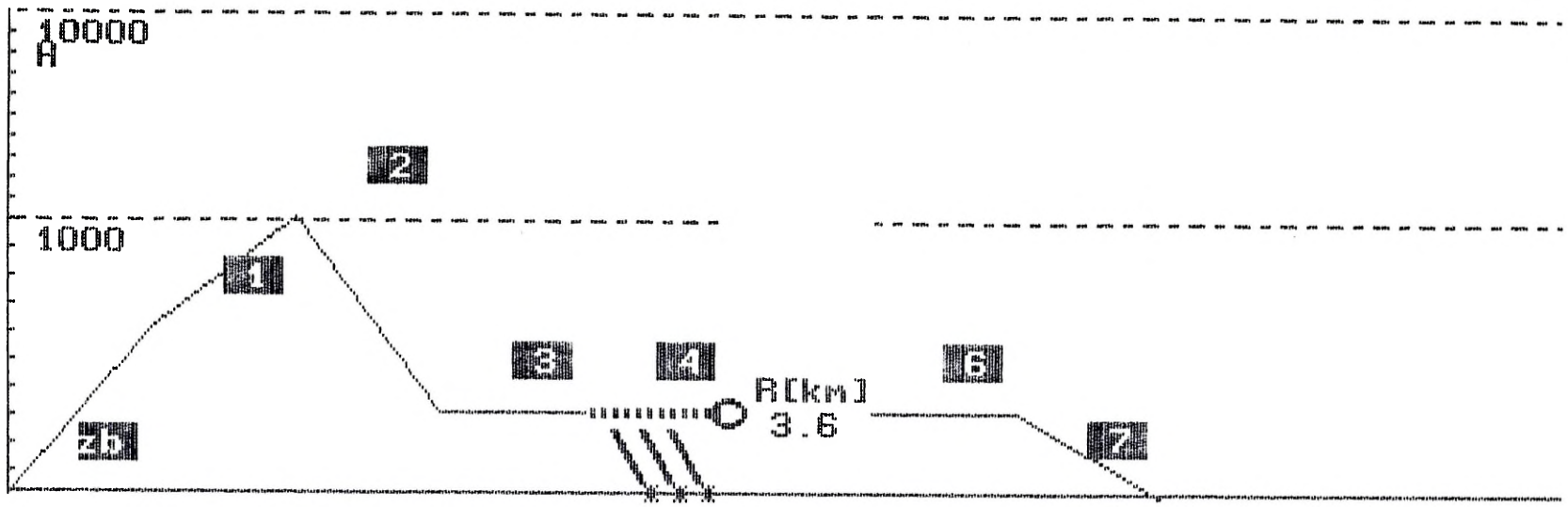
Czy zrzucasz zbiorniki po wypracowaniu

TAK
NIE



	T	1	2	3	4	5	6					
S [km]	49	2	13	20	20	11	180					
t [min sek]	4.54	0.11	1.20	1.30	5. 0	0.50						
Hrzg [m]	600	1000	200	200		200	200					
V podr [km/h]	600	***	600	800		800	615					
V [Ma]	***	0.85	***	0.67		0.65	0.50					
NKO [stop]	237	237	237	237		56	56					
Kos skrz	45	63	63	45		45	63					
Ck [kg/kN]	***	***	***	5.09		***						
Ciąg [kg]	697	21	1	102		59						
Opór [kg]	98	4	0	21		12						
Zapas tak	***	***	***	10	36	***						
Q [kg]	4024	3467	3446	3446	3344	2984	2925					
LNOG	111	111	111	111	111	111	111					
Mas [kg]	18074	17377	17356	17356	17254	15846	15787					

BILANS	
Qpoz.	2116
Qntu	298
Qtak	102
Qlad	56
Krag	350
Qdysp	1311



S [km]	49	2	13	20	20	11	180	9	285		
t [min sek]	4.54	0.11	1.20	1.30	5. 0	0.50	17.32	1. 6	32.25		
Rwzg [m]	600	1000	200	200		200	200	***	***		
V podr [km/h]	600	***	600	800		800	615	***	***		
V [Ma]	***	0.85	***	0.67		0.65	0.50	***	***		
NKO [stop]	237	237	237	237		56	56	***	***		
kos skrz	45	63	63	45		45	63	***	***		
ck [kg/km]	***	***	***	5.09		***	4.18	***	***		
Jetapu [kg]	697	21	1	102		59	753	56	***		
Q ntu [kg]	98	4	0	21		12	158	4	298		
Zapas tak	***	***	***	10	36	***	53	3	102		

Qj [kg]	4024	3467	3446	3446	3344	2984	2925	2172	2116	2116	
NOC	111	111	111	111	111	111	111	101	101	101	
Masa [kg]	18074	17377	17356	17356	17254	15846	15787	15647	15591	15591	

Załącznik 4

ALGORYTM PROGRAMU " P L A N "

Przedstawiony poniżej szczegółowy algorytm programu " PLAN " składa się z wydruków toru głównego programu i zasadniczych, jeśli chodzi o aspekt merytoryczny, procedur (wykonanych w edytorze języka programowania TURBO PASCAL). Zrezygnowano z zamieszczania większości procedur o "charakterze informatycznym" realizujących na przykład zobrazowanie informacji na ekranie lub wydruk wyników kalkulacji. Funkcje tych procedur opisano w ramkach jako treści zadań dla programistów.

Listę procedur oraz krótki opis funkcji jakie spełniają w algorytmie programu przedstawiano w pierwszej kolejności.

WYKAZ PROCEDUR I ICH FUNKCJE:

1. "wzno45_1", "wzno45_2", "wzno45_3", "wzno45_4" -realizowane kolejno określają drogę i czas potrzebny na nabór wysokości (Swzn, Twzn) od wysokości początkowej (Hp) do końcowej mniejszej niż 10000m (Hk) oraz zużycie paliwa w czasie wznoszenia przy pracy silników na zakresie "MAKSYMALNE OBROTY" dla **skosu skrzydła 45 stopni** z uwzględnieniem wyjściowej masy samolotu (mst), współczynnika oporów czołowych (WOC), danej różnicy temperatury otoczenia (TE) od temperatury standardowej. Ponadto procedura określa nowe wartości zmiennych mst, WOC oraz zmiennych określających pozostałość paliwa (Qp), obecność dodatkowego zbiornika paliwa, prędkości Macha i rzeczywistą (VMP, Vp) po osiągnięciu nakazanej wysokości (Hk);

2. "wzno63", "wzno63", "wzno63", "wzno63" - spełniają tę samą rolę co procedury poprzednie w przypadku gdy skos skrzydła podczas naboru

wysokości wynosi 63 stopnie;

3."okrt_45","oblicz_ck"- zrealizowane kolejno dokonują obliczania zużycia kilometrowego paliwa. (ck) dla samolotu o danej masie (mst), współczynniku oporów czołowych (WOC), podczas lotu na danej wysokości przyrządowej, ze **skosem skrzydła 45 stopni**, przy określonej różnicy temperatury otoczenia (TE) od temperatury standardowej na wysokości lotu.

4."okrt_63","oblicz_ck"- zrealizowane kolejno dokonują obliczania zużycia kilometrowego paliwa. (ck) dla samolotu o danej masie (mst), współczynniku oporów czołowych (WOC), podczas lotu na danej wysokości przyrządowej, ze **skosem skrzydła 63 stopnie**, przy określonej różnicy temperatury otoczenia (TE) od temperatury standardowej na wysokości lotu.

5."wybor_odcinkow" - umożliwia wybór warunków lotu ze zbioru: wznoszenie, zniżanie, lot poziomy, manewr, atak i lądowanie. Po wyborze właściwego etapu lotu umożliwia jego modelowanie (uzyskanie kalkulacji inżynieryjno-nawigacyjnych, ich ewentualną akceptacje, kasowanie wyników kalkulacji i ponowny wybór etapu, wybór kolejnego etapu lotu).

6. "maxzasieg" - określa prędkość maksymalnego zasięgu na danej wysokości lotu samolotu Su-22M4 o określonej masie.

7."pulap" - określa pułap praktyczny dla samolotu o określonej masie i współczynniku oporów czołowych przy danym skosie skrzydła. Sygnalizuje przekroczenie pułapu praktycznego (zmienna ppulap = 1);

8."znizanie" - określa drogę, czas i zużycie paliwa podczas zniżania Su-22M4 od danej wysokości wyjściowej do wysokości końcowej.

Ponadto w programie wykorzystywane są procedury: "**dane_w**" (określa

prędkość i nawigacyjny kierunek wiatru na danej wysokości),"**wiatr1**" (określa wpływ parametrów wiatru na zużycie paliwa w locie poziomym ze stałą prędkością uwzględniając kurs i prędkość statku powietrznego), "**wiatr2**" (określa prędkość maksymalnego zasięgu z uwzględnieniem parametrów wiatru i ich wpływ na zużycie paliwa). Procedur tych nie zamieszczamy gdyż wynikają one bezpośrednio z treści zawartych w pozycji [16].

```
   ********************************
***** ALGORYTM PROGRAMU  P L A N *****
   ********************************

     Begin

    flaga:=0;
    if flaga=1 then goto koniK;
    Vk:=0;
    Hi:=0;
    zrzut:=0;
    winieta; {PROCEDURA ZOBRAZOWUJACA WINIETE -zalocznik 3)
    outtextxy(500,300,'Nacisnij ENTER');
    belka;   {PROCEDURA ZOBRAZOWUJACA UKLAD PUNKTOW PODWIESZEN)

****************** ORGANIZACJA EKRANU************
* WPROWADZENIE DANYCH JAK W zaloncznIku 3      *
* strony: 65, 66, 68;                          *
* SPRAWDZENE POPRAWNOSCI WPROWADZANYCH DANYCH  *
* OKRESLENIE WARTOSCI ZMIENNYCH WYNIKAJACYCH Z *
* WARIANTU UZBROJENIA :                        *
* mst - masa startowa samolotu (bez paliwa),   *
* woc - wspolczynnik oporow czolowych,         *
* PC - pojemnosc instalacji paliwowej,         *
* PZ - pjemnosc zbiornikow dodatkowych         *
* mu- masa uzbrojenia,                         *
* wocu - wspolczynnik oporow czolowych uzbr.,  *
* zb - obecnosc zbiornikow dodatkowych (0,1);  *
* OKRESLENIE WARTOSCI ZMIENNYCH :              *
* gamma-gestosc paliwa,                        *
* T2- czas pracy na ziemi,                     *
* Qlad-poliwo ladowania,                       *
* Kn-zapas nawigacyjny,                        *
* Hl-wysokosc bezwzgledna rejonu lotow,        *
* TEL-srednia temperatura przy ziemi w rejonie *
*      lotow,                                  *
* Vw-predkosc wiatru na poszczegolnych         *
*      wysokosciach w [m/s] (UW),              *
* kw-nawigacyjny kierunek wiatru (NKW)         *
*                                              *
************************************************


 Mst:=Mst-(0.805-gamma)*PC; {#1)
 Mstx:=Mst;   ( z x tylko do wydruku)
 Mst:=Mst-T2*20;
 Qp:=PC*gamma; {#2)
 Qp:=Qp-20*T2-321*gamma;   (obliczeniowe QP)
 Qox:=Qp;
 Qpzb:=Pz*gamma;
```

```
{*****************  ORGANIZACJA EKRANU*****************}
{ WPROWADZENIE DANYCH JAK W zalonczniku 3      }
{ strony: 65, 66, 68;                          }
{ SPRAWDZENE POPRAWNOSCI WPROWADZANYCH DANYCH  }
{ OKRESLENIE WARTOSCI ZMIENNYCH WYNIKAJACYCH Z }
{ WOBORU PARAMETROW ZBIORKI:                   }
{ zbr-rodzaj zbiorki (1-zakrentem o 180)       }
{                    (2-dopedzanie);           }
{ skos - skos skrzydla (1-45st; 2-63st);       }
{ Hk-wysokosc zbiorki [m];                     }
{ N -sklad grupy;                              }
{ ilstart-rodzaj startu (pojedynczo, parami);  }
{ Vp -predkosc prowadz.[km/h];                 }
{***********************************************}

Tsl:=15-Hl*0.0065+273;
TEL:=TEL+273;
TE:=TEL-TSL;
TES:=TEl-0.0065*Hk;  if TES<217 then TES:=217;
case trunc(n) of
     0..2:Ku:=0;
     3..4:Ku:=0.03;
     5..100:ku:=0.07;
         end;
  if iltstart=2 then
           begin
           NN:=0.5*N;
          if N-trunc(NN)>0 then N:=trunc(NN)+1;
           end;
          end;

 Vk:=Vp;

case skos of

       1:begin
         h:=0;
         wzno45_1(mst,h,xw);            {*PROCEDURA*)
         wzno45_2(xw,TE,woc,Tw);        {*PROCEDURA*)
         wzno45_3(mst,H,TE,woc,Qw);     {*PROCEDURA*)
         wzno45_4(mst,H,TE,woc,Sw);     {*PROCEDURA*)
         Mst:=Mst-Qw;
         Qp:=Qp-QW;
         Qpzb:=Qpzb-QW+280;
         Qst:=QW;
         Tst:=Tw;
         H:=Hl;
         wzno45_1(mst,h,xw);
         wzno45_2(xw,TE,woc,Tw);
         wzno45_3(mst,H,TE,woc,Qw);
         wzno45_4(mst,H,TE,woc,Sw);
```

```
      Qwzn:=Qw; Swzn:=SW; Twzn:=Tw;
      H:=Hk+Hl;
      wzno45_1(mst,h,xw);
      wzno45_2(xw,TE,woc,Tw);
      wzno45_3(mst,H,TE,woc,Qw);
      wzno45_4(mst,H,TE,woc,Sw);
      Qwzn:=Qw-Qwzn;
      Swzn:=Sw-Swzn;
      Twzn:=Tw-Twzn;
      Qp:=Qp-Qwzn; Mst:=Mst-Qwzn; Qpzb:=Qpzb-Qwzn;
    end;
2:begin
      h:=0;
      wzno63_1(mst,h,xw);           {*PROCEDURA*}
      wzno63_2(xw,TE,woc,Tw);       {*PROCEDURA*}
      wzno63_3(mst,H,TE,woc,Qw);    {*PROCEDURA*}
      wzno63_4(mst,H,TE,woc,Sw);    {*PROCEDURA*}
      Mst:=Mst-Qw;
      Qp:=Qp-QW;
      Qpzb:=Qpzb-QW+280;
      Qst:=Qw;
      Tst:=Tw;
      H:=Hl;
      wzno63_1(mst,h,xw);
      wzno63_2(xw,TE,woc,Tw);
      wzno63_3(mst,H,TE,woc,Qw);
      wzno63_4(mst,H,TE,woc,Sw);
      Qwzn:=Qw; Swzn:=SW; Twzn:=Tw;
      H:=Hk+Hl;
      wzno63_1(mst,h,xw);
      wzno63_2(xw,TE,woc,Tw);
      wzno63_3(mst,H,TE,woc,Qw);
      wzno63_4(mst,H,TE,woc,Sw);
      Qwzn:=Qw-Qwzn;
      Swzn:=Sw-Swzn;
      Twzn:=Tw-Twzn;
      Qp:=Qp-Qwzn; Mst:=Mst-Qwzn; Qpzb:=Qpzb-Qwzn;
    end;
  end; {od skos}

  case zbr of
    1:begin
****************** ORGANIZACJA EKRANU**************
*  ZOBRAZOWANIE TEKSTU I:                          *
*  "Podaj przechyl. w manewrze"                    *
*  WPROWADZENIE ZMIENNEJ: B [ST];                  *
*  I SPRAWDZENIE CZY ZADEKLAROWANA WARTOSC JEST    *
*   POPRAWNA.                                      *
*****************************************************
```

```
   S:=0;
 ****************** ORGANIZACJA EKRANU***************
 *  ZOBRAZOWANIE TEKSTU I:                          *
 *  "Podaj nakazany kat drogi (NKD)"                *
 *  WPROWADZENIE ZMIENNEJ: Ks [ST];                 *
 *  I SPRAWDZENIE CZY ZADEKLAROWANA WARTOSC JEST    *
 *   POPRAWNA.                                      *
 ************************************************
   B:=B*0.017453;
   T:=Tst+Twzn+20*(N-1)+(0.0889*cos(B)/sin(B))*Vp;
   Vmk:=Vp/(72.2*sqrt(TES));
 end;
2:begin

 ****************** ORGANIZACJA EKRANU***************
 *  ZOBRAZOWANIE TEKSTU I:                          *
 *  "Podaj predkosc dopedzajacych (km/h)"           *
 *  WPROWADZENIE ZMIENNEJ: Ks [ST];                 *
 *  I SPRAWDZENIE CZY ZADEKLAROWANA WARTOSC JEST    *
 *   POPRAWNA.                                      *
 ************************************************


 ****************** ORGANIZACJA EKRANU***************
 *  ZOBRAZOWANIE TEKSTU I:                          *
 *  "Podaj nakazany kurs (NKOM)"                    *
 *  WPROWADZENIE ZMIENNEJ: Ks [ST];                 *
 *  I SPRAWDZENIE CZY ZADEKLAROWANA WARTOSC JEST    *
 *   POPRAWNA.                                      *
 ************************************************
    T:=Tst+Twzn+(Vp*20*(N-1))/(Vk-Vp);
    Vmk:=Vk/(72.2*sqrt(TES));
    wiatr(kw,ks,Vk,Vw,Hk,Tes,Vmk,Ue,RR);  {*PROCEDURA*)
  end;
end; {od case zbr)
     S:=(T-Twzn-Tst)*Vp/3600 +Swzn;
     reszta(T,minuta,sekunda);  {*PROCEDURA ZMIENIAJACA SEKUNDY NA MINUTY I SEKUNDY*)
     m:=Mst;
      case skos of
          1:okrt_45(m,vmk,hk,hl,woc,okrt); {*PROCEDURA*)
          2:okrt_63(m,vmk,hk,hl,woc,okrt); {*PROCEDURA*)
      end;

    oblicz_ck(okrt,Vmk,Hk,Hl,Ck);      {*PROCEDURA*)
    if zbr=2 then
    ck:=Ck*RR;
    U:=Uwzn+(S-Swzn)*ck+Ust+T2*20;
    Mst:=Mst-(S-Swzn)*ck;                              { #10 }
```

```
                              Mstw:=Mst; (do tabelki)
Qp:=Qp-(S-Swzn)*ck;                                  { #11 }
Qpw:=Qp;
Qwx:=Q;
Qpzb:=Qpzb-(S-Swzn)*ck;
if ilzapas=1 then Qc1:=0.14*Q
      else Qc1:=0.17*Q;
      zrzut:=0;
      Qc2:=0;
wybor_odcinkow; {*PROCEDURA*)
*************************************************
*  Czy koniec obliczen  1- tak    2 - nie'  *
*************************************************
End .
```

```
     ************************
 ****** PROCEDURA wzno45_1  ******
     ************************
Procedure wzno45_1(mst,h:real;  var xw:real);
ZMIENNE WEWNETRZNE: x,y1,y2:real;


begin
 x:=(mst-12000)/500;
 case trunc(h) of
     0..1000:begin
          y1:=-0.0063*(x-0)+2.2;
          y2:=0.0125*(x-0)+2.85;
          x:=((y2-y1)/800)*(h-200)+y1;
             end;
    1001..2000:begin
         y1:=0.0125*(x-0)+2.85;
         y2:=0.0277*(x-8)*(x-16)+
            -0.0578*(x-0)*(x-16)+
             0.0348*(x-0)*(x-8);
         x:=((y2-y1)/1000)*(h-1000)+y1;
             end;
   2001..3000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
   3001..4000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
    4001..5000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
    5001..6000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
    6001..7000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
    7001..8000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
    8001..9000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
    9001..10000:begin
             (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
             end;
      {koniec pierwszej charakterystyki}
   xw:=x;
end;{koniec 45_1}
```

```
        ************************
    ****** PROCEDURA wzno45_2  ******
        ************************

ZMIENNE WEWNETRZNE: Tw,x,y,y1,y2:real;
begin
   x:=xw;
   case trunc(woc) of
       150..170:begin
         y1:= 0.001094*(x-4)*(x-10)*(x-14)*(x-16.75)+
             -0.003810*(x-2)*(x-10)*(x-14)*(x-16.75)+
              0.011651*(x-2)*(x-4)*(x-14)*(x-16.75)+
             -0.018106*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-16.75)+
              0.010599*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-14);
         y2:= 0.0008425*(x-4)*(x-10)*(x-14)*(x-19)+
             -0.0028333*(x-2)*(x-10)*(x-14)*(x-19)+
              0.0077546*(x-2)*(x-4)*(x-14)*(x-19)+
             -0.008333*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-19)+
              0.0028174*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-14);
         x:= -(y2-y1)*0.05*(woc-170)+y1;
              end;
      130..149:begin
         y1:= 0.0008425*(x-4)*(x-10)*(x-14)*(x-19)+
             -0.0028333*(x-2)*(x-10)*(x-14)*(x-19)+
              0.0077546*(x-2)*(x-4)*(x-14)*(x-19)+
             -0.008333*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-19)+
              0.0028174*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-14);
         y2:= 0.0004084*(x-4)*(x-10)*(x-18)*(x-24)+
             -0.0013691*(x-2)*(x-10)*(x-18)*(x-24)+
              0.0021856*(x-2)*(x-4)*(x-18)*(x-24)+
             -0.0020926*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-24)+
              0.0010*(x-2)*(x-4)*(x-10)*(x-18);
        x:= -(y2-y1)*0.05*(woc-150)+y1;
            end;
     110..129:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
              end;
      90..109:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
              end;
      70..89:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
              end;
            end;
if TE>=0 then begin
            if x<=3 then y:=3 else
              y:=0.0003*(x-6)*(x-11.2)*(x-21)*(x-28.5)+
                -0.0027*(x-3)*(x-11.2)*(x-21)*(x-28.5)+
                +0.0039*(x-3)*(x-6)*(x-21)*(x-28.5)+
                -0.0027*(x-3)*(x-6)*(x-11.2)*(x-28.5)+
                +0.0009*(x-3)*(x-6)*(x-11.2)*(x-21);
                    end
```

```
                else
                  begin
                   case trunc(x) of
                   0..3:y:=-1;
                   4..13:y:= 0.0039*(x-6)*(x-11.2)*(x-13.5)+
                            -0.0598*(x-3)*(x-11.2)*(x-13.5)+
                             0.1122*(x-3)*(x-6)*(x-13.5)+
                            -0.0939*(x-3)*(x-6)*(x-11.2);
                  14..29:  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                  30..100:  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                 end;
              end;
   y:=y*0.017453;
   Tw:=30*x+6*TE*(sin(y)/cos(y));
end;
```

```
          ************************
      ****** PROCEDURA wzno45_3  ******
          ************************

     ZMIENNE WEWNETRZNE:x,y,y1,y2;
     begin

        x:=(mst-12000)/500;
        case trunc(h) of
     0..1000:begin
       y1:=0.0187*(x-0)+1.75;
       y2:= 0.0211*(x-8)*(x-16)+
          -0.0469*(x-0)*(x-16)+
           0.0250*(x-0)*(x-8);
       x:=((y2-y1)/800)*(h-200)+y1;
            end;
  1001..2000:begin
       y1:= 0.0211*(x-8)*(x-16)+
           -0.0469*(x-0)*(x-16)+
            0.0250*(x-0)*(x-8);
       y2:= 0.0281*(x-8)*(x-16)+
           -0.0641*(x-0)*(x-16)+
            0.0426*(x-0)*(x-8);
       x:=((y2-y1)/1000)*(h-1000)+y1;
            end;
 2001..3000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
 3001..4000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
 4001..5000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
 5001..6000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
 6001..7000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
 7001..8000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
 8001..9000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
 9001..10000:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
             end;
          end;
```

```
case trunc(woc) of
   150..170:begin
     y1:=-0.0139*(x-5)*(x-10)*(x-17)+
          0.0583*(x-2)*(x-10)*(x-17)+
         -0.0714*(x-2)*(x-5)*(x-17)+
          0.0325*(x-2)*(x-5)*(x-10);

     y2:= 0.0007123*(x-5)*(x-10)*(x-15)*(x-20)+
         -0.004067*(x-2)*(x-10)*(x-15)*(x-20)+
          0.008950*(x-2)*(x-5)*(x-15)*(x-20)+
         -0.008523*(x-2)*(x-5)*(x-10)*(x-20)+
          0.0037407*(x-2)*(x-5)*(x-10)*(x-15);

     x:= -(y2-y1)*0.05*(woc-170)+y1;
           end;
  130..149:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
  110..129:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
   90..109:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
    70..89:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
     end;
  {paliwo -uwzglednienie temperatury)
if TE)=0 then begin
   case trunc(x) of
        0..9:y:=0.0313*x*(x-5)*(x-9)+
               -0.0750*x*(x-1)*(x-9)+
                0.0451*x*(x-1)*(x-5);
      10..11:y:=-0.6667*(x-9)+13;
      12..14:{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
      15..16:{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
      17..32:{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
      32..100:{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
             end;
          end
       else
           begin
        case trunc(x) of
            0..7:y:=0;
            8..9:y:=-2;
           10..17:y:=-6;
           18..20:y:=2*(x-17)-6;
           21..25:y:=-x+20;
          26..100:y:=-7;
            end;
          end;
  y:=y*0.017453;
  Qw:=275+25*x+5*TE*sin(y)/cos(y);
end;
```

```
     ************************
 ****** PROCEDURA wzno45_4  ******
     ************************

ZMIENNE WEWNETRZNE:x,y,y1,y2,Sw;
begin
   x:=(Mst-12000)/500;
   case trunc(h) of
        0..1000:begin
                  y1:= 0.0219*x+0.1;
                  y2:=0.0344*x+0.45;
                  x:=((y2-y1)/800)*(h-200)+y1;
                 end;
     1001..2000:begin
                  y1:=0.0344*(x-0)+0.45;
                  y2:= 0.0094*(x-8)*(x-16)+
                      -0.0241*(x-0)*(x-16)+
                       0.0176*(x-0)*(x- 8);
                 x:=((y2-y1)/1000)*(h-1000)+y1;
                end;
     2001..3000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
     3001..4000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
     4001..5000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
    5001..6000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
    6001..7000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
    7001..8000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
    8001..9000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
   9001..10000:begin
             {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
              end;
          end;
```

```
    case trunc(woc) of
       150..170:begin
    y1:=-0.008981*(x-0)*(x-6)*(x-9)*(x-13)+
         0.024603*(x-0)*(x-3)*(x-9)*(x-13)+
        -0.0216*(x-0)*(x-3)*(x-6)*(x-13)+
         0.006593*(x-0)*(x-3)*(x-6)*(x-9);

    y2:=-0.003516*(x-0)*(x-8)*(x-12)*(x-17)+
         0.009896*(x-0)*(x-4)*(x-12)*(x-17)+
        -0.009766*(x-0)*(x-4)*(x-8)*(x-17)+
         0.0035747*(x-0)*(x-4)*(x-8)*(x-12);
     x:= -(y2-y1)*0.05*(woc-170)+y1;
      end;
      130..149:begin
               {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
      110..129:begin
               {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
       90..109:begin
               {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
        70..89:begin
               {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
          end;
if TE>=0 then begin
if x<28 then
   y:=-0.0021*x*(x-11)*(x-17)*(x-28)+
       0.0048*x*(x-4.5)*(x-17)*(x-28)+
      -0.0036*x*(x-4.5)*(x-11)*(x-28)+
       0.0005*x*(x-4.5)*(x-11)*(x-17)
  else
       y:=58;
  end
else
  begin
 case trunc(x) of
  0..3:y:=-2;
  4..28:y:=-0.0001*(x-8.7)*(x-17)*(x-28)*(x-23.5)+
           0.0011*(x-3)*(x-17)*(x-28)*(x-23.5)+
          -0.0023*(x-3)*(x-8.7)*(x-28)*(x-23.5)+
           0.0012*(x-3)*(x-8.7)*(x-17)*(x-23.5)+
          -0.0026*(x-3)*(x-8.7)*(x-17)*(x-28);
  29..100:y:=-29;
   end;
 end;
 y:=y*0.017453;
 Sw:=5*x+TE*sin(y)/cos(y);
end;
```

```
          ************************
      ******* PROCEDURA okrt_45 *******
          ************************
    ZMINNE WEWNETRZNE: x,y1,y2,y;
   begin
  x:=(M-10000)*0.001;
  Hk:=Hk+Hl;
  case trunc(Hk) of
   0..1000:begin
           y1:=0.2*x;
           y2:=0.2230*x+0.27;
           x:=(y2-y1)*0.001*Hk+y1;
            end;

 1001..2000:begin
           y1:=0.2230*x+0.27;
           y2:=0.2500*x+0.55;
           x:=(y2-y1)*0.001*(Hk-1000)+y1;
             end;
 2001..3000:begin
           {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
             end;
 3001..4000:begin
           {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
             end;
 4001..5000:begin
           {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
             end;
5001..10000:begin
           {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
             end;
          end;
         end;
case trunc(Vwk*100) of
40..45:Begin
    y1:= 7.0833*(x-1)*(x-2.4)+
        -8.5714*(x-0)*(x-2.4)+
         0.0001*(x-0)*(x-1);
    y2:=-0.8887*(x-2)*(x-3)*(x-3.4)+
         3.9286*(x-0)*(x-3)*(x-3.4)+
        -3.3333*(x-0)*(x-2)*(x-3.4)+
         0.0001*(x-0)*(x-2)*(x-3);
    x:=(y2-y1)*20*(Vwk-0.4)+y1;
        end;
 46..50:Begin
           {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
        end;
 51..55:Begin
           {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
        end;
  56..60:Begin
           {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*}
          end;
```

```
61..65:Begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
66..95:Begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
       end;
okrt:=20+2.5*(20-x);
if Vmk<0.5 then x:=0 else
x:=40*(Vmk-0.5);

case trunc(woc) of
 70..80:begin
  if x<11 then y1:=1.7 else
  y1:=-0.0161905*(x-14)*(x-16)*(x-18)+
       0.0813*(x-11)*(x-16)*(x-18)+
      -0.125*(x-11)*(x-14)*(x-18)+
       0.0714*(x-11)*(x-14)*(x-16);
  if x<13 then y2:=2.95 else
  y2:= 0.295*(x-15)*(x-18)+
      -0.558*(x-13)*(x-18)+
       0.36*(x-13)*(x-15);
  x:=(y2-y1)*0.1*(woc-70)+y1;
        end;
  81..90:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;

 91..100:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
 101..110:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
 111..120:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
 121..130:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
 131..140:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
 141..150:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
 151..160:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
 161..170:begin
       {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
        end;
      end; {od case woc}
  okrt:=okrt+2.5*x;
end;
```

```
    ************************
****** PROCEDURA oblicz_ck ******
    ************************

 ZMIENNE WEWNETRZNE: y1,y2,x;
begin
   x:=(okrt-20)*0.4;
    case trunc(Vmk*100) of
         40..45: begin
          y1:=0.0039*(x-2.8)*(x-20)*(x-32)+
             -0.0068*(x-2.8)*(x-12)*(x-32)+
              0.0031*(x-2.8)*(x-12)*(x-20);
          y2:=0.0033*(x-1.7)*(x-20)*(x-32)+
             -0.0064*(x-1.7)*(x-10)*(x-32)+
              0.0033*(x-1.7)*(x-10)*(x-20);
          x:=(y2-y1)*20*(Vmk-0.4)+y1;
                end;

        46..50: begin
          y1:=0.0033*(x-1.7)*(x-20)*(x-32)+
             -0.0064*(x-1.7)*(x-10)*(x-32)+
              0.0033*(x-1.7)*(x-10)*(x-20);
          y2:=0.0038*(x-0.6)*(x-20)*(x-32)+
             -0.0073*(x-0.6)*(x-10)*(x-32)+
              0.0039*(x-0.6)*(x-10)*(x-20);
           x:=(y2-y1)*20*(Vmk-0.45)+y1;
                end;
        51..55: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                end;
        56..60: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                end;
        61..65: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
        66..70: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
               end;
        71..75: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                end;
         76..80: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                end;
         81..85: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                end;
         86..90: begin
         {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
                end;
```

```
    91..95: begin
    (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
        end;
    Hk:=Hk+Hl;
   case trunc(hk) of
    0..200:begin
         y1:=0.25*x+3;
         y2:=0.2435*x+2.9;
         x:=((y2-y1)/200)*Hk+y1;
            end;
 201..1000:begin
         y1:=0.2435*x+2.9;
         y2:=0.2210*x+2.65;
         x:=((y2-y1)/800)*(Hk-200)+y1;
            end;
1001..2000:begin
    (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
2001..3000:begin
    (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
3001..4000:begin
    (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
4001..5000:begin
    (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
5001..6000:begin
    (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
6001..10000:begin
    (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
       end;
   ck:=x;
 end;
```

```
      ********************************
  ******* PROCEDURA wybor_odcinkow *******
      ********************************


  ********** ORGANIZACJA EKRANU **********
  *     UMOZLIWIENIE WYBORU ODCINKA      *
  *      wznoszenie     iljak=1;         *
  *       znizanie      iljak=2;         *
  *     lot poziomy     iljak=3;         *
  *       mannewr       iljak=4;         *
  *         ATAK        iljak=5;         *
  *      ladowanie      iljak=7;         *
  ******************************************


 case iljak of

1: begin          {**** WZNOSZENIE ****}


  ********** ORGANIZACJA EKRANU **********
  *  UMOZLIWIENIE WYBORU SKOSU SKRZYDLA  *
  *  ZMIENNA skos - 1 (dla 45st)         *
  *               - 2 (dla 63st)         *
  *  UMOZLIWIENIE WYBORU WYSOKOSCI  I    *
  *  SPRAWDZENIE OGRANICZEN              *
  ******************************************
      skoknah:
      case skos of
        1:begin
            wzno45_1(Mst,H,xw);
            wzno45_2(xw,TE,Woc,TW);
            wzno45_3(Mst,H, Te,woc,Qw);
            wzno45_4(Mst,H,TE,WOC,sw);
          end;
        2: begin
             wzno63_1(Mst,H,xw);
             wzno63_2(xw,TE,Woc,TW);
             wzno63_3(Mst, H, Te,woc,Qw);
             wzno63_4(Mst,H,TE,WOC,sw);
           end;
      end;
if H=(Hp+Hl) then
       begin
         Q:=0; S:=0; T:=0;
         Qwzn:=Qw; Swzn:=Sw; Twzn:=Tw;
        end
      else
       begin
         Mst:=Mst-Qw+Qwzn;
         if Mst<11360 then Mst:=11360;
         Qp:=Qp-Qw+Qwzn;
         Qpzb:=Qpzb-Qw+Qwzn;
         Q:=Q+Qw-Qwzn; Qwzn:=Qw;
         S:=S+Sw-Swzn; Swzn:=Sw;
         T:=T+Tw-Twzn; Twzn:=Tw;
```

```
          if ((Qpzb<=0) and (Mz>0) and (zrzut=0)) then

             begin
        {* PYTANIE O ZEZWOLENIE ZRZUTU ZBIORNIKOW DODATKOWYCH*)
            TAK-zrzut=0; NIE-zrzut=1;
             end;
         end;
    if (((zrzut=1) and (Mz>0)) and (Qpzb<=0)) then
                     begin
                     mst:=Mst-Mz;
                     woc:=woc-wocz;
                     mz:=0;
                     end;
    if H<(Hk+Hl) then
          begin
            Dh:=Hk+Hl-H;
            goto skoknah;
          end;
   reszta(T,minuta,sekunda);
 {* ZOBRAZOWANIE WYNIKOW JAK W ZALACZNIKU 3 *)
 end;

 2:begin
 {****ZNIZANIE****)
 wprl_1:       wprowadzl_1 ;
if ((Hp_we<=Hk) or (Hk<=0)) then  {Hp)
       begin
         oknolewogora;
         clearviewport;
         popr_wartl;
         goto wprl_1;
       end;
       oknodol;
       rysujl;
   Dh:=Hp_we-Hk;  {Hp)
oknodol;
        znizanie( hp,hk,hl,Tzn,Qzn,Szn);
        S:=Szn; T:=Tzn; Q:=Qzn; Vk:=S*3600/T;
        Mst:=Mst-Q;
        Qp:=Qp-Q;
        Qpzb:=Qpzb-Q;
        Ql:=Q*(0.07+Ku+Kn);
        Qcl:=Qcl+Ql;
{* ZOBRAZOWANIE WYNIKOW JAK W ZALACZNIKU 3 *)
   end;
```

```
5:begin
    Kz:=Ks;
    Hp:=Hk;

     ********** ORGANIZACJA EKRANU **********
     *  WPROWADZENIE ZMIENNYCH:             *
     *    przechylenie w manewrze-B;        *
     *    nakazany kat drogi     -ks;       *
     * SPRAWDZENIE OGRANICZEN                *
     ****************************************
     B:=wartB[ilprzech];
     Rz:=0.00787*Vk*Vk*B*0.001;
      Kz:=abs(Kz-Ks);
      if Kz>180 then Kz:=360-Kz;
      S:=0.017453*Kz*Rz;
      T:=(S/Vk)*3600;
     TES:=TEL-0.0065*Hk;
     if TES <217 then TES:=217;
      Vak:=Vk/(72.2*sqrt(TES));
     M:=Mst;
       case skos of
         1:okrt_45(m,Vak,Hk,Hl,Woc,okrt);
         2:okrt_63(m,Vak,Hk,Hl,Woc,okrt);
       end;
      oblicz_ck(okrt,Vak,Hk,Hl,ck);
      Q:=S*ck*1.2;
      Mst:=Mst-Q; Qp:=Qp-Q; Qpzb:=Qpzb-Q;
      Q1:=(Ku+Kn+0.07)*Q; Qc1:=Qc1+Q1; Q2:=0;
     {* ZOBRAZOWANIE WYNIKOW JAK W ZALACZNIKU 3 *}
   end;
4:begin
 {*****ATAK*****}
       Hp:=Hk;
       Mst:=Mst-Q-Mu;  Qp:=Qp-Q;  Qpzb:=Qpzb-Q;
       woc:=woc-wocu;
       Q1:=0;  S:=0;
       Qc1:=Qc1+Q1;
       Q2:=Q*Zt*0.01;
       Qc2:=Qc2+Q2;
      {* ZOBRAZOWANIE WYNIKOW JAK W ZALACZNIKU 3 *}
  end; {od ataku}
6:begin {****LADOWANIE*****}
     {* AKTUALIZACJA ZMIENNYCH mst,Qp,PO UWZGLEDNIENIU
            PALIWA ZUZYTEGO NA MANEWR LADOWANIA
                ZOBRAZOWANIE WYNIKOW  *}
  end
end;  {od case}
     {* REALIZACJA ZATWIERDZANIA WYNIKOW,
        KASOWANIA OSTATNICH KALKULACJI,
        POWROTU DO WYBORU ODCINKOW*}
end.
```

```
          ***************************
    ********** PROCEDURA maxzasieg  **********
          ***************************

        ZMIENNE WEWNETRZNE: y,x,y1,y2:real;

        begin
   x:=(Mst-12000)/1000;
   Hk:=Hk+Hl;
   case trunc(Hk) of
   0..1000:begin
   y1:=0.5*x+1;
   y2:=0.575*x+1.7;
   x:=(y2-y1)*0.001*(hk-0)+y1;
           end;
1001..2000:begin
   y1:=0.575*x+1.7;
   y2:=0.644*x+2.65;
   x:=(y2-y1)*0.001*(hk-1000)+y1;
           end;
2001..3000:begin
   y1:=0.644*x+2.65;
   y2:=0.717*x+3.70;
   x:=(y2-y1)*0.001*(hk-2000)+y1;
           end;
3001..4000:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
4001..5000:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
5001..6000:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
6001..7000:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
7001..8000:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
8001..9000:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
           end;
9001..10000:begin
  {*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
       end;
 case skos of
     2:begin   {dla 63 st}
        case trunc(woc) of
       70..90:begin
              y1:=-0.0830*(x-5)*(x-10)*(x-17)+
                   0.2458*(x-1)*(x-10)*(x-17)+
                  -0.2190*(x-1)*(x-5)*(x-17)+
                   0.0595*(x-1)*(x-5)*(x-10);
```

```
            y2:=-0.0799*(x-5)*(x-10)*(x-17)+
                 0.2367*(x-1)*(x-10)*(x-17)+
                -0.2127*(x-1)*(x-5)*(x-17)+
                 0.0573*(x-1)*(x-5)*(x-10);

             x:=(y2-y1)*0.05*(woc-70)+y1;
              end;

    91..110:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
   111..130:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
   131..150:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
   151..170:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
        end; {od woc case)
      end; {od begin case skos 2:)
 1:begin  {od case skos 1: 45 st)
        case trunc(woc) of
     70..90:begin
            y1:=-0.0753*(x-5)*(x-10)*(x-17)+
                 0.2292*(x-1)*(x-10)*(x-17)+
                -0.2005*(x-1)*(x-5)*(x-17)+
                 0.0565*(x-1)*(x-5)*(x-10);
            y2:=-0.0712*(x-5)*(x-10)*(x-17)+
                 0.2208*(x-1)*(x-10)*(x-17)+
                -0.2000*(x-1)*(x-5)*(x-17)+
                 0.0547*(x-1)*(x-5)*(x-10);
             x:=(y2-y1)*0.05*(woc-70)+y1;
            end;
    91..110:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
   111..130:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
   131..150:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
   151..170:begin
{*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
            end;
         end; {od woc case)
      end;
   end;
 Vmk:=0.01*x;
 end;
```

```
        ************************
**********   PROCEDURA  pulap  *********
        ************************
     ZMIENNE WEWNETRZNE: y,x,y1,y2:real;
     begin
 x:=(Mst-12000)/1000;
 Hk:=Hk+Hl;
 case trunc(Hk) of
      0..1000:begin
         y1:=0.5*x+1;
         y2:=0.575*x+1.7;
         x:=(y2-y1)*0.001*(hk)+y1;
             end;
   1001..2000:begin
         y1:=0.575*x+1.7;
         y2:=0.644*x+2.65;
         x:=(y2-y1)*0.001*(hk-1000)+y1;
             end;
   2001..3000:begin
         (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
             end;
   3001..4000:begin
         (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
             end;
   4001..5000:begin
         (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
             end;
   5001..6000:begin
         (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
             end;
   6001..10000:begin
         (*ANALOGICZNIE JAK WYZEJ*)
             end;
           end;
         end;
    if y2>14.0 then
                begin
           x:=0.1*woc;
case skos of
 1:(45 stopni)
   y1:= 0.0510*(x-9)*(x-11)*(x-13)*(x-17)+
       -0.1695*(x-7)*(x-11)*(x-13)*(x-17)+
        0.1994*(x-7)*(x-9)*(x-13)*(x-17)+
       -0.08906*(x-7)*(x-9)*(x-11)*(x-17)+
        0.00755*(x-7)*(x-9)*(x-11)*(x-13);
 2:( 63 stopni)
   y1:= 0.0479*(x-9)*(x-11)*(x-13)*(x-17)+
       -0.1406*(x-7)*(x-11)*(x-13)*(x-17)+
        0.1646*(x-7)*(x-9)*(x-13)*(x-17)+
       -0.0718*(x-7)*(x-9)*(x-11)*(x-17)+
        0.00521*(x-7)*(x-9)*(x-11)*(x-13);
          end;
        end
    else y1:=20;
if y2>y1 then ppulap:=1 else ppulap:=0; {1 poza pulapem}
       end;
```

```
        ************************
**********   PROCEDURA znizanie *********
        ************************

     ZMIENNE WEWNETRZNE: h,T,S,Q;
begin
    h:=(hp+H1)/10000;
    T:=-28.12*(h-0.1)*(h-0.68)*(h-1.2)*(h-1.6)+
        66.39*(h-0.1)*(h-0.3)*(h-1.2)*(h-1.6)+
       -58.27*(h-0.1)*(h-0.3)*(h-0.68)*(h-1.6)+
        19.51*(h-0.1)*(h-0.3)*(h-0.68)*(h-1.2); {czas w min)
    h:=h*10;
    Q:=-0.05*(h-1)*(h-17)+
       +0.0375*(h-1)*(h-7);
    S:=-0.0741*(h-1)*(h-16)+
       +0.0667*(h-1)*(h-8);
    h:=(hk+H1)/10000;
    Tzn:=-28.12*(h-0.1)*(h-0.68)*(h-1.2)*(h-1.6)+
          66.39*(h-0.1)*(h-0.3)*(h-1.2)*(h-1.6)+
         -58.27*(h-0.1)*(h-0.3)*(h-0.68)*(h-1.6)+
          19.51*(h-0.1)*(h-0.3)*(h-0.68)*(h-1.2); {czas w min)
    h:=h*10;
    Qzn:=-0.05*(h-1)*(h-17)+
         +0.0375*(h-1)*(h-7);
    Szn:=-0.0741*(h-1)*(h-16)+
         +0.0667*(h-1)*(h-8);
    Tzn:=(T-Tzn)*60;  {w sek)
    Szn:=(S-Szn)*20;  {km)
    Qzn:=(Q-Qzn)*20;  {kg)
end;
```

Załącznik 5

WYDRUK PROGRAMU " DYŻUR "

Program " DYŻUR " został napisany w języku programowania TURBO PASCAL (wersja 6). Program może być uruchomiony na komputerach IBM z kartami graficznymi EGA lub SVGA.
Niżej zamieszczono postać źródłową programu w formie wylistowanej wersji z rozszerzeniem "PAS".

WYDRUK PROGRAMU " DYZUR "

```
Program czasdyzurowaniawpowietrzu;
uses
graph,crt,printer;

type
tkom150=array[1..20]of string[40];
tkomwydr=array[1..50] of string[30];
label
druklin,skok1,pocz;
var

tabscr:tkomwydr;
drukuj,T00,TT,ob,wybor,kut,ilek,ile,ii,driver,mode:integer;
st0,std,stt,sn,sg,stx,stp,st,ss,slp,liczba:string[5];

r:char;
s:integer;
juzbylo,lp,czas,zb,taknie,a,iy,iio,io,iii,il,b,T1,T2,T3,N,Td:integer;
n1,tx1,tdyz1,T0,tp,t,TX,ng:real;
tdyz,tprzerwy:array[1..50]of real;
const
tab1:array[1..3,1..6] of integer=
((25,20,25,20,25,20),
 (35,30,35,30,35,30),
 (90,60,90,60,90,60));
tabstr:array[1..3,1..6] of string[5]=
 ((' 25',' 20',' 25',' 20',' 25',' 20'),
  (' 35',' 30',' 35',' 30',' 35',' 30'),
  (' 90',' 60',' 90',' 60',' 90',' 60'));
 typsam:tkom150=
(' Mi6-21',' Mi6-23',' Mi6-29','','','','','','','','','','','','','','');
 ugrup:tkom150=
(' PARA',' KLUCZ',' ESKADRA','','','','','','','','','','','','','','');
 zbiornik:tkom150=
(' Bez zb. dodatk.',' Ze zb. dodatk  ','','','','','','','','','','','','');
jakidyz:tkom150=('Ciagle w czasie nieograniczonym',
' W ciagu okreslonego czasu      ','','','','','','','','','','','','','');
 procedure wydruki;
 begin
     str(s:3,ss);
     write(lst,'I  ',+typsam[a],'I '+zbiornik[zb]+'I     ');
     write(lst,ss+'        I    ');
     str(tt:3,stt);
     str(td:3,std);
   if ob=1 then write(lst,' ciagle  I '   ) else write(lst,stt+'      I    ');
     write(lst,std+'      I   ');
     str(tx:3:0,stx);
     write(lst,stx+'       I    ');
     str(t0:3:0,st0);
     write(lst,st0+'     I‡I      ');
     writeln(lst,sn+'         I');
 end;
```

```
Procedure puste;
 begin
    write(lst,'I                                    I');
    end;
    procedure autorzy;
       begin
   writeln(lst,'ÜÜÜ
```

```
          else
             begin
              if ((p in ['0'..'9']) or (p = ('-'))) then
                begin
                 liczba:=liczba+p;
                 i:=i+1;
                 end
                else
                if (p<>#13)or((p=#13)and(i=1)) then
                                                 begin
                                                Sound(400);
                                                Delay(100);
                                                 Nosound;
                                                  end;
              end;
        SetFillStyle(0,0);
        bar(a,b,a+60,b+10);
        OutTextXY(a,b,liczba);
        SetFillStyle(1,1);
     end;


    until (i>5) or ((p=#13)and(i>1));
    val(liczba,ii,blad);
 end;
function int(a,b :integer) : integer;
var
i,ii,blad:integer;
p:char;
  begin
    liczba:='';
    i:=1;
    repeat
      begin
        p:=readkey;
        if p=#8 then
         begin
         if i>1 then
           begin
             i:=i-1;
             delete(liczba,i,1);
            end
                else
           begin
             Sound(600);
             Delay(100);
             Nosound;
           end;
          end
       else
          begin
           if p in ['0'..'9'] then
                              begin
                                 liczba:=liczba+p;
                                 i:=i+1;
                               end
```

```
                              else
                             if (p<>#13)or((p=#13)and(i=1)) then
                               begin
                                 Sound(400);
                                 Delay(100);
                                 Nosound;
                               end;
                              end;
                      SetFillStyle(0,0);
                      bar(a,b,a+30,b+10);
                      OutTextXY(a,b,liczba);
                      SetFillStyle(1,1);
          end;
          until (i>4) or ((p=#13)and(i>1));
          val(liczba,ii,blad);
          int:=ii;
        end;
procedure scroll1(il,px,py,kx,ky:integer; obiekt:tko■150; var k:integer);
var
i,■,n,z : integer;
 begin
  SetFillStyle(0,0);
  k:=1;
  ■:=1;
  if il<21 then n:=il
  else n:=21;  {bylo 15}
      repeat
        for i:=■ to n do
          begin
          bar(px,py+(i-■)*15,kx,ky+(i-■)*15);
          if i=k then
            begin
              SetFillStyle(1,1);
              bar(px,py+(i-■)*15,kx,ky+(i-■)*15);
              SetFillStyle(0,0);
              SetColor(0);
              outtextXY(px+4,py+4+(i-■)*15,obiekt[i]);
            end
          else
       outtextXY(px+4,py+4+(i-■)*15,obiekt[i]);
  end;
OuttextXY(10,333,'WYBIERZ WARIANT I NACISNIJ      "Enter" ');
 repeat
 r:=readkey;
 if r=#0 then
 begin
   r:=readkey;
   z:=0;
    case r of
      '6' : begin
              k:=1;
              ■:=1;
              if il<15 then n:=il
                       else n:=21;{15;}
               z:=1;
            end;
     '0' : begin
              k:=il;
              if il<21{15} then ■:=1
                           else ■:=il-20;  {14}
              n:=il;
              z:=1;
```

```
'H' : begin
        k:=k-1;
        if k=0 then
                begin
                 k:=1;
                 Sound(800);
                 Delay(300);
                 Nosound;
                end
               else
                begin
                  z:=1;
                  if k<m then begin
                              m:=m-1;
                              n:=n-1;
                                 end
                         else
                             begin
                              z:=0;
                              SetFillStyle(1,1);
                              bar(px,py+(k-m)*15,kx,ky+(k-m)*15);
                              SetFillStyle(0,0);
                              SetColor(0);
                    outtextXY(px+4,py+4+(k-m)*15,obiekt[k]);
                              SetColor(1);
                    bar(px,py+(k-m+1)*15,kx,ky+(k-m+1)*15);
                    outtextXY(px+4,py+4+(k-m+1)*15,obiekt[k+1]);
                                 end;
                   end;
          end;
                        end;
            end;
'P' : begin
       k:=k+1;
       if k>il then
               begin
                 k:=il;
                 Sound(800);
                 Delay(300);
                 Nosound;
               end
               else
               begin
                  z:=1;
                 if k>n then begin
                             n:=n+1;
                             m:=m+1;
                              end
                       else
                             begin
                             z:=0;
                          SetFillStyle(1,1);
             bar(px,py+(k-m)*15,kx,ky+(k-m)*15);
                          SetFillStyle(0,0);
                             SetColor(0);
           outtextXY(px+4,py+4+(k-m)*15,obiekt[k]);
                             SetColor(1);
            bar(px,py+(k-m-1)*15,kx,ky+(k-m-1)*15);
          outtextXY(px+4,py+4+(k-m-1)*15,obiekt[k-1]);
                              end;
```

```
          end;
         end;
       end;
   end
  else
   if r<>#13 then
          begin
            Sound(800);
            Delay(300);
            Nosound;
           end;
   until (r=#13)or(z=1)
   until r=#13;
   SetFillStyle(1,1);
      end;
procedure scroll2(il,px,py,kx,ky:integer; obiekt:tkomwydr; var k:integer);
var
i,m,n,z : integer;
begin
SetFillStyle(0,0);
k:=1;
m:=1;
if il<21 then n:=il
        else n:=16;  {bylo 15}
repeat
 for i:=m to n do
 begin
 bar(px,py+(i-m)*15,kx,ky+(i-m)*15);
 if i=k then
        begin
         begin
        SetFillStyle(1,1);
        bar(px,py+(i-m)*15,kx,ky+(i-m)*15);
        SetFillStyle(0,0);
        SetColor(0);
        outtextXY(px+4,py+4+(i-m)*15,obiekt[i]);
        SetColor(1);
         end
        else
        outtextXY(px+4,py+4+(i-m)*15,obiekt[i]);
 end;
repeat
 r:=readkey;
 if r=#0 then
          begin
         r:=readkey;
         z:=0;
case r of
'6' : begin
       k:=1;
       m:=1;
       if il<15 then n:=il

          else n:=16;{15; z:=1;
     end;
'0' : begin
        k:=il;
        if il<16(15) then m:=1
           else m:=il-16;  {14}
        n:=il;
        z:=1;
```

```
'H' : begin
       k:=k-1;
       if k=0 then
          begin
            k:=1;
            Sound(800);
            Delay(300);
            Nosound;
           end
               else
          begin
            z:=1;
           if k<m then begin
                       m:=m-1;
                       n:=n-1;
                       end
                 else
                      begin
                       z:=0;
                       SetFillStyle(1,1);
                  bar(px,py+(k-m)*15,kx,ky+(k-m)*15);
                       SetFillStyle(0,0);
                       SetColor(0);
             outtextXY(px+4,py+4+(k-m)*15,obiekt[k]);
                       SetColor(1);
               bar(px,py+(k-m+1)*15,kx,ky+(k-m+1)*15);
            outtextXY(px+4,py+4+(k-m+1)*15,obiekt[k+1]);
                       end;
          end;
     end;
'P' : begin
       k:=k+1;
       if k>il then
                begin
                  k:=il;
                  Sound(800);
                  Delay(300);
                  Nosound;
                 end
                else
                 begin
                  z:=1;
                 if k>n then begin
                 n:=n+1;
                 m:=m+1;
                  end
                 else
                  begin
                    z:=0;
                    SetFillStyle(1,1);
                    bar(px,py+(k-m)*15,kx,ky+(k-m)*15);
                    SetFillStyle(0,0);
                    SetColor(0);
                    outtextXY(px+4,py+4+(k-m)*15,obiekt[k]);
                    SetColor(1);
                    bar(px,py+(k-m-1)*15,kx,ky+(k-m-1)*15);
                    outtextXY(px+4,py+4+(k-m-1)*15,obiekt[k-1]);
                   end;
                  end;
                end;
               end;
```

```
          end
        else
          if r<>#13 then
                    begin
                     Sound(800);
                     Delay(300);
                     Nosound;
                    end;
        until (r=#13)or(z=1)
        until r=#13;
        SetFillStyle(1,1);
   end;
 procedure answer(a,c:integer; var f:integer);
 var
 w:string[1];
 b,d,e:integer;
 begin
if a=1 then begin
           b:=20;
           d:=300;
           e:=260;
           end
      else
           begin
           b:=60;
           d:=220;
           e:=250;
           end;
   str(c,w);
   OutTextXY(b,d,' Podaj numer ( 1..' + w + ' ) : ');
   r:='n';
   repeat
   f:=int(e,d);
   if (f>0)and(f<c+1)  then r:='t'
    else
      begin
      Sound(800);
      Delay(300);
      Nosound;
      end;
   until r='t';
   OuttextXY(20,320,'Do realizacji wybrano wariant');
   OuttextXY(260,320,liczba);
   Moveto(265,333);
   Outtext('    ( Nacisnij ENTER)');
   repeat
   r:=readkey;
   until r=#13;
  end;
   begin
driver:=5;
initgraph(driver,mode,'');
repeat
ile:=0;
for s:=1 to 49 do
begin
tdyz[s]:=0;
tprzerwy[s]:=0;
tabscr[s]:=' ';
 end;
```

```
outtextxy(150,10,'PODSTAWOWE INFORMACJE O PROGRAMIE ');
outtextxy(10,30,'   Przeznaczeniem programu jest okreslanie czasu dyzurowania w powietrzu.');
clearviewport;
outtextxy(100,10,'WYBIERZ RODZAJ ZADANIA');
OUTTEXTXY(100,20,'======================');
outtextxy(10,40,'1 - Okreslanie mozliwosci ciaglego dyzurowania zadanej liczby samolotow');
outtextxy(10,50,'2 - Okreslanie potrzebnej liczby samolotow do dyzurowania w zadanych warunkach');
outtextxy(10,60,'(Wybierz 1 lub 2 [ENTER]');
wybor:=int(10,70);

case wybor of
1:begin
   clearviewport;
   outtextxy(100,10,'PODAJ DANE WEJSCIOWE');
   outtextxy(10,30,'Ogolna liczba samolotow = ');
   N:=int(230,30);
   outtextxy(10,40,'Czas dyz. poj. samolotu = ');
   Tx:=int(230,40);
    Tdyz1:=tx;
   outtextxy(10,50,'Czas dolotu do strefy = ');
   Td:=int(230,50);
  outtextxy(10,70,'Wybierz typ samolotu i wariant napelnienia');
  rectangle(47,88,122,145);
  scroll1(3,50,90,120,106,typsam,a);
  rectangle(245,88,422,130);
  scroll1(2,250,90,420,106,zbiornik,zb);
  outtextxy(10,300,'Czy zmieniasz dane odtwarzania gotowosci bojowej ?');
  outtextxy(10,310,' 1- tak zmieniam dane');
  outtextxy(10,320,' 2- nie zmieniam danych');
  outtextxy(100,170,'  CZASY ODTWARZANIA GOTOWOSCI BOJOWEJ');
  outtextxy(100,200,'         MiG-21              MiG-23                MiG-29     ');
  outtextxy(100,210,'     Ze zb.   Bez zb       Ze zb.  Bez zb.       Ze zb.   Bez zb.');
  rectangle(100,190,650,220);
  rectangle(100,208,6500,282);
  rectangle(100,190,280,282);
  rectangle(100,190,460,282);
  rectangle(100,208,190,282);
  rectangle(100,208,370,282);
  rectangle(100,208,550,282);
   outtextxy(10,230,' Para');
   outtextxy(10,250,' Klucz');
   outtextxy(10,270,' Eskadra');
  rectangle(9,220,650,242);
  rectangle(9,242,650,262);
  rectangle(9,262,650,282);
iy:=210;
il:=40;
for iio:=1 to 3 do
   begin
     il:=40;
     iy:=iy+20;
      for io:=1 to 6 do
                     begin
                        il:=il+90;
                        outtextxy(il,iy,tabstr[iio,io]);
                     end;
```

```
      end;
    setlinestyle(0,0,3);
    case a of
     1:begin
     case zb of
      1:rectangle(190,208,280,282);
      2:rectangle(100,208,190,282);
       end;
    end;
     2:begin
     case zb of
       1:rectangle(370,208,460,282);
       2:rectangle(280,208,370,282);
          end;
         end;
       3:begin
          case zb of
           2:rectangle(460,208,550,282);
           1:rectangle(550,208,640,282);
         end;
     end;
    end;
taknie:=int(250,320);
setlinestyle(0,0,1);
skok1:case taknie of
      1: begin
         setviewport(5,190,getmaxx,getmaxy,clipon);
         clearviewport;
         outtextxy(10,10,'Podaj czas odtwarzania gotowosci bojowej');
         outtextxy(10,20,' Dla:');
         outtextxy(10,30,'PARY    [min]');
         T1:=int(150,30);
         outtextxy(10,40,'KLUCZA  [min]');
         T2:=int(150,40);
         if T1>T2 then
                  begin
                   clearviewport;
outtextxy(10,10,'Wprowadz poprawna wartosc czasow odtwarzania got.boj.');
                   repeat until keypressed;
                   goto skok1;
                  end;
outtextxy(10,50,'ESKADRY [min]');
T3:=int(150,50);
if T2>T3 then
          begin
           clearviewport;
outtextxy(10,10,'Wprowadz poprawna wartosc czasow odtwarzania got.boj.');
           repeat until keypressed;
           goto skok1;
           end;
       end;
```

```
2:begin
   case a of
   1:begin
     if zb=1 then
             begin
       T1:=tab1[1,2];
       T2:=tab1[2,2];
       T3:=tab1[3,2];
              end
           else
              begin
       T1:=tab1[1,1];
       T2:=tab1[2,1];
       T3:=tab1[3,1];
             end;
     end;
   2:begin
       if zb=1 then
              begin
       T1:=tab1[1,4];
       T2:=tab1[2,4];
       T3:=tab1[3,4];
              end
             else
              begin
       T1:=tab1[1,3];
       T2:=tab1[2,3];
       T3:=tab1[3,3];
              end;
    end;
   3:begin
       if zb=1 then
              begin

        T1:=tab1[1,6];
        T2:=tab1[2,6];
        T3:=tab1[3,6];

              end
             else
              begin
       T1:=tab1[1,5];
       T2:=tab1[2,5];
       T3:=tab1[3,5];
              end;
     end;
  end;
 end;
s:=1;
setviewport(423,1,getmaxx,getmaxy,clipoff);{$}
clearviewport;
rectangle(1,1,216,getmaxy-20);
for s:=1 to n do
begin
ng:=trunc(n/s);
 if s<=2 then
        begin
          T0:=t1;
          Tx1:=tx;
        end
```

```
            else
          begin
           if s<=4 then
                    begin
                     T0:=T2;
                     TX1:=0.94*TX;
                     end
                   else
                    begin
                     T0:=((T3-T2)*(S-4)/14)+T2;
                    end;
           end;
if T0<((ng-1)*TX1-2*TD-4-(S-1)/2) then
               begin
                 { outtextxy(10,10,'Dyzurowanie ciagle dla');
                  lp:=s;
                  str(lp:3,slp);
                  setviewport(428,20,600,50,clipon);
                  clearviewport;
                  outtextxy(10,20,slp+' samol.');}
                  setviewport(423,1,getmaxx,getmaxy,clipoff);
               end
           else
               begin
                   t:=Ng*Tx1;
                   tp:=t0-(NG-1)*TX+2*TD+4+(s-1)/2;
               tdyz[s]:=t;
               tprzerwy[s]:=tp;
               end;
 end;
      end;
      outtextxy(25,10,'S  ');
      outtextxy(25,20,'K    Czas      Czas    ');
      outtextxy(25,30,'L    ciagl.    przerwy  ');
      outtextxy(25,40,'A    dyzur.  ');
      outtextxy(25,50,'D    [ min ]   [ min ]');
      iy:=60;
     for s:=1 to n do
         begin
         iy:=iy+10;
         str(s:3,ss);
         str(tdyz[s]:5:2,st);
         str(tprzerwy[s]:5:2,stp);
         if n>25 then   begin
         if tprzerwy[s]=0 then
         begin
     tabscr[s]:=ss+' Dyzurowanie ciagle';
     end
   else
     begin
     tabscr[s]:=ss+'    '+st+'      '+stp;
     end;
   end
else
   begin
   if tprzerwy[s]=0 then
     begin
      outtextxy(10,iy,ss+'    Dyzurowanie ciagle');
     end
```

```
 else
     outtextxy(10,iy,ss+'    '+st+'      '+stp)
   end;
end;
RECTANGLE(10,65,230,iy+15);
rectangle(10,5,40,iy+15);
rectangle(10,5,230,60);
if n>25 then
scroll2(49,15,80,220,96,tabscr,ilek);
repeat until keypressed;
setviewport(1,1,getmaxx,getmaxy,clipon);
clearviewport;
outtextxy(10,10,'Czy drukowac wyniki na drukarce ?');
outtextxy(10,20,'1  Tak ');
outtextxy(10,30,'2  Nie ');
drukuj:=int(10,40);
if drukuj=1 then
      begin
         autorzy;
         writeln(lst);
writeln(lst,'                      MOZLIWOSCI CIAGLEGO DYZUROWANIA ');
WRITELN(lst,'                     ================================');
writeln(lst);
writeln(lst,'Program nr 003                                          wersja 001');
writeln(lst,'=================================================================================');
writeln(lst,'I   DANE WEJSCIOWE       I SKLAD DYZ. GRUPY I  CZAS CIAGL.DYZ I  CZAS PRZERWY I');
WRITELN(LST,'I                        I                  I     [ min ]     I     [ min ]   I');
writeln(lst,'I=================================================================================I');
write(lst,'I Ogolna liczba samolotow = ',N:3);
writeln(lst,'      I                  I                  I               I');
write(lst,'I ',+typsam[a],+'                                 ');
znaczki;
write(lst,'I '+zbiornik[zb]+'                    ');
znaczki;
write(lst,'I  Czas dolotu do strefy = ');
write(lst,Td);
if td>9 then write(lst,'         ') else write(lst,'         ');
znaczki;
str(tdyz1:3:2,stx);
write(lst,'I  Czas dyzurowania poj. sam.= ');
write(lst,sTx);
if tdyz1>9 then
write(lst,' ') else
write(lst,'  ');
znaczki;
write(lst,'I  Czasy odtwarzania got.bojowej');
write(lst,'     ');
znaczki;
write(lst,'I  Pary = ');
```

```
write(lst,T1);
if t1>9 then
write(lst,'                          ') else
write(lst,'                          ');
znaczki;
write(lst,'I  Klucza = ');
write(lst,T2);
if t2>9 then
write(lst,'                        ') else

write(lst,'                 '     ');
znaczki;
write(lst,'I  Eskadry = ');
write(lst,T3);
if t3>9 then
write(lst,'                       ') else
write(lst,'                       ');
znaczki;
writeln(lst,'I=======================================I');
for s:=1 to n do
begin
str(s:3,ss);
str(tdyz[s]:5:2,st);
str(tprzerwy[s]:5:1,stp);
puste;
if tprzerwy[s]=0 then
       begin

writeln(lst,'      '+ss+'          I        '+' Dyzurowanie ciagle I');
                                    end
                                   else
                                    begin
  write(lst,'      '+ss+'          I      ');
  write(lst,st+'      ');
  writeln(lst,'I    '+stp+'      I');
                                    end;
  end;
  writeln(lst,'I=======================================I');
  end;
  clearviewport;  {skok gdy nie drukujemy opcji 1}
  goto pocz;
  end;
2:begin   {poczatek nr2}
  clearviewport;
  outtextxy(10,20,'Ile samolotow jednoczesnie masz utrzymywac w dyzurowaniu ');
  s:=int(500,20);
  outtextxy(10,30,'Przez jaki okres czasu masz dyzurowac');
  rectangle(5,40,302,80);
  case ob of
   1:begin
      scroll1(2,10,45,300,61,jakidyz,ob);
     end;
   2:begin
      outtextxy(310,61,'T= ');
     outtextxy(390,61,'[ min]');
     TT:=int(350,61);
     end;
   end;
  end;
 end;
```

```
clearviewport;
outtextxy(10,40,'Czas dyz. poj. samolotu = ');
Tx:=int(230,40);
Tdyz1:=tx;
outtextxy(10,50,'Czas dolotu do strefy = ');
Td:=int(230,50);
outtextxy(10,70,'Wybierz typ samolotu i wariant napelnienia');
rectangle(47,88,122,145);
scroll1(3,50,90,120,106,typsam,a);


rectangle(245,88,422,130);
scroll1(2,250,90,420,106,zbiornik,zb);
outtextxy(10,300,'Czy zmieniasz dane odtwarzania gotowosci bojowej ?');
outtextxy(10,310,' 1- tak zmieniam dane');
outtextxy(10,320,' 2- nie zmieniam danych');

outtextxy(100,170,'            CZASY ODTWARZANIA GOTOWOSCI BOJOWEJ');
outtextxy(100,200,'         Mig-21              Mig-23                Mig-29     ');
outtextxy(100,210,'     Ze zb.   Bez zb       Ze zb.  Bez zb.       Ze zb.   Bez zb.');
rectangle(100,190,650,220);
rectangle(100,208,650,282);
rectangle(100,190,280,282);
rectangle(100,190,460,282);
rectangle(100,208,190,282);
rectangle(100,208,370,282);
rectangle(100,208,550,282);
outtextxy(10,230,' Para');
outtextxy(10,250,' Klucz');
outtextxy(10,270,' Eskadra');
rectangle(9,220,650,242);
rectangle(9,242,650,262);
rectangle(9,262,650,282);
iy:=210;
il:=40;
for iio:=1 to 3 do
 begin
  il:=40;
  iy:=iy+20;
      for io:=1 to 6 do
                       begin
                          il:=il+90;
                          outtextxy(il,iy,tabstr[iio,io]);

                       end;

  end;
```

```
 setlinestyle(0,0,3);
  case a of
     1:begin
       case zb of
        1:rectangle(190,208,280,282);
        2:rectangle(100,208,190,282);
       end;
  end;
     2:begin
       case zb of
        1:rectangle(370,208,460,282);
        2:rectangle(280,208,370,282);
       end;
  end;
     3:begin
       case zb of
        2:rectangle(460,208,550,282);
        1:rectangle(550,208,640,282);
       end;
  end;
end;
 taknie:=int(250,320);
 setlinestyle(0,0,1);
 case taknie of

       1: begin
         setviewport(5,190,getmaxx,getmaxy,clipon);
         clearviewport;
         outtextxy(10,10,'Podaj czas odtwarzania gotowosci bojowej');
         outtextxy(10,20,'To= ');
         T00:=int(50,20);
         outtextxy(100,20,' [ min ]');
        if s)=2 then TX1:=0.94*TX else
         TX1:=TX;
         T0:=T00;
         end;
      2:begin
        case a of
         1:begin
          if zb=1 then
                   begin
                    T1:=tab1[1,2];
                    T2:=tab1[2,2];
                    T3:=tab1[3,2];
            end
          else
               begin
              T1:=tab1[1,1];
              T2:=tab1[2,1];
              T3:=tab1[3,1];
               end;
            end;
```

```
        2:begin
         if zb=1 then
                   begin
            T1:=tab1[1,4];
            T2:=tab1[2,4];
            T3:=tab1[3,4];

                   end
        else
           begin
            T1:=tab1[1,3];
            T2:=tab1[2,3];
            T3:=tab1[3,3];

             end;
           end;
         3:begin
if zb=1 then
          begin

            T1:=tab1[1,6];
            T2:=tab1[2,6];
            T3:=tab1[3,6];
          end
        else
             begin
            T1:=tab1[1,5];
            T2:=tab1[2,5];
            T3:=tab1[3,5];
             end;
         end;
       end;
 if s<=2 then
          begin
            T0:=t1;
            Tx1:=tx;
          end
          else
          begin
 if s<=4 then
         begin
             T0:=T2;
             TX1:=0.94*TX;
         end
       else
         begin
           T0:=((T3-T2)*(S-4)/14)+T2;
           TX1:=0.94*TX;
         end;
     end;
  end;
end;
```

```
                    {Poczatek obliczen}
 ng:=((T0+2*Td+4+(S-1)/2)/Tx1)+1;
 if ng=1 then
          begin
           end
         else
          begin
 if ng<((tt*s)/tx1 then
              begin
              end


                 {  }
             end;
    end;

 if (ng-trunc(ng))=0 then
       begin
       end
       else
       begin
         ng:=trunc(ng+1);
       end;
  n1:=trunc(ng*s);
setviewport(423,1,getmaxx,getmaxy,clipoff);
clearviewport;
rectangle(1,1,250,getmaxy-20);
outtextxy(10,10,'  Dla zapewnienia');
outtextxy(10,20,'     nakazanych  ');
outtextxy(10,30,'      warunkow   ');
outtextxy(10,40,'      potrzeba   ');
outtextxy(10,50,'  nie mniej niz ');
str(n1:4:0,sn);
outtextxy(10,70,sn+' SAMOLOTOW');
outtextxy(10,80,'Czy drukowac wyniki ?');
outtextxy(10,90,'1  Tak ');
outtextxy(10,100,'2  Nie ');
drukuj:=int(10,110);

if drukuj=1 tnen
           begin
           if juzbylo=1 then goto druklin;
           autorzy;
           juzbylo:=1;
           writeln(lst);
           writeln(lst,'   POTRZEBNA LICZBA SAMOLOTOW DO ZAPEWNIENIA');
           writeln(lst,'   ========================================');
           WRITELN(LST,'    NAKAZANYCH WARUNKOW DYZUROWANIA       ');
           Writeln(lst,'   ==============================      ' );
           writeln(lst,'Program nr 003                wersja 001');
```

```
write(lst,'=============================================================');
writeln(lst,'====================================');
write(lst,'I Typ     I   Wariant  I Sklad I Czas I Czas  I Czas I');
writeln(lst,'  Czas     I*I  Potrzebna liczba I' );
write(lst,'I samol.  I napelnienia I grupy I dyzurowania I dolotu I dyz.poj.sam.I');
writeln(lst,'odtw.got.bojI*I    samolotow      I');
write(lst,'-------------------------------------------------------------------------');
writeln(lst,'------------------------------------');
write(lst,'I     I       I      I  [ min ]  I  [ min ]   I   [ min ] I');
writeln(lst,'  [ min ]   I*I                  I');
write(lst,'=========================================================================');
writeln(lst,'====================================');
          end;
druklin:if juzbylo=1 then wydruki;
repeat until keypressed;pocz:outtextxy(10,130,'Czy  nalezy:');
outtextxy(10,140,' 1 Ponowic obliczenia ?');
outtextxy(10,150,' 2 Zakonczyc prace ?');setviewport(1,1,getmaxx,getmaxy,clipon
          clearviewport;
   until kut=2;
   case wybor of
   1:begin
     end;
   2:begin
     if drukuj=1 then
                 begin
          write(lst,'=============================================');
          writeln(lst,'====================================');
                 end;
       end;
     end;
closegraph;
end.
```