

Grey Scale #13



A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

# AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP

Do użytku służbowego

Egz. Nr 2

Ppłk dr inż. Andrzej GRZELKA

## MODELOWANIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA

CZĘŚĆ I

POKONYWANIE LOTNICZYCH ŚRODKÓW OBRONY  
POWIETRZNEJ PRZEZ LOTNICTWO SIŁ POWIETRZNYCH

(Studium operacyjne)  
(Dokumentacja użytkowa)



~~Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej  
S/3936 cz. 1~~



05-003936-002-0

WARSZAWA

68925

# AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

Wydział Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej

Do użytku służbowego

Egz. nr 2



Ppłk dr inż. Andrzej GRZELKA

## **MODELOWANIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH LOTNICTWA**

### **CZĘŚĆ I**

Pokonywanie lotniczych środków obrony powietrznej przez lotnictwo  
sił powietrznych

*/Studium operacyjne /  
/Dokumentacja użytkowa/*

Warszawa



1998

## SPIS TREŚCI

	Strona
Wstęp .....	3
1. WYBRANE ASPEKTY TEORII EFEKTYWNOŚCI BOJOWEJ.....	8
1.1 Teoria określania jednostkowego prawdopodobieństwa rażenia celu .....	12
1.2 Określanie ekonomicznych wskaźników efektywności bojowej .	14
2. MODEL POWIETRZNEGO ŚRODKA WALKI .....	17
2.1 Algorytm obliczania możliwości pokonania środków lotniczych obrony powietrznej przez środek lotniczy .....	26
2.2 Program źródłowy algorytmu obliczania możliwości pokonania środków lotniczych obrony powietrznej przez środek lotniczy .....	50
2.3 Program źródłowy algorytmu określania wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektu powietrznego .....	60
3 OPISY EKRAŃÓW REALIZACJI PROGRAMU „WALKA POWIETRZNA” .....	69
3.1 Wyniki badań symulacyjnych – wartości prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego .....	100
ZAKOŃCZENIE .....	147
Literatura .....	148

## Wstęp

Współczesne opracowania teoretyczne traktujące o charakterze przyszłej wojny, miejscu i zadaniach wojsk lądowych, sił powietrznych i marynarki wojennej w systemie obronnym kraju jednoznacznie wskazują na potrzebę pełnej integracji wszystkich rodzajów sił zbrojnych. Charakter współczesnych działań wojennych wymaga zespołowego działania wszystkich komponentów sił zbrojnych dla osiągnięcia wspólnego celu. Umożliwia to bowiem użycie przeważających sił w różnych wymiarach i z różnych kierunków dla zadania zaskakującego uderzenia i pobicia przeciwnika. Efektywnie zintegrowane rodzaje sił zbrojnych nie mają słabych punktów i są odporne na atak, natomiast same mogą szybko zidentyfikować i skutecznie zaatakować słabe punkty przeciwnika. O sukcesie operacji, angażujących wszystkie rodzaje sił zbrojnych, decyduje przede wszystkim umiejętne wykorzystanie potencjałów bojowych poszczególnych komponentów. Współczesne wojska lądowe, siły powietrzne i marynarka wojenna wspierają i uzupełniają się nawzajem w znacznie większym stopniu niż dawniej w zakresie zasięgu, mocy i precyzji środków rażenia.

Problematyka operacji połączonych odgrywa znaczną rolę w oficjalnych publikacjach poszczególnych państw NATO. Perspektywa integracji polskich sił zbrojnych ze strukturami wojskowymi NATO oraz konieczność wykonywania w przyszłości wspólnych zadań, posiadając inny (w stosunku do sojuszników) sprzęt bojowy, skłania autora do stwierdzenia, iż niezbędne są narzędzia wspomaganie komputerowego do oceny własnych możliwości działań w odniesieniu do postawionego zadania. O ile problematyka w zakresie oddziaływania ogniowego obrony przeciwlotniczej spotkała się z żywym zainteresowaniem ludzi nauki, to problematyka związana z tworzeniem modeli komputerowych w odniesieniu do lotnictwa z uwagą na wykorzystywanie wymiaru 3D stwarza wiele problemów i wymaga prowadzenia ciągłych badań. Szczególnie ważne jest opracowywanie i weryfikowanie modeli komputerowych dotyczących walk powietrznych oraz efektywności oddziaływania ogniowego pokładowych środków rażenia. Opracowane modele komputerowe mogą być elementami składowymi symulatorów walki dla sił powietrznych

W działaniach koalicyjnych również ważne będzie, po otrzymaniu zadania do wykonania, określenie skuteczności posiadanego uzbrojenia w odniesieniu do obiektu uderzenia. Ocena ta będzie warunkowała np. o przyjętej taktyce działania oraz o ilości niezbędnych sił które będą musiały być wydzielone aby wykonać postawione zadanie w kooperacji z sojusznikami.

Jednym z pojęć używanych podczas określania przydatności wybranego uzbrojenia do rażenia danego obiektu ( w tym i powietrznego) jest - **skuteczność strzelania powietrznego**. Pod pojęciem tym rozumie się „...stopień jego przystosowania do wykonania postawionego przed nim zadania”<sup>1</sup>. Z tym terminem koreluje pojęcie **skuteczność ognia** – rozumiane jako ostateczny rezultat (wynik) działań ognia na cel, zależny od liczby strzałów, rażącego działania pocisków, rodzaju ostrzeliwanego celu, celności ognia, jego zmasowania i działania zaskoczenia oraz umiejętnego kierowania ogniem w każdych warunkach. Aby jednak wydać osąd o skuteczności strzelania należy mieć jakieś kryterium liczbowe, które nazwiemy wskaźnikiem skuteczności. Obejmuje ono bądźz prawdopodobieństwo jakiegoś zdarzenia, bądźz średnią wartość jakiejś wielkości przypadkowej.

Przyjmuje się, że wskaźnikami skuteczności strzelania mogą być:

- prawdopodobieństwo rażenia celu;
- prawdopodobieństwo trafienia w cel;
- wartość przeciętna koniecznej liczby trafień do rażenia celu;
- uchylenie prawdopodobne;
- średnia powierzchnia zniszczeń obiektu i inne.

Wyniki uzyskiwane podczas oszacowań powyższych wskaźników są wykorzystywane do rozwiązywania wielu zadań takich jak:

- Wybór racjonalnych środków rażenia;
- Określanie racjonalnych warunków i sposobów działań;
- Określanie możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych lotnictwa podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych – określanie oczekiwanych rezultatów działań;
- Określanie potrzebnej ilości sił i środków do wykonania zadania bojowego i innych;

Jednakże najbardziej istotnym wskaźnikiem charakteryzującym opisywany obszar zainteresowań jest określenie wartości **prawdopodobieństwa rażenia celu**. Jest to wskaźnik, który ujmuje kompleksowo takie składowe elementy jak:

- ocenę dokładności strzelania, wymiarów celu i określenie prawdopodobieństwa trafienia w cel;

---

<sup>1</sup> Rękas S., Makowski P., Ocena efektywności systemów uzbrojenia lotniczego podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych, AON Warszawa 1994

- analizę wrażliwości celów na konkretne środki rażenia, wybór odpowiedniego rozkładu prawdopodobieństwa i określenie jego charakterystyk;
  - ocenę warunków spotkania pocisku z celem a dla pocisków z zapalnikiem zbliżeniowym – ocenę dokładności zadziałania zapalnika;
  - ocenę niezawodności środków technicznych;
  - ocenę oczekiwanego przeciwdziałania środków ogniowych samolotu;
- oraz ocenę czynników wpływających na wykonanie strzelania (warunki atmosferyczne, czas, pora doby i roku, maskowanie, wyszkolenie załóg i inne).

Potrzeba określania tych wskaźników (w opinii specjalistów) nie podlega dyskusji. Natomiast istniała potrzeba przeprowadzenia badań, w zakresie możliwości adekwatnego do rzeczywistości odwzorowania w postaci modelu matematycznego i modelu komputerowego środowiska działań obiektów powietrznych uwzględniających wzajemne zagrożenia (ze szczególnym uwzględnieniem śmigłowców). Autor widział również potrzebę udokładniania istniejących fragmentarycznych metodyk obliczeń dotyczących prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego a także potrzebę opracowania modeli komputerowych w postaci algorytmów i procedur programowych.

Omawiane wskaźniki mają przede wszystkim znaczenie porównawcze, ponieważ pozwalają wnioskować, który sposób realizacji zadania jest korzystniejszy z uwagi na przyporządkowaną mu wartość wskaźnika. Dlatego też powinno się je określać, w miarę możliwości, przy tych samych założeniach metodycznych. Znaczenie wartości tych wskaźników w sensie miar bezwzględnych jest tym większe im wierniejszy model matematyczny rzeczywistości wykorzystano do jego pozyskania. Konieczna w przeszłości tendencja do nadmiernego upraszczania stosowanych metodyk i spływania zagadnień winna ustąpić miejsca przedsięwzięciom o charakterze przeciwnym, zmierzającym do ich uszczegółowienia

Dlatego też pojawiają się pytania:

- czy stosowane metody określania tych wielkości oddają z wystarczającą dokładnością ich istotę ?
- jakie czynniki wywierają znaczący wpływ na ich wartość;
- czy można opisać (w jaki sposób) te czynniki.

Konieczność właściwego (w znaczeniu adekwatnego do rzeczywistości) określenia powyższych wskaźników powoduje, że staje się koniecznym ciągle poszukiwanie udoskonalonych metod ich określania oraz budowania na tej podstawie narzędzi pozwalających usprawnić proces wyliczeniowy.

Zatem **przedmiotem badań**

*są relacje zachodzące pomiędzy zbiorem środków aktywnych obrony powietrznej ze szczególnym uwzględnieniem środków lotniczych a środkami lotniczymi przeciwnika powietrznego zachodzące w zdefiniowanym środowisku działań w procesie dowodzenia i kierowania podczas wzajemnego ich oddziaływania.*

Problem badawczy jawi się następująco:

*W jaki sposób doskonalic oraz algorytmizowac istniejace fragmentarycznie opisane metody okreslania czynnikow determinujacych wartosc prawdopodobienstwa razenia celu i pokonania stref lotniczych srodkow razenia przez statek powietrzny*

Celem badań jest

*Doskonalenie teorii i metod oceny systemow obrony powietrznej i ich wplywu na stopien realizacji misji przez statki powietrzne ze szczegolnym uwzględnieniem śmigłowców*

Uwzględniając powyższe uwarunkowania przyjęto następującą hipotezę roboczą:

*Istnieje możliwość, aby wykorzystując osiągnięcia nauki w zakresie dotyczącym rozważań o oddziaływaniu aktywnych środków walki na samolot, w tym szczególnie środków lotniczych przeciwnika, wygenerować komputerowe modele matematyczne na podstawie wybranych relacji (związków przyczynowo-skutkowych) oraz w oparciu o nie udoskonalic metode okreslania wartosci prawdopodobienstwa razenia obiektu powietrznego oraz wartosci wspolczynnika okreslajacego pokonanie lotniczych srodkow razenia samolotu w tym rowniez srodkow uzywanych przez śmigłowce.*

Badania i wnioski przedstawione w niniejszej pracy były ukierunkowane nie tylko na lotnictwo myśliwskie lecz szczególnie na śmigłowce których rola systematycznie wzrasta wraz ze zwiększaniem się ich doskonałości techniczno-taktycznej.

Opracowanie niniejsze jest próbą wyjścia naprzeciw problemom związanym z tworzeniem oprogramowania użytkowego przeznaczonego do dowodzenia lotnictwem oraz do tworzonych symulatorów komputerowych dla sił powietrznych.

## 1. WYBRANE ASPEKTY TEORII EFEKTYWNOŚCI BOJOWEJ

Sukcesy bojowe odnoszone na współczesnym polu walki zależą nie tylko od tego, jakie środki zostaną użyte w walce lecz również w jaki sposób zostaną one wykorzystane. Złożoność sytuacji bojowej i różnorodność środków walki stosowanych po obu walczących stronach, stawiają dowódców i oficerów sztabu w sytuacjach, w których nawet najbardziej utalentowani i doświadczeni nie są w stanie w swoich przewidywaniach i decyzjach niejednokrotnie uwzględnić wszystkich nawet najbardziej istotnych czynników, decydujących o powodzeniu w walce. W rezultacie istnieje realne zagrożenie, że nie zawsze działania będą prowadzone przy użyciu najbardziej odpowiednich środków walki, i że nie zawsze będą one właściwie wykorzystane. Skutkiem zaistnienia takich okoliczności, może się zdarzyć, że osiągnięte rezultaty nie będą takie jakie dałoby się uzyskać a poniesione straty będą większe niż te jakich należałoby się spodziewać. Niejednokrotnie nawet możliwość uzyskania pomyślnego wyniku może być nawet zaprzepaszczone.

Używaniu środków walki przez obie strony konfliktu towarzyszy stale pewien element niepewności – pewna przypadkowość. Charakter zdarzeń losowych /lub zmiennych losowych/ mają na przykład trafienie pociskiem /lub bombą/ w cel czy też wykrycie celu w odpowiednim czasie. Również niezawodność działania sprzętu technicznego oraz stan psychiczny człowieka i wiele innych mają bardzo często charakter przypadkowy. Spowodowane jest to wieloma czynnikami spośród których dominującą cechą jest niepełność informacji. Informacja, która częściowo lub całkowicie redukuje niewiedzę użytkownika, bądź zaspokaja jego (uświadomione lub nieświadomione) potrzeby informacyjne, jest – z punktu widzenia tego użytkownika - pożądana. Jej ważność zależy od problemu, czyli określonej sytuacji informacyjnej oraz efektywności systemu informacyjnego realizującego dany proces informacyjny. Wartości informacji wiążą się więc z zagadnieniem efektywności systemów informacyjnych.

Sytuacje zachodzące w warunkach niepełnej informacji występują po obu stronach, przez co szanse, przynajmniej w tym zakresie się równoważą. Równowaga ta jednak nie zostanie naruszona tak długo, dopóki jedna ze stron nie usprawni swego systemu dowodzenia. Niepełność informacji wymaga aby problem ten był wspomagany przez teorię a także przez badania operacyjne.

Uwzględnianie elementów przypadkowości w działaniach bojowych umożliwia teoria prawdopodobieństwa. Przy rozwiązywaniu zagadnień związanych z różnego rodzaju strzelaniami i bombardowaniem posługiwano się tą teorią. Przewidywano jaką ilość sił i środków należy użyć, aby osiągnąć odpowiednio wysoki stopień pewności wykonania zadania ogniowego oraz jakie rezultaty średnie są możliwe do uzyskania przy użyciu wskazanych (posiadanych) środków. Efektywne posługiwanie się aparatem matematycznym stało się możliwe po szerokim wprowadzeniu komputerów do jednostek i sztabów wojskowych.

**Tak więc teoria efektywności bojowej - rozumiana jako całokształt metodologicznych i matematycznych podstaw do określania parametrów liczbowych, charakteryzujących efektywność działań w zależności od rodzajów i ilości użytych w walce sił i środków oraz możliwych wariantów ich użycia, służących dla ułatwienia podjęcia właściwej decyzji i racjonalnego prowadzenia działań bojowych<sup>1</sup>.**

Wyniki obliczeń dają dane ilościowe do rozwiązania szeregu istotnych problemów takich jak:

- wybór technicznych środków walki dla polepszenia warunków wykonania zadania;
- wybór najlepszego sposobu zastosowania środków walki;
- określenie charakterystyk efektywności nowych rodzajów sprzętu bojowego i wypracowanie najlepszych metod ich zastosowania;
- określenie wymogów taktyczno technicznych dla nowych środków walki;

Oparcie metod analizy efektywności w głównej mierze na aparacie matematycznym teorii prawdopodobieństwa powoduje jednak pewne zawężenie wachlarza badanych zagadnień. Wynika to stąd, że twierdzenia i wzory rachunku prawdopodobieństwa mogą być stosowane jedynie do zdarzeń o charakterze masowym. Można więc z ich pomocą oceniać fragmentaryczne wyniki przyszłych walk przy masowym użyciu środków i w sytuacjach powtarzalnych większą ilość razy. W szczególności pomocne są w analizie efektywności działania różnorodnych środków rażenia. Poddając analizie poszczególne fragmenty walki i oceniając możliwości poszczególnych środków i sposobów walki, można

---

<sup>1</sup> Folcik Z. Podstawy metodologiczne teorii efektywności bojowej, Skrypt, ASG 1964

wysnuć wiele bardzo pożytecznych wniosków o poważnym znaczeniu dla całokształtu przebiegu działań bojowych.

Wybór najkorzystniejszego wariantu działania, dokonywany jest w oparciu o wyniki wyrażone w postaci prawdopodobieństwa czy też wartości oczekiwanej. Nie oznacza to jeszcze, że w danym konkretnym przypadku rozwiązanie okaże się z pewnością najlepsze. Daje nam jedynie pewność, że stosowanie takiego rozwiązania w tego rodzaju sytuacjach, średnio da najlepsze wyniki. W poszczególnych przypadkach jednak wynik może okazać się nienajlepszy, chociaż powinno to mieć miejsce stosunkowo rzadziej, im większy stopień pewności zakładano w kalkulacjach i im dokładniejsze były obliczenia. Warunek masowego charakteru badanych zdarzeń, leży więc u podstaw teorii prawdopodobieństwa. Im większa liczba zdarzeń tym wynik bardziej przybliży się do pewności. Nie mogąc jednak wykonać niezliczonej ilości badań, możemy stwierdzić, co w danej sytuacji przy dysponowanym potencjale, da się osiągnąć i co powinniśmy posiadać i jak działać, aby osiągnięcie żądanego rezultatu można było uważać za praktycznie pewne.

Przedmiotem oceny powinno być ponadto prawdopodobieństwo osiągnięcia pozytywnego rezultatu działań przy przyjętym przez nas rozwiązaniu, a także stopień dokładności naszych obliczeń. Przystępując do obliczeń musimy jednak pamiętać, że

- nie wszystkie czynniki, wpływające na wynik walki, da się ująć liczbowo i wyrazić w postaci zależności matematycznych;
- część danych będzie występowała w postaci danych szacunkowych;
- pewne czynniki nie będą możliwe do zdefiniowania w sposób racjonalny i matematyczny (np. zaskoczenie).

Wymienione powyżej uwarunkowania wpływają bezpośrednio na zastosowany model obliczeń, który musi spełniać następujące wymagania:

- winien odzwierciedlać i uwzględniać podstawowe czynniki wpływające na przebieg i wynik działań bojowych;
- powinien odtwarzać obiektywną rzeczywistość i uwzględniać zasadnicze kierunki i tendencje rozwijania się działań bojowych;
- powinny przedstawiać najbardziej istotne kryteria i wskaźniki charakteryzujące dany problem.

Ocena efektywności bojowej odbywa się na podstawie obliczonych wartości liczbowych kryteriów. Przedmiotem oceny może być na przykład:

- oczekiwana efektywność przy zadanych środkach walki i warunkach ich działania;
- przydatność poszczególnych sposobów użycia posiadanych środków walki;
- ilość i rodzaj środków oraz najdogodniejszy sposób ich wykorzystania w celu wykonania postawionego zadania.

W każdym przypadku jednak racjonalność oceny uzależniona jest w decydującym stopniu od trafności wyboru kryteriów efektywności. W rezultacie ich stosowania winny umożliwiać uzyskanie wyniku w postaci konkretnej liczby wyrażającej stopień wykonania zadania bojowego. Ponadto winny różnicować uzyskiwane wyniki dla różnych środków rażenia i warunków ich użycia.

Biorąc pod uwagę teorię i praktykę dnia dzisiejszego, wymogi te mogą spełniać kryteria zaliczane do ekonomicznych jak i skuteczności – są to:

- prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego;
- prawdopodobieństwo pokonania środków obrony powietrznej
- wartość prawdopodobieństwa rażenia obiektu;
- średnia oczekiwana ilość strat zadanych przeciwnikowi;
- średni oczekiwany wydatek sił i środków dla osiągnięcia wymaganego stopnia pewności wykonania zadania lub zadania określonych strat przeciwnikowi;
- średni oczekiwany wydatek sił i środków przypadająca na jednostkę strat przeciwnika;
- stosunek wartościowy lub ilościowy średnich oczekiwanych strat zadanych przeciwnikowi do odpowiadającego im średniego oczekiwanego wydatku sił i środków.

Konfrontacja wskaźników skuteczności ze wskaźnikami ekonomiczności daje możliwość właściwej oceny porównawczej

## 1.1 Teoria określania jednostkowego prawdopodobieństwa rażenia celu

Rażenie celu jest zdarzeniem losowym, które można umownie podzielić na dwie rozłączne części. Pierwszym z nich jest dotarcie środka rażenia do celu, zaś drugim zaistnienie zamierzonego efektu. Łączna realizacja tych zdarzeń jest iloczynem tych zdarzeń, a prawdopodobieństwo iloczynu tych zdarzeń równa jest iloczynowi prawdopodobieństw jednego ze zdarzeń i prawdopodobieństwa drugiego zdarzenia, określonego przy założeniu, że pierwsze z nich zostanie zrealizowane, czyli

$$p(A \bullet B) = p(A) \bullet p(A/B)$$

Jednostkowe prawdopodobieństwo rażenia celu /pojedynczym środkiem rażenia/ wyraża się wzorem:

$$R_1 = p \bullet W_1$$

gdzie:

$p$  – prawdopodobieństwo dotarcia środka rażenia do celu;

$W_1$  – warunkowe prawdopodobieństwo rażenia celu pojedynczym środkiem rażenia /obliczone przy założeniu, że środek rażenia dotrze do celu);

W praktyce bardzo często zachodzi potrzeba uwzględnienie wielu czynników składowych, niejako rozszczepiania zdarzeń. Wówczas jednostkowe prawdopodobieństwo rażenia  $R_1$  równe będzie iloczynowi prawdopodobieństw wszystkich wymienionych czynników określonych przy założeniu, że wszystkie poprzednie będą zrealizowane.

W przypadku zaistnienia kombinacji zdarzeń do obliczenia prawdopodobieństwa rażenia celu przy zwielokrotnionej liczbie środków rażenia stosuje się rozwinięcie dwumianu Newtona który przedstawia wzór:

$$P_m = \frac{n!}{m!(n-m)!} \cdot p^m \cdot (1-p)^{n-m}$$

Gdzie:

$P_m$  – prawdopodobieństwo kombinacji wyrażającej się w m-krotnym wystąpieniu zdarzenia o prawdopodobieństwie p oraz (n-m) –krotnym wystąpieniu zdarzenia przeciwnego o prawdopodobieństwie (1-p).

Jeśli prawdopodobieństwo zdarzenia w poszczególnych doświadczeniach posiada różne wartości, to prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia co najmniej jeden raz w „n” doświadczeniach. Zatem

$$P_{1,n} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i)$$

Gdzie:  $p_i$  – prawdopodobieństwo zdarzenia w i-tym doświadczeniu

Obliczenie prawdopodobieństw wystąpienia co najmniej jeden raz w doświadczeniach gdy prawdopodobieństwo zdarzenia w każdym doświadczeniu jest jednakowe przedstawia się następująco:

$$P_{1,n} = 1 - (1 - p)^n$$

Gdzie:  $P_{1,n}$  - prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia (o prawdopodobieństwie p) co najmniej jeden raz przy „n” krotnym powtórzeniu doświadczenia.

Obok prawdopodobieństwa wykonania zadania bojowego stosowane jest określanie wartości oczekiwanej dotyczącej strat przeciwnika, strat własnych jak

i wydatku środków dla osiągnięcia zamierzonego celu, które to wielkości stanowią jak wiadomo zmienne losowe o znanym lub nieznanym rozkładzie.

Dla zmiennej losowej skokowej, wartość oczekiwana obliczana jest ze wzoru:

$$E[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

natomiast dla zmiennej losowej ciągłej

$$E[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} x \varphi(x) dx$$

gdzie:

$E[X]$  – wartość oczekiwana zmiennej losowej  $X$

$X_i$  –  $i$ -ta wartość zmiennej losowej  $X$

$P_i$  – prawdopodobieństwo wystąpienia  $x_i$

$\varphi(x)$  – gęstość prawdopodobieństwa zmiennej losowej  $x$

## 1.2 Określanie ekonomicznych wskaźników efektywności bojowej

Innymi wskaźnikami określania efektywności działań bojowych są wskaźniki typu ekonomicznego. Pod pojęciem tym najczęściej rozumie się stosunek ilościowy lub wartościowy nakładów własnych środków walki do strat zadanych przeciwnikowi. Można ją zatem oceniać pod względem ilościowym lub wartościowym.

Najbardziej pełny obraz ekonomiczności działań dają niewątpliwie wskaźniki wartościowe. Obliczanie ich dostarcza jednak dość poważne trudności, wynikające z konieczności uwzględnienia w ujęciu wartościowym wszystkich nakładów i strat zarówno ze strony własnej, jak i ze strony przeciwnika, które często trudno jest ocenić. Bierze się pod uwagę oczywiście wartości oczekiwane nakładów i strat, przy określeniu których dużą pomocą mogą być dane statystyczne z poprzednich działań. Niektóre niezbędne do obliczeń dane określać trzeba niejednokrotnie na podstawie przybliżonego oszacowania, a nawet kierując się wyłącznie intuicją. Dlatego też często ograniczamy się tylko do analizy tylko fragmentarycznej, w zakresie dostosowanym do konkretnych potrzeb. Jednak nawet przybliżona ocena efektywności działań bojowych pod względem ekonomiczności może odegrać poważną pozytywną rolę w planowaniu działań bojowych.

Podstawowym wskaźnikiem ilościowym jest średni oczekiwany wydatek środków rażenia przypadający na jednostkę strat przeciwnika. Oblicza się go ze wzoru.

$$E[N] = \frac{n}{E[M_n]}$$

gdzie:

$n$  – wydatek środków rażenia

$E[M_n]$  – średnia oczekiwana ilość rażonych celów przy wydatkowaniu „ $n$ ” środków rażenia.

Ocena efektywności działania pod względem ekonomicznym w oparciu o wskaźniki ilościowe, przy konfrontacji ich ze wskaźnikami skuteczności, daje możliwość wyboru najkorzystniejszego, w określonych warunkach, sposobu działania, /np. ugrupowania/ lecz tylko w odniesieniu do tego samego środka walki.

Porównanie pod względem walorów ekonomicznych różnych środków walki odbywać się jednak musi na podstawie jakiegoś wspólnego miernika. Najwłaściwszym miernikiem, wspólnym dla wszystkich środków walki, są spodziewane koszty użycia, dla osiągnięcia tego samego rezultatu działania, będą najniższe.

Wyrazić je można następująco:

$$E[K_n] = K_1 * E[N]$$

gdzie:

$E[K_n]$  – średnie oczekiwane koszty użycia środków walki dla osiągnięcia zamierzonego rezultatu działania,

$K_1$  – koszty jednostkowe /użycia pojedynczego środka/

$E[N]$  – średni oczekiwany wydatek środków dla osiągnięcia zamierzonego rezultatu działania. Przeprowadzone badania potwierdzają opinię, że najwięcej trudności nastęca określenie kosztów jednostkowych, gdyż powinny one uwzględniać nie tylko wartość środka rażenia podlegającego zniszczeniu, lecz również koszt dostarczenia go do celu oraz amortyzację wszelkiego rodzaju urządzeń pomocniczych. Dla określenia opłacalności stosowania danego środka w walce określić należy stosunek wartości strat poniesionych

przez przeciwnika do średnich oczekiwanych kosztów użycia tego środka dla zadania tych strat.

$$W_{op} = \frac{S_n}{E[K_n]}$$

gdzie:

$W_{op}$  – wskaźnik opłacalności środka walki;

$S_n$  – wartość strat zadanych przeciwnikowi;

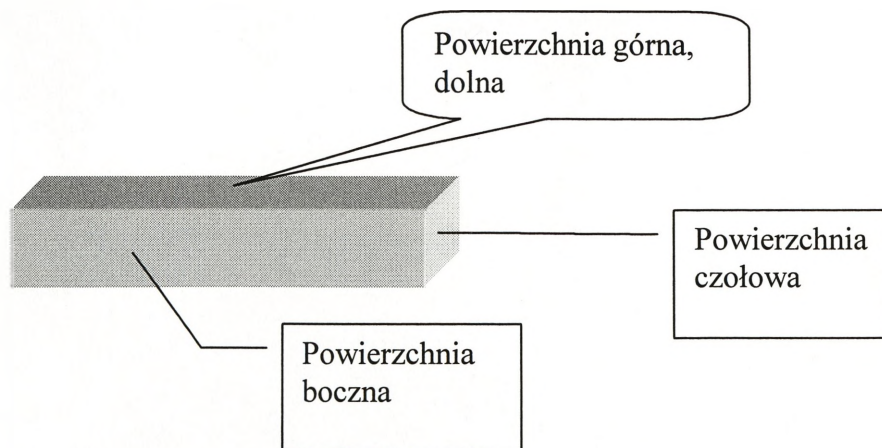
Wartość strat przeciwnika  $S_n$  powinna zatem nie tylko uwzględniać nie tylko wartość zniszczonego obiektu lecz również koszty jego instalacji i eksploatacji. .

Tak więc do dalszych rozważań szczególna uwaga autora będzie zwrócona na praktyczne implementowanie zasad związanych z określeniem wartości prawdopodobieństwa pokonania obrony powietrznej utworzonej przez środki lotnicze. Wśród wielu określanych wielkości autor odniesie się do sposobów określania wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektu.

## 2. MODEL POWIETRZNEGO ŚRODKA WALKI

Współczesne śmigłowce bojowe wyposażone są w różnorodne systemy uzbrojenia, których przydatność w walce powietrznej zależy od jego skuteczności oraz możliwości użycia. Skuteczność określana jest przez prawdopodobieństwa rażenia i wynikającą z niego liczbę samolotów (śmigłowców) potrzebną do zwalczania celu. Możliwość użycia uzbrojenia wynika z jego parametrów technicznych i określona jest przez strefy możliwych strzelań

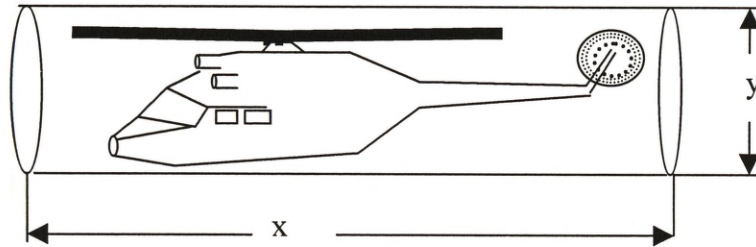
Parametrem niezbędnym do przeprowadzenia wszelkich kalkulacji jest – wielkość celu która zmienia się w zależności od sylwetki celu widzianego z kabiny śmigłowca. W literaturze przedmiotu spotyka się różnorodne podejścia w celu uogólnienia kształtów śmigłowca przyjmowanych do kalkulacji. Jeden ze sposobów polega na przedstawieniu „bryły” śmigłowca w postaci prostopadłościanu<sup>1</sup>. Do obliczeń przyjmuje się powierzchnię statku powietrznego będącego rzutem powierzchni czołowej, bocznej i z góry Rys. 1.



Rys. 1 Uogólniona bryła samolotu

<sup>1</sup> GRZELKA A. Zastosowanie mikrokomputerów serii IBM do oceny prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL, Warszawa AON 1992 str. 9

Drugi sposób<sup>2</sup> polega na przyjęciu do obliczeń kształtu walca o takich wymiarach, aby jego powierzchnia widziana pod odpowiednimi sylwetkami była równa powierzchni celu rzeczywistego Rys. 2



Gdzie: x – długość walca reprezentującego statek powietrzny  
y – szerokość walca w którym mieści się śmigłowiec

**Rys. 2 Model przestrzenny (uproszczony) śmigłowca**

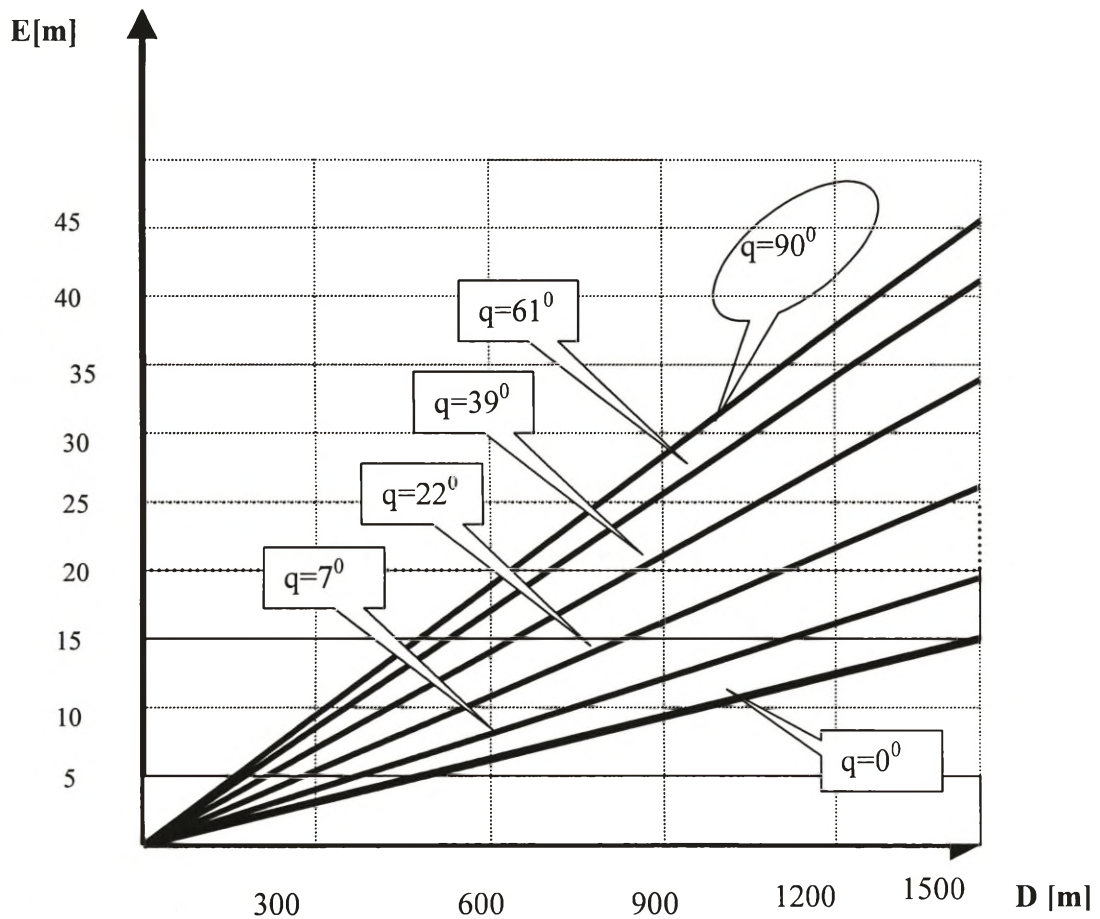
Określając prawdopodobieństwo rażenia niekierowanymi pociskami rakietowymi i pociskami z broni strzeleckiej, należy obliczyć wartość uchylenia prawdopodobnego (E) wg wzoru (1)

$$E=10^{-3} \cdot D(10+20 \sin q)$$

Gdzie q – kątowny kurs celu  
D – odległość strzelania [m]

lub korzystając z wykresu Rys. 3

<sup>2</sup> Paleń B. Zbiór tabel i wykresów z bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów i śmigłowców. ASG WP Warszawa 1987



**Rys. 3 Wykres do odczytywania wartości uchylenia prawdopodobnego  $E=f(q,D)$**

Dla przedstawionych powyżej wykresów, ich interpretacja matematyczna może być następująca:

Dla  $q=0$

$$E = 0.0083 (D-300) + 5$$

Dla  $q=7^{\circ}$

$$E = 0.0124 (D-300) + 4$$

Dla  $q=22^{\circ}$

$$E = 0.0166 (D-300) + 6$$

Dla  $q=39^0$

$$E = 0.0224 (D-300) + 7$$

Dla  $q=61^0$

$$E = 0.0274 (D-300) + 8$$

Dla  $q=90^0$

$$E = 0.0291 (D-300) + 10$$

Jak wynika z wykresów (Rys. 3) dla odległości strzelania <300 metrów, uchylenie prawdopodobne jest mniejsze od 5 metrów. Oznacza to, że śmigłowiec (z uwagi na swe wymiary) zawsze powinien być trafiony salwą raket niekierowanych wystrzelonych z odległości mniejszej niż 300 m.

Korzystając ze wzoru:

$$E = \frac{r}{r_{obl}}$$

gdzie:

$r$  – rzeczywisty promień celu

$r_{obl}$  – promień celu obliczeniowego (zastępczego) w wartościach uchylenia prawdopodobnego.

$$r_{obl} = \frac{r}{E}$$

Obliczanie wartości **prawdopodobieństwa trafienia w cel jednym pociskiem** przeprowadza się w oparciu o zależność przedstawioną wzorem:

**dla przedziału  $r_{obl}=(0 \text{ do } 1.99)$**

$$p = -0.1999 * r_{obl} * (r_{obl} - 2) + 0.2999 * r_{obl} * (r_{obl} - 1)$$

- dla przedziału  $r_{obl}=(2 \text{ do } 2.99)$

$$p= 0.1999*(r_{obl}-3) *( r_{obl} - 5)-0.4399*(r_{obl}-2) *( r_{obl} - 5)+ \\ +0.1666*(r_{obl}-2) *( r_{obl} - 3)$$

- dla przedziału  $r_{obl}=(3 \text{ do } 5)$

$$p= 0.4399*(r_{obl}-4) *( r_{obl} - 5)-0.9599*(r_{obl}-3) *( r_{obl} - 5)+ \\ +0.1666*(r_{obl}-2) *( r_{obl} - 3)$$

Aby cel uznać za rażony w określonym stopniu rażenia, musi być on trafiony pewną określoną minimalną liczbą pocisków ( $\omega$ ). Liczba ta jest zależna w sposób wprost proporcjonalny od odporności celu oraz odwrotnie proporcjonalna od siły rażącej pocisku (od jego kalibru). W tym celu określa się wartość  $M_1$  wyrażaną następująco:

$$M_1 = \frac{p \cdot n}{\omega}$$

gdzie:

**n** – liczba użytych pocisków

**p** – prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem

$\omega$  - średnia liczba trafień konieczna do rażenia celu

Wartość  $\omega$  zależy od kalibru oraz od masy celu. (masa pośrednio może sugerować o stosowanym opancerzeniu śmigłowca. W nowoczesnej technologii relacja powyższa być może będzie musiała być zmieniona).

Zależności określania potrzebnej średniej ilości trafień koniecznych do rażenia celu powietrznego w postaci matematycznej są następujące:

- dla masy **Q=5 ton** - kaliber **5 do 20 mm**

$$\omega= -0.0155(k-10)(k-20)(k-40) \\ +0.0088(k-7)(k-20)(k-40) \\ - 0.0013(k-7)(k-10)(k-40) \\ +0.0001(k-7)(k-10)(k-20)$$

- dla masy  $Q=5$  ton - kaliber 21 do 60 mm

$$\omega = 0.0174(k-30)(k-40) - 0.0299(k-20)(k-40) + 0.0049(k-20)(k-30)$$

- dla masy śmigłowca  $Q=10$  ton - kaliber 10 do 40 mm

$$\omega = -0.0033(k-20)(k-30)(k-40)$$

$$+ 0.0032(k-10)(k-30)(k-40)$$

$$- 0.0014(k-10)(k-20)(k-40)$$

$$+ 0.0003(k-10)(k-20)(k-30)$$

Dla kalibru  $k > 40$  mm  $\omega = 2$

- dla masy śmigłowca  $Q=15$  ton - kaliber 10 do 40 mm

$$\omega = -0.0106(k-20)(k-30)(k-40)$$

$$+ 0.0099(k-15)(k-30)(k-40)$$

$$- 0.0027(k-15)(k-20)(k-40)$$

$$+ 0.0004(k-15)(k-20)(k-30)$$

Dla kalibru  $k > 40$  mm  $\omega = 2$

Stosowanie celowników różnego rodzaju charakteryzowane jest poprzez określenie wartości współczynnika  $\mu$  który wynosi:

- dla celownika automatycznego podczas strzelania z broni strzeleckiej -  $\mu=0.6$
- dla celownika automatycznego podczas strzelania niekierowanymi pociskami raketowymi -  $\mu=0.80$
- dla celownika nieautomatycznego podczas strzelania z broni strzeleckiej oraz niekierowanymi pociskami raketowymi  $\mu=0.90$

Sposób obliczenia wartości prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego

- dla  $\mu=0.90$  (dla przedziału wartości  $M_1$  (0 do 5))

$$P_{\text{raz}} = 0.0043(M_1-4)(M_1-20) - 0.0104(M_1-1)(M_1-20) + 0.0022(M_1-1)(M_1-4)$$

(dla przedziału wartości  $M_1$  (6 do 20))

$$\begin{aligned} P_{\text{raz}} = & -0.0049(M_1-8)(M_1-10)(M_1-20) \\ & + 0.0124(M_1-6)(M_1-10)(M_1-20) \\ & - 0.0077(M_1-6)(M_1-8)(M_1-20) \\ & + 0.0004(M_1-6)(M_1-8)(M_1-10) \end{aligned}$$

- dla  $\mu=0.80$  (dla przedziału wartości  $M_1$  (0 do 10))

$$P_{\text{raz}} = 0.0129(M_1-4)(M_1-10) - 0.0349(M_1-1)(M_1-10) + 0.0148(M_1-1)(M_1-4)$$

(dla przedziału wartości  $M_1$  (10 do 20))

$$P_{\text{raz}} = 0.0079(M_1-10) + 0.8$$

- dla  $\mu=0.60$  (dla przedziału wartości  $M_1$  (1 do 4))

$$P_{\text{raz}} = 0.1999(M_1-2)(M_1-4) - 0.3999(M_1-1)(M_1-4) + 0.1499(M_1-1)(M_1-2)$$

(dla przedziału wartości  $M_1$  (4 do 20))

$$P_{\text{raz}} = 0.0043(M_1-4) + 0.9$$

Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego podczas strzelania kierowanymi pociskami raketowymi jest równe prawdopodobieństwu instrukcyjnemu. Podczas strzelania więcej niż jednym pociskiem kierowanym, prawdopodobieństwo sumaryczne rażenia oblicza się ze wzoru:

$$P_{\Sigma} = 1 - (1 - P_{\text{raź}})^n$$

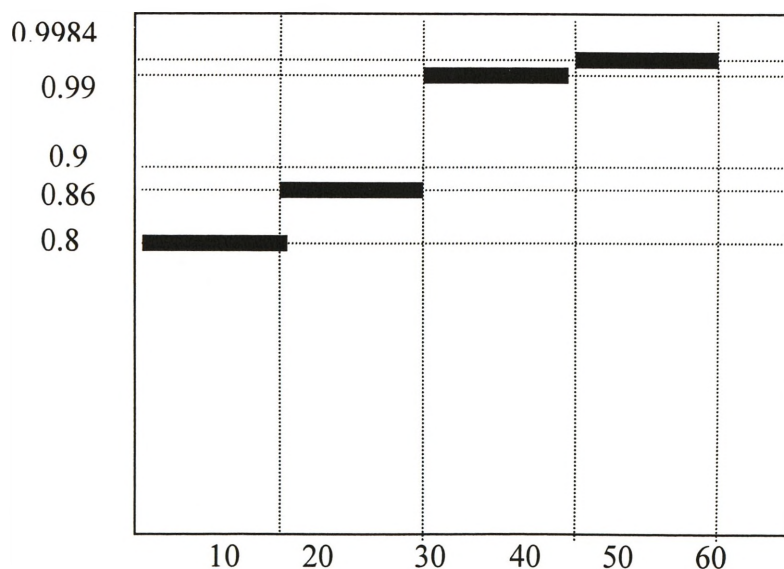
gdzie :  $P_{\text{raź}}$  - prawdopodobieństwo rażenia jednym pociskiem

$n$  – liczba odpalonych pocisków

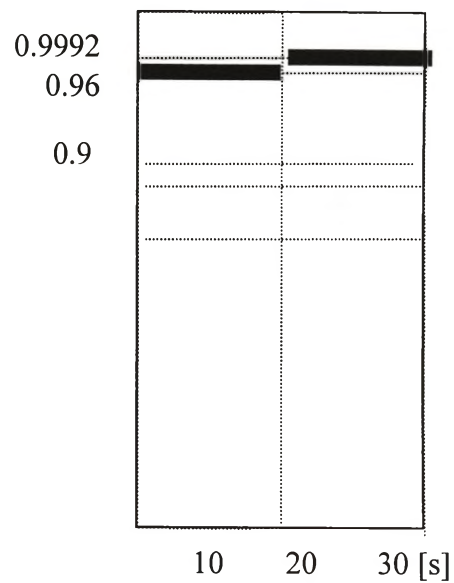
Kolejne pociski mogą być odpalane po pewnym czasie ( $t_p$ ), zależnym od czasu gotowości systemu do powtórnego odpalenia ( $t_{gs}$ ), czasu celowania ( $t_c$ ) i czasu naprowadzania pocisków ( $t_n$ ) oraz czasu potrzebnego do odpalenia pocisku ( $t_o$ )

$$t_{po} = t_{gs} + t_c + t_n + t_o$$

**Możliwa liczba odpalanych pocisków zależy od czasu przebywania śmigłowca w strefie możliwych strzelań to znaczy od kąta kursowego i prędkości zbliżania. Wartości prawdopodobieństwa rażenia pokazują rysunki Rys. 4, Rys. 5**



**Rys. 4 Prawdopodobieństwa rażenia dla wybranego środka rażenia**



**Rys. 5** Prawdopodobieństwa rażenia dla wybranego środka rażenia – odpalenie po dwie sztuki

Przedstawione na wykresach wartości są słuszne w przypadku obiektu niemanewrującego. Dla obiektu manewrującego wartość p-stwa spada, jednak wyliczenie jest praktycznie bardzo utrudnione.

## 2.1 Algorytm obliczania możliwości pokonania środków lotniczych obrony powietrznej przez środek lotniczy

Wprowadzenie danych wejściowych	
Kwar	Uwzględnia wpływ pory doby na możliwości systemów kierowania ogniem
WID	Widzialność
DGC	Podstawa chmur
GGC	Górny pułap chmur
KD	Wsp. sprawności systemu wykrywania i dowodzenia środkami ogniowymi przeciwnika
KTER	Współczynnik określający wpływ terenu na odległość wykrycia samolotu (śmigłowca) na małej wysokości
IS	Ilość samolotów /śmigłowców/
A	Powierzchnia samolotu, rzut z góry
B	Powierzchnia samolotu, rzut z boku
C	Powierzchnia czołowa samolotu
KWR	Współczynnik wrażliwości na rażące działanie środków ogniowych przeciwnika
SC	Średnia efektywna powierzchnia odbicia
VC	Prędkość lotu samolotu /celu/

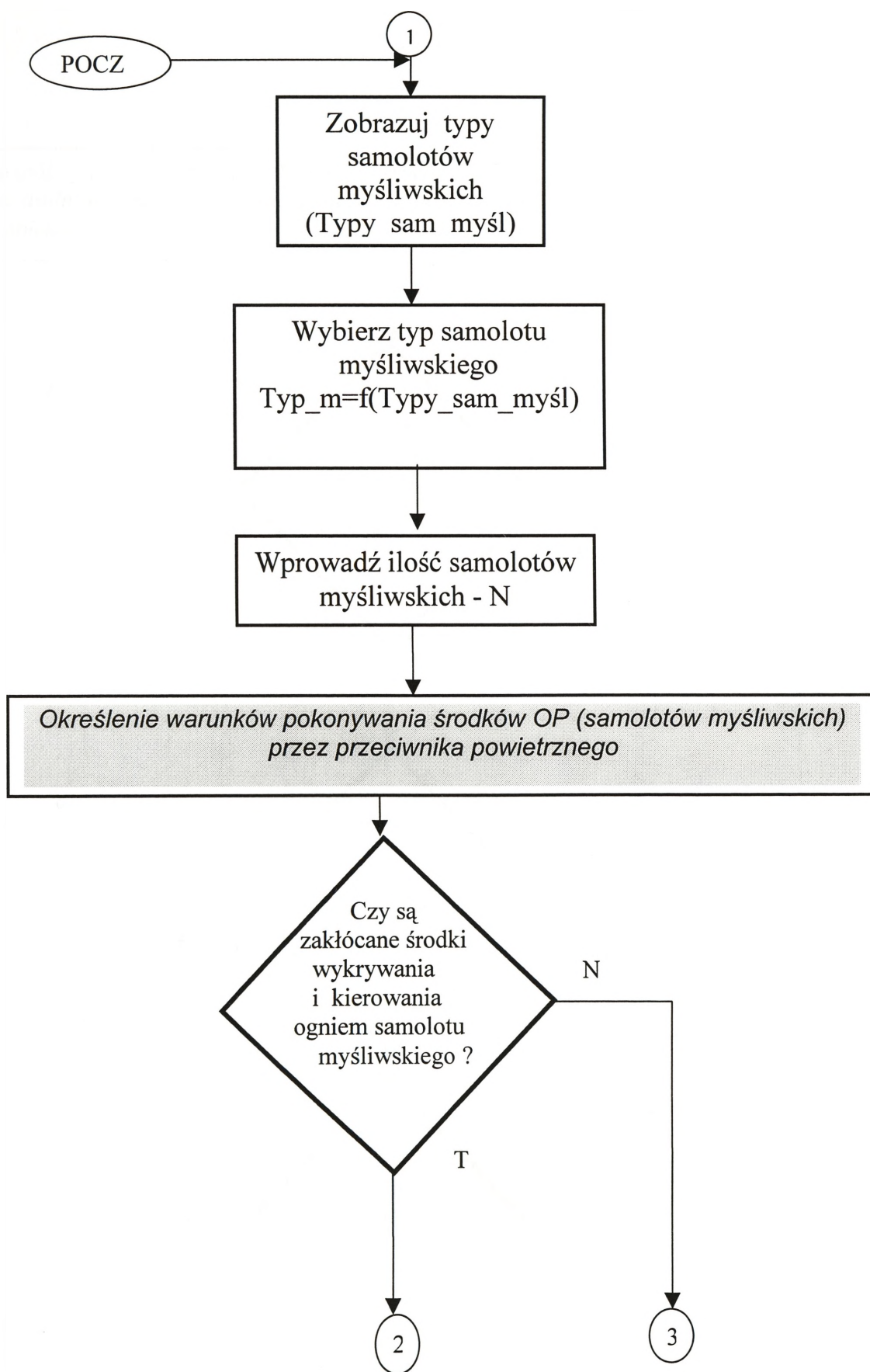


Parametry charakteryzujące myśliwiec obrony powietrznej

2

VXM	Maksymalna prędkość zwalczanego celu
HMM	Minimalna wysokość wykorzystania pokładowej stacji radiolokacyjnej
HXM	Maksymalna wysokość zwalczanego celu
PR1	Średnie prawdopodobieństwo rażenia celu jednym kierowanym pociskiem raketowym kierowanym radiolokacyjnie
LR1	Liczba rakiet kierowanych radiolokacyjnie
HMR1	Minimalna wysokość zastosowania KPR naprowadzanych radiolokacyjnie
PR2	Średnie prawdopodobieństwo rażenia celu z użyciem rakiet naprowadzanych na podczerwień
LR2	Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwień
HMR2	Minimalna wysokość zastosowania KPR naprowadzanych radiolokacyjnie
LR3	Liczba niekierowanych pocisków raketowych
FIM	Rodzaj celownika 1 – celownik optyczny 2 – celownik rlok typu impulsowego 3 – celownik rlok typu dopplerowskiego 4 – zintegrowany system kierowania ogniem
WOD	Wskaźnik obecności działka pokładowego



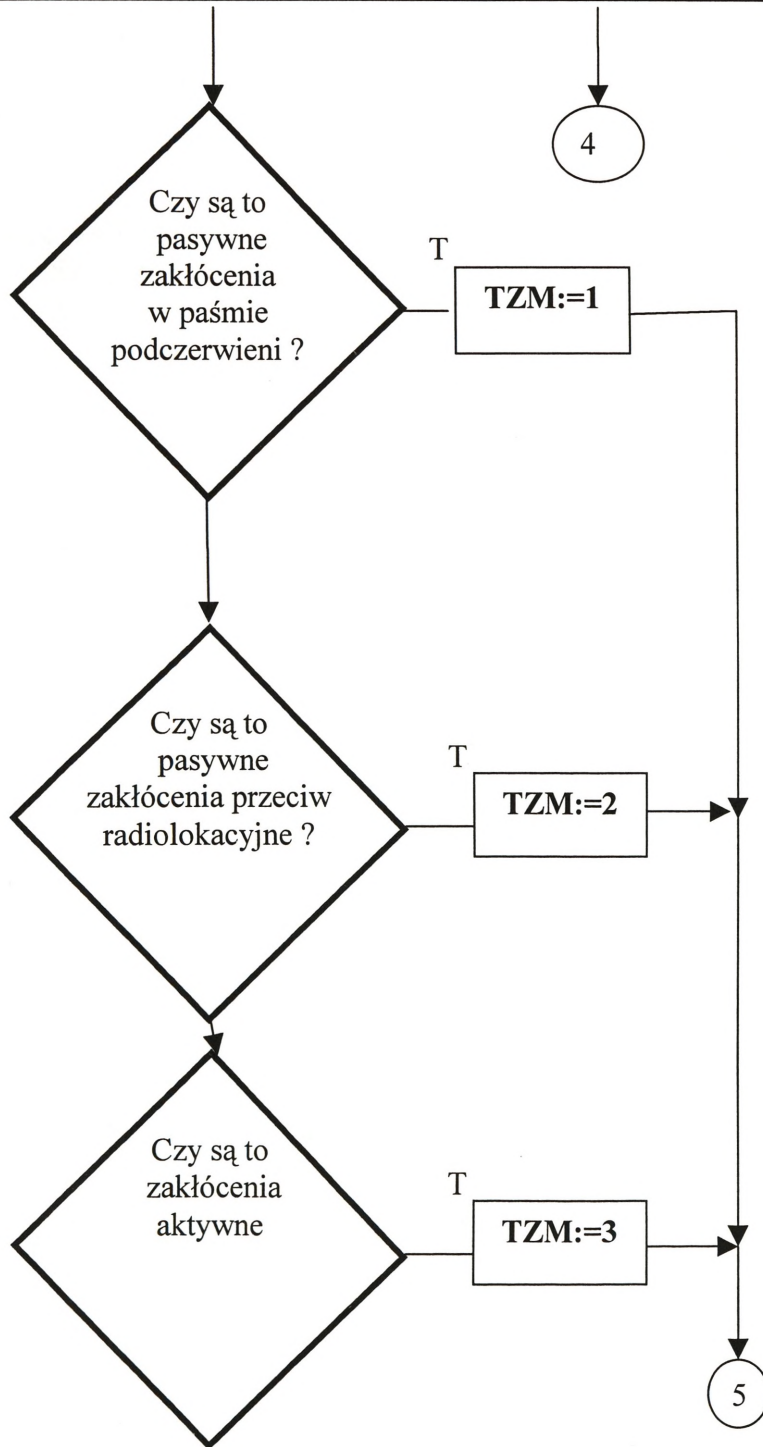


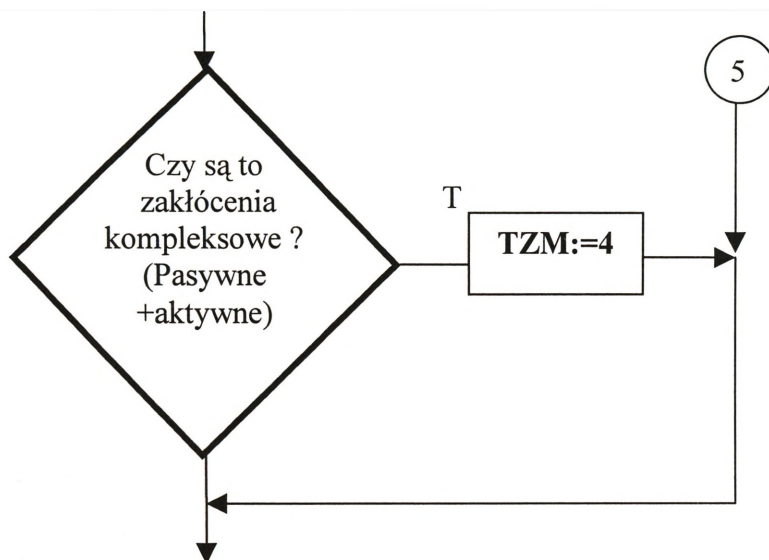
2

3

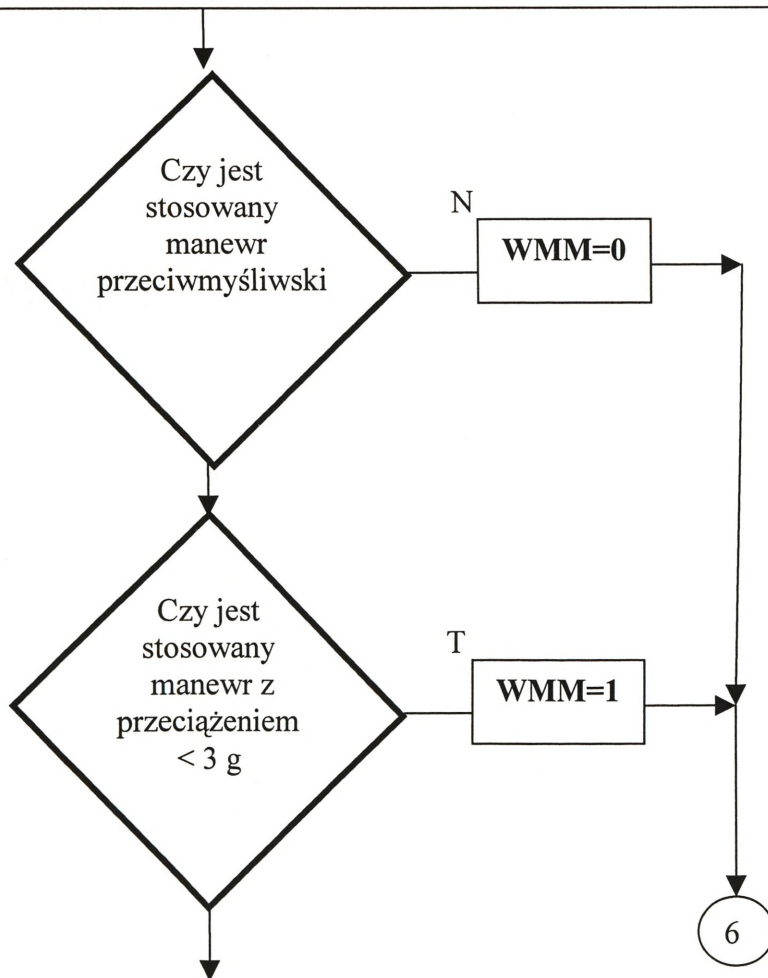
TZM=0

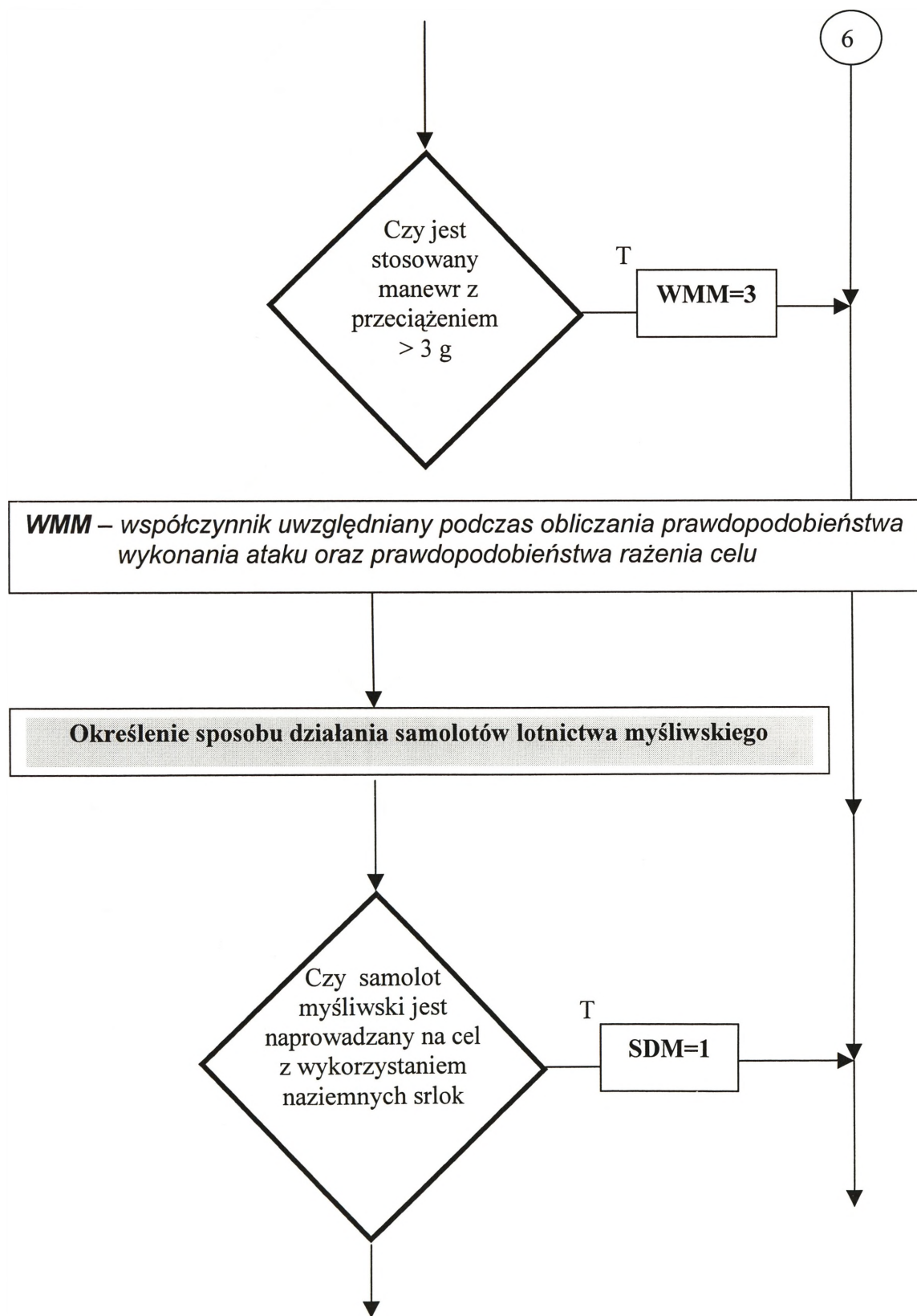
*TZM – współczynnik związany z zakłóceniami środków pokładowych samolotu myśliwskiego. Ma bezpośredni wpływ na obliczanie prawdopodobieństwa wykrycia, naprowadzenia, ataku i rażenia obiektu*

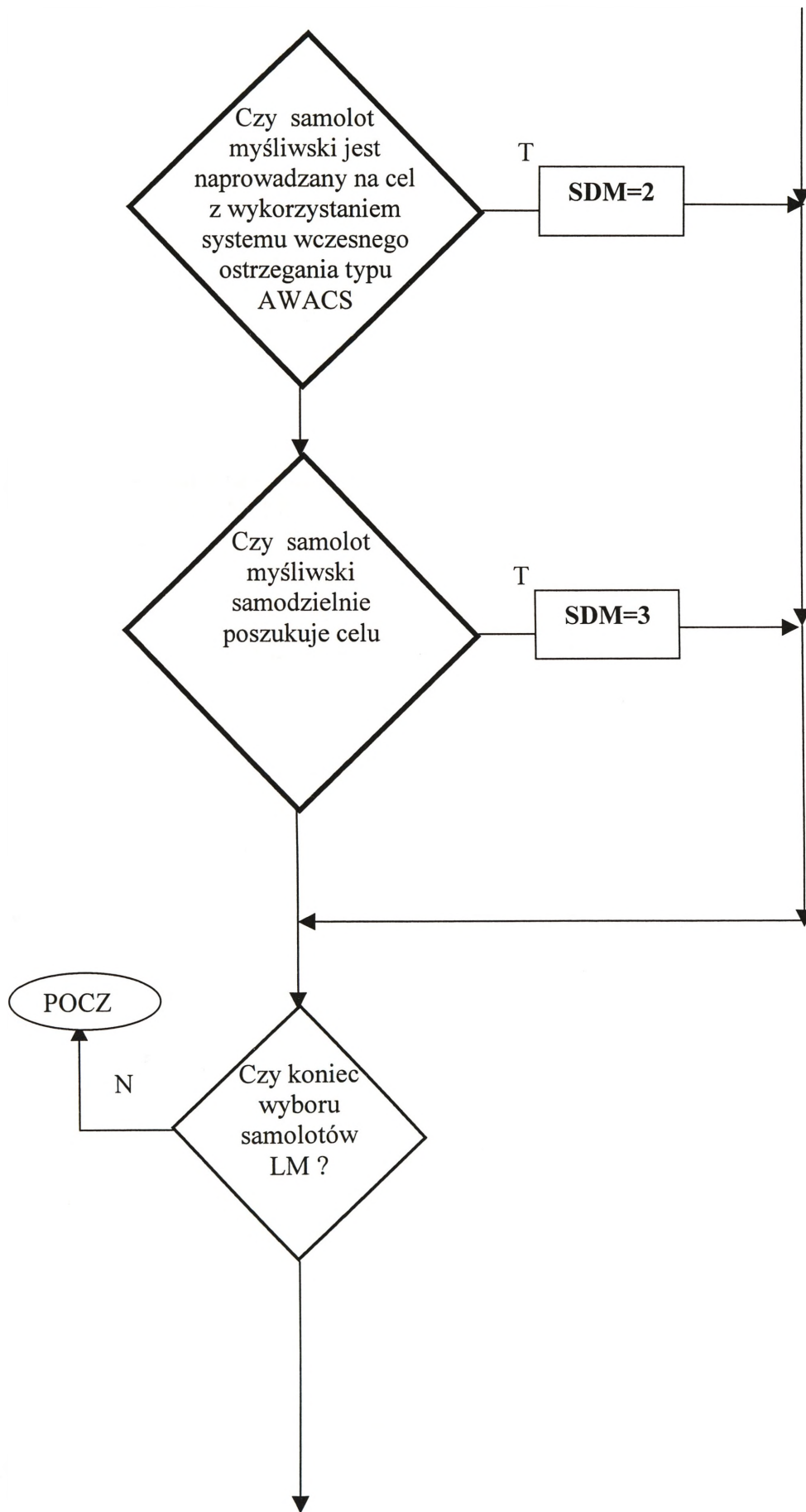


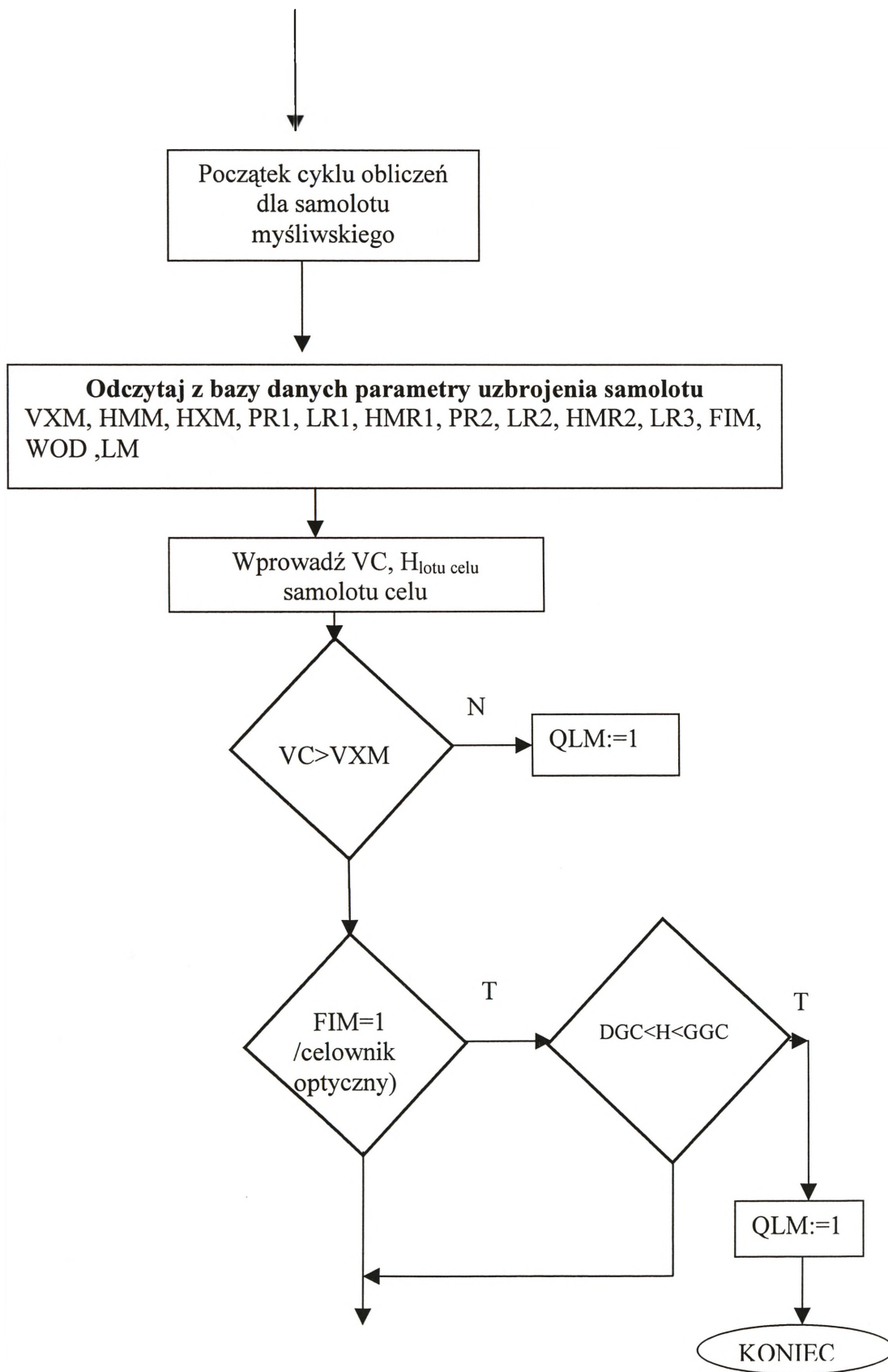


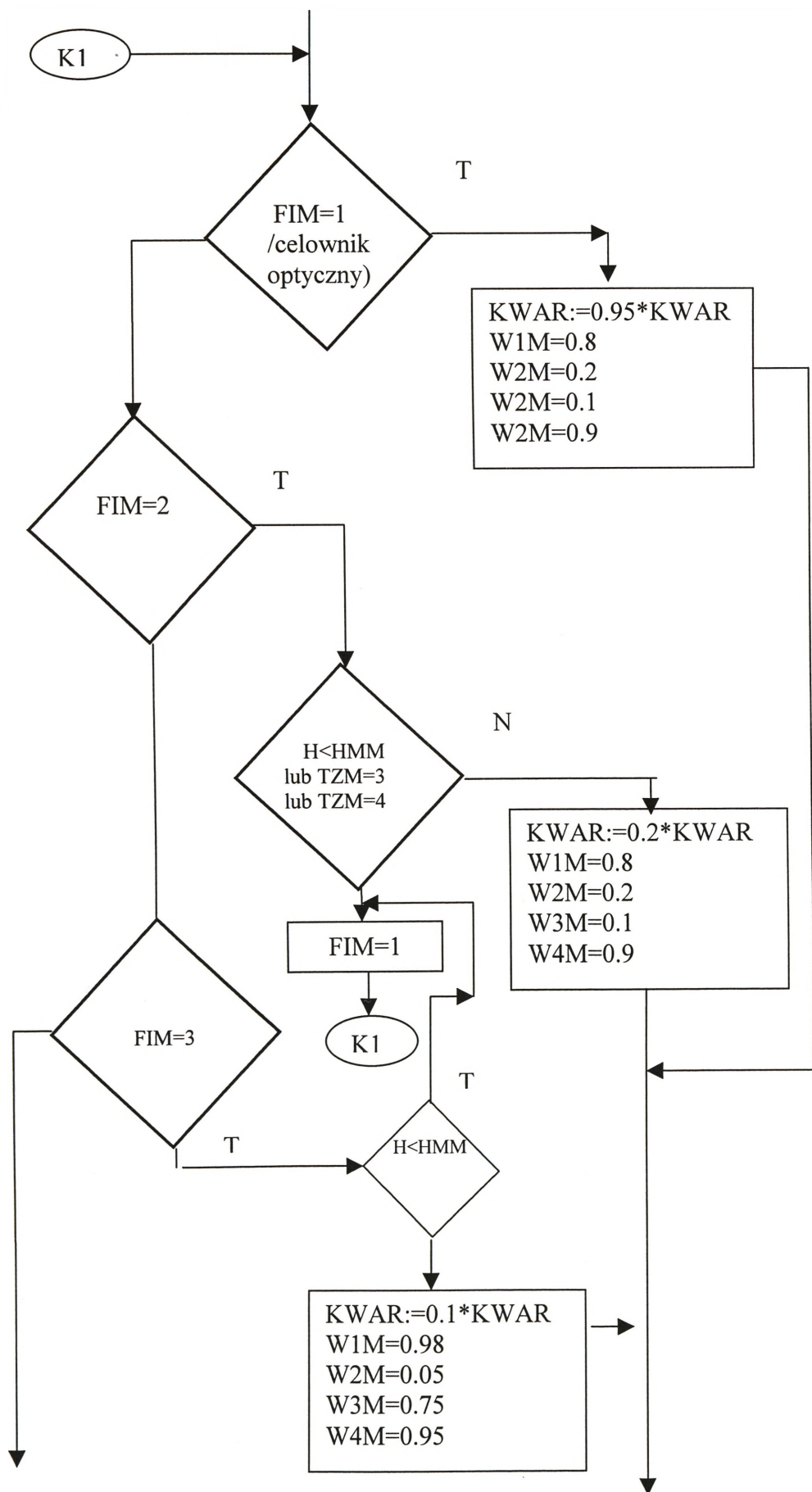
*Uwzględnianie manewru przeciwnościowego w czasie pokonywania przeciwdziałania samolotu myśliwskiego*

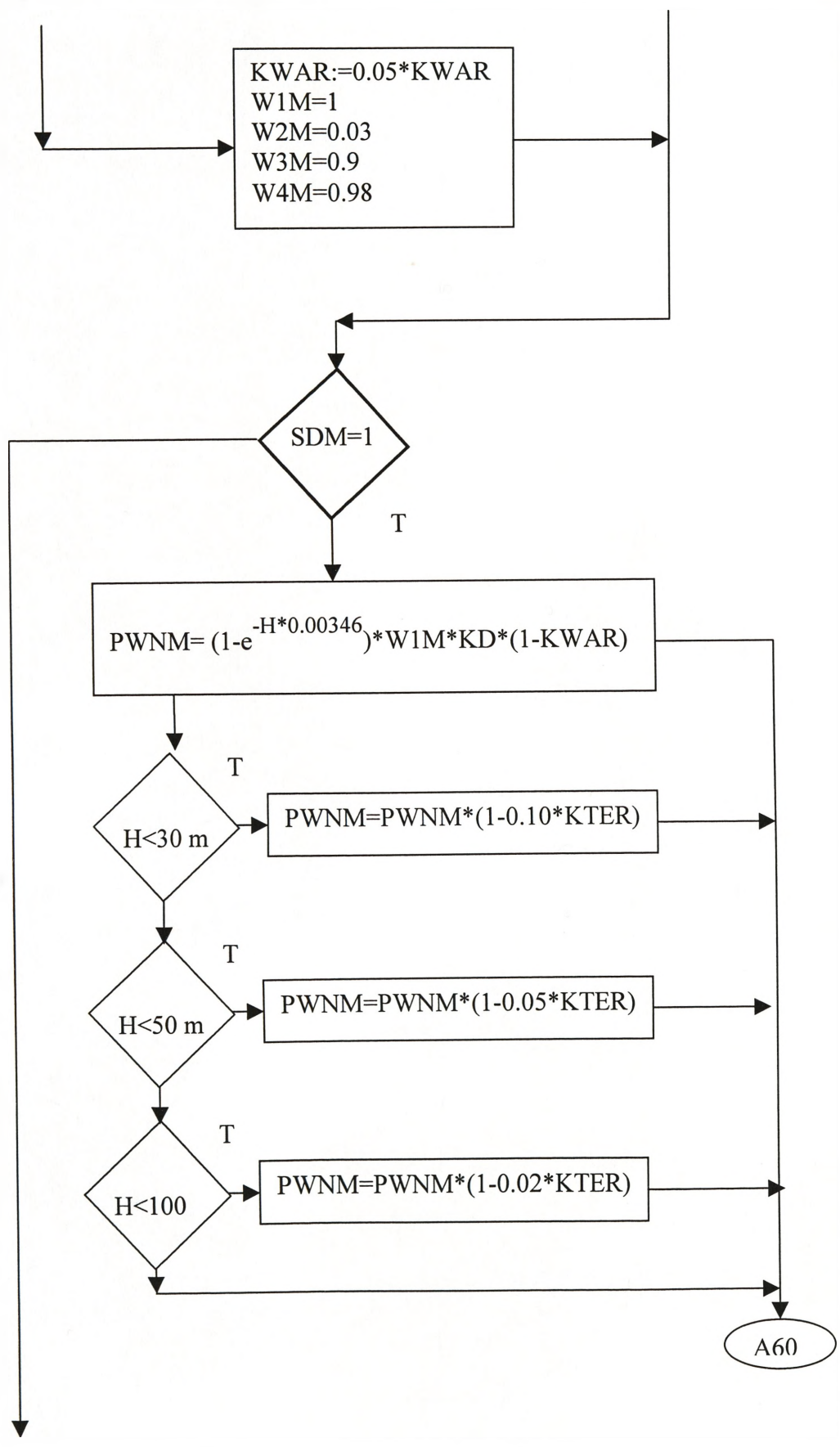


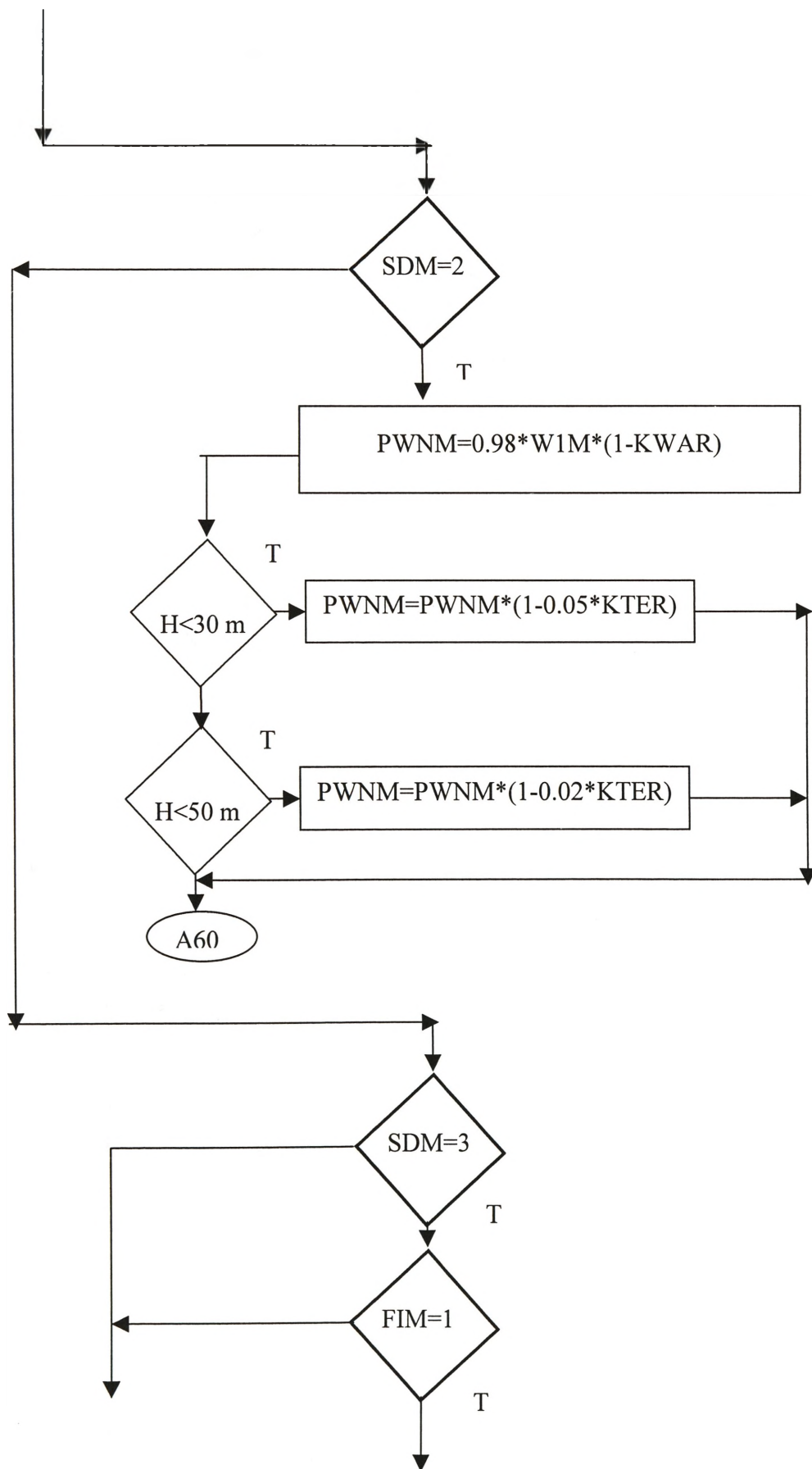


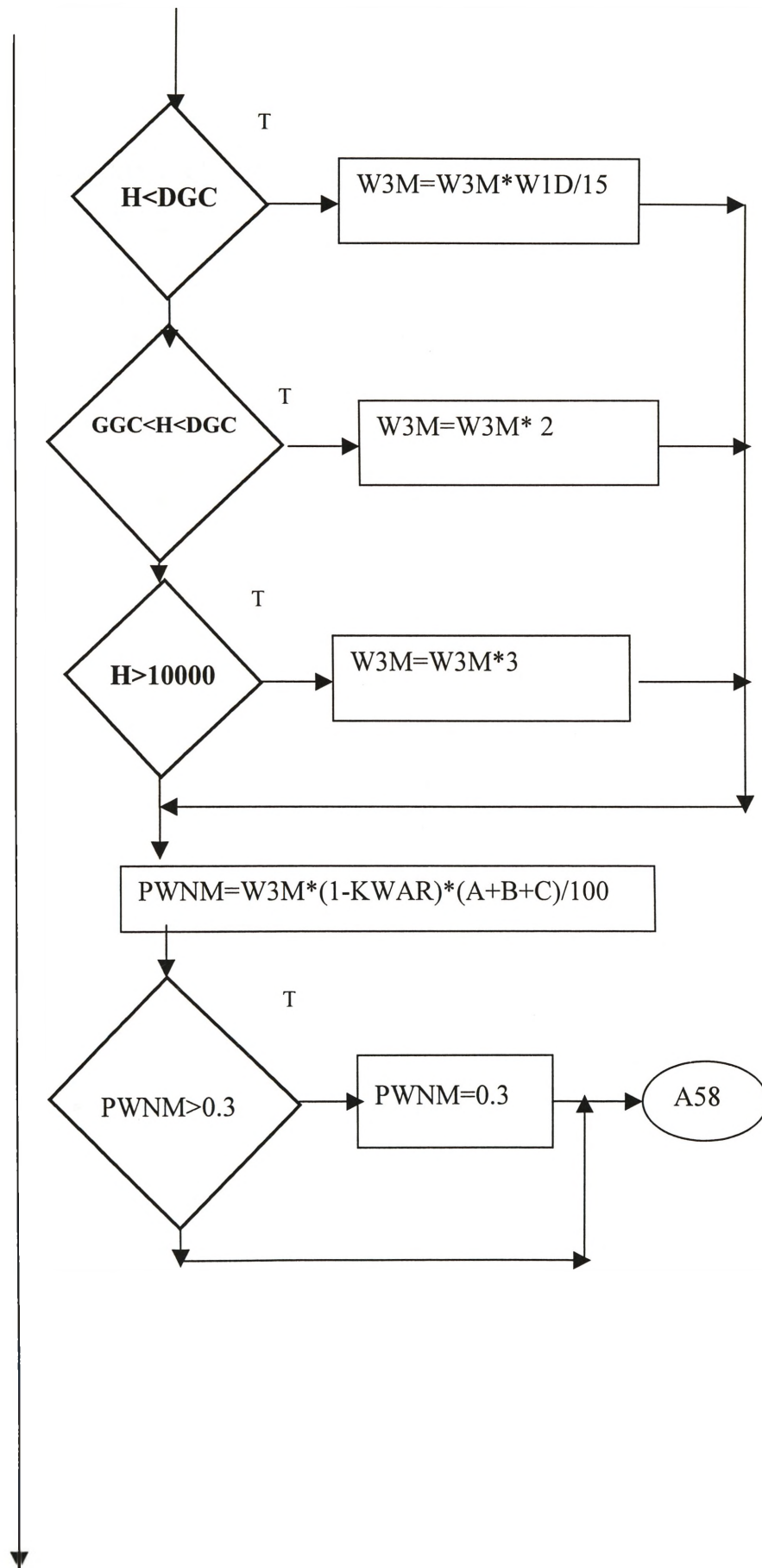


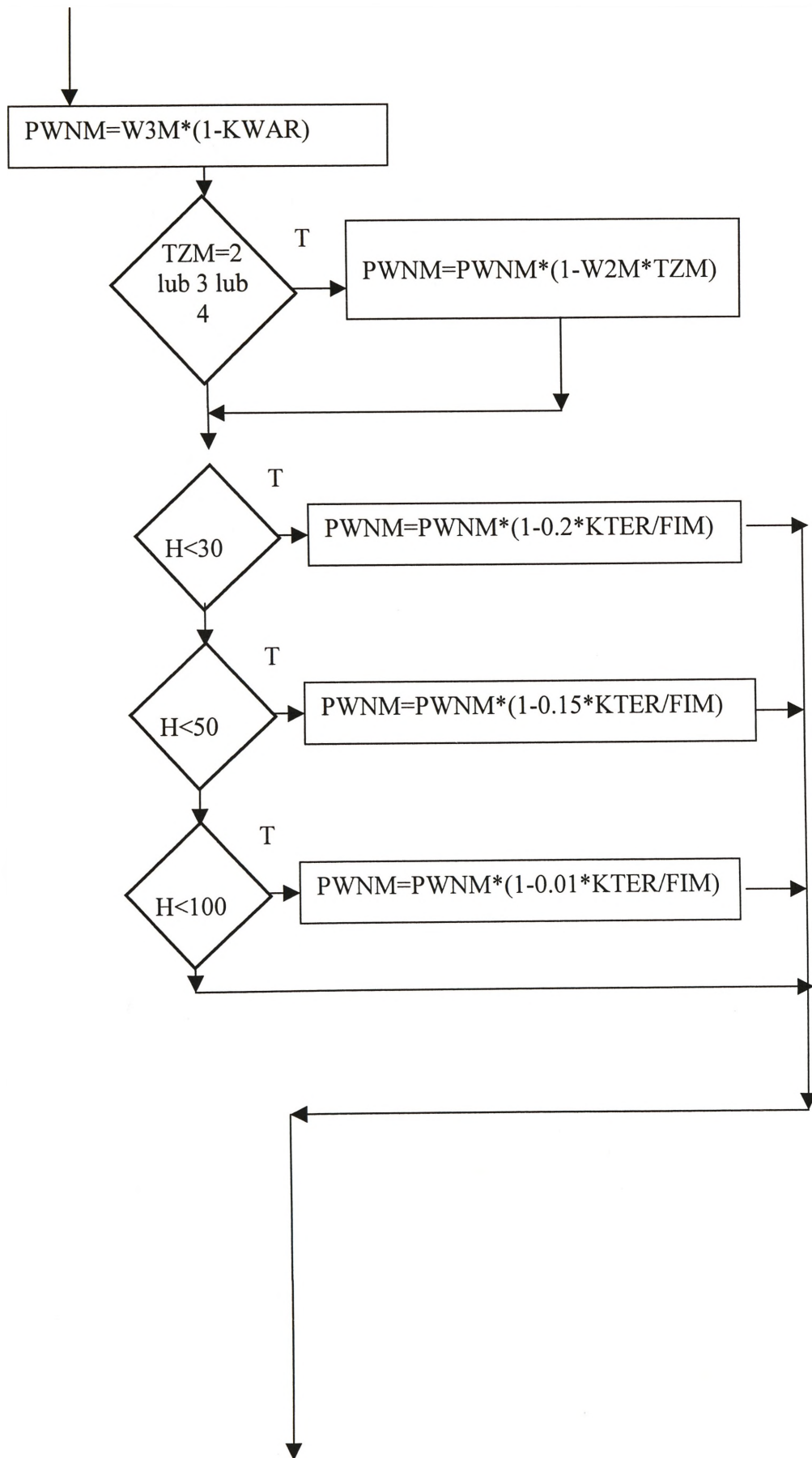


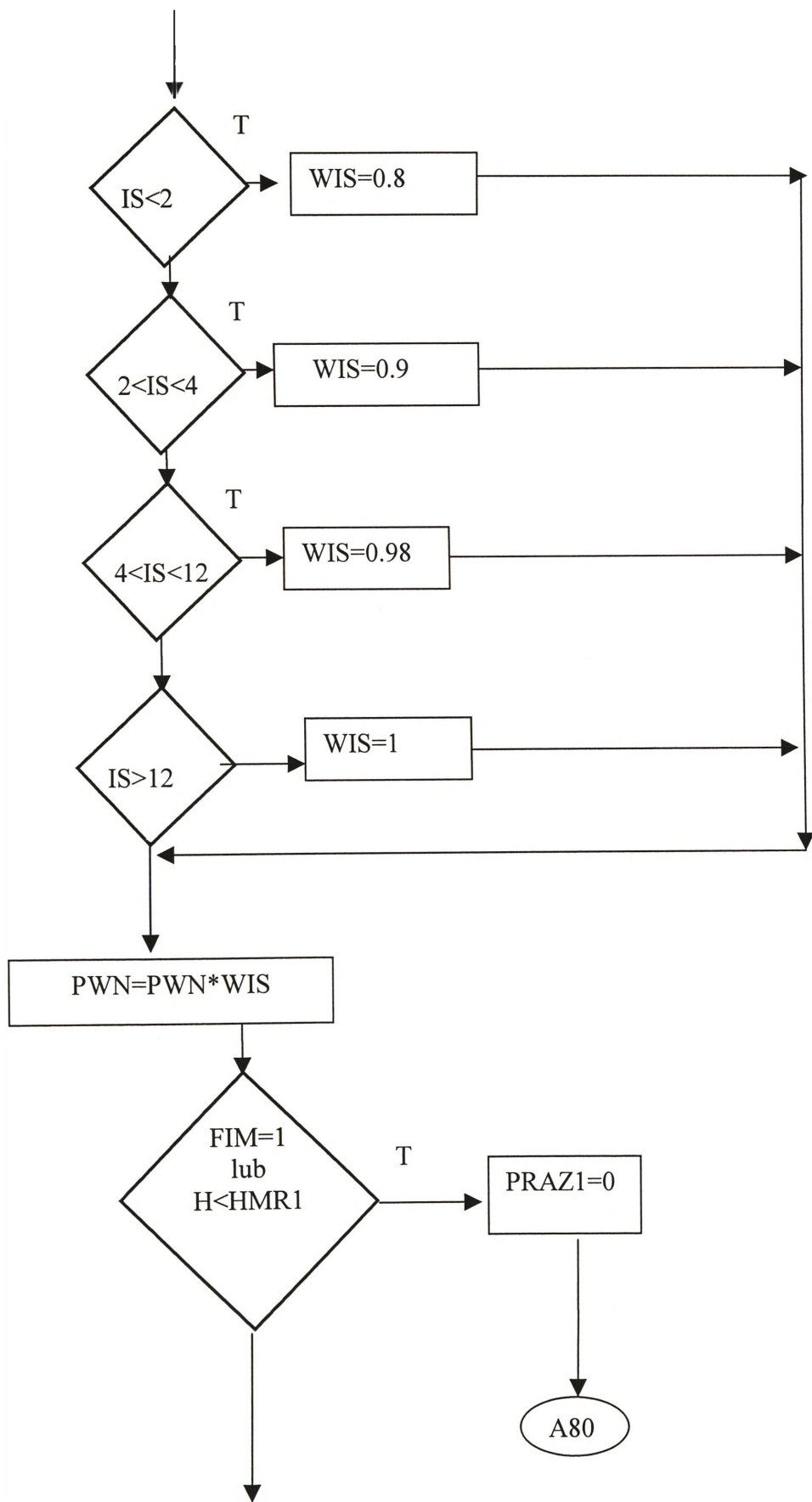


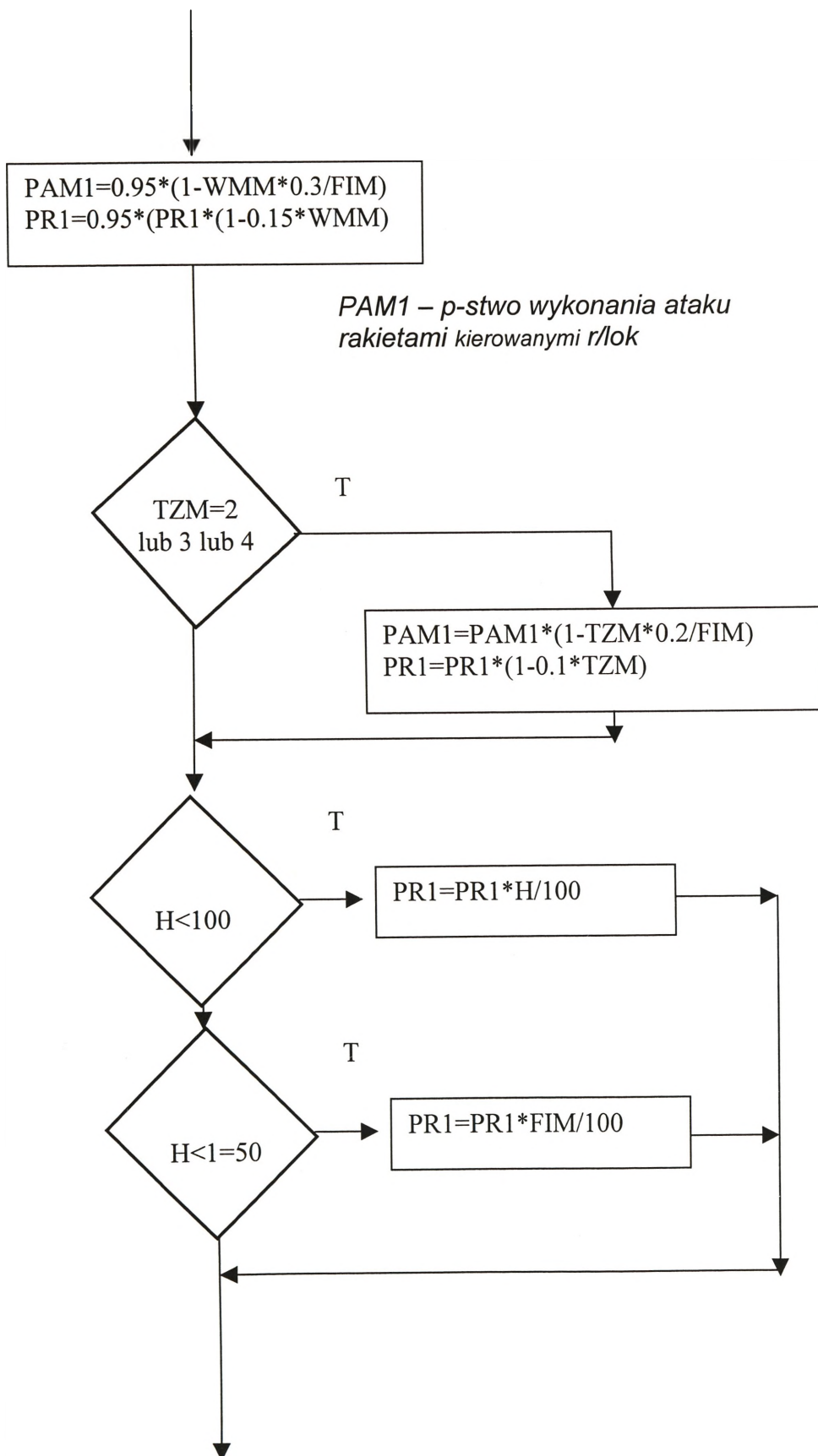


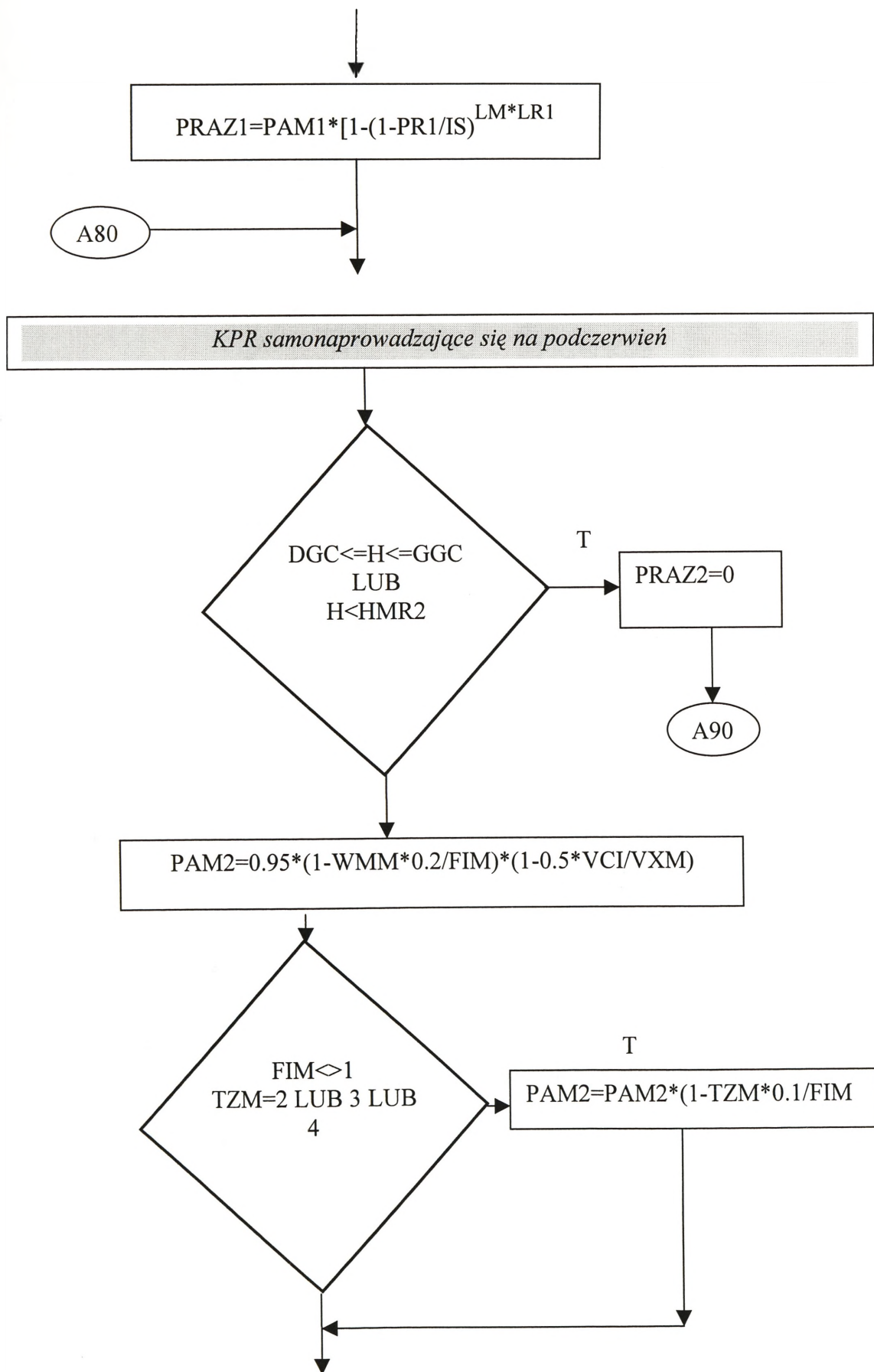


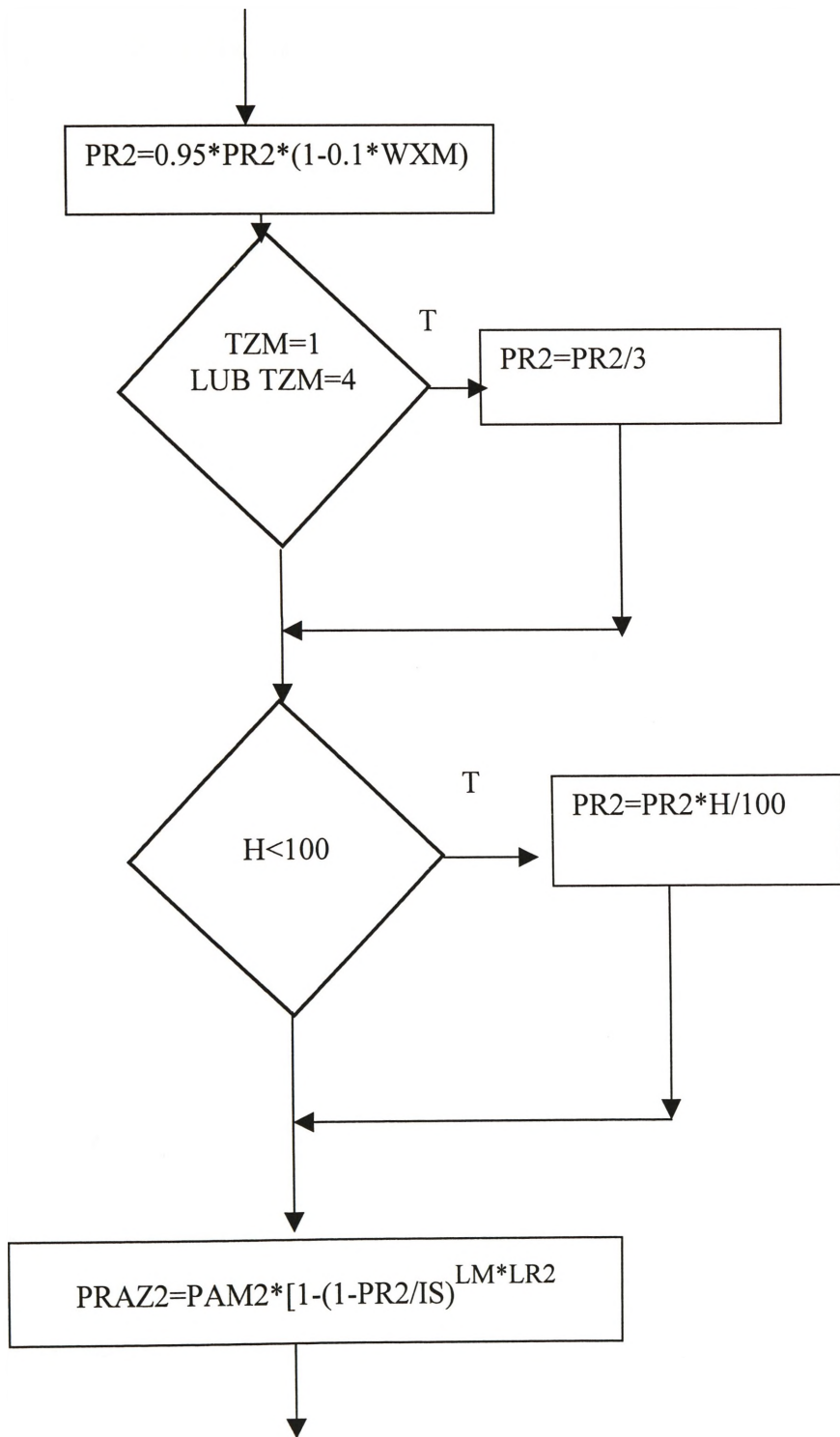


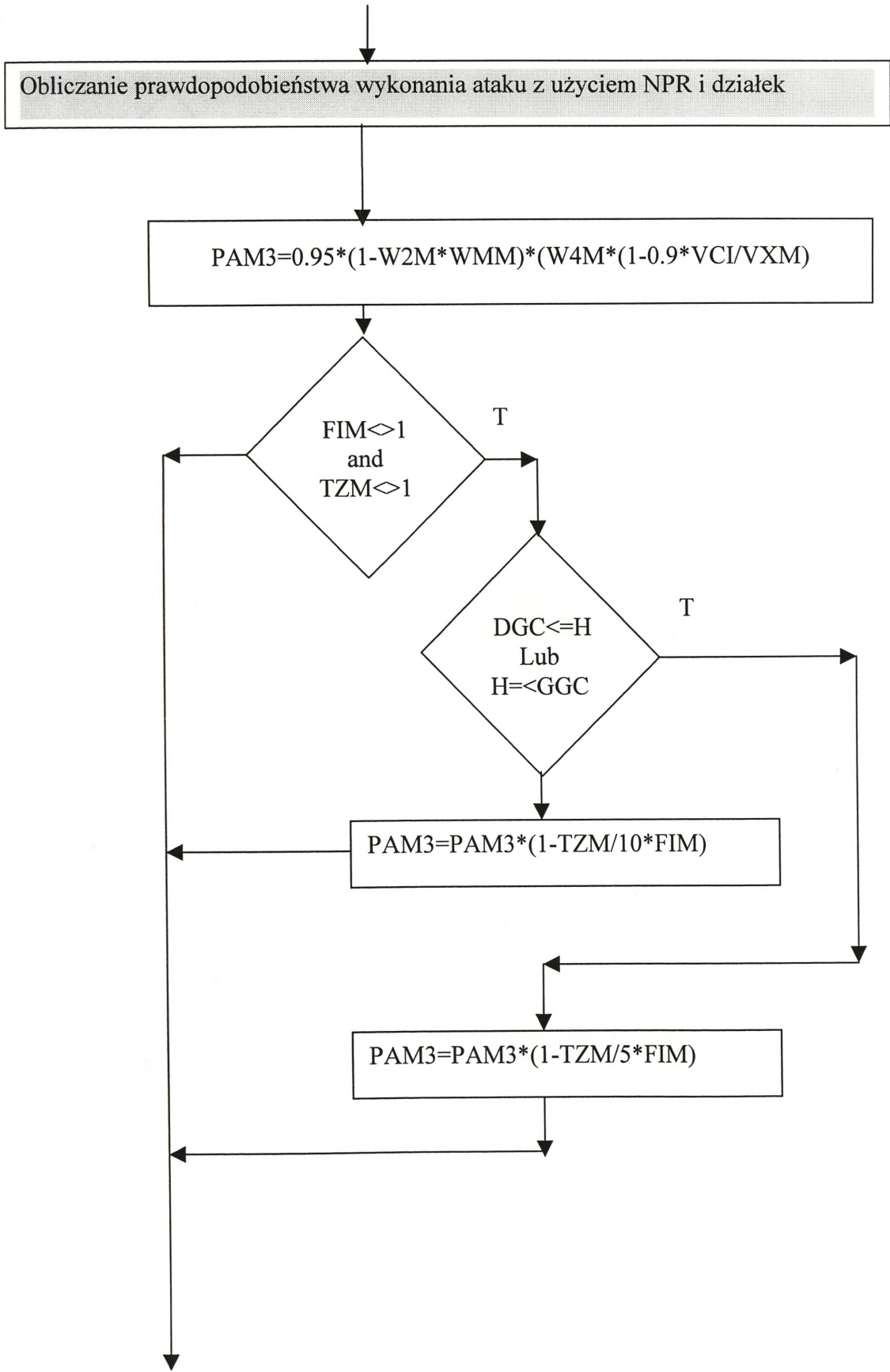


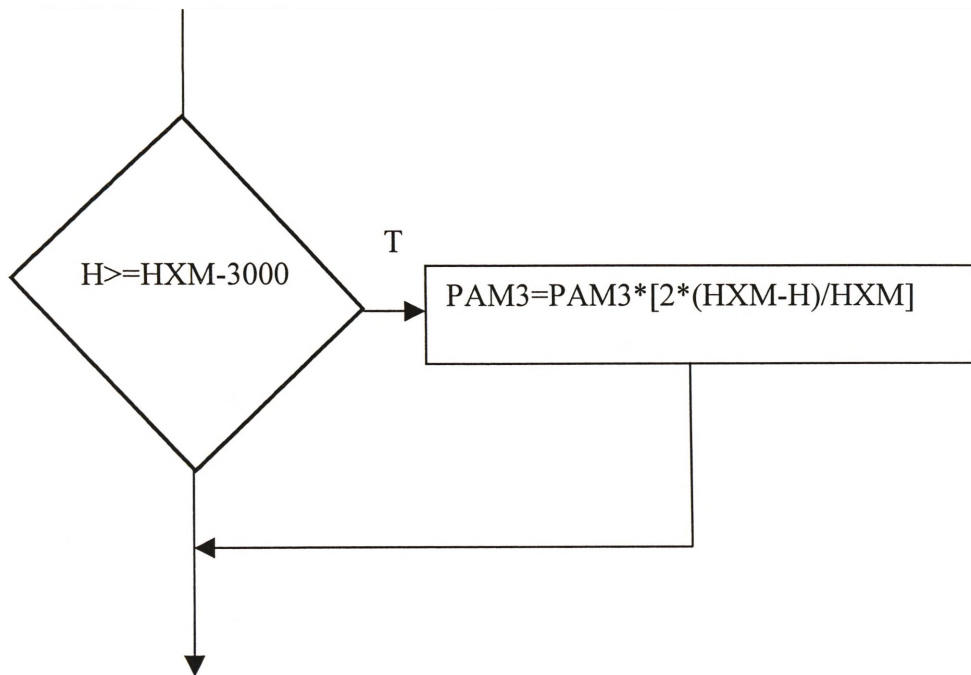












Obliczenie prawdopodobieństwo rażenia celu salwą NPR z uwzględnieniem rozmiarów, odporności i manewru celu (PR3)

$$PR3 = [1 - (-0.006)^{LR3}] * [1 - e^{-0.016 * (A+B+C)}] * KWR$$

$$PR3 = PR3 * 0.98 * (1 - 0.1 * WMM)$$

Obliczenie prawdopodobieństwo rażenia celu ogniem działek z uwzględnieniem rozmiarów, odporności i manewru celu (PR4)

$$PR4 = 0.98 * 0.5 * ([1 - 0.1 * WMM] * [1 - e^{-0.016 * (A+B+C)}]) * KWR * WOD$$

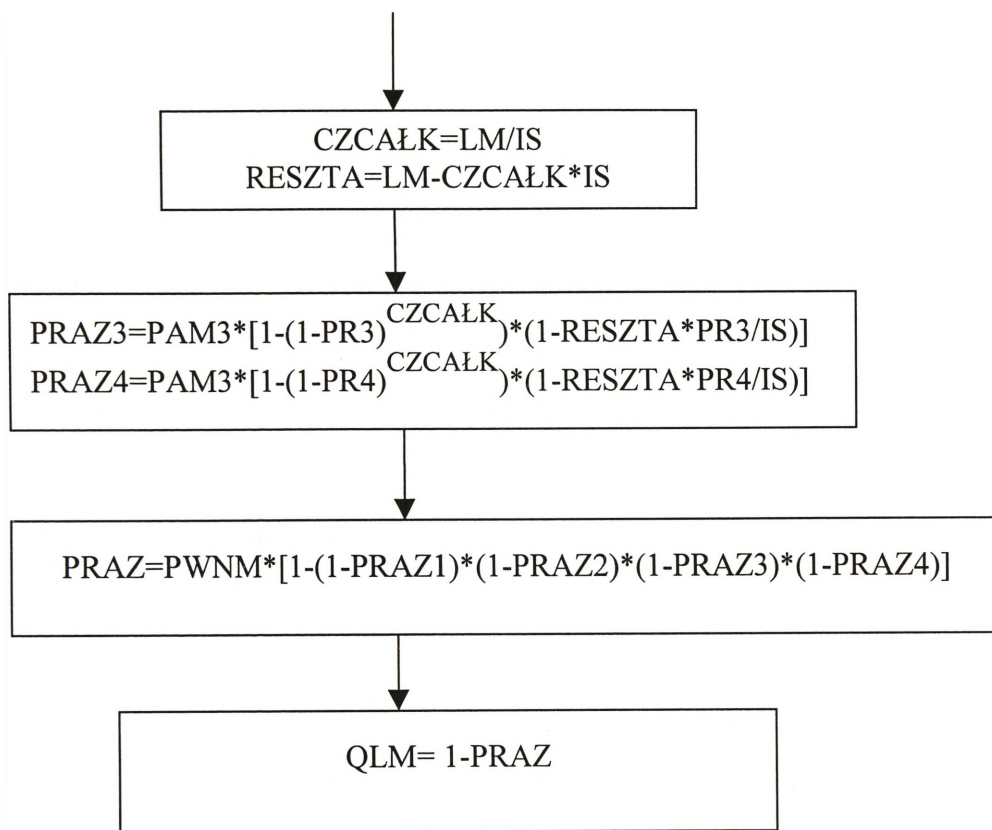


Tabela 1

## Wartości współczynników przyjętych do obliczeń w algorytmie

	FIM=1 <i>celownik optyczny</i>	FIM=2 <i>celownik rlok typu impulsowego</i>	FIM=3- <i>celownik rlok typu dopplerowskiego</i>	FIM=4 <i>zintegrowany system kierowania ogniem</i>
KWAR	0.95*kwar	0.2*kwar	0.1*kwar	0.05*kwar
W1M	0.8	0.95	0.98	1
W2M	0.2	0.075	0.05	0.03
W3M	0.1	0.6	0.075	0.9
W4M	0.9	0.95	0.95	0.98

W1M – wpływ na prawdopodobieństwo wykrycia celu i naprowadzenia myśliwców

W2M, W3M, W4M – współczynniki uwzględniające właściwości poszczególnych typów systemów kierowania ogniem

Typ\_samolotu

Nazwa 1
Nazwa 2
Nazwa 3
Nazwa 4
Nazwa N

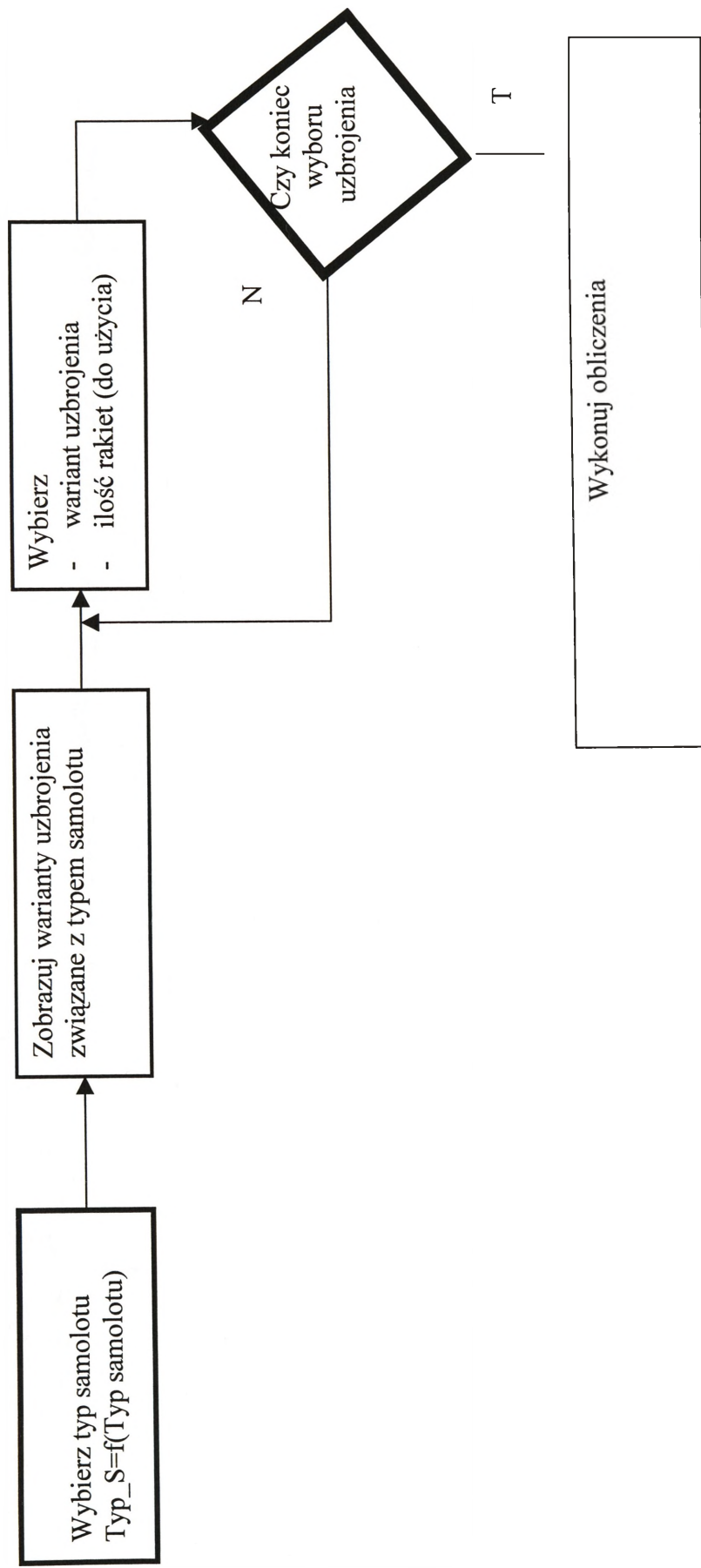
War\_uzb

**Warianty uzbrojenia /typy/**  
Typ 1 – kierowane radiolokacyjnie  
Typ 2 – kierowane na podzerwień  
Typ 3 – pociski niekierowane  
Nazwa 3

Typ	VXM	HXM	HMM	FIM	LR	PR	WOD
Typ 1							
Typ 2							
Typ 3							

**Gdzie:**  
VXM – maksymalna prędkość zwalczanego celu  
HXM - maksymalna wysokość zwalczanego celu  
HMM – minimalna wysokość zwalczanego celu  
FIM - rodzaj /typ/ celownika  
LR – liczba rakiet  
PR – prawdopodobieństwo trafienia celu jedną rakieta  
WOD – wskaźnik obecności działka

Rys. 6 Struktura bazy danych o uzbrojeniu w samolotach myśliwskich



Rys 7 Schemat postępowania przyjęty w programie

Tablica 2 - Typy\_sam\_mysl

Lp	Typ samolotu myśliwskiego
1.	F-4F
2.	Tornado
3.	F-16
4.	F-18
5.	MiG-21
6.	MiG-21bis
7.	MiG-23
8.	MiG-29
9.	MiG-31
10.	L-39
11.	Su-27

Tablica 3 Parametry taktyczno - techniczne wybranych samolotów śliwskich

Lp	VXM	HXM	FIM	HMM	LR1	PR1	HMR1	LR2	PR2	HMR2	LR3	WOD
1.	700	21500	2	300	4	0.65	300	4	0.7	30	0	1
2.	600	18000	3	0	0	0	0	2	0.80	0	0	1
3.	700	18000	4	0	4	0.8	100	4	0.80	0	0	1
4.	600	15500	4	0	2	0.8	100	2	0.8	0	0	1
5.	550	18000	2	700	2	0.5	700	2	0.55	50	0	1
6.	550	18000	2	500	2	0.5	700	2	0.65	50	0	1
7.	700	20000	3	50	2	0.55	40	4	0.8	30	0	1
8.	700	17000	4	30	2	0.85	20	4	0.8	30	0	1
9.	800	21000	4	0	4	0.85	20	4	0.8	20	0	1
10.	200	11000	1	0	0	0	0	0	0	0	32	1
11.	700	18000	4	0	6	0.85	20	4	0.8	20	0	1

Tablica kodowa odczytu z uniwersalnej bazy danych

Pozycja aktualna	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Pozycja w bazie uniwersalnej	1	2	13	14	4	5	6	7	8	9	10

## 2.2 Program źródłowy algorytmu obliczania możliwości pokonania środków lotniczych obrony powietrznej przez środek lotniczy

**Procedure srodki\_lotnicze(iloti:integer);**

```
label
pocz_zmian, innesamoloty, jm100, jm40, jm50, jm60, jm58, jm80, jm90, jm95, jm110;

var
PR11, PR21, FIM1: real;
czyzak: array[1..10] of integer;
i, ywzrostu: integer;
sss: string[5];
ssss: string[7];
sxsx4, sxsx5, sxsx6, sxsx1, sxsx2, sxsx3: string;
tab: tkom;
begin
yrog:=60;
rectangle(1,1,getmaxx,getmaxy);
  setcolor(0);
  bar(10,10,getmaxx-10,40);
outtextxy(10,30,'      WPROWADZ ILOSC SAMOLOTOW LM OBRONY POWIETRZNEJ');
  setcolor(15);
  for ilestrg:=1 to iloti do
    begin
      Tlotzak[ilestrg]:=10;
      str(ilestrg:2,ss);
      outtextxy(10,yrog,ss);
      rectangle(5,yrog-5,30,yrog+15);
      rectangle(30,yrog-5,380,yrog+15);
      rectangle(30,yrog-5,480,yrog+15);
      yrog:=yrog+20;
    end;
  for ilestrg:=1 to iloti do
    begin
      if Tloti[ilestrg]=17 then
        outtextxy(40,yrog,inneloty[ilestrg]) else
        outtextxy(40,yrog,tsammysl[Tloti[ilestrg]]);
        outtextxy(130,yrog,'      Ilosc samolotow= ');
innesamoloty:      min_I(430,yrog,4,4,ilsam);
      if ilsam>50 then
        begin
          setviewport(10,300,500,330,clipon);
          setcolor(0);
          bar(1,10,500,30);
          outtextxy(10,10,'Zmniejsz ilosc samolotow');
          repeat
            r:=readkey;
          until r=#13;
          setcolor(15);
          clearviewport;
          graphdefaults;
          goto innesamoloty;
        end;
      Tilsam[ilestrg]:=ilsam; yrog:=yrog+20;
    end;
end;
```

```

for ilesrg:=1 to iloti do
begin
  clearviewport;
  setcolor(14);
  bar(5,5,100,20);
  setcolor(0);
  if Tloti[ilesrg]=17 then
    outtextxy(10,10,inneloty[ilesrg]) else
  outtextxy(10,10,tsammysl[Tloti[ilesrg]]);
  graphdefaults;
  outtextxy(50,30,'Czy zaklocane sa srodki');
  outtextxy(50,40,'wykrywania i kier.ogniem');
  rectangle(78,58,132,100);
  scroll2(2,80,60,130,77,tak,tzm);
  czyzak[ilesrg]:=tzm;
  case tzm of
    2:tzm:=0;
    1:begin
      outtextxy(300,15,'      Wybierz typ zaklocen');
      rectangle(298,28,602,95);
      scroll2(4,300,30,600,47,zakloc,tzm);
    end;
  end;
  Tlotzak[ilesrg]:=tzm;

  outtextxy(20,110,'Manewr p/mysliwski');
  rectangle(28,128,182,180);
  scroll2(3,30,130,180,147,tmanewr,WMM);
  case wmm of
    1:wmm:=0;
    2:wmm:=1;
    3:wmm:=3;
  end;
  Tlotwmm[ilesrg]:=wmm;
  outtextxy(200,110,'      Sposob dzialania mysliwcow');
  rectangle(198,118,572,172);
  scroll2(3,200,120,570,137,spособ,sdm);
  Tlotsdm[ilesrg]:=sdm;
end;

outtextxy(10,100,'w pliku');
wyborv;
clearviewport;

for kolejlot:=1 to iloti do
  begin
    suzi:=20;
    clearviewport;
    setfillstyle(1,lightgray);
    bar(1,1,getmaxx,getmaxy);
    setfillstyle(1,red);
    setcolor(0);
    bar(1,1,150,20);
    outtextxy(10,10,tsammysl[Tloti[kolejlot]]);
  str(Tilsam[kolejlot]:2,sxsx2);
  str(Tlotzak[kolejlot]:2,sxsx3);
  str(Tlotsdm[kolejlot]:2,sxsx5);
  str(Tlotwmm[kolejlot]:2,sxsx4);

```

```

setcolor(15);
seek(plik_ro7, Tloti[kolejlot]-1);
read(plik_ro7, dana7);
VXM:=dana7[1];
HXM:=dana7[2];
FIM:=dana7[3];
HMM:=dana7[4];
LR1:=dana7[5];
PR1:=dana7[6];
HMR1:=dana7[7];
LR2:=dana7[8];
PR2:=dana7[9];
HMR2:=dana7[10];
LR3:=dana7[11];
WOD:=dana7[12];
LM:=Tilsam[kolejlot];
TZM:=Tlotzak[kolejlot];
WMM:=Tlotwmm[kolejlot];
SDM:=Tlotsdm[ilesrg];
FIM1:=FIM;
PR11:=PR1;
PR21:=PR2;
    HMR1:=dana7[7];
    LR2:=dana7[8];
    PR2:=dana7[9];
    HMR2:=dana7[10];
    LR3:=dana7[11];
    WOD:=dana7[12];
str(VXM:6:0, sss); setcolor(blue);
outtextxy(10, 300, 'Maksymalna predkosc zwalczanego celu [m/s] ');
setcolor(red); outtextxy(450, 300, +sss); setcolor(blue);
str(HXM:6:0, sss);
outtextxy(10, 310, 'Maksymalna wysokosc zwalczanego celu [m] ');
setcolor(red); outtextxy(450, 310, +sss); setcolor(blue);
outtextxy(10, 320, 'Wskaznik typu systemu kierowania ogniem mysliwca OP');
setcolor(red);
case trunc(FIM) of
  1:begin
    outtextxy(330, 330, 'celownik optyczny');
  end;
  2:begin
    outtextxy(330, 330, 'celownik rlok, SRL typu impulsowego');
  end;
  3:begin
    outtextxy(330, 330, 'celownik rlok, SRL typu dopplerowskiego');
  end;
  4:begin
    outtextxy(330, 330, 'zintegrowany system kierowania ogniem');
  end;
end;

end;

for i:=1 to 9 do begin tab[i]:='0' end;
pocz_zmian:
setfillstyle(1, lightgray);
bar(1, 1, getmaxx, 250);
setcolor(blue);
str(HMM:6:0, sss);

```

```

outtextxy(10,340,'Minimalna wysokosc wykorzystania SRL [m] ');
tab[1]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,340,+sss);setcolor(blue);
str(LR1:6:0,sss);
outtextxy(10,350,'Liczba rakiet kierowanych rlok ');
tab[2]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,350,+sss);setcolor(blue);
str(PR1:3:2,sss);
outtextxy(10,360,'Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet ');
tab[3]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,360,+sss);setcolor(blue);
str(HMR1:6:0,sss);
outtextxy(10,370,'Minimalna wysokosc zastosowania KPR typu rlok ');
tab[4]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,370,+sss);setcolor(blue);
str(LR2:6:0,sss);
outtextxy(10,380,'Liczba KPR samonaprowadzajacych sie na podczerwien');
tab[5]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,380,+sss);setcolor(blue);
str(PR2:3:2,sss);
outtextxy(10,390,'Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet(na podczer.);');
tab[6]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,390,+sss);setcolor(blue);
str(HMR2:6:0,sss);
outtextxy(10,400,'Minimalna wysokosc zastosowania KPR ( typu podczerw));');
tab[7]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,400,+sss);setcolor(blue);
str(LR3:6:0,sss);
outtextxy(10,410,'Liczba niekierowanych pociskow rakietowych ');
tab[8]:=sss;
setcolor(red);outtextxy(450,410,+sss);setcolor(blue);
outtextxy(10,420,'Wykorzystanie dzialka pokladowego ');
setcolor(red);
case trunc(WOD) of
  1:begin
    outtextxy(370,420,'TAK');
    tab[9]:=' TAK';
    end;
  2:begin
    tab[9]:=' NIE';
    outtextxy(370,420,'NIE');
    end;
end;
setviewport(1,1,610,250,clipon);
clearviewport;
graphdefaults;
setfillstyle(1,lightgray);
bar(1,1,getmaxx,260);
setcolor(blue);
outtextxy(10,40,'Minimalna wysokosc wykorzystania SRL [m] ');
outtextxy(10,56,'Liczba rakiet kierowanych rlok ');
outtextxy(10,72,'Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet ');
outtextxy(10,88,'Minimalna wysokosc zastosowania KPR typu rlok ');
outtextxy(10,104,'Liczba KPR samonaprowadzajacych sie na podczerwien ');
outtextxy(10,120,'Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet(na podczer.);');
outtextxy(10,136,'Minimalna wysokosc zastosowania KPR ( typu podczerw));');
outtextxy(10,152,'Liczba niekierowanych pociskow rakietowych ');
outtextxy(10,168,'Wykorzystanie dzialka pokladowego ');
outtextxy(450,40,tab[1]);

```

```

outtextxy(450,56,tab[2]);
outtextxy(450,72,tab[3]);
outtextxy(450,88,tab[4]);
outtextxy(450,104,tab[5]);
outtextxy(450,120,tab[6]);
outtextxy(450,136,tab[7]);
outtextxy(450,152,tab[8]);
outtextxy(450,168,tab[9]);
setviewport(1,180,getmaxx,280,clipon);
clearviewport;
setfillstyle(1,red);
setcolor(white);
bar(1,1,630,100);
outtextxy(10,20,'Czy zmieniasz dane?');
scroll2(2,200,30,250,47,tak,itak);
if itak=1 then
  begin
    clearviewport;
    outtextxy(10,20,'Wybierz dana ktora bedzie zmieniona');
    graphdefaults;
    scroll2(9,450,40,550,57,tab,iltab);
    setviewport(510,40+(iltab-1)*16,600,40+(iltab-1)*16+16,clipon);
    clearviewport;
    case iltab of
      1: begin
          min_R(5,5,4,12,HMM);
          str(HMM:6:0,Tab[1]);
        end;
      2:begin
          min_R(5,5,4,12,LR1);
          str(LR1:6:0,Tab[2]);
        end;
      3: begin
          min_R(5,5,4,12,PR1);
          str(PR1:6:0,Tab[3]);
        end;
      4:begin
          min_R(5,5,4,12,HMR1);
          str(HMR1:6:0,Tab[4]);
        end;
      5:begin
          min_R(5,5,4,12,LR2);
          str(LR2:6:0,Tab[5]);
        end;
      6:begin
          min_R(5,5,4,12,PR2);
          str(PR2:6:0,Tab[6]);
        end;
      7:begin
          min_R(5,5,4,12,HMR2);
          str(HMR2:6:0,Tab[7]);
        end;
      8: begin
          min_R(5,5,4,12,LR3);
          str(LR3:6:0,Tab[8]);
        end;
      9:begin
          min_R(5,5,4,12,WOD);
          str(WOD:6:0,Tab[9]);
        end;
    end;
  end;
end;

```

```

clearviewport;
goto pocz_zmian;
  repeat r:=readkey until r=#13;
  end;
kkk:=1; j:=0; kkk1:=1;
ij:=1; suzi:=10;
  INVC:=8;
  for i:=1 to INVC do
  begin
    VCI:=VC[i];

    if VCI>VXM then
      begin
        QLM:=1;
        kkk1:=kkk1+1;
        kkk:=kkk+1;
        goto jm110;
      end;
    for j:=1 to INHC do
      begin
        H:=tabela2[j];
        if kporadob=1 then KWAR:=0 else KWAR:=1;

        FIM:=FIM1;
jm40:      if FIM=1 then
          if ((H>=DGC) and (H<=GGC)) then
            begin
              QLM:=1;
              goto
jm100:      end;

          begin
            If FIM=1 then begin
              KWAR:=0.95*KWAR;
              W1M:=0.7;
              W2M:=0.2;
              W3M:=0.1;
              W4M:=0.8;
            end
          else
            begin
              If FIM=2 then
                begin
                  if (((H<HMM) or (TZM=3)) or (TZM=4)) then
                    begin
                      FIM:=1;
                      tab[10]:='1';
                      goto jm40;
                    end
                  else
                    begin
                      KWAR:=0.2*KWAR;
                      W1M:=0.9;
                      W2M:=0.075;
                      W3M:=0.6;
                      W4M:=0.95;
                    end;
                end;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;

```

```

end
else
begin
IF FIM=3 then begin
    if H<HMM then
        begin
            FIM:=1;
            goto jm40;
        end
        else
        begin
            W1M:=0.95;
            W2M:=0.05;
            W3M:=0.75;
            W4M:=0.95;
            end;
        end
    else
        begin
            if FIM=4 then
                begin
                    KWAR:=0.05*KWAR;
                    W1M:=1;
                    W2M:=0.03;
                    W3M:=0.9;
                    W4M:=0.98;
                    end
                else
                begin
                    outtextxy(10,10,'BLad FIM=4 wyjście');
                    repeat until keypressed;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

jm50: IF SDM=1 then
begin
    PWNM:=(1-exp(-H*0.00346))*W1M*KD*(1-KWAR);
    if H<=30 then begin
        PWNM:=PWNM*(1-0.1*KTER);
        goto jm60;
    end;
    if H<=50 then begin
        PWNM:=PWNM*(1-0.05*KTER);
        goto jm60;
    end;
    if H<=100 then begin
        PWNM:=PWNM*(1-0.02*KTER);

```

```

        goto jm60;
    end;
end
else
    begin
        if SDM=2 then
            begin
                PWNM:=0.98*W1M*(1-KWAR);
if H<=30 then begin
                PWNM:=PWNM*(1-0.05*KTER);
                goto jm60;
            end;
            if H<=50 then begin
                PWNM:=PWNM*(1-0.02*KTER);
                goto jm60;
            end;
            if H<=100 then begin
                PWNM:=PWNM*(1-0.005*KTER);
                goto jm60;
            end;
        end;
    end;
end;
if SDM=3 then
    begin
        if FIM=1 then
            begin
                if H<DGC then begin
                    W3M:=W3M*WID/10;
                    end
                    else
                        begin
                            if ((H<=10000) and (H>GGC)) then
                                W3M:=2*W3M;
                            if H>10000 then
                                begin
                                    W3M:=3*W3M;
                                    end
                                    end;
                                PWNM:=W3M*(1-KWAR)*(A+B+C)/100;
                                if PWNM>0.4 then PWNM:=0.4;
                                goto jm58;
                            end
                        end;
                    else
                        begin
                            if (((FIM=2) or (FIM=3)) or (FIM=4)) then
                                begin
                                    PWNM:=W3M*(1-KWAR);
                                    if (((TZM=2) or (TZM=3)) or (TZM=4)) then
                                        PWNM:=PWNM*(1-W2M*TZM);
                                        end
                                        else outtextxy(10,10,'blad');
                                    end;
                                end
                            else outtextxy(10,20,' ');
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

```

jm58:                IF H<=30 then
                        begin
                        PWNM:=PWNM*(1-0.2*KTER/FIM);
                        goto jm60;
                        end;

                        IF H<=50 then
                        begin
                        PWNM:=PWNM*(1-0.15*KTER/FIM);
                        goto jm60;
                        end;

                        IF H<=100 then
                        begin
                        PWNM:=PWNM*(1-0.1*KTER/FIM);
                        goto jm60;
                        end;

jm60:                case IS of
                        1..2: WIS:=0.8;
                        3..4: WIS:=0.9;
                        5..12:WIS:=0.98;
                        13..1000:wis:=1;
                        end;
                        if ((IS=0) or (IS>1000)) then outtextxy(10,10,'BLAD IS');
                        PWNM:=PWNM*WIS;
                        if ((FIM=1) or (H<HMR1)) then
                        begin
                        PRAZ1:=0;
                        goto jm80;
                        end;

                        PAM1:=0.95*(1-WMM*0.3/FIM);
                        PR1:=PR11;

                        PR1:=0.95*PR1*(1-0.15*WMM);
                        case TZM of
                        2..4:begin
                        PAM1:=PAM1*(1-TZM*0.2/FIM);
                        PR1:=PR1*(1-0.1*TZM);
                        end;
                        end;
                        if H<100 then PR1:=PR1*H/100;
                        if VCI<=50 then PR1:=PR1*FIM/10;
                        PRAZ1:=PAM1*(1-(exp((LM*LR1)*ln(1-PR1/IS))));

jm80:if (((H>=DGC) and (H<=GGC))or (H<HMR2)) then begin
                        PRAZ2:=0;
                        goto jm90;
                        end;

                        PAM2:=0.95*(1-WMM*0.2/FIM)*(1-0.8*VCI/VXM);
                        if (((FIM<>1) and (TZM=2)) or ((TZM=3) or (TZM=4)))
                        then PAM2:=PAM2*(1-TZM*0.15/FIM);

                        PR2:=PR21;
                        PR2:=0.95*PR2*(1-0.1*WMM);
                        if ((TZM=1) or (TZM=4)) then PR2:=PR2/4;
                        if H<100 then PR2:=PR2*H/100;

                        PRAZ2:=PAM2*(1- (exp((LM*LR2)*ln(1-PR2/IS))));

jm90:PAM3:=0.95*(1-W2M*WMM)*W4M*(1-0.9*VCI/VXM);
                        if ((FIM<>1) and (TZM<>1)) then
                        begin

```

```

if ((H>=DGC) and (H<=GGC)) then
PAM3:=PAM3*(1-TZM/(5*FIM))
ELSE
PAM3:=PAM3*(1-TZM/(10*FIM));
end;
if H>=HXM-3000 then PAM3:=PAM3*(2*((HXM-H)/HXM));

jm95:
PR3:=((1-exp((LR3)*Ln(1-0.006))))*(1-exp((-0.016*(A+B+C))))*KWR;
PR3:=PR3*0.98*(1-0.1*WMM);
PR4:=0.98*0.5*(1-0.1*WMM)*((1-exp((-0.016*(A+B+C))))*KWR*WOD);
CZCALK:=trunc(LM/IS);
RESZTA:=LM-CZCALK*IS;
PRAZ3:=PAM3*((1-exp((CZCALK)*ln(1-PR3)))*(1-RESZTA*PR3/IS));
PRAZ4:=PAM3*((1-exp((CZCALK)*ln(1-PR4)))*(1-RESZTA*PR4/IS));

PRAZ:=PWNM*(1-(1-PRAZ1)*(1-PRAZ2)*(1-PRAZ3)*(1-PRAZ4));
QLM:=1-PRAZ;
TQlot[kkk,ij]:=TQlot[kkk,ij]*QLM;
jm100: kkk1:=kkk1+1;
ij:=ij+1;
if kkk1>INHC then
begin
kkk:=kkk+1;
kkk1:=1;
ij:=1;
end;
setviewport(1,1,getmaxx,290,clipoff);
rectangle(1,1,getmaxx,289);
suzi:=suzi+10;
str(qlm:6:4,sqlm);
outtextxy(10,suzi,'Tqlot= ');
outtextxy(100,suzi,sqlm);
str(tzm:3,sqlm);
outtextxy(200,suzi,'tzm='+sqlm);
str(wmm:3,sqlm);
outtextxy(300,suzi,'wmm='+sqlm);
str(sdm:3,sqlm);
outtextxy(400,suzi,'sdm='+sqlm);
str(VCI:4,sss);
outtextxy(500,suzi,'VCI='+sss);
str(TQlot[kkk,ij]:6:4,sss);
outtextxy(570,suzi,''+sss);
if suzi>270 then
begin
clearviewport;
setfillstyle(1,lightgray);
bar(1,1,getmaxx,289);
suzi:=10;
end;
end;

jm110:
end;
clearviewport;
graphdefaults;
setcolor(14);

end;

```

## 2.3 Program źródłowy algorytmu określania wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektu powietrznego

```
Program st_pow1;{wyliczanie p_stwa razenia}
uses
dos,crt,graph,printer;
type
tkom=array[1..10] of string[60];
var
kk,a,LL,xlp,ylp,xlk,ylk,x1,y1,x2,y2:integer;
Tab_E,Tab_N1:array[1..10,1..10] of real;
Tab_praz:array[1..10] of real;
pgwar,N1,Praz,M1,omegal,mi,omega,k,n,p,robl,rr,E,q,D:real;
j,icelownik,imasa,i,driver,mode:integer;
r:char;
sss:string[6];
liczba:string[5];
const
masa:tkom=(' 5 ton',' 10 ton',' 15 ton','','','','','','');
celownik:tkom=('broń strzelecka - celownik automatyczny',
               'broń strzelecka - celownik nieautomatyczny',
               'niekierowane pociski raketowe - celownik automatyczny',
               'niekierowane pociski raketowe -celownik nieautomatyczny',''
               ,','','','','');
Tcelownik:array[1..4]of real=(0.6,0.9,0.8,0.9);
TD:array[1..10] of integer=(100,200,300,400,500,600,700,800,900,1000);
Tpraz:array[1..10] of real=(0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1.0);
TN1:array[1..10] of real=(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10);
TE:array[1..10] of real=(2,4,6,8,10,12,14,16,18,20);
TabQ:array[1..9] of real=(10,20,30,40,50,60,70,80,90);

Procedure opis_dol;
begin
  setviewport(1,320,getmaxx,470,clipon);
  setfillstyle(1,lightgray);
  bar(1,1,getmaxx,140);
  outtextxy(10,40,'Prawdopodobienstwo gwarantowane ');
  str(pgwar:4:2,sss);
  outtextxy(400,40,+sss);
  outtextxy(10,50,'Rzeczywisty promień celu [m] ');
  setcolor(black);
  str(rr:2:0,sss);
  outtextxy(400,50,+sss);
  outtextxy(10,70,'Masa smiglowca');
  outtextxy(400,70,Masa[imasa]);
  outtextxy(10,80,'Liczba ułtytych pocisków');
  str(n:4:0,sss);
  outtextxy(400,80,+sss);
  outtextxy(10,90,'Kaliber pocisku ');
  str(k:5:2,sss);
  outtextxy(400,90,sss);
  setcolor(blue);
  outtextxy(10,110,'Rodzaj strzelan');
  setcolor(red);
  icelownik:=3;
  outtextxy(200,110,''+celownik[icelownik]);
```

```
    setcolor(blue);  
end;
```

**Procedure linie\_pionowe;**

```
var  
i:integer;  
begin  
For i:=1 to 11 do {rys. osi-linii pionowych}  
    begin  
        line(x1,y1,x1,y1+250);  
        x1:=x1+40;  
    end;  
end;
```

**Procedure linie\_poziome;**

```
var  
i:integer;  
begin  
For i:=1 to 11 do {rys. osi-linii poziomych}  
    begin  
        line(x1,y1,x1+400,y1);  
        y1:=y1+25;  
    end;  
end;
```

**Procedure opis\_osi\_poziomej;**

```
var i:integer;  
begin  
    for i:=1 to 9 do    {opis osi poziomej}  
        begin  
            str(TD[i]:4,sss);  
            outtextxy(30+40*i,300,sss)  
        end;  
    outtextxy(45*i+50,300,'D[m]');  
end;
```

**Procedure opis\_osi\_pionowej\_pstwo;**

```
begin  
    for i:=1 to 10 do    {opis osi pionowej}  
        begin  
            str(TPraz[i]:3:1,sss);  
            outtextxy(20,275-25*i,sss)  
        end;  
    end;
```

**Procedure opis\_osi\_pionowej\_E;**

```
begin  
    for i:=1 to 10 do    {opis osi pionowej}  
        begin  
            str(TE[i]:3:1,sss);  
            outtextxy(20,275-25*i,sss)  
        end;  
    end;
```

```
Procedure opis_osi_pionowej_N1;
```

```
begin
for i:=1 to 10 do {opis osi pionowej}
  begin
  str(TN1[i]:3:1,sss);
  outtextxy(20,275-25*i,sss)
  end;
end;
```

```
Procedure legenda_kolorow;
```

```
begin
  case LL of
    1:begin setcolor(yellow); line(500,100,550,100);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,100,'q='+sss);
      end;
    2:begin setcolor(blue); line(500,110,550,110);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,110,'q='+sss);
      end;
    3:begin setcolor(red); line(500,120,550,120);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,120,'q='+sss);
      end;
    4:begin setcolor(green); line(500,130,550,130);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,130,'q='+sss);
      end;
    5:begin setcolor(yellow);line(500,140,550,140);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,140,'q='+sss);
      end;
    6:begin setcolor(Lightred); line(500,150,550,150);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,150,'q='+sss);
      end;
    7:begin setcolor(lightblue); line(500,160,550,160);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,160,'q='+sss);
      end;
    8:begin setcolor(darkgray); line(500,170,550,170);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,170,'q='+sss);
      end;
    9:begin setcolor(black); line(500,180,550,180);
      str(tabQ[LL]:2:0,sss); outtextxy(560,180,'q='+sss);
      end;
  end;
end;
```

```
procedure scroll2(il,px,py,kx,ky:integer; obiekt:tkom; var k:integer);
```

```
var
i,m,n,z : integer;
begin
  { SetFillStyle(0,0); }
  k:=1;
  m:=1;
  if il<15 then n:=il
  else n:=15;
  repeat
  for i:=m to n do
  begin
    bar(px,py+(i-m)*15,kx,ky+(i-m)*15);

    repeat
    r:=readkey;
```

```

if r=#0 then
begin
r:=readkey;
z:=0;
case r of
'G' : begin
k:=1;
m:=1;
if il<15 then n:=il
else n:=15;
z:=1;
end;
'O' : begin
k:=il;
if il<15 then m:=1
else m:=il-14;
n:=il;
z:=1;
end;
'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(1,14);
bar(px,py+(k-m)*15,kx,ky+(k-m)*15);
SetFillStyle(0,0);
SetColor(4);
bar(px,py+(k-m+1)*15,kx,ky+(k-m+1)*15);

outtextXY(px+4,py+4+(k-m+1)*15,obietk[k+1]);
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(1,14);
bar(px,py+(k-m)*15,kx,ky+(k-m)*15);

                                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
                                else
                                if r<>#13 then
                                        begin
                                                Sound(800);
                                                Delay(300);
                                                Nosound;
                                        end;
                                until (r=#13)or(z=1)
                                until r=#13;
                                        SetFillStyle(1,14);
                                end;
end;

```

```

function int1(ile,a,b :integer) : real;
var
  i,blad:integer;
  ii:real;
  p:char;

begin

  setfillstyle(1,yellow);
  bar(a-2,b-2,a+10+ile*8,b+15);
  SetFillStyle(0,0);
  bar(a-1,b-1,a+ile*8,b+12);
  setcolor(white);
  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
        end
      end
    end
  end

```

```

        else
        begin
            Sound(600);
            Delay(100);
            Nosound;
        end;
    end
else
begin
    if ((p in ['0'..'9']) or(p='.')) 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-1,b-1,a+ile*8,b+12);
    OutTextXY(a,b,liczba);
    SetFillStyle(1,1);
end;
until (i>7) or ((p=#13) and(i>1));
val(liczba,ii,blad);

    int1:=ii;
end;

```

```

begin
driver:=detect;
Initgraph(driver,mode,'');
{setfillstyle(1,lightgray);}
setfillstyle(1,white);
bar(1,1,getmaxx,getmaxy);
setcolor(black);
rectangle(4,4,getmaxx-4,getmaxy-4);
setcolor(red);
outtextxy(10,10,'Wprowadz odleglosc strzelania [m] ');
D:=int1(4,400,10);
setcolor(red);
outtextxy(10,30,'          kat kursowy celu ');
q:=int1(4,400,30);
setcolor(red);
outtextxy(10,50,'          rzeczywisty promien celu [m] ');
rr:=int1(4,400,50);
E:=0.001*D*(10+20*sin(q*0.01744));
str(E:6:2,sss);
setcolor(blue);
outtextxy(20,70,'Uchylenie prawdopodobne          E='+sss);
robl:=rr/E;
str(robl:6:2,sss);
setcolor(blue);

```

```

outtextxy(20,90,'Promień celu obliczeniowego          robl='+sss);
outtextxy(20,110,'P-stwo trafienia w cel jednym pociskiem      p=');
robl:=robl*100;
Case trunc(robl) of
  0..199:begin
    robl:=robl/100;
    p:= -0.1999*robl *( robl - 2)+ 0.2999*robl *( robl - 1);
  end;
  200..299:begin
    robl:=robl/100;
    p:= 0.1999*(robl-3)*( robl - 5)-0.4399*(robl-2) *( robl - 5)+
      +0.1666*(robl-2) *( robl - 3);
  end;
  300..500:begin
    robl:=robl/100;
    p:= 0.4399*(robl-4) *( robl - 5)-0.9599*(robl-3) *( robl - 5)+
      +0.1666*(robl-2) *( robl - 3);
  end;
else robl:=robl/100;
end;
if p>1 then p:=1;
if p<=0 then p:=0.00001;

setcolor(blue);
str(p:6:2,sss);
outtextxy(390,110,+sss);
setcolor(red);
outtextxy(20,140,'Masa smigłowca');
scroll2(3,390,130,490,147,masa,imasa);
setcolor(red);
outtextxy(20,190,'Liczba użytych pocisków');
n:=int1(4,400,190);
setcolor(red);
outtextxy(20,210,'Wprowadz kaliber pocisku (7 do 60 mm)');
k:=int1(4,400,210);
case imasa of
  1:begin {5 ton}
    case trunc(k) of
      5..20:begin
        omega:= -0.0155*(k-10)*(k-20)*(k-40)
          +0.0088*(k-7)*(k-20)*(k-40)
          - 0.0013*(k-7)*(k-10)*(k-40)
          +0.0001*(k-7)*(k-10)*(k-20);
      end;
      21..60:begin
        omega:= 0.0174*(k-30)*(k-40)
          -0.0299*(k-20)*(k-40)
          +0.0049*(k-20)*(k-30);
      end;
    end;
  end;
  2:begin {10 ton}
    case trunc(k) of
      10..40:begin
        omega:= -0.0033*(k-20)*(k-30)*(k-40)
          +0.0032*(k-10)*(k-30)*(k-40)
          - 0.0014*(k-10)*(k-20)*(k-40)
          +0.0003*(k-10)*(k-20)*(k-30);
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

41..60:omega:=2;

    end;
    end;
3:begin {15 ton}
  case trunc(k) of
    10..40:begin
      omega:= -0.0106*(k-20)*(k-30)*(k-40)
              +0.0099*(k-15)*(k-30)*(k-40)
              -0.0027*(k-15)*(k-20)*(k-40)
              +0.0004*(k-15)*(k-20)*(k-30);
    end;
    41..60:omega:=2;

  end;
end;
end;

setcolor(blue);
outtextxy(10,230,'średnia liczba trafień konieczna do rażenia celu =');
omegal:=omega;
omegal:=round(omegal)+1;
str(omegal:4:2,sss);
outtextxy(420,230,sss);

setcolor(red);
outtextxy(10,240,'   Wybierz');
outtextxy(10,250,' rodzaj strzelań');
scroll2(4,150,240,600,257,celownik,icelownik);
mi:=Tcelownik[icelownik];

M1:=p*n/omega;
if mi=0.9 then
  begin
    if ((M1>=0) and (M1<=5)) then
      begin
        Praz:= 0.0043*(M1-4)*(M1-20)-0.0104*(M1-1)*(M1-20)
              + 0.0022*(M1-1)*(M1-4);
      end
    else
      begin
        Praz:=-0.0049*(M1-8)*(M1-10)*(M1-20)
              +0.0124*(M1-6)*(M1-10)*(M1-20)
              - 0.0077*(M1-6)*(M1-8)*(M1-20)
              + 0.0004*(M1-6)*(M1-8)*(M1-10);
      end
    end;
end;

if mi=0.8 then
  begin
    if ((M1>=0) and (M1<=10)) then
      begin
        Praz:= 0.0129*(M1-4)*(M1-10)-0.0349*(M1-1)*(M1-10)
              + 0.0148*(M1-1)*(M1-4);
      end
    end;
  end;

```

```

        else
        begin
            Praz:= 0.0079*(M1-10)+0.8

        end;

    end;

if mi=0.6 then
    begin
        if ((M1>=0) and (M1<=4)) then
            begin
                Praz:=0.1999*(M1-2)*(M1-4)-0.3999*(M1-1)*(M1-4)
                    + 0.1499*(M1-1)*(M1-2);
            end
            else
            begin
                Praz:=0.0043*(M1-4)+0.9;
            end;
        end;

    settextstyle(1,0,1);
    setcolor(blue);
    outtextxy(10,400,'Prawdopodobieństwo razenia celu powietrznego =');
    str(Praz:6:3,sss);
    outtextxy(450,400,+sss);

    repeat r:=readkey until r=#13;

    setviewport(1,1,getmaxx,340,clapon);
    clearviewport;
    setfillstyle(1,white);
    bar(1,1,getmaxx,340);

end.

```

### **3. OPIS EKRAŃÓW REALIZACJI PROGRAMU WALKA POWIETRZNA**

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ  
Wydział Wojsk Lotniczych  
i Obrony Powietrznej

021/10/ 1998 - Sroda  
22: 9

Program wykonany w ramach pracy naukowo-badawczej w AON

# WALKA POWIETRZNA

Autor programu: ppłk dr inż Andrzej GRZELKA  
Wersja 2.0 X.98

Ekran nr 1 Strona tytułowa programu

**OGOLNE WARUNKI WYKONYWANIA OBLICZEN**

Rodzaj terenu w pasie pokonywania OPL

Calkowicie otwarty  
Srednio zakryty  
Bardzo pofaldowany

Pora doby

Dzien  
Noc

Warunki atmosferyczne

Doskonale  
Mprowadzam wlasne

Czy zakluczony jest system wykrywania  
i dowodzenia ?

Tak  
Nie

Ekran nr 2 Ogólne warunki wykonywania obliczeń

**OGOLNE WARUNKI WYKONYWANIA OBLICZEN**

Rodzaj terenu w pasie pokonywania OPL

Całkowicie otwarty  
Średnio zakryty  
Bardzo pofalowany

Pora doby

Dzien  
Noc

Warunki atmosferyczne

Doskonale  
Wprowadzam własne

Podaj:

Widzialność [km] 5  
Dolna granica chmur [ m ] 1.000  
Gorna granica chmur [ m ] 2.000

Czy zakłocany jest system wykrywania i dowodzenia ?

Tak  
Nie

Ekran nr 3 Wprowadzenie parametrów warunków pogodowych

**PARAMETRY UGRUPOWANIA SAMOLOTOW POKONUJACYCH OP LM**

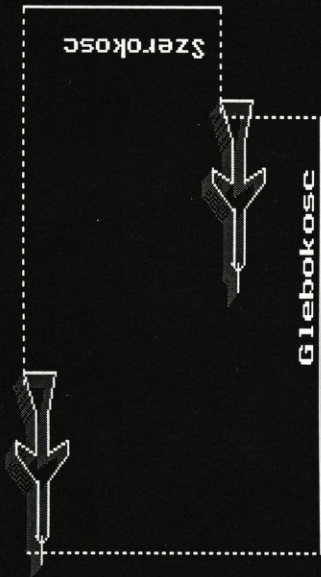
Podaj:                    Ilosc samolotow w grupie [szt]    2  
                              Glebokosc ugrupowania [m ]    500  
                              Szerokosc ugrupowania [m ]    600

Wybierz przynaloznosc  
samolotow  
przenikajacych OP

- N A T O
- W N P
- P O L S K I E

Typ samolotu

- F-4
- F-15
- F-16
- A-10
- TORNADO
- VIGGEN
- BO-105
- INNY



Ekran nr 4 Parametry ugrupowania samolotów pokonujących obronę powietrzną

Typ środka

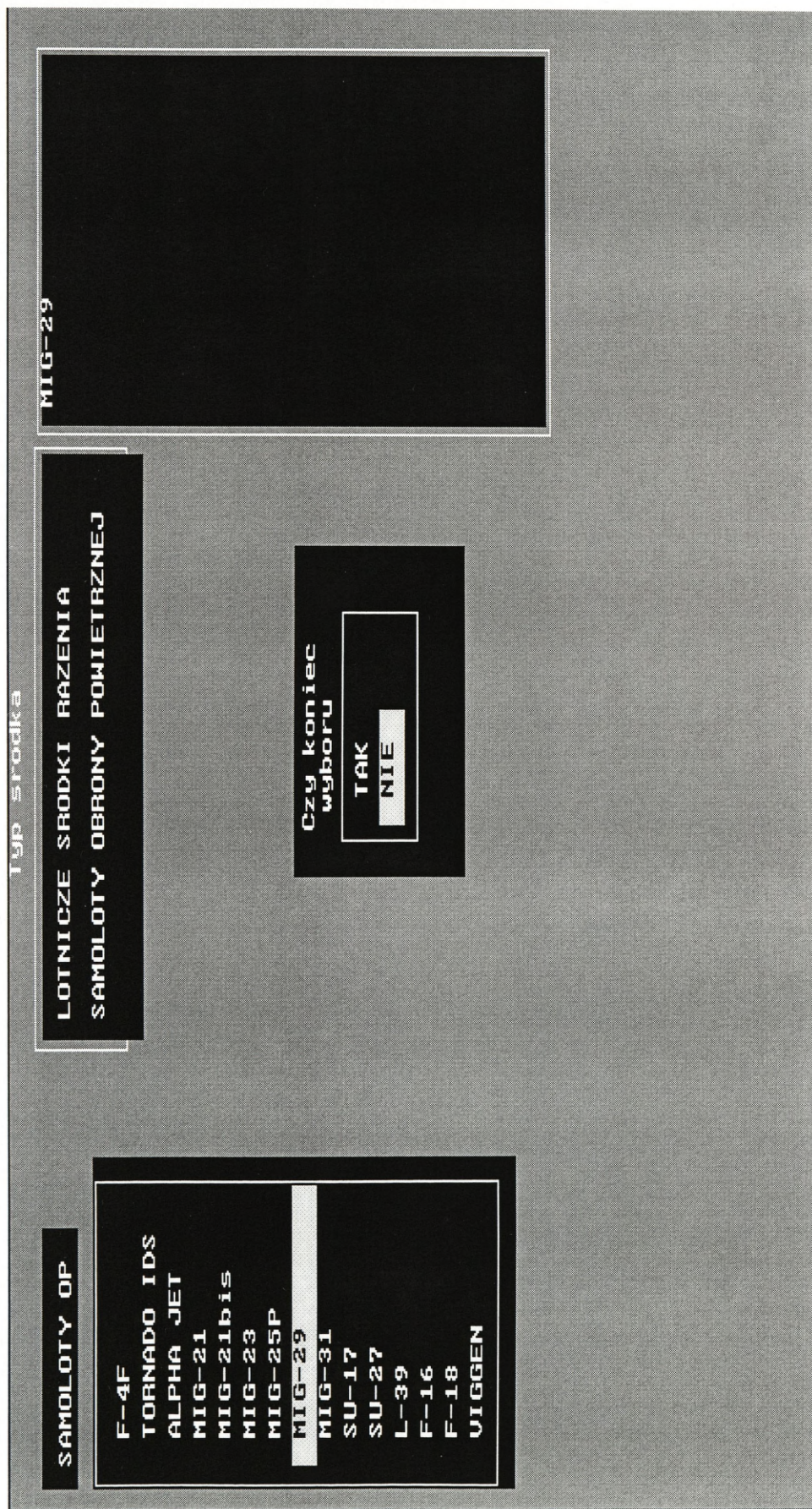
**SAMOLOTY OP**

F-4F  
TORNADO IDS  
ALPHA JET  
MIG-21  
MIG-21bis  
MIG-23  
MIG-25P  
MIG-29  
MIG-31  
SU-17  
SU-27  
L-39  
F-16  
F-18  
VIGGEN

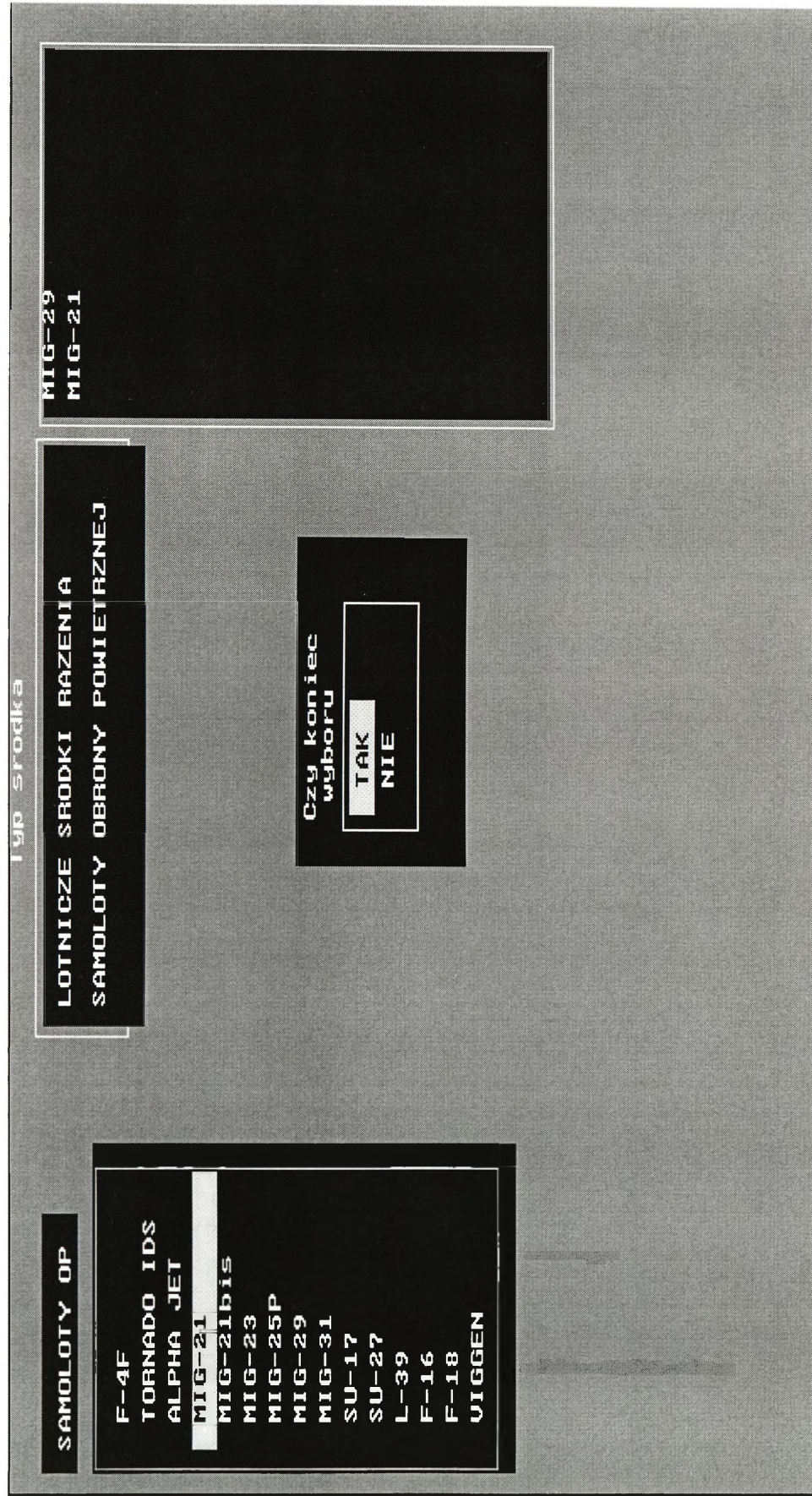
**LOTNICZE ŚRODKI RAZENIA  
SAMOLOTY OBRONY POWIETRZNEJ**



Ekran nr 5 Wybór środka lotniczego OP



Ekran nr 6 Wybór srodka OP



Ekran nr 7 Wybór drugiego środka obrony powietrznej (jeśli zachodzą taka potrzeba)

**WPROWADZ ILOSC SAMOLOTOW LM OBRONY POWIETRZNEJ**

<b>1</b>	<b>MIG-29</b>	<b>Ilosc samolotow=</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MIG-21</b>	<b>Ilosc samolotow=</b>	<b>1</b>

**Ekran nr 8 Wprowadzenie ilości samolotów LM OP przeciwdziałających środkom lotniczym przeciwnika**

**MIG-29**

Czy zakłocane są środki i wykrywania i kier. ogniem

TAK  
NIE

Manewr p/mysliwski

nie stosowany

z przec. nz < 3g

z przec. nz > 3g

Sposób działania myśliwców

Napr. z wykorzyst. naziemnych stacji i r/lok

Napr. z wykorzyst. syst. wczesnego ostrzegani

Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie celow

Ekran nr 9 Określenie środowiska działań (zakłócenia, manewr, sposób naprowadzenia) dla pierwszego wybranego samolotu OP

**MIG-21**

Czy zakłocane są środki wykrywania i kier. ogniem

TAK  
NIE

Manewr p/mysliwski

nie stosowany  
z przec. nz < 3g  
z przec. nz > 3g

Wybierz typ zakłocen

Pasywne zakł. pasma podczterwieni  
Pasywne zakł. p/radiolokacyjne  
Zakłocenia aktywne  
Zakł. kompleksowe [pasywne +akt.]

Sposob dzialania myśliwców

Napr. z wykorzyst. naziemnych stacji r/lok  
Napr. z wykorzyst. syst. wczesnego ostrzegani  
Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie celow

Ekran nr 10 Określenie środowiska działań (zakłócenia, manewr, sposób naprowadzenia) dla drugiego wybranego samolotu OP

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwień 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczerwień) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerwień) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Czy zmieniasz dane ?

TAK

NIE

Maksymalna prędkość zwalczanego celu [m/s] 700  
 Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m] 17000  
 Wskaznik typu systemu kierowania ogniem myśliwca OP zintegrowany system kierowania ogniem  
 Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwień 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczerwień) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerwień) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Ekran nr 11 Zobrazowanie danych o uzbrojeniu samolotu myśliwskiego oraz umożliwienie dokonywania zmian

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczer.) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerw) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Dzy zmieniasz dane ?

TAK

NIE

Maksymalna predkosc zwalczanego celu [m/s] 700  
 Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m] 17000  
 Wskaznik typu systemu kierowania ogniem myśliwca OP zintegrowany system kierowania ogniem  
 Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczer.) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerw) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

30  
2  
0.85  
20  
4  
0.80  
30  
0  
TAK

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m]  
Liczba rakiet kierowanych rlok  
Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet  
Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok  
Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien  
Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczer.)  
Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerw)  
Liczba niekierowanych pocisków rakietowych  
Wykorzystanie działka pokładowego

**Wybierz daną którą będzie zmieniona**

Maksymalna predkość zwalczanego celu [m/s] 700  
Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m] 17000  
Wskaźnik typu systemu kierowania ogniem myśliwca OP zintegrowany system kierowania ogniem  
Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet 0.85  
Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien 4  
Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczer.) 0.80  
Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerw) 30  
Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Ekran nr 12 Zmiana parametru - ilość rakiet

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwień 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą (na podczerwień) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerwień) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

**Wybierz daną którą będzie zmieniona**

Maksymalna prędkość zwalczanego celu [m/s] 700  
 Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m] 17000  
 Wskaźnik typu systemu kierowania ogniem myśliwca OP zintegrowany system kierowania ogniem  
 Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwień 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą (na podczerwień) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerwień) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Ekran nr 13 Wprowadzono zmianę ilości rakiet dla pierwszego z wybranych samolotów

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 1  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą (na podczerw.) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerw.) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Czy zmieniasz dane ?

TAK  
 NIE

Maksymalna predkość zwalczanego celu [m/s] 700  
 Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m] 17000  
 Wskaznik typu systemu kierowania ogniem zintegrowany system kierowania ogniem  
 Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 30  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą 0.85  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 20  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien 4  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą (na podczerw.) 0.80  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerw.) 30  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Ekran nr 14 Pytanie o zmianę innych danych dla pierwszego z wybranych samolotów

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m]	700
Liczba rakiet kierowanych rlok	2
Srednie p-stwo rażenia celu jedna rakiet	0.50
Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok	700
Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien	2
Srednie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczer.)	0.55
Minimalna wysokość zastosowania KPR ( typu podczerw)	50
Liczba niekierowanych pociskow rakietowych	0
Wykorzystanie dzialka pokladowego	TAK

Czy zmieniasz dane ?

TAK

NIE

Maksymalna predkosć zwalczanego celu [m/s]	550
Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m]	18000
Wskaznik typu systemu kierowania ogniem myśliwca OP	SRL typu impulsowego
Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m]	700
Liczba rakiet kierowanych rlok	2
Srednie p-stwo rażenia celu jedna rakiet	0.50
Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok	700
Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien	2
Srednie p-stwo rażenia celu jedna rakiet (na podczer.)	0.55
Minimalna wysokość zastosowania KPR ( typu podczerw)	50
Liczba niekierowanych pociskow rakietowych	0
Wykorzystanie dzialka pokladowego	TAK

Ekran nr 15 Zmiana wybranych (ustalonych) parametrów

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 700  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą 0.50  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 700  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwień 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą (na podczerwień) 0.55  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerwień) 50  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

**Wybierz daną którą będzie zmieniona**

Maksymalna prędkość zwalczanego celu [m/s] 550  
 Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m] 18000  
 Wskaźnik typu systemu kierowania ogniem myśliwca OP celownik rlok. SRL typu impulsowego 700  
 Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m] 700  
 Liczba rakiet kierowanych rlok 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą 0.50  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok 700  
 Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwień 2  
 Średnie p-stwo rażenia celu jedna rakietą (na podczerwień) 0.55  
 Minimalna wysokość zastosowania KPR (typu podczerwień) 50  
 Liczba niekierowanych pocisków rakietowych 0  
 Wykorzystanie działka pokładowego TAK

Ekran nr 16 Zmiana ilości pocisków rakietowych dla drugiego wybranego samolotu

Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m]	700
Liczba rakiet kierowanych rlok	2
Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet	0.50
Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok	700
Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien	2
Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet (na podczer.)	0.55
Minimalna wysokość zastosowania KPR ( typu podczerw)	50
Liczba niekierowanych pociskow rakietowych	1
Wykorzystanie działka pokladowego	TAK

Czy zmieniasz dane ?

TAK  
NIE

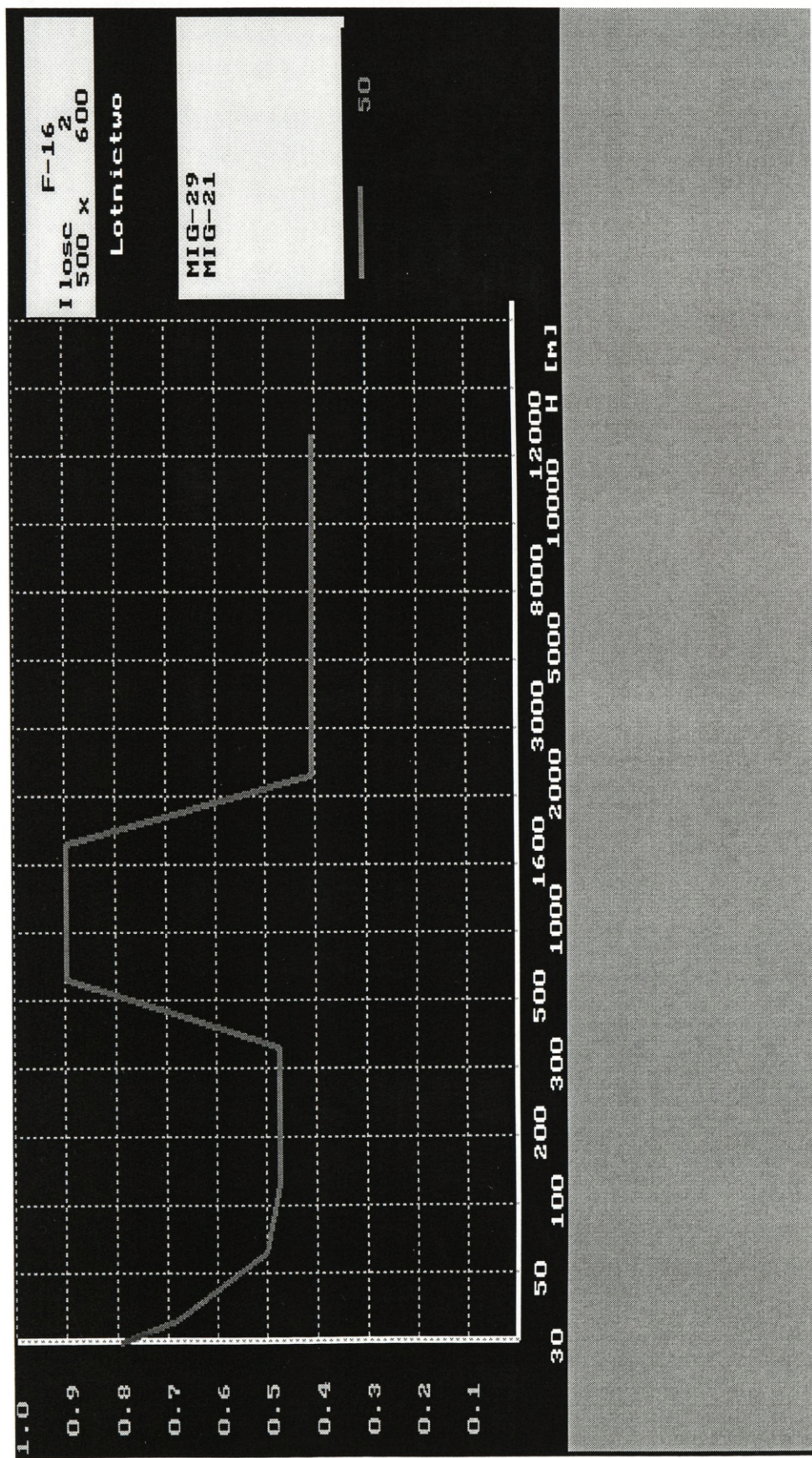
Maksymalna predkosć zwalczanego celu [m/s]	550
Maksymalna wysokość zwalczanego celu [m]	18000
Wskaźnik typu systemu kierowania ogniem wysliwca OP celownik rlok, SRL typu impulsowego	700
Minimalna wysokość wykorzystania SRL [m]	700
Liczba rakiet kierowanych rlok	2
Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet	0.50
Minimalna wysokość zastosowania KPR typu rlok	700
Liczba KPR samonaprowadzających się na podczerwien	2
Srednie p-stwo razenia celu jedna rakiet (na podczer.)	0.55
Minimalna wysokość zastosowania KPR ( typu podczerw)	50
Liczba niekierowanych pociskow rakietowych	0
Wykorzystanie działka pokladowego	TAK

Ekran nr 17 Koniec zmian parametrów

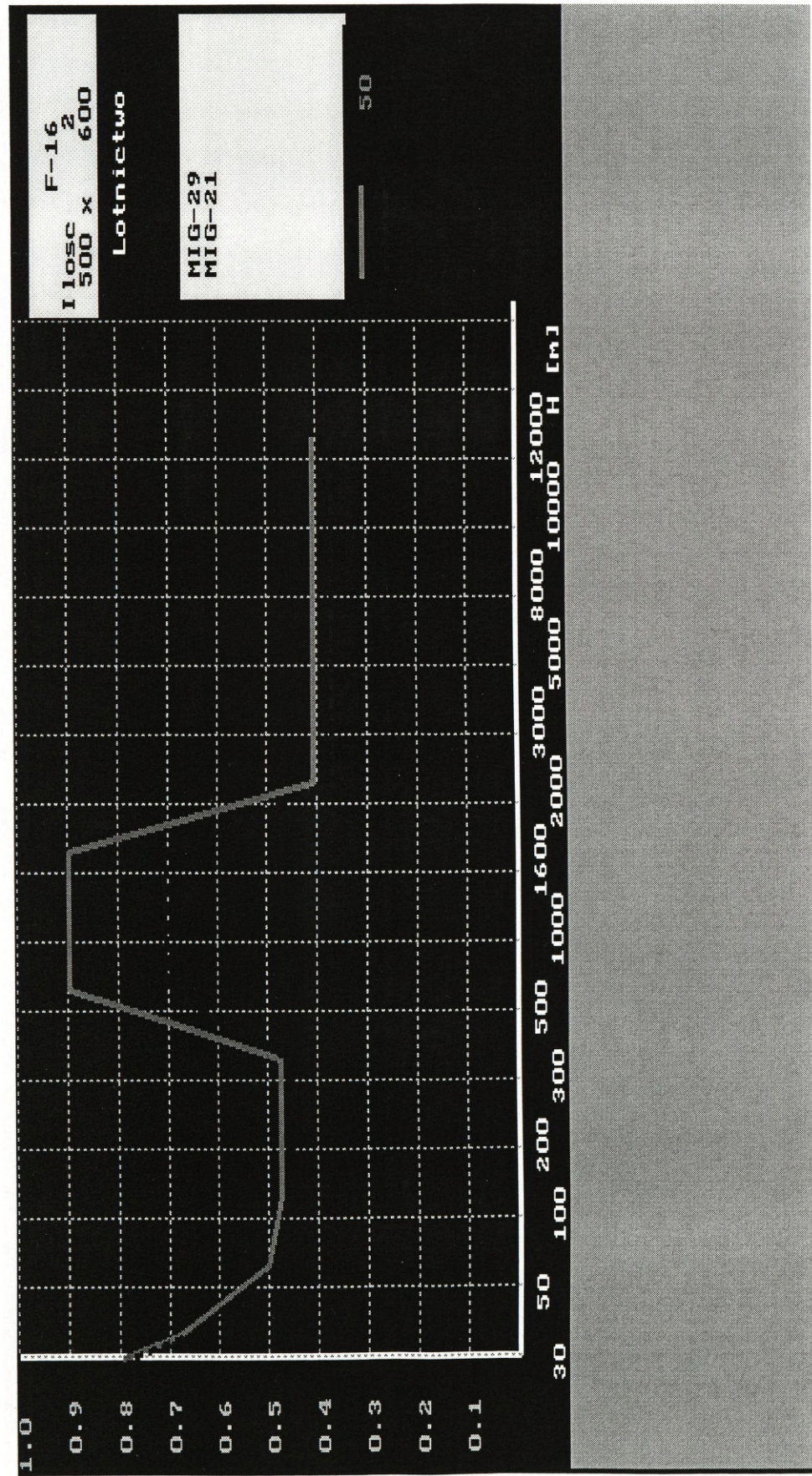
PRANDOPDOBIEŃSTWA POKONANIA SAMOLOTÓW LM											
Lotnictwo		30	50	100	200	300	500	1000	1600		
UC	50	0.789	0.675	0.496	0.469	0.469	0.469	0.469	0.892	0.892	0.892
	100	0.775	0.658	0.478	0.450	0.450	0.450	0.450	0.699	0.699	0.699
	150	0.786	0.673	0.499	0.472	0.472	0.472	0.472	0.699	0.699	0.699
	200	0.797	0.689	0.519	0.493	0.493	0.493	0.493	0.699	0.699	0.699
	250	0.807	0.704	0.539	0.514	0.514	0.514	0.514	0.699	0.699	0.699
	300	0.818	0.720	0.560	0.536	0.536	0.536	0.536	0.699	0.699	0.699
	350	0.829	0.736	0.580	0.557	0.557	0.557	0.557	0.699	0.699	0.699
	400	0.839	0.751	0.600	0.579	0.579	0.579	0.579	0.699	0.699	0.699
	H [m]	2000	3000	5000	8000	10000	12000	H [m]			
UC	50	0.892	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402	X
	100	0.699	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	X
	150	0.699	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	X
	200	0.699	0.406	0.406	0.406	0.406	0.406	0.406	0.406	0.406	X
	250	0.699	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	X
	300	0.699	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	X
	350	0.699	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	X
	400	0.699	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	X

Naciśnij ENTER

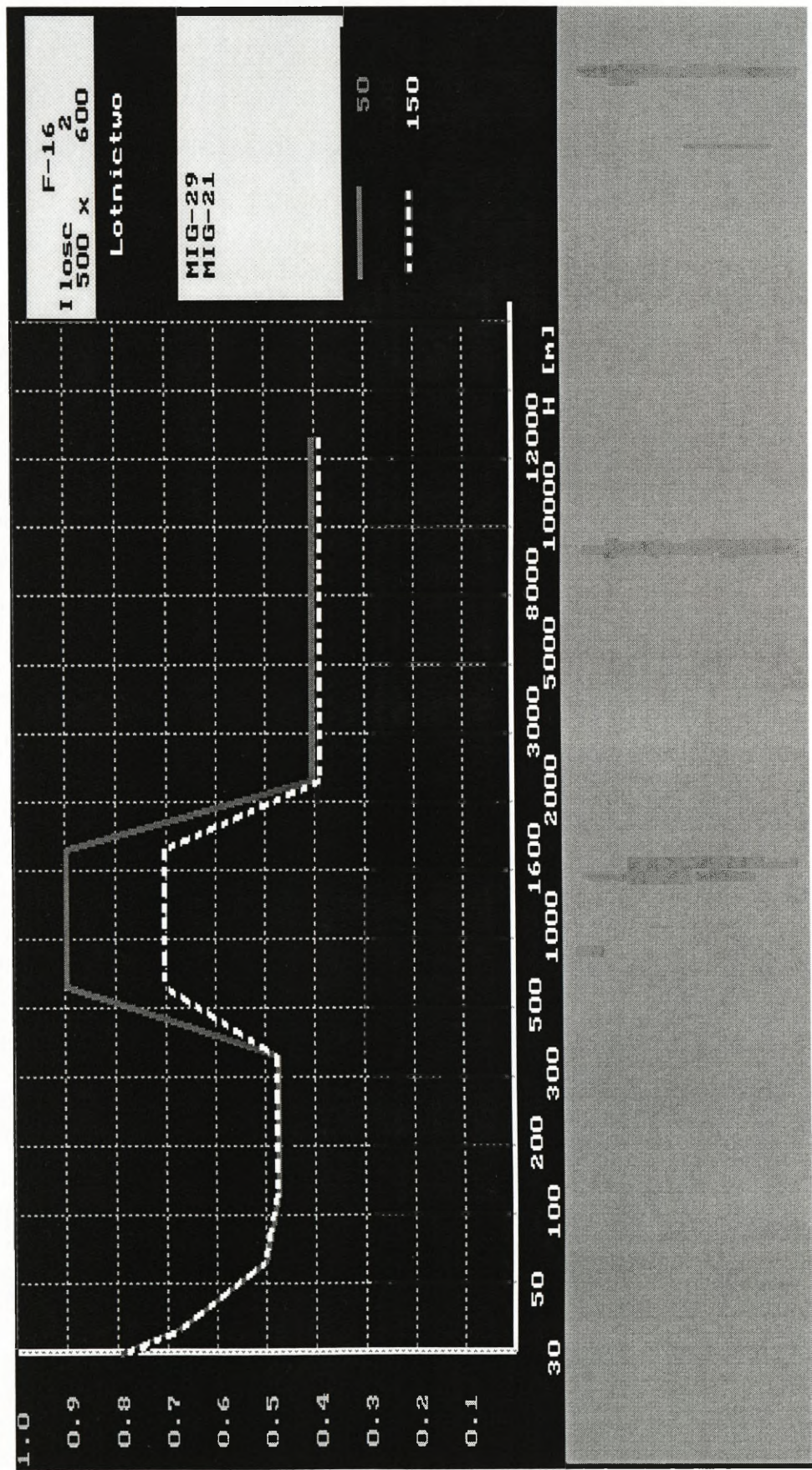
Ekran nr 18 Tabela wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów przeciwnika przez stronę atakującą



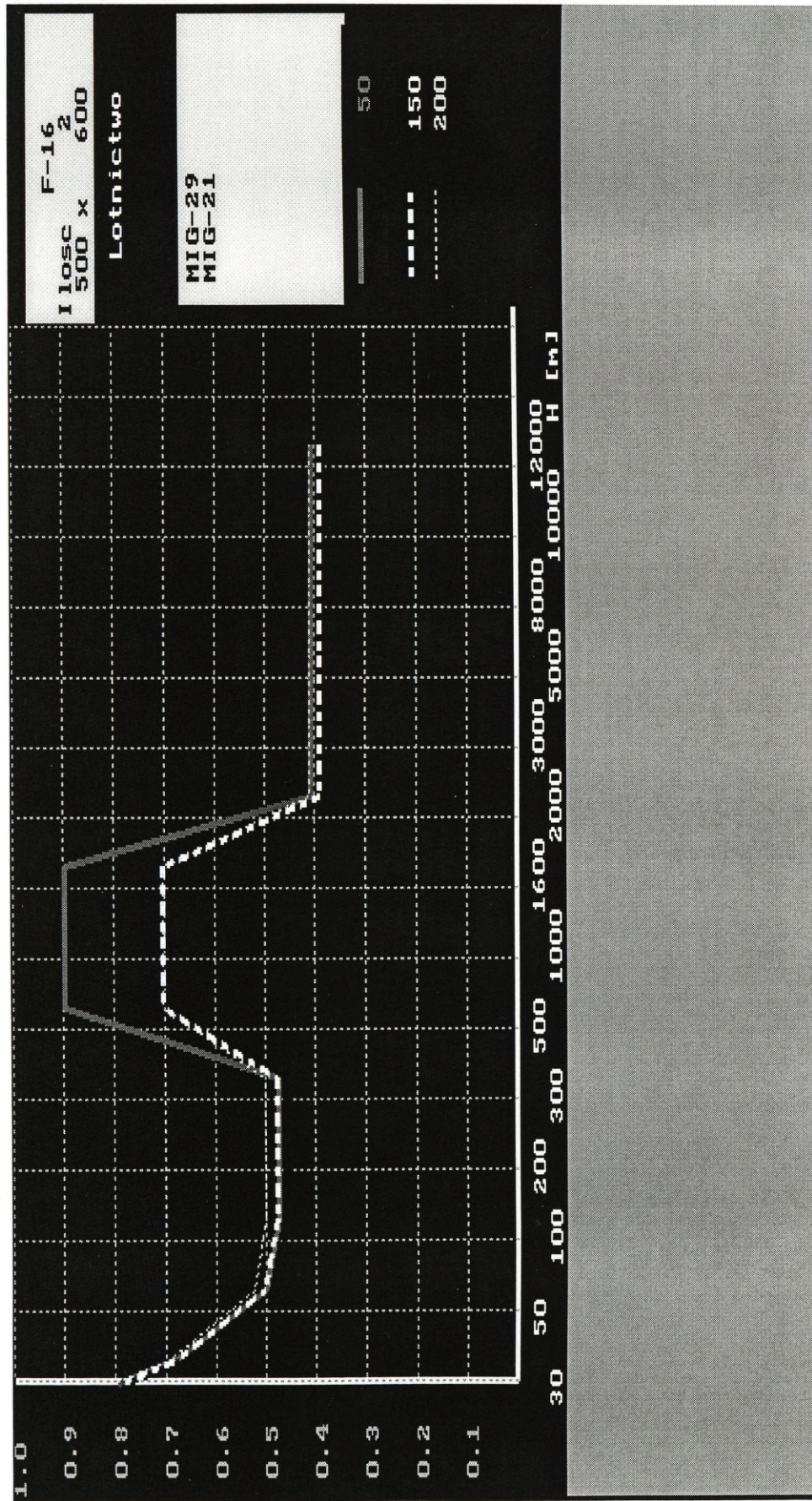
Ekran nr 19 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s /widoczny wpływ chmur na efekty działań/



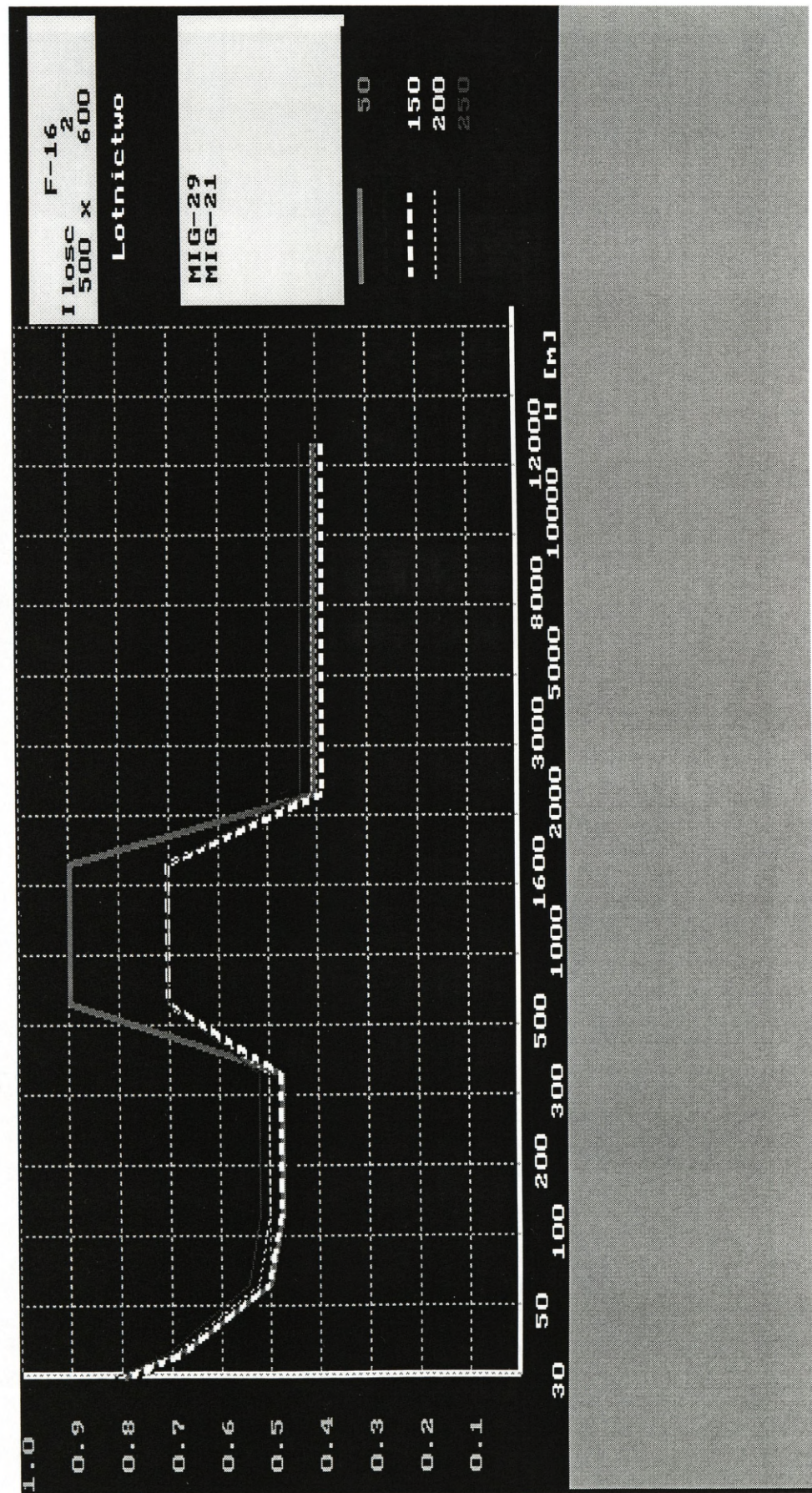
Ekran nr 20 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s i 100 m/s



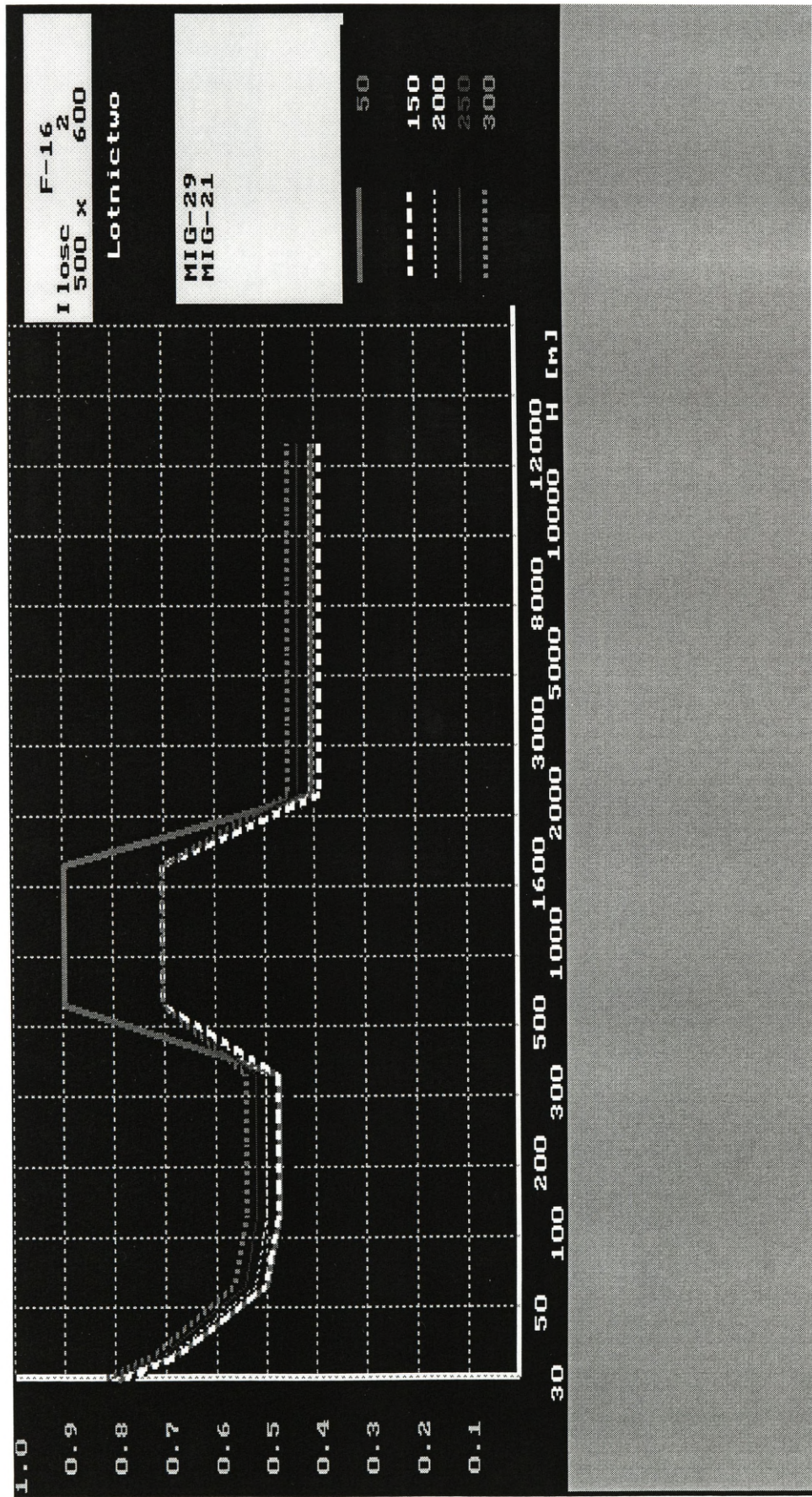
Ekran nr 21 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s i 100 m/s i 150 m/s



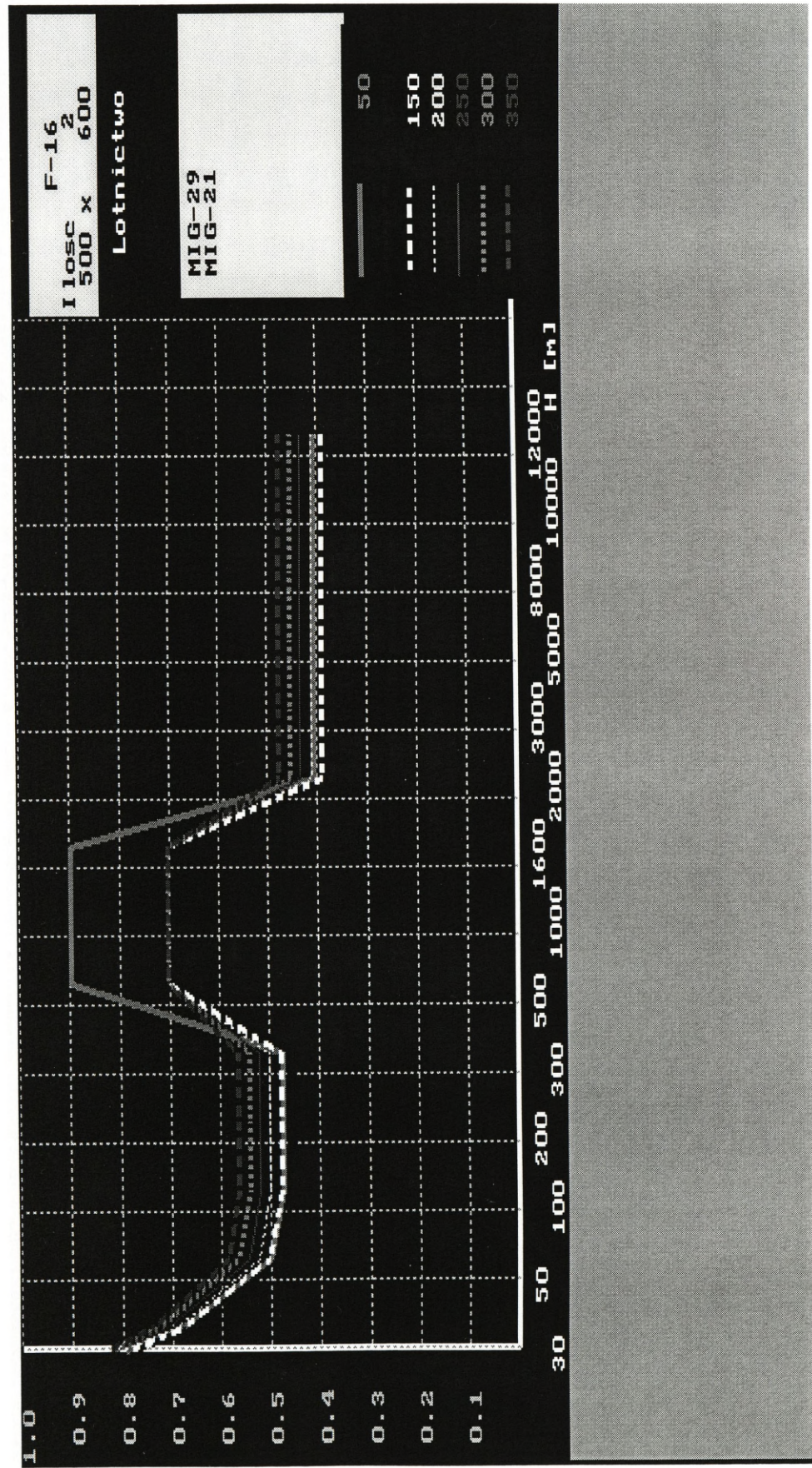
Ekran nr 22 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s, 100, 150, 200 m/s



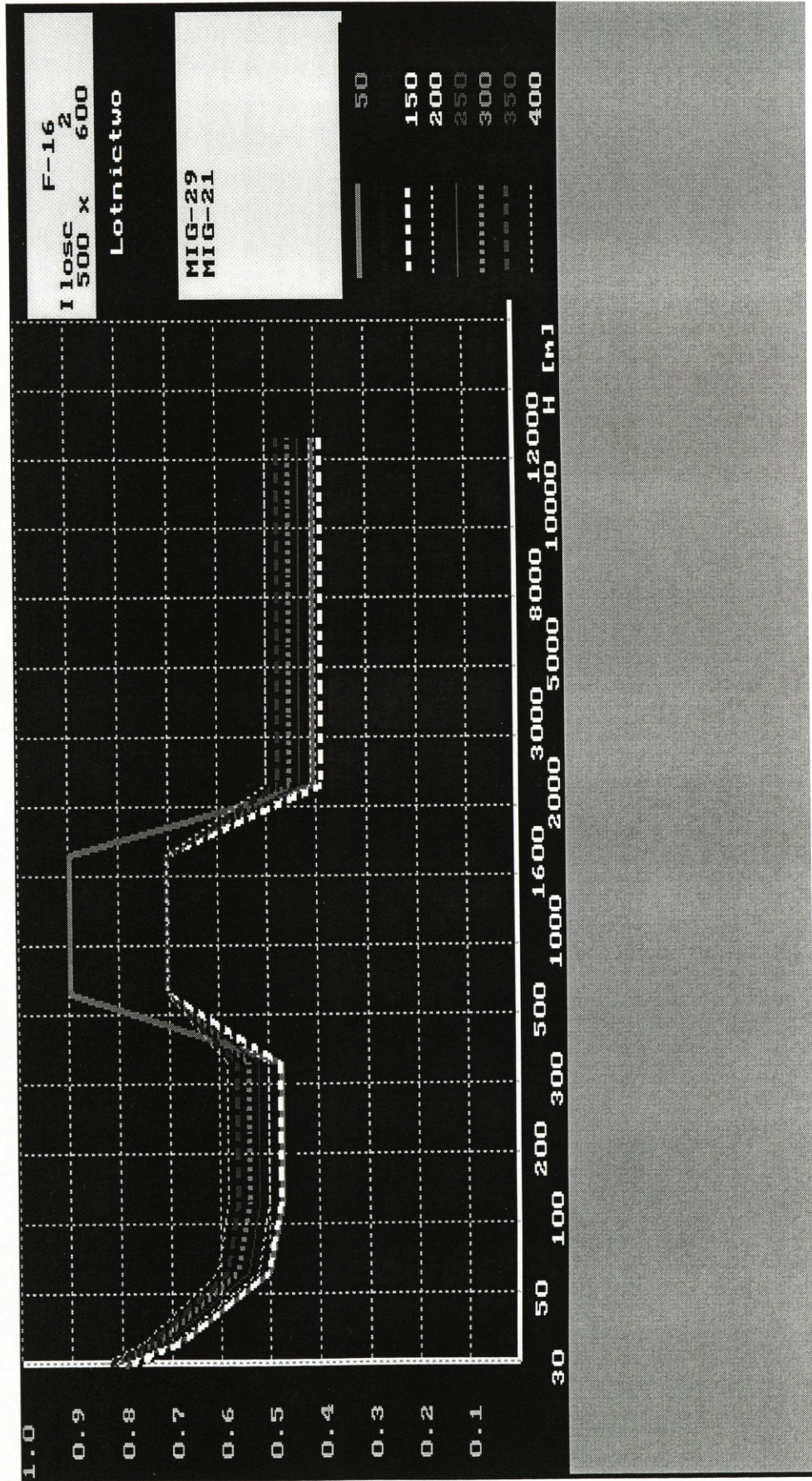
Ekran nr 23 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s, 100, 150, 200, 250 m/s



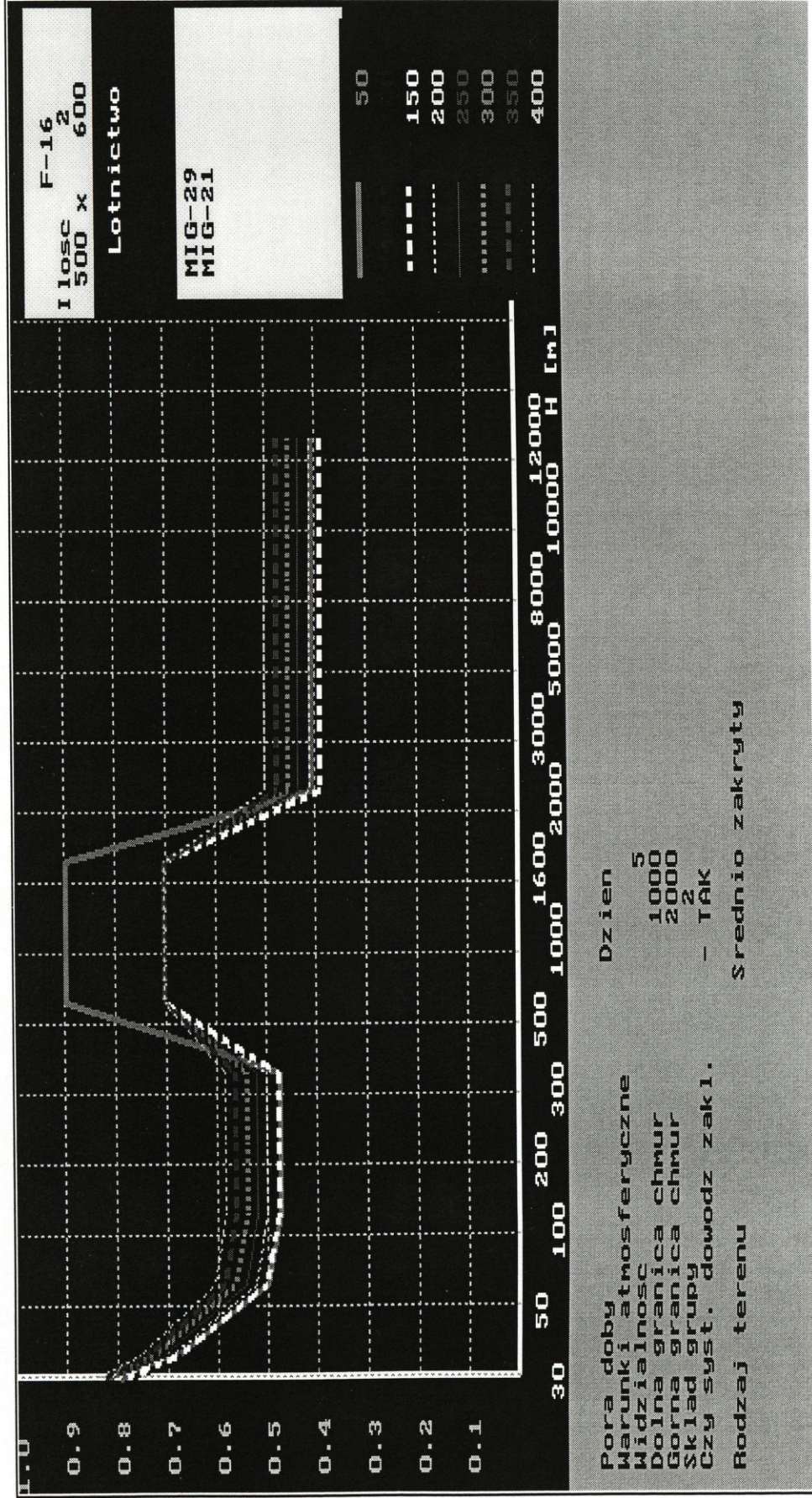
Ekran nr 24 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s, 100, 150, 200, 250, 300 m/s



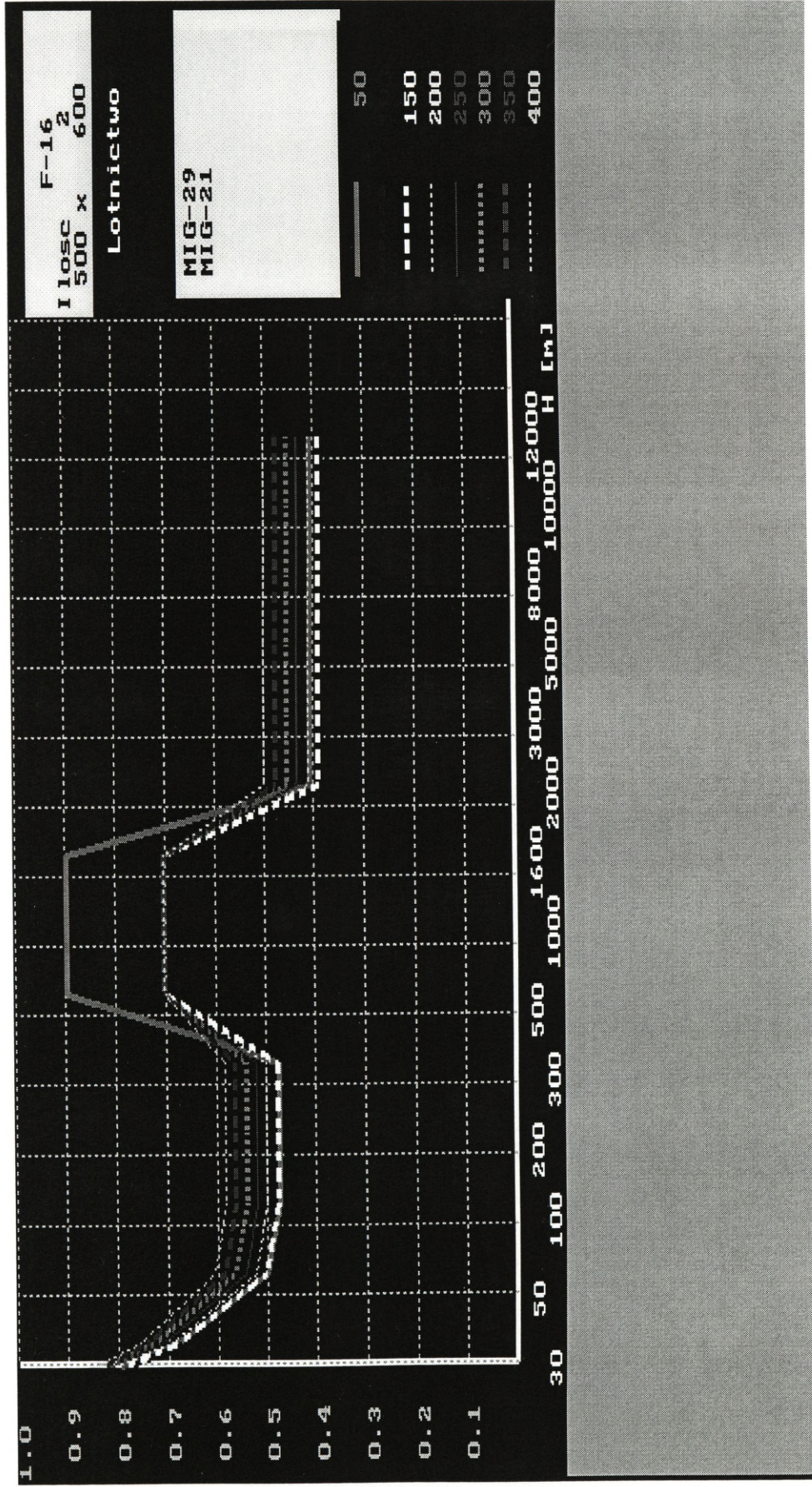
Ekran nr 25 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s ,100 ,150, 200 ,250, 300,350 m/s



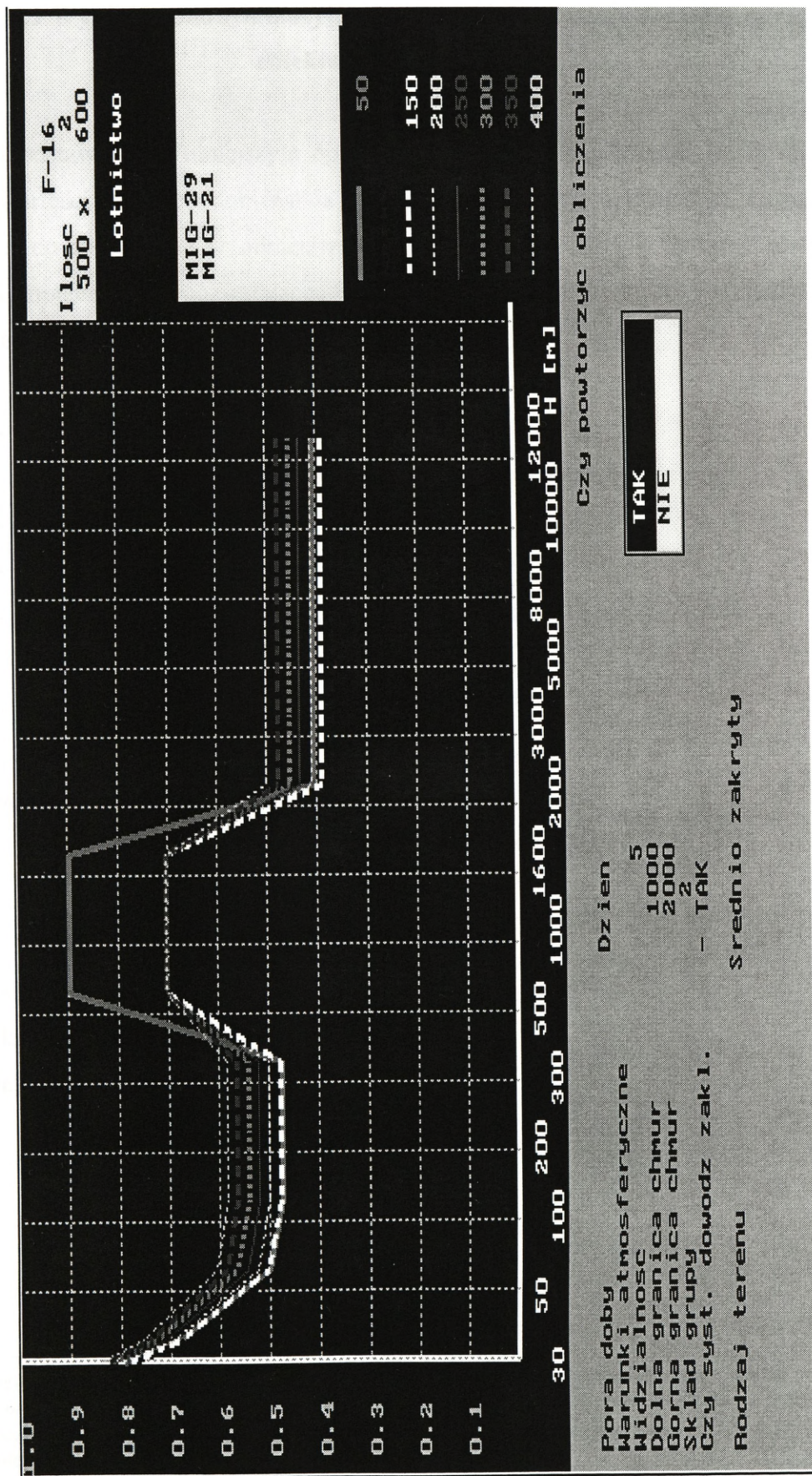
Ekran nr 26 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s, 100, 150, 200, 250, 300, 350 i 400 m/s



Ekran nr 27 Wykres wartości prawdopodobieństw pokonania samolotów OP dla V=50 m/s, 100, 150, 200, 250, 300, 350 i 400 m/s



Ekran nr 28 Wykres zbiorczy



Ekran nr 29 Czy koniec obliczeń

### 3.1 Wyniki badań symulacyjnych – wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektu powietrznego

Przedstawiona w niniejszym opracowaniu /w rozdziale drugim/ teoria dotycząca określania wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektu powietrznego ze szczególnym odniesieniem do zastosowań w odniesieniu do śmigłowców, legła u podstaw utworzenia programu komputerowego pozwalającego na przeprowadzenie obliczeń . Umożliwia ona określenie tej wartości w zależności od:

- promienia rażenia obiektu;
- kąta kursowego celu;
- typów uzbrojenia /i ich ilości/ oraz odległości użycia;
- kaliber;
- liczby użytych pocisków;
- rodzaj urządzeń celowniczych wykorzystywanych podczas strzelania;
- masy obiektu<sup>1</sup> ;
- odległości strzelania.

Przeprowadzone badania przedstawione są w postaci wykresów

$$P=f(D) \text{ dla } q=20,30,40,50,60,70,80,90 \text{ stopni}$$

$$\text{Dla } D \in (100 \text{ do } 1000 \text{ m})$$

gdzie:

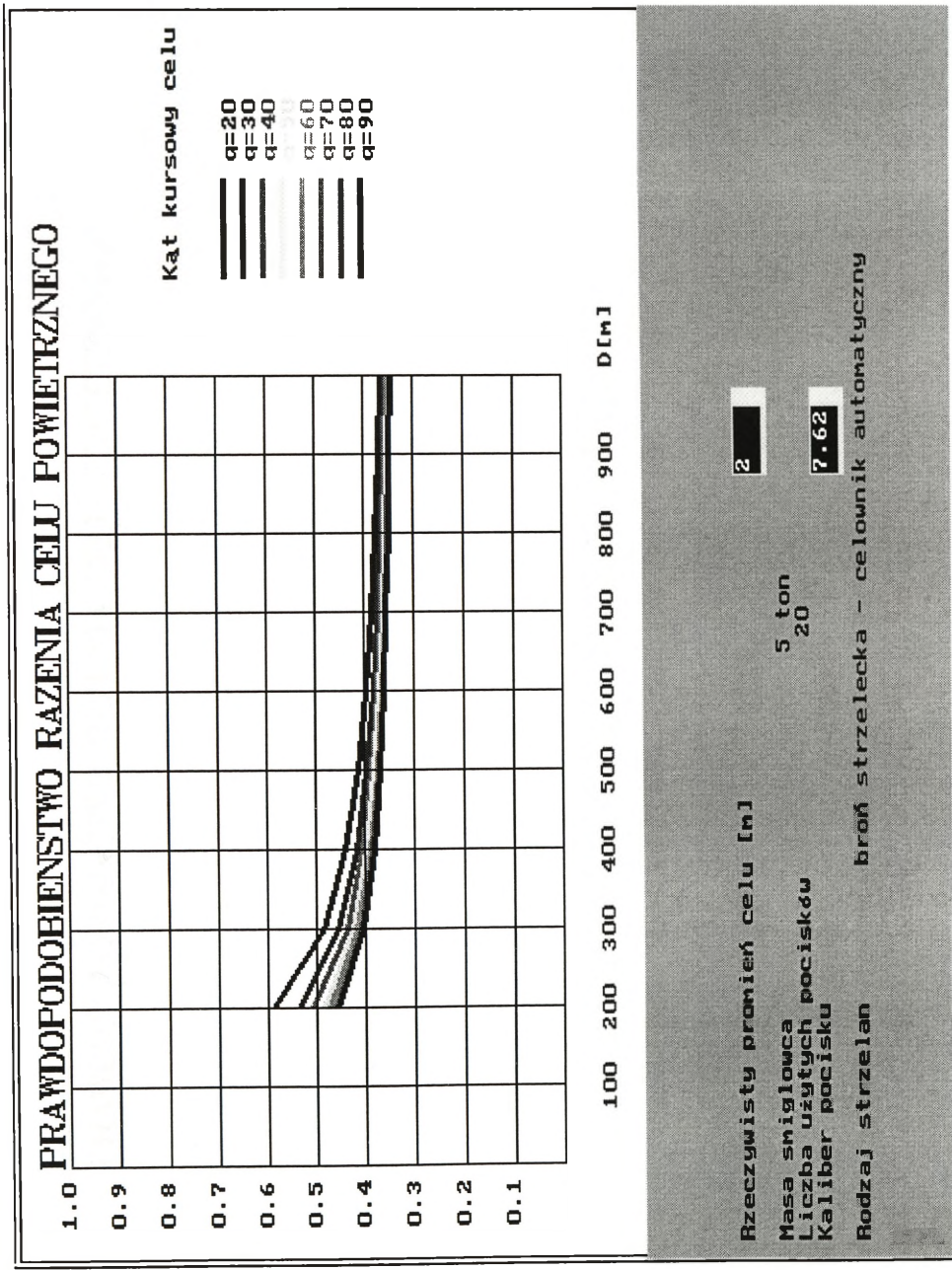
P- prawdopodobieństwo rażenia celu;

q – kąt kursowy celu;

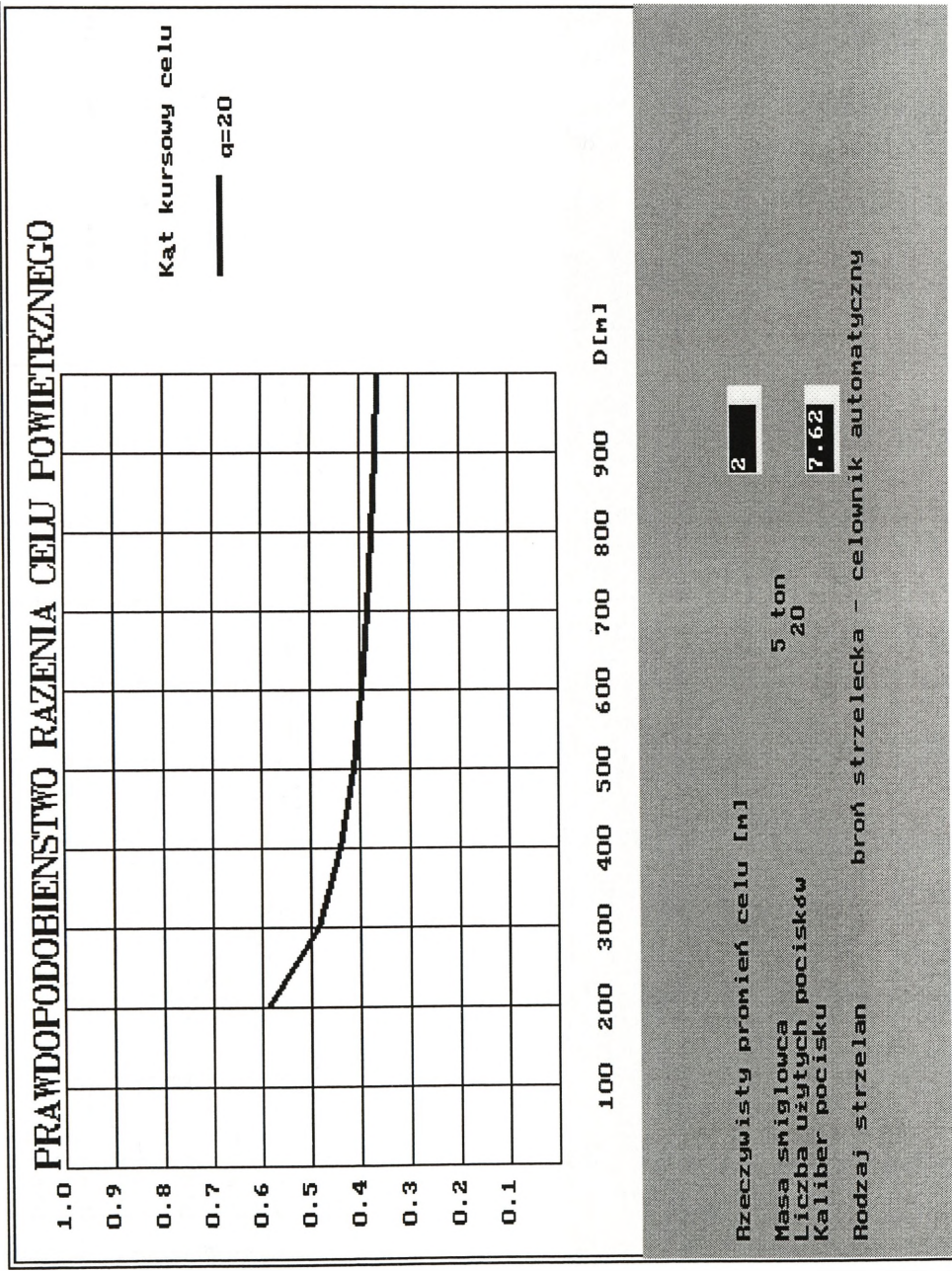
D – odległość strzelania [m]

---

<sup>1</sup> masy różnych śmigłowców tej samej klasy pośrednio świadczą o stopniu ich opancerzenia. Chociaż traktuje się ten parametr w sposób dyskusyjny, do jednak do chwili kiedy nastąpi określenie innej cechy która jednoznacznie będzie świadczyła o opancerzeniu śmigłowca i jego wrażliwości na ostrzelanie różnymi pociskami, proponuje się zachowanie tego podziału.

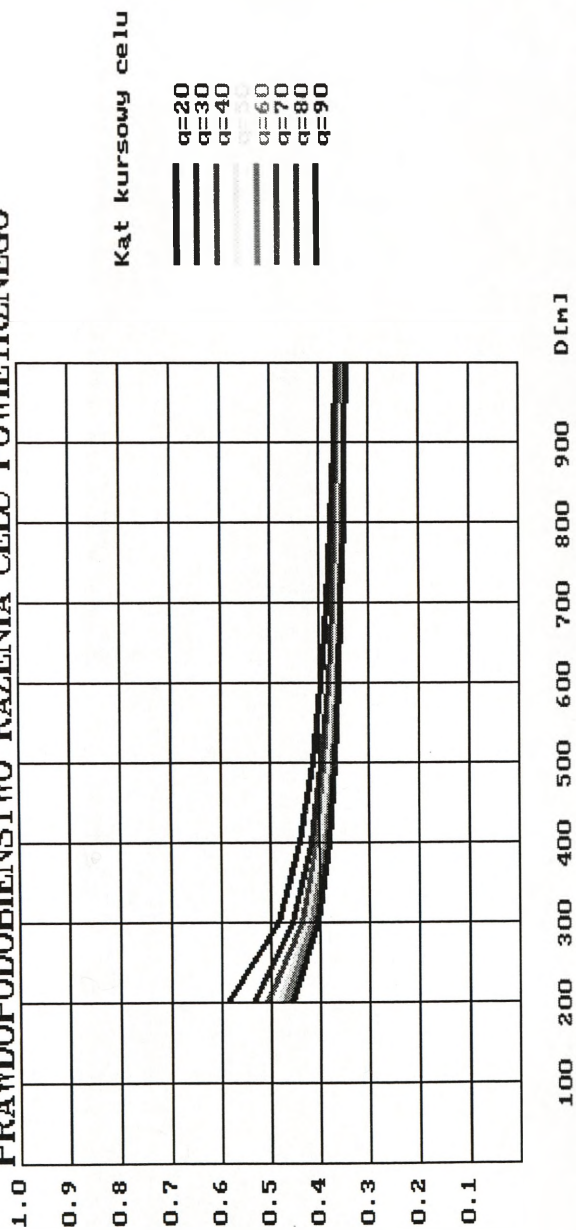


Ekran nr 1 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 2 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

### PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAŻENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m] **2**

Masa śmigłowca

Liczba użytych pocisków

Kaliber pocisku

Rodzaj strzelan

5 ton

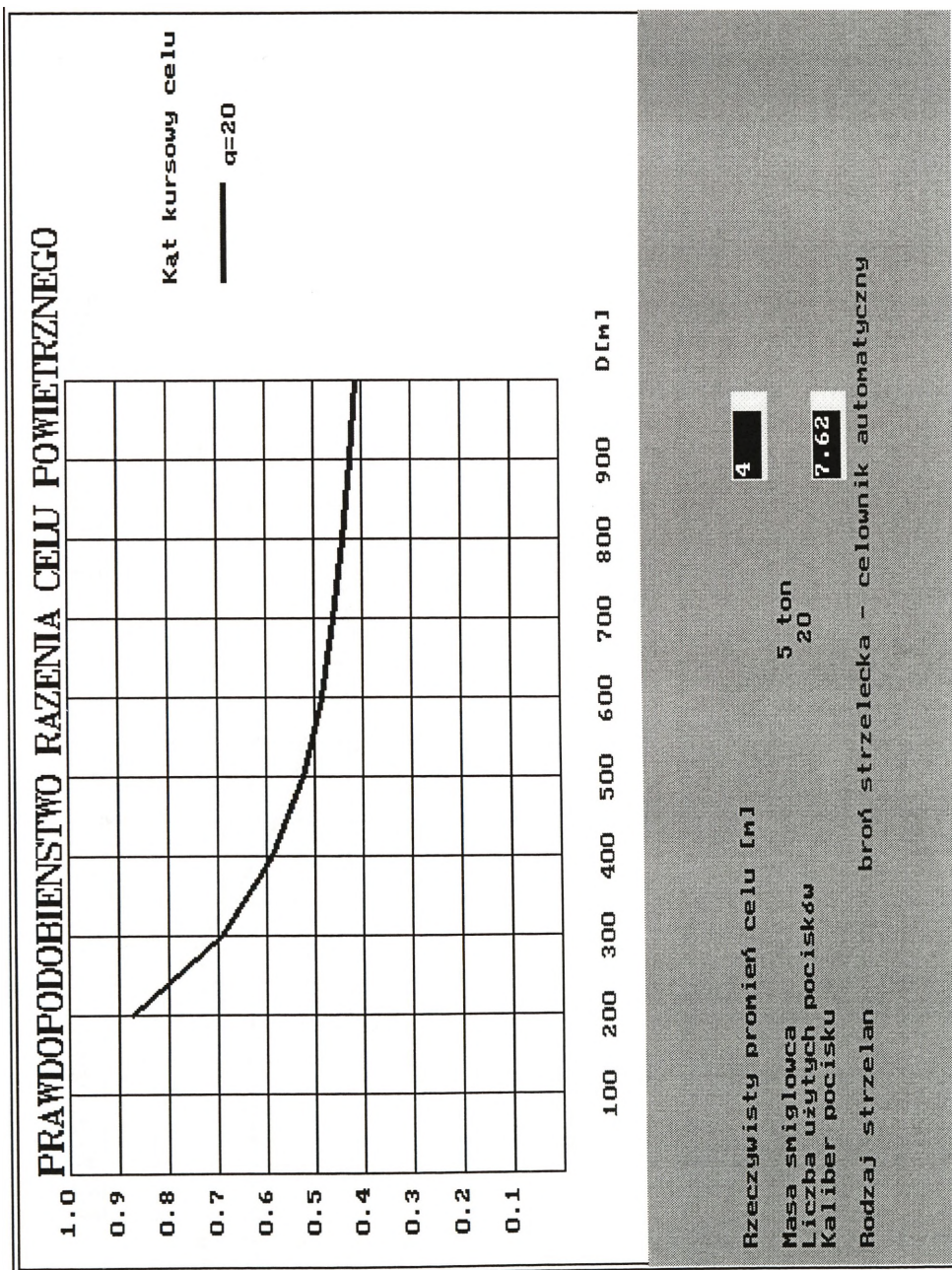
20

broń strzelecka - celownik automatyczny

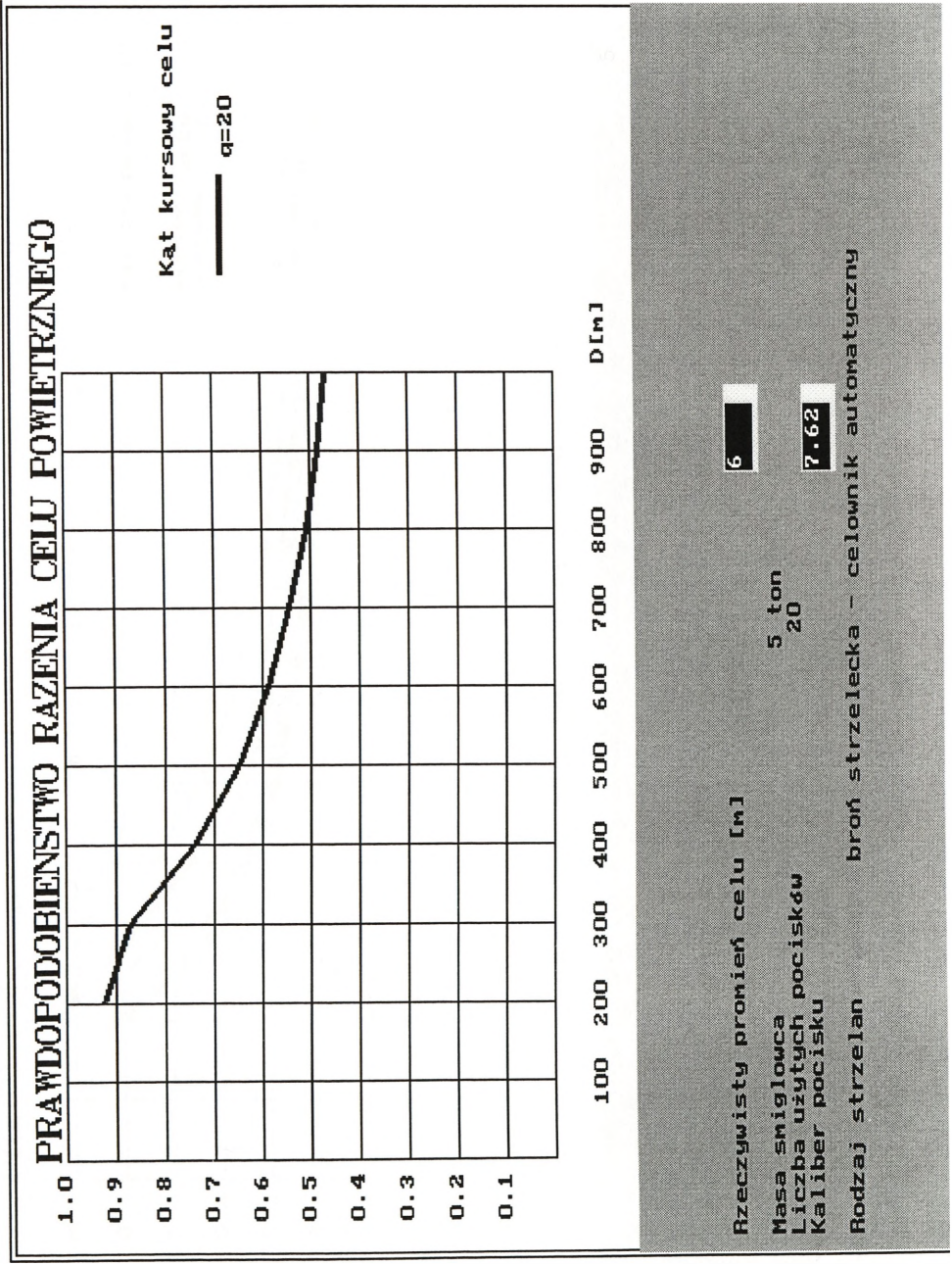
**2**

**7.62**

Ekran nr 3 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

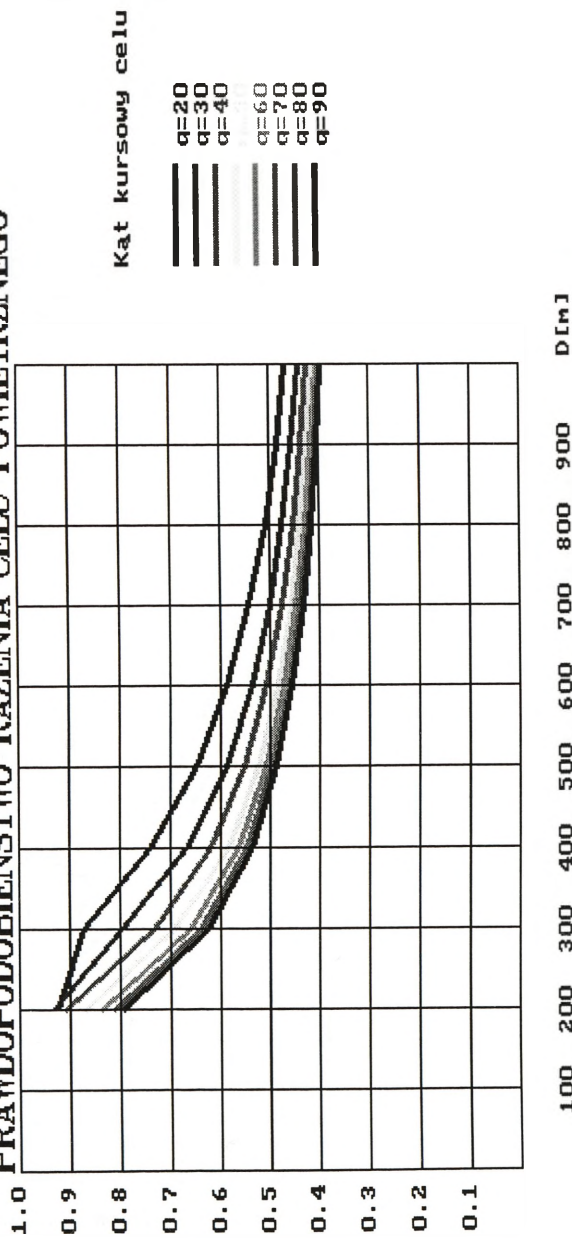


Ekran nr 4 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 5 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigła, liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAŻENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m]

6

Masa śmigłowca

5 ton

Liczba użytych pocisków

20

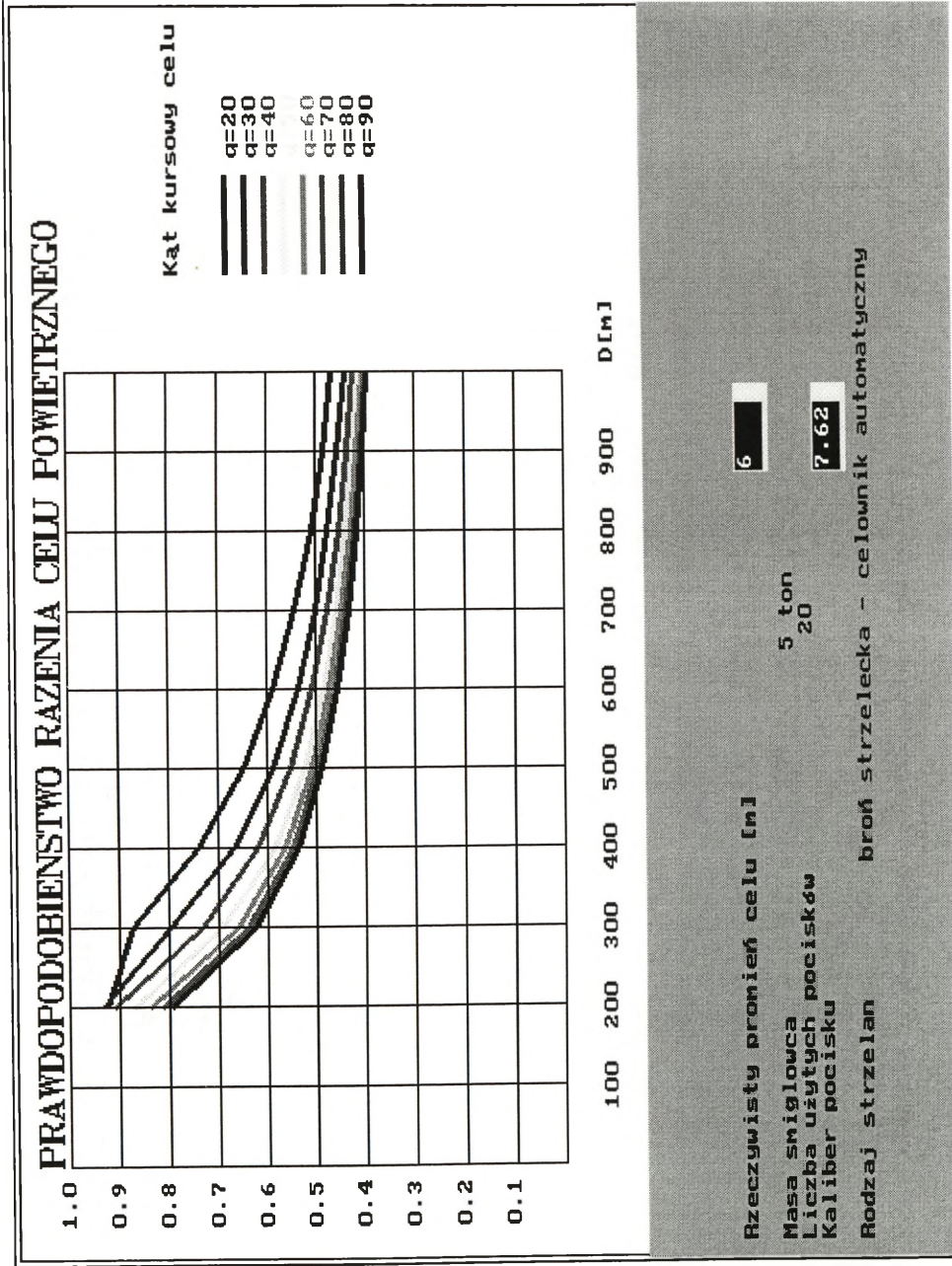
Kaliber pocisku

7.62

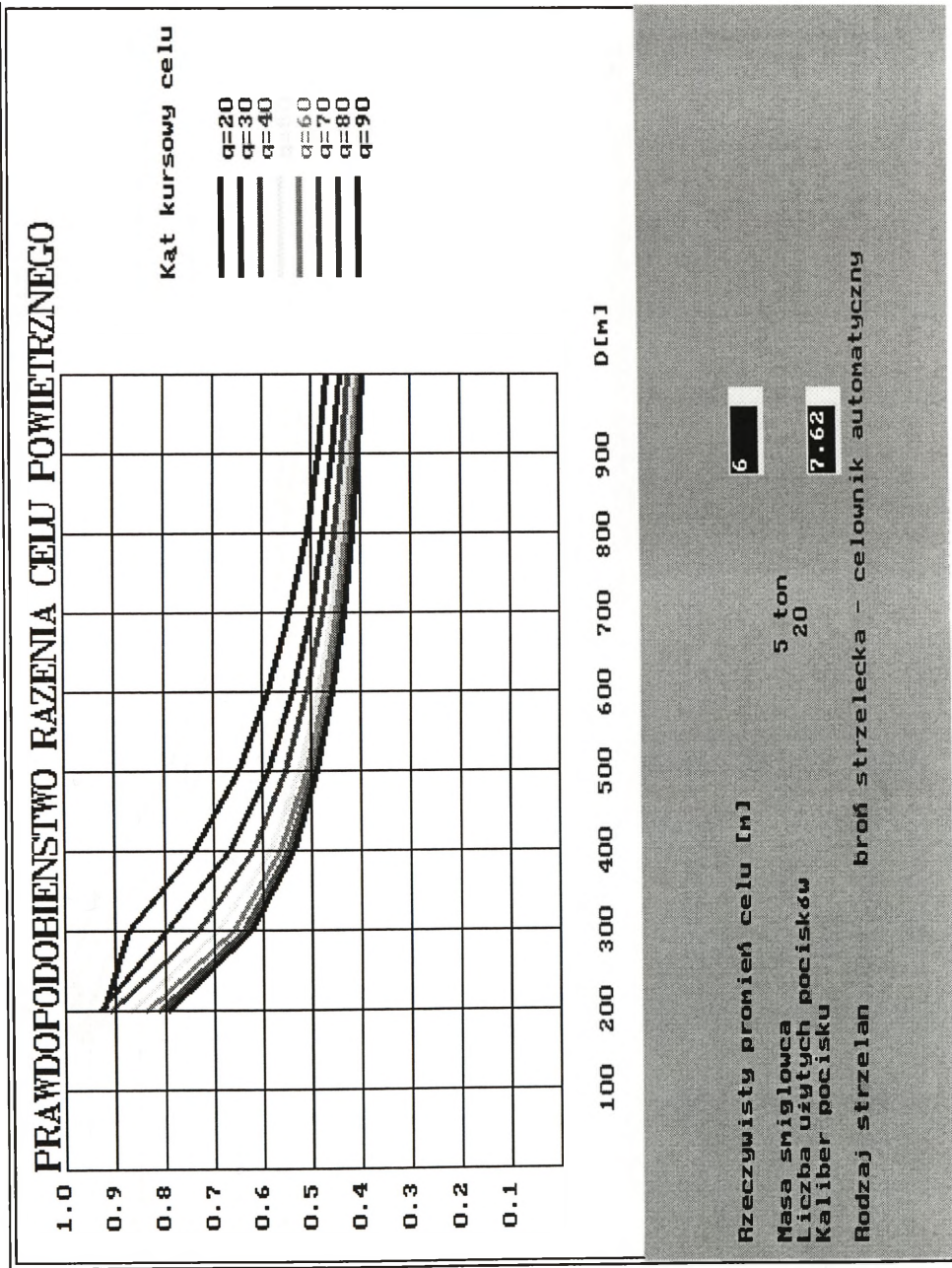
Rodzaj strzelan

broń strzelecka - celownik automatyczny

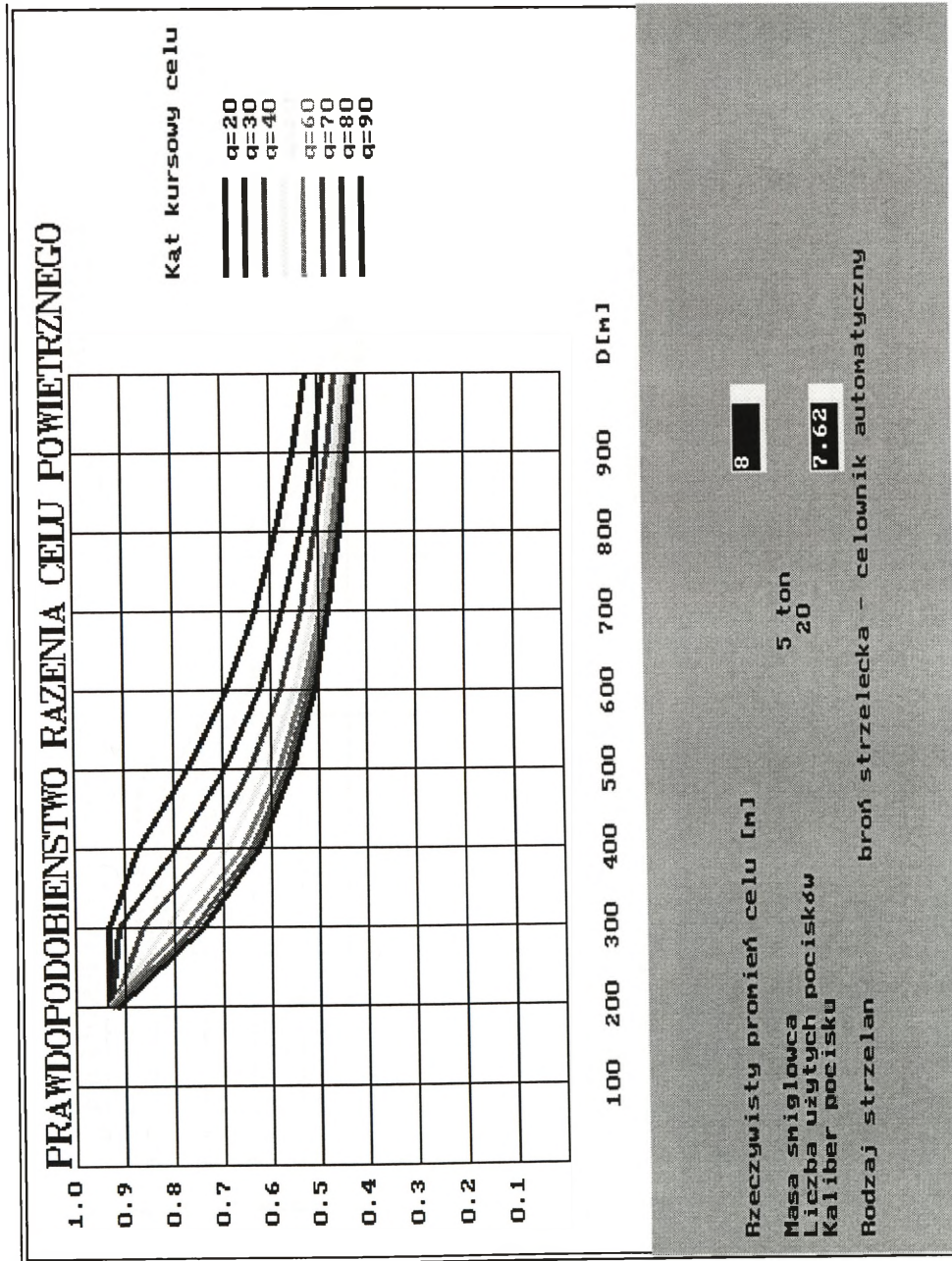
Ekran nr 6 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigła, liczby poc., kalibru, celownika})$



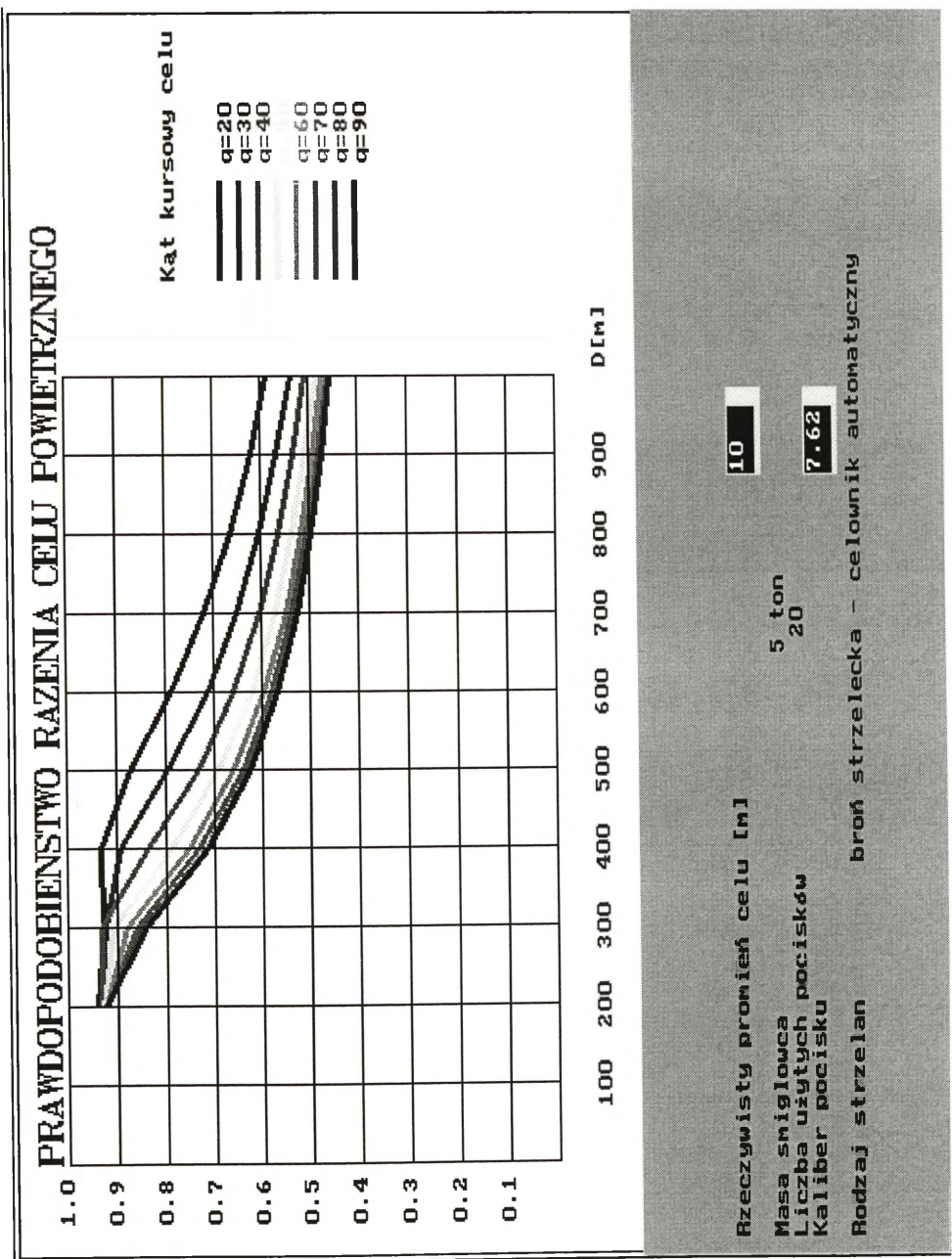
Ekran nr 7 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



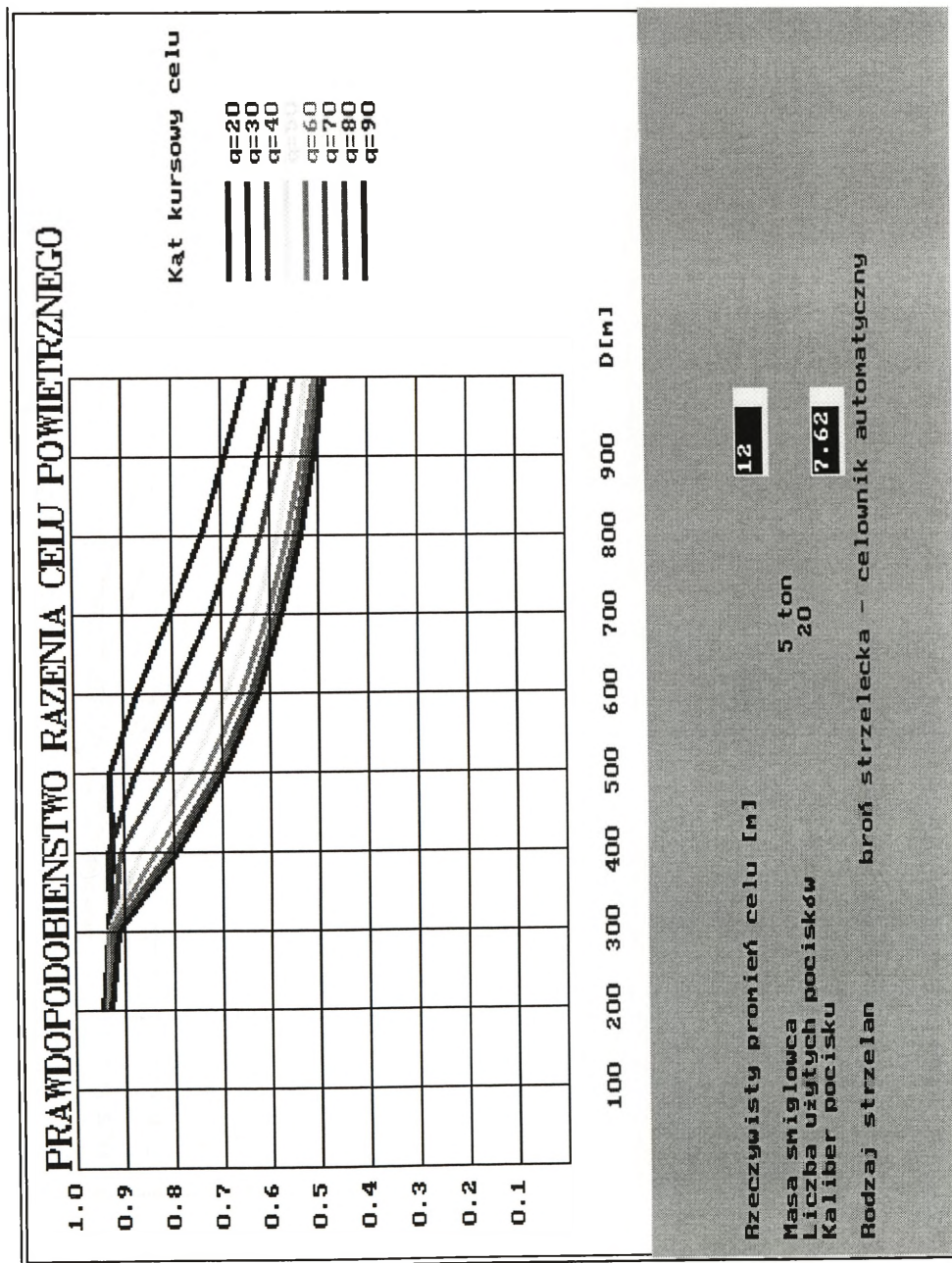
Ekran nr 8 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



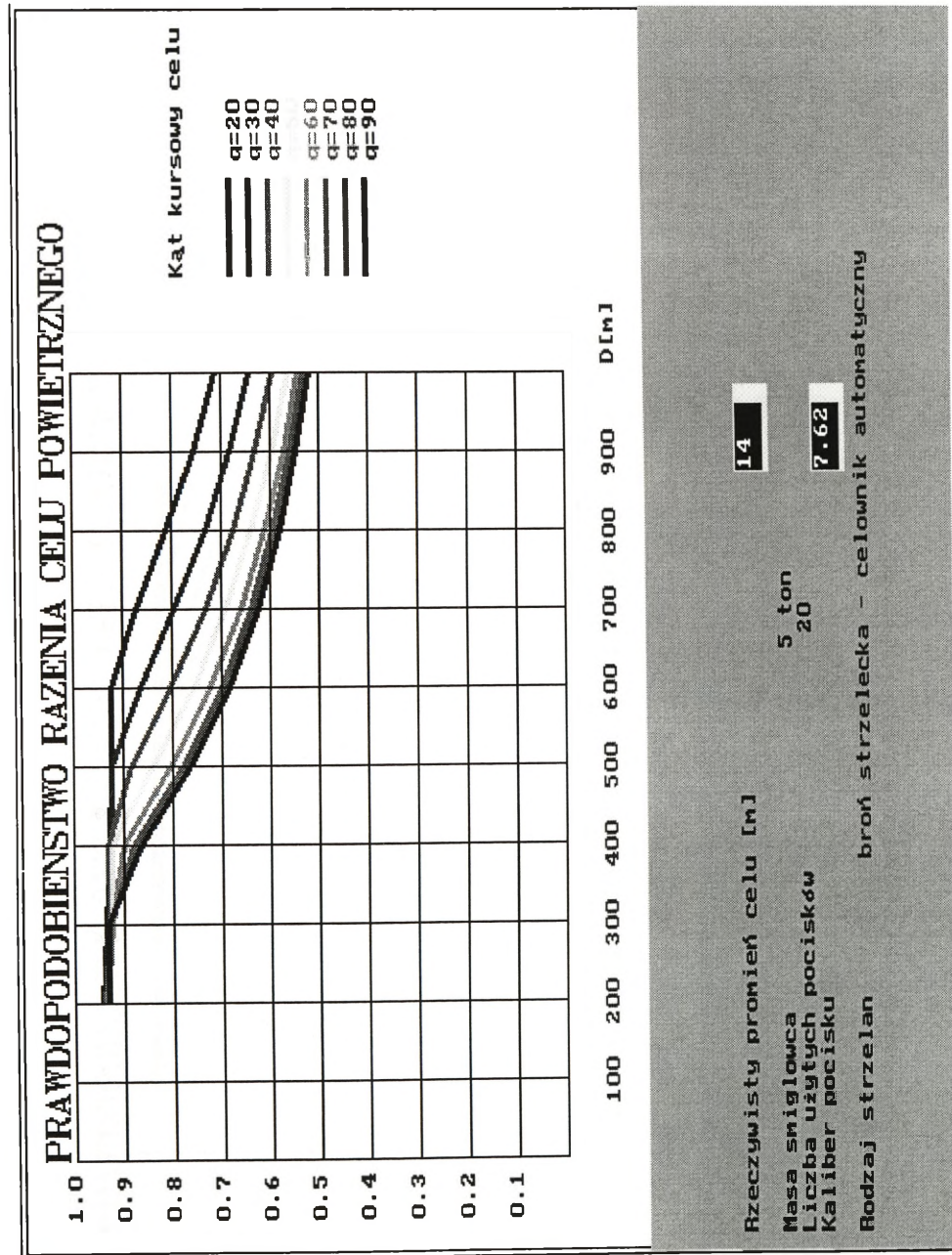
Ekran nr 9 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



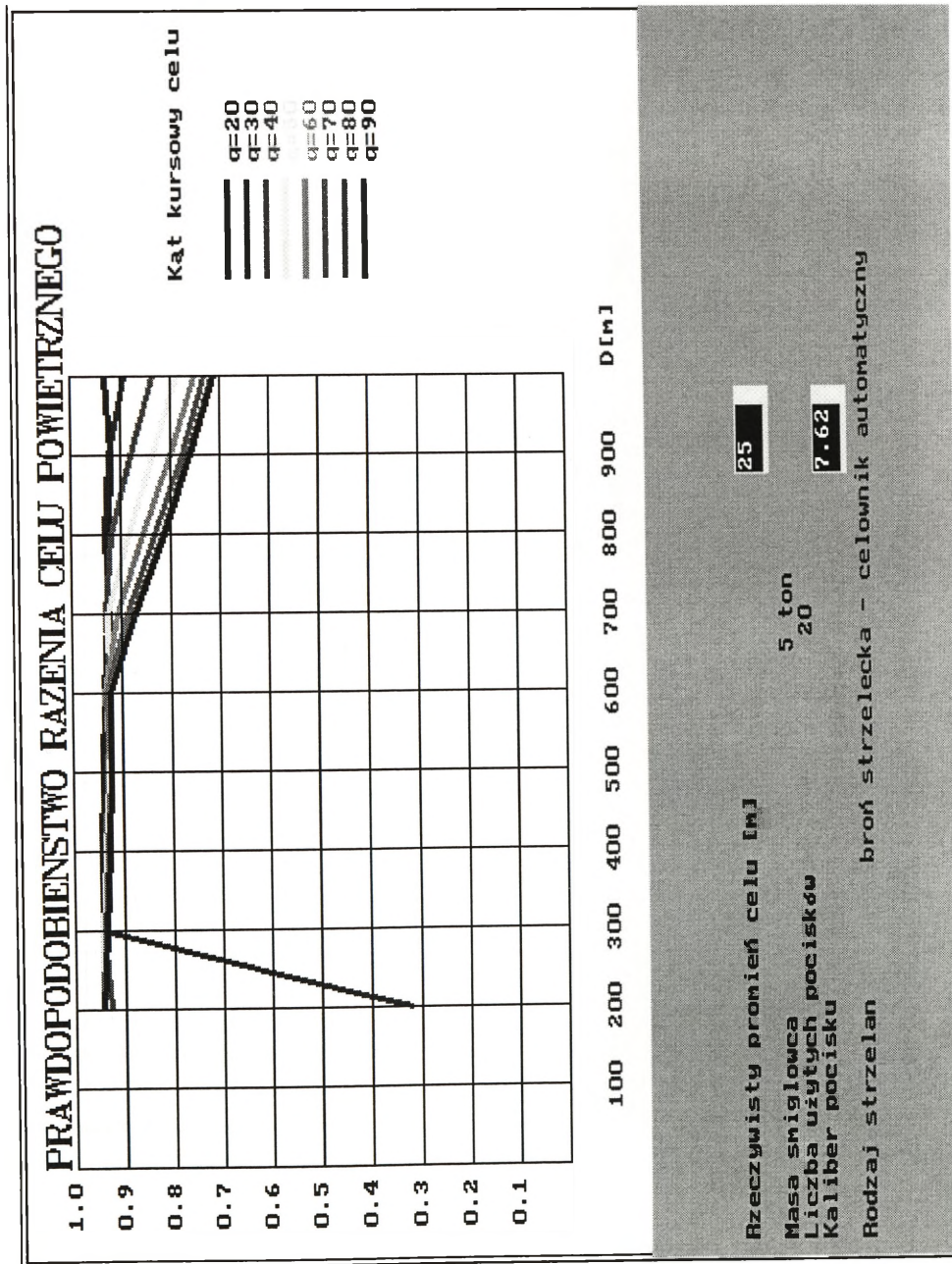
Ekran nr 10 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



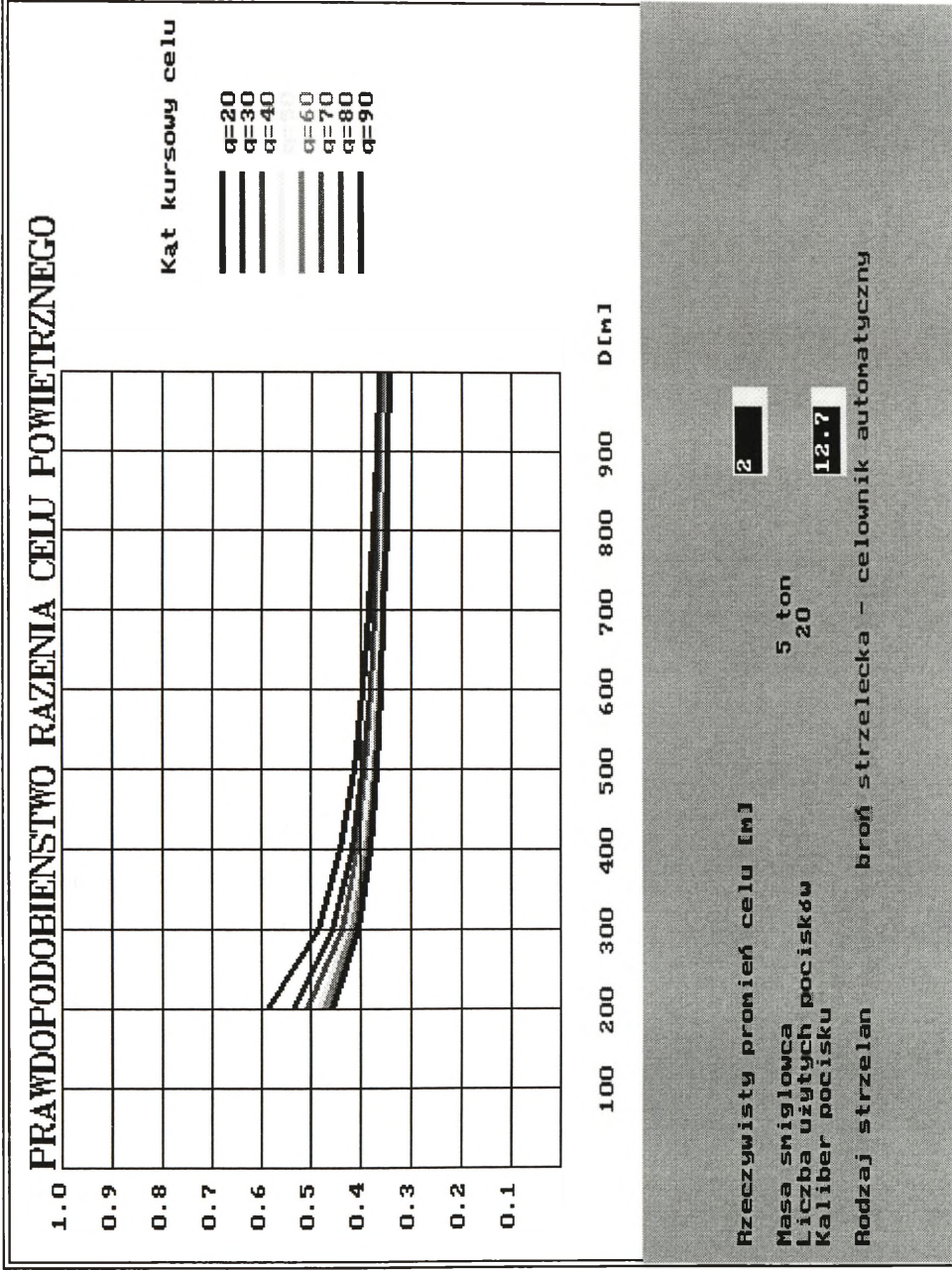
Ekran nr 11 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



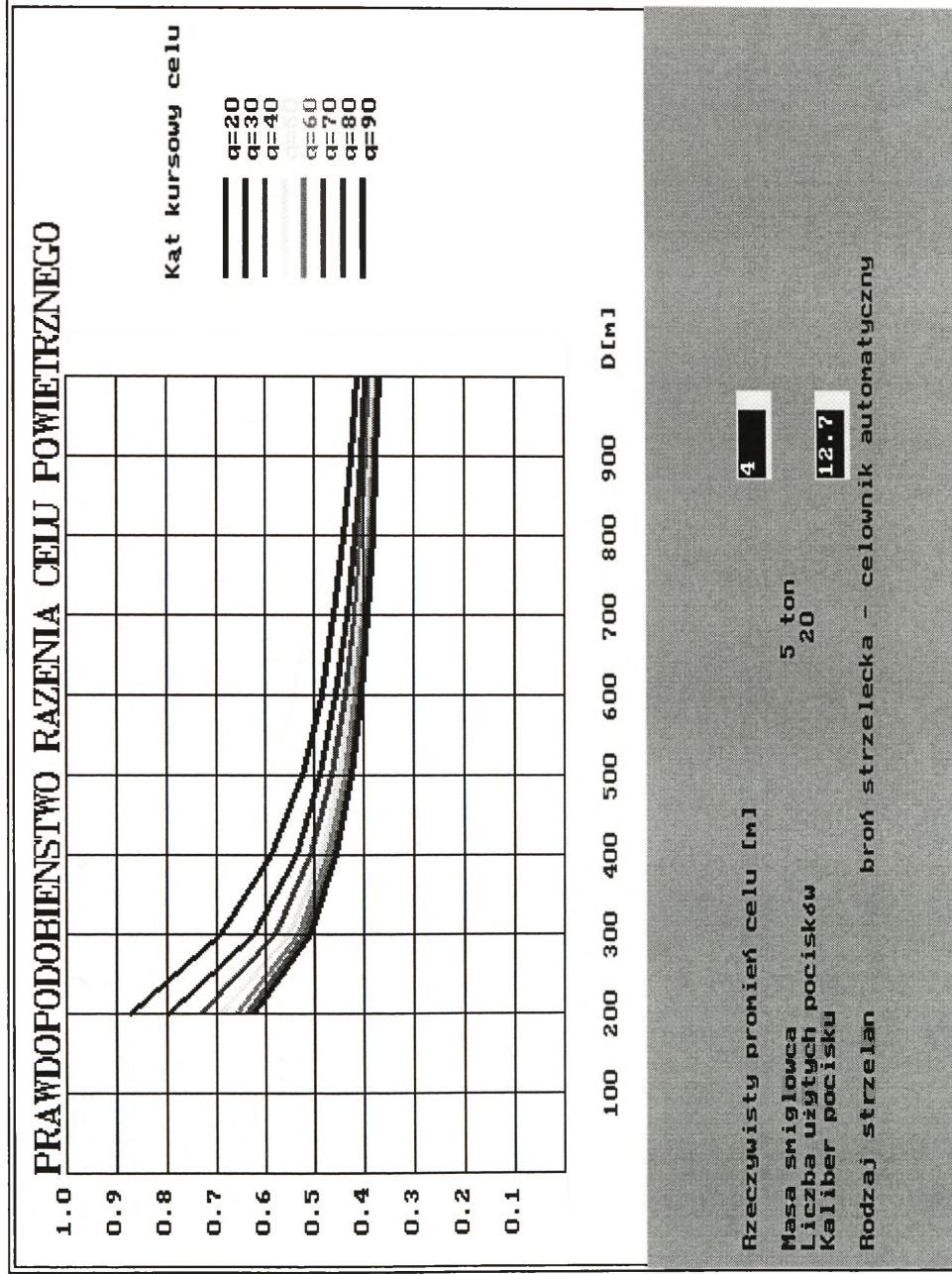
Ekran nr 12 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 13 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

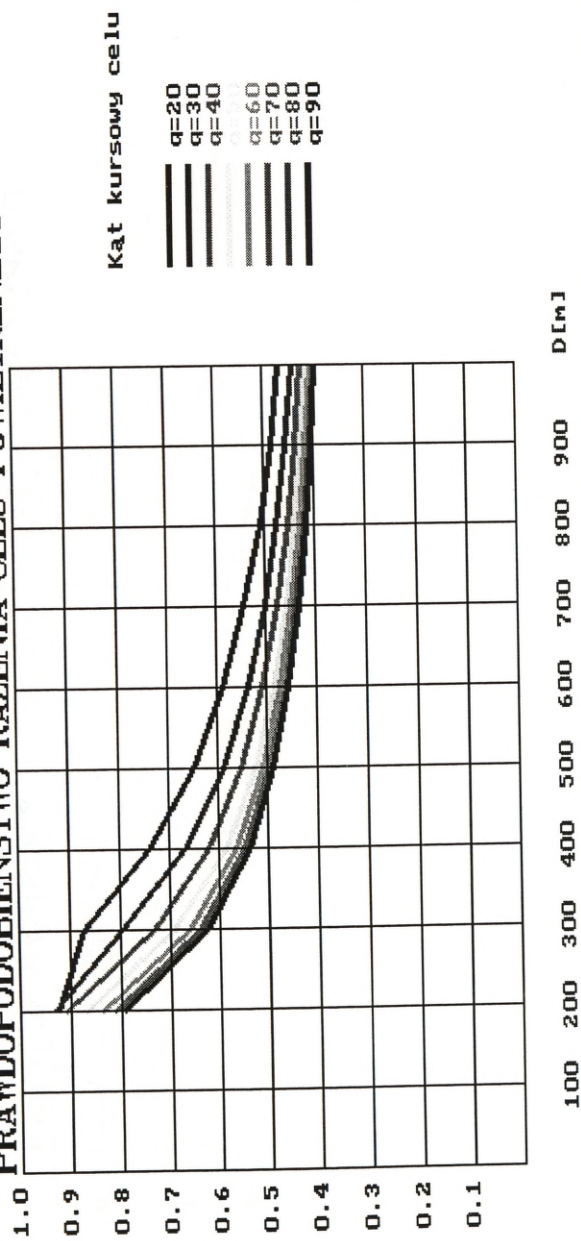


Ekran nr 14 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 15 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAŻENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m]

6

Masa śmigłowca

5 ton

Liczba użytych pocisków

20

Kaliber pocisku

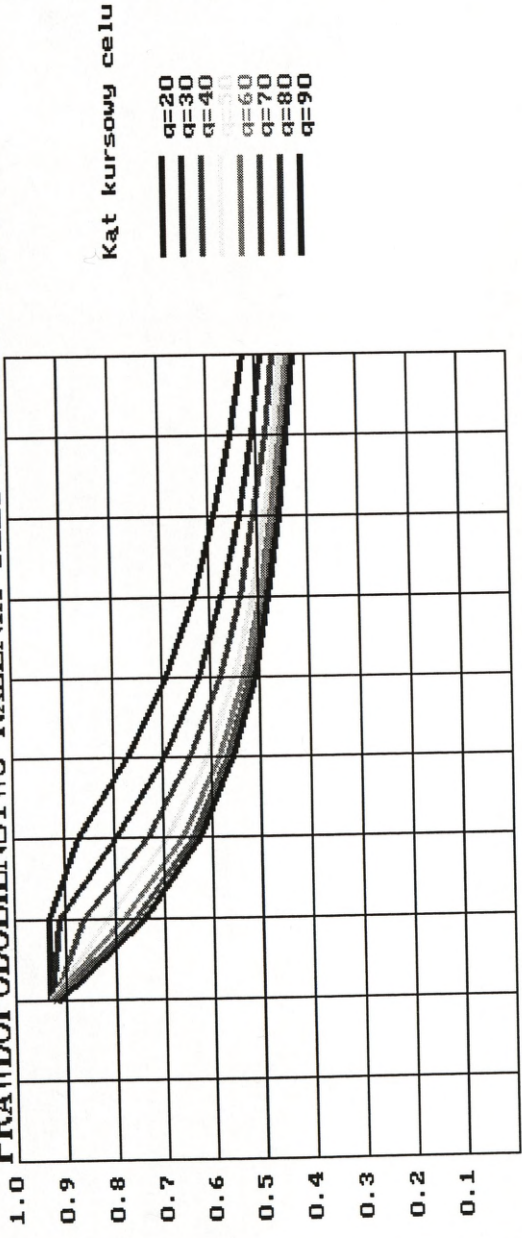
12.7

Rodzaj strzelan

broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 16 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIENSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO

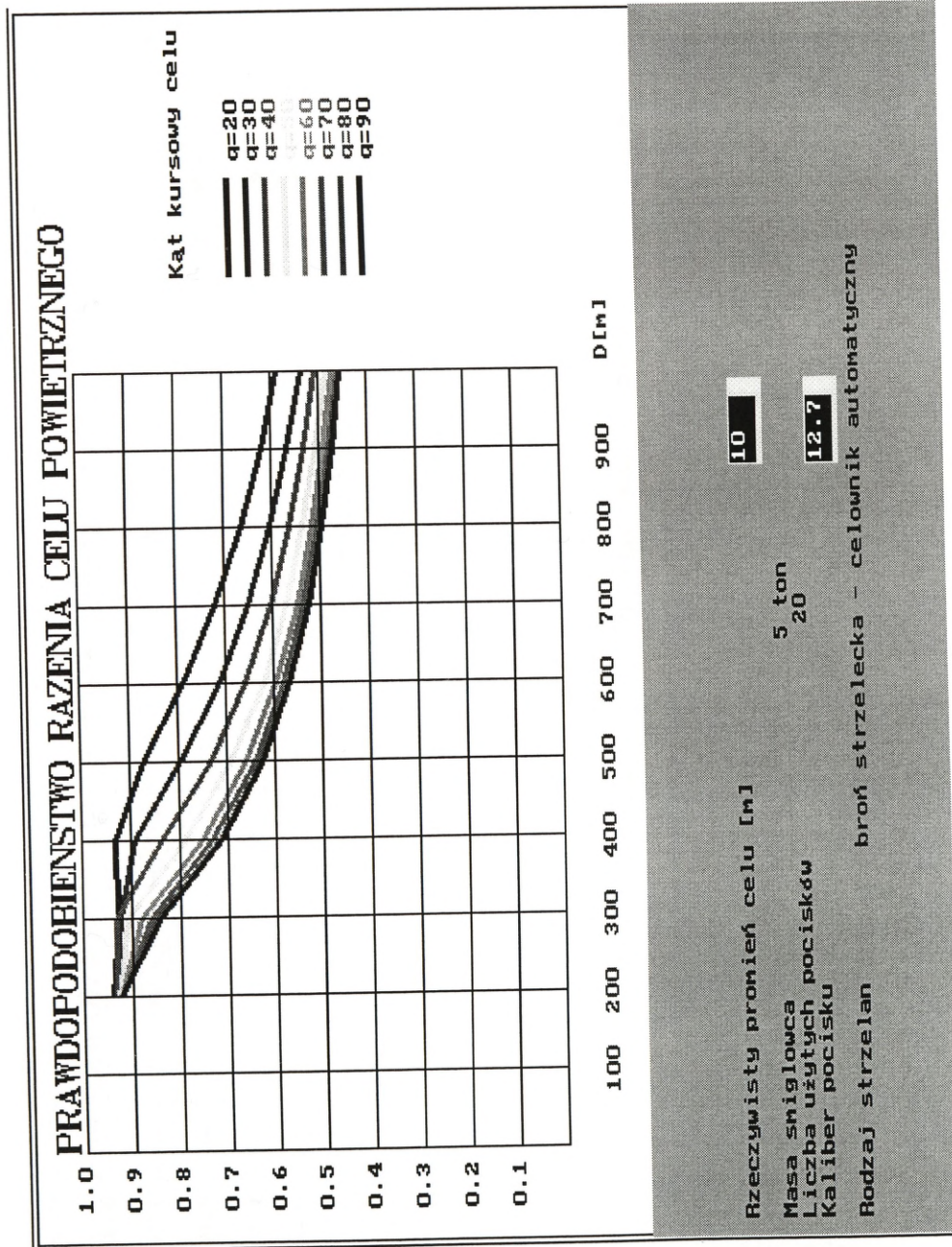


D [m]

8  
12.7

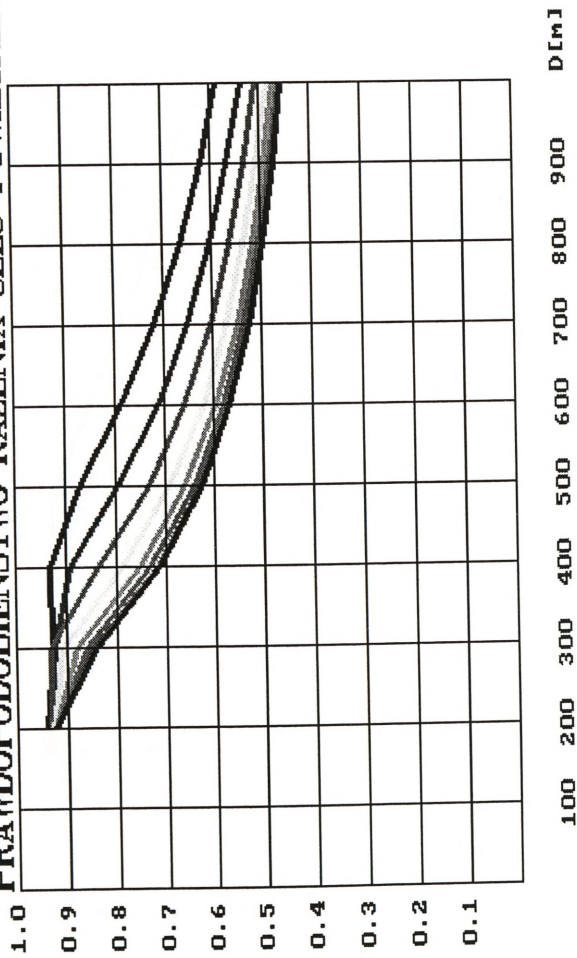
Rzeczywisty promień celu [m]  
 Masa smigłowca 5 ton  
 Liczba użytych pocisków 20  
 Kaliber pocisku 12.7  
 Rodzaj strzelan broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 17 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

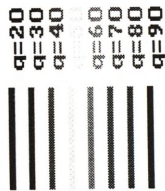


Ekran nr 18 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIENSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Kat kursowy celu



Rzeczywisty promień celu [m]

10

Masa śmigłowca

5 ton

Liczba użytych pocisków

20

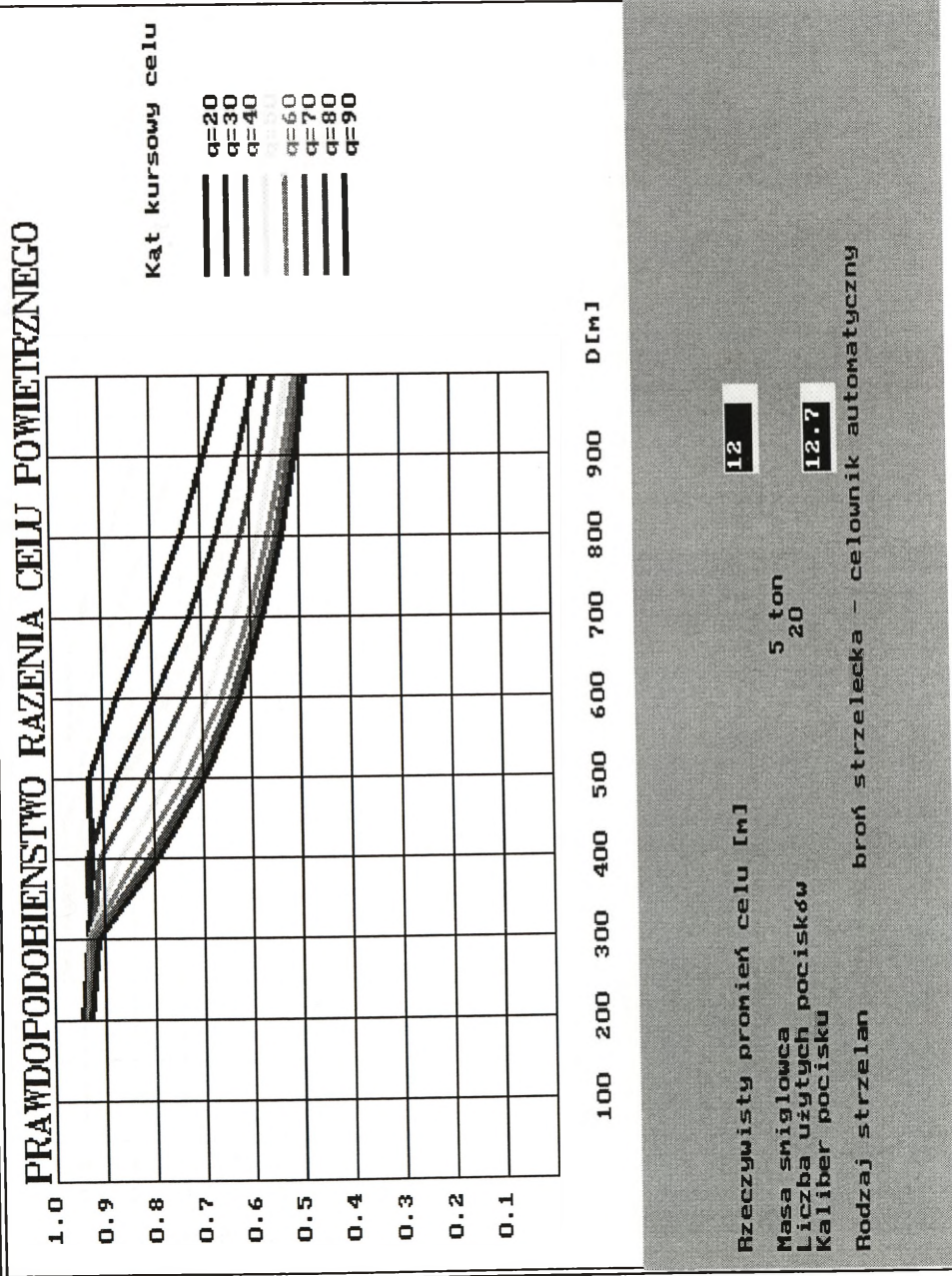
Kaliber pocisku

12.7

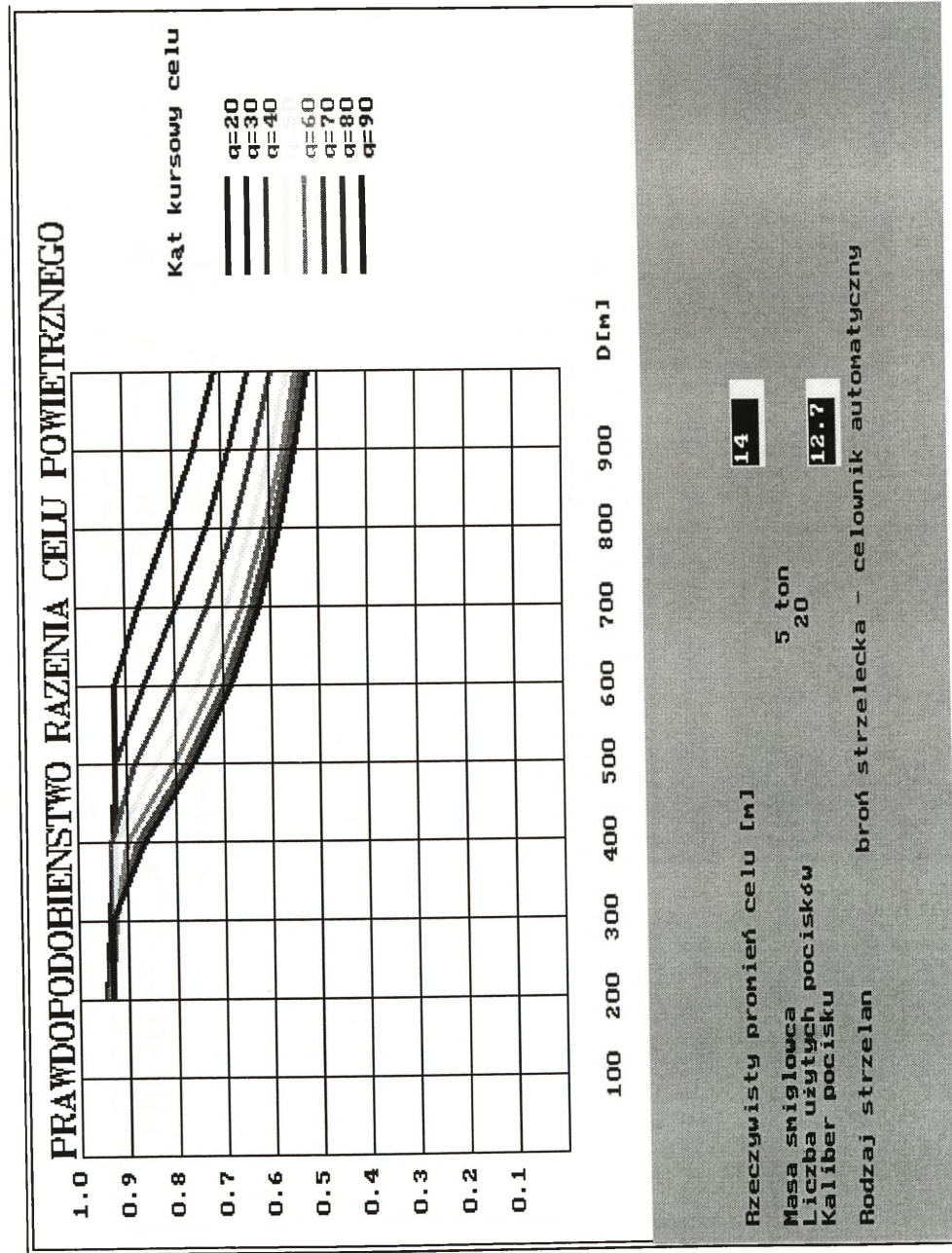
Rodzaj strzelan

brój strzelecka - celownik automatyczny

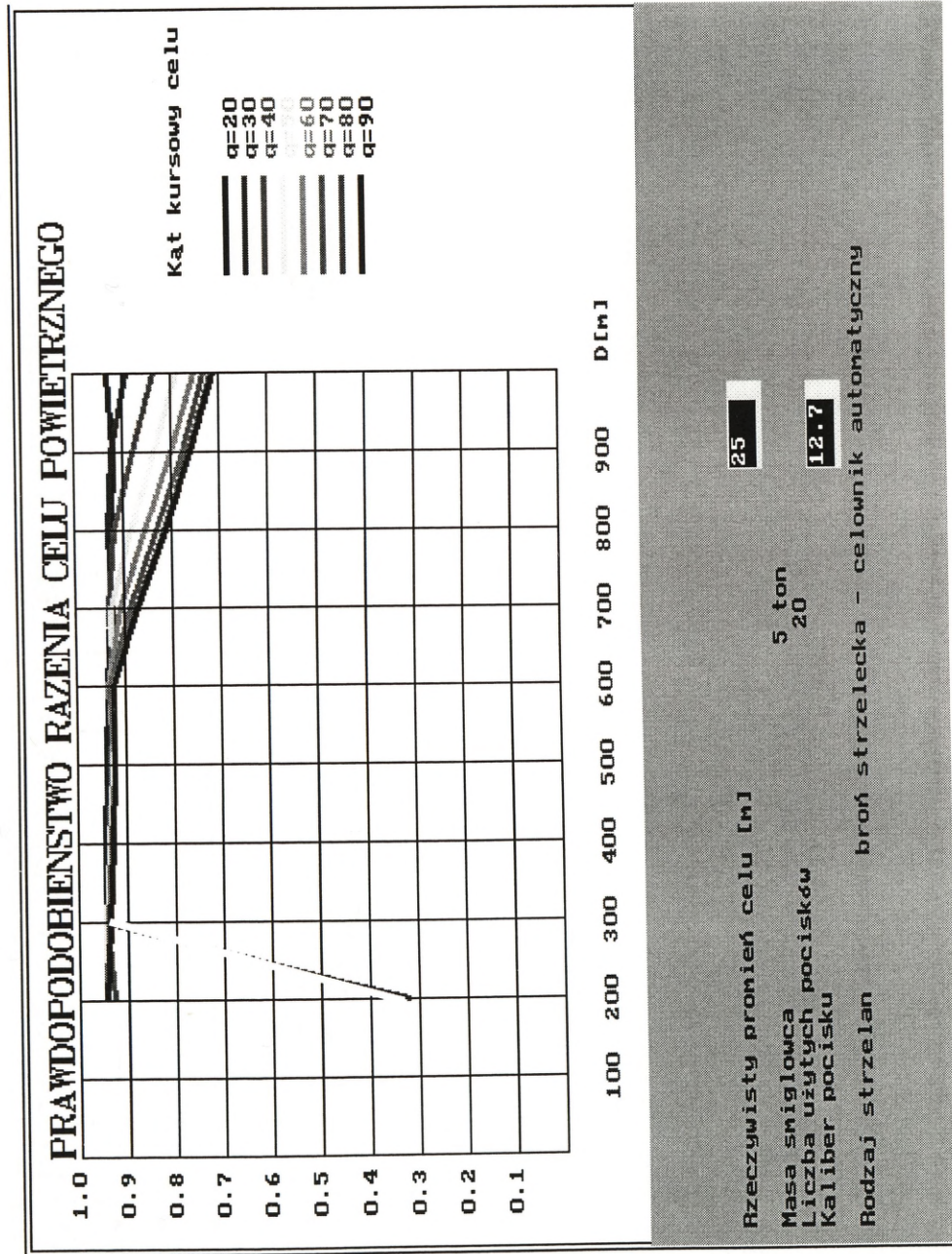
Ekran nr 19 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



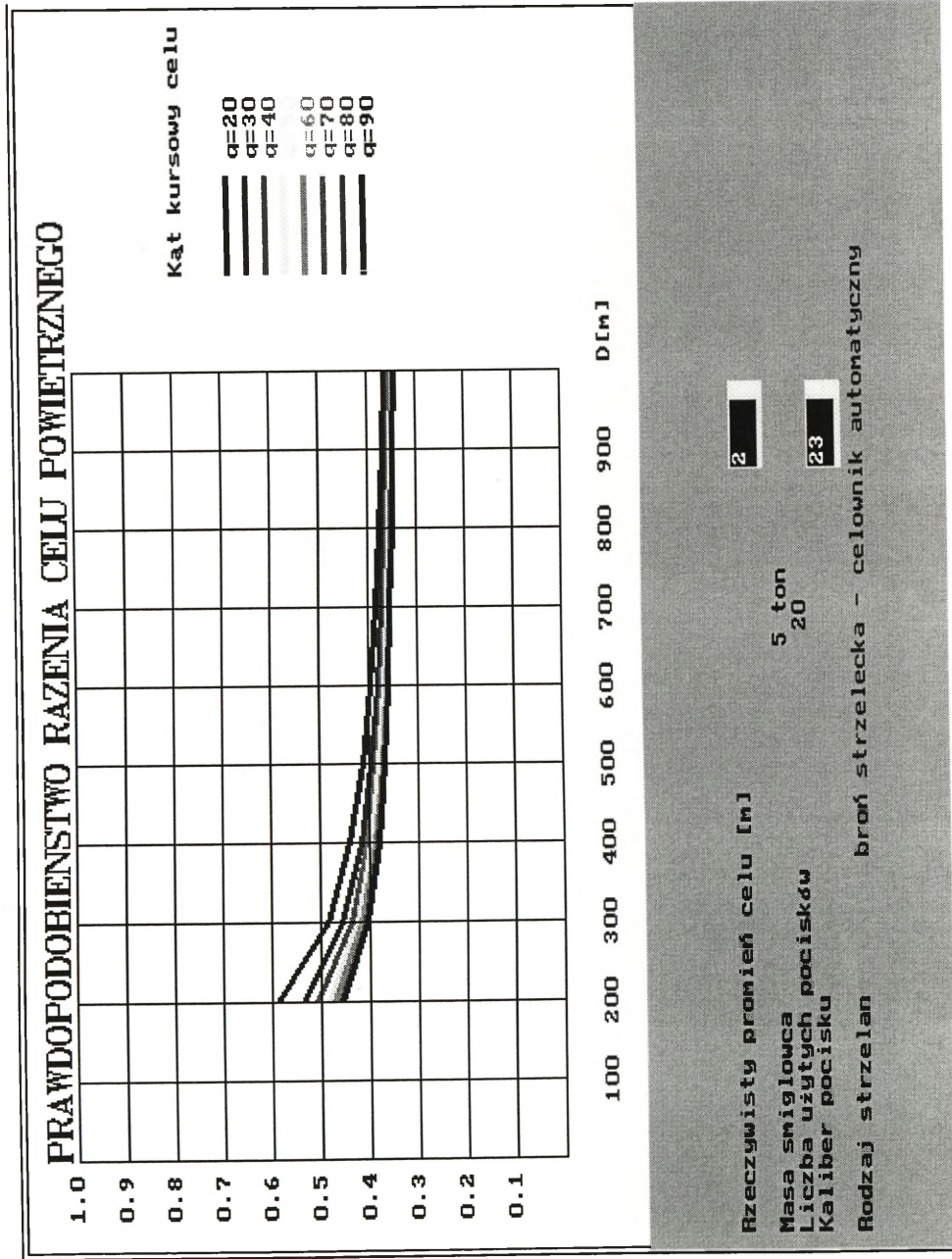
Ekran nr 20 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



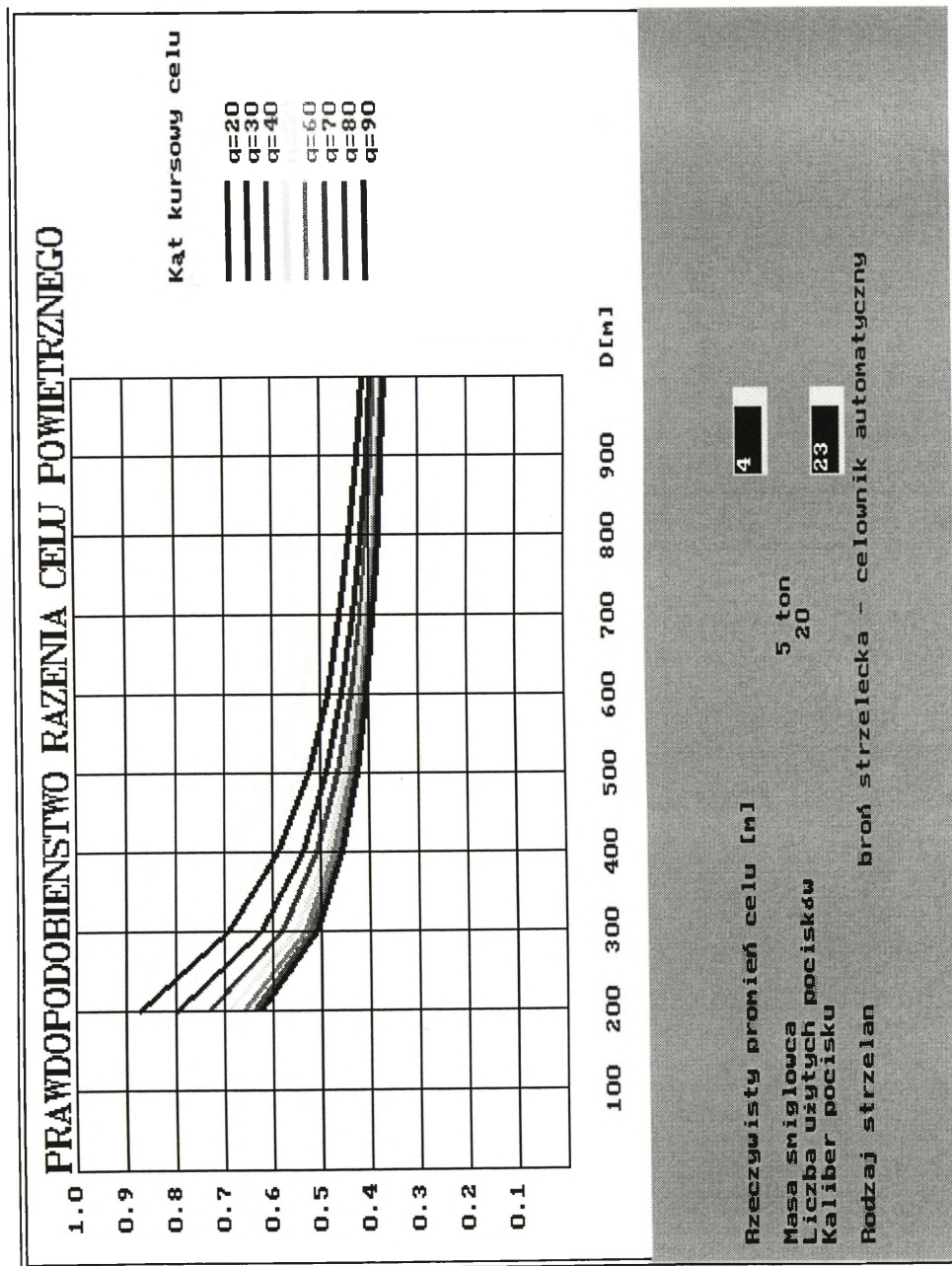
Ekran nr 21 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



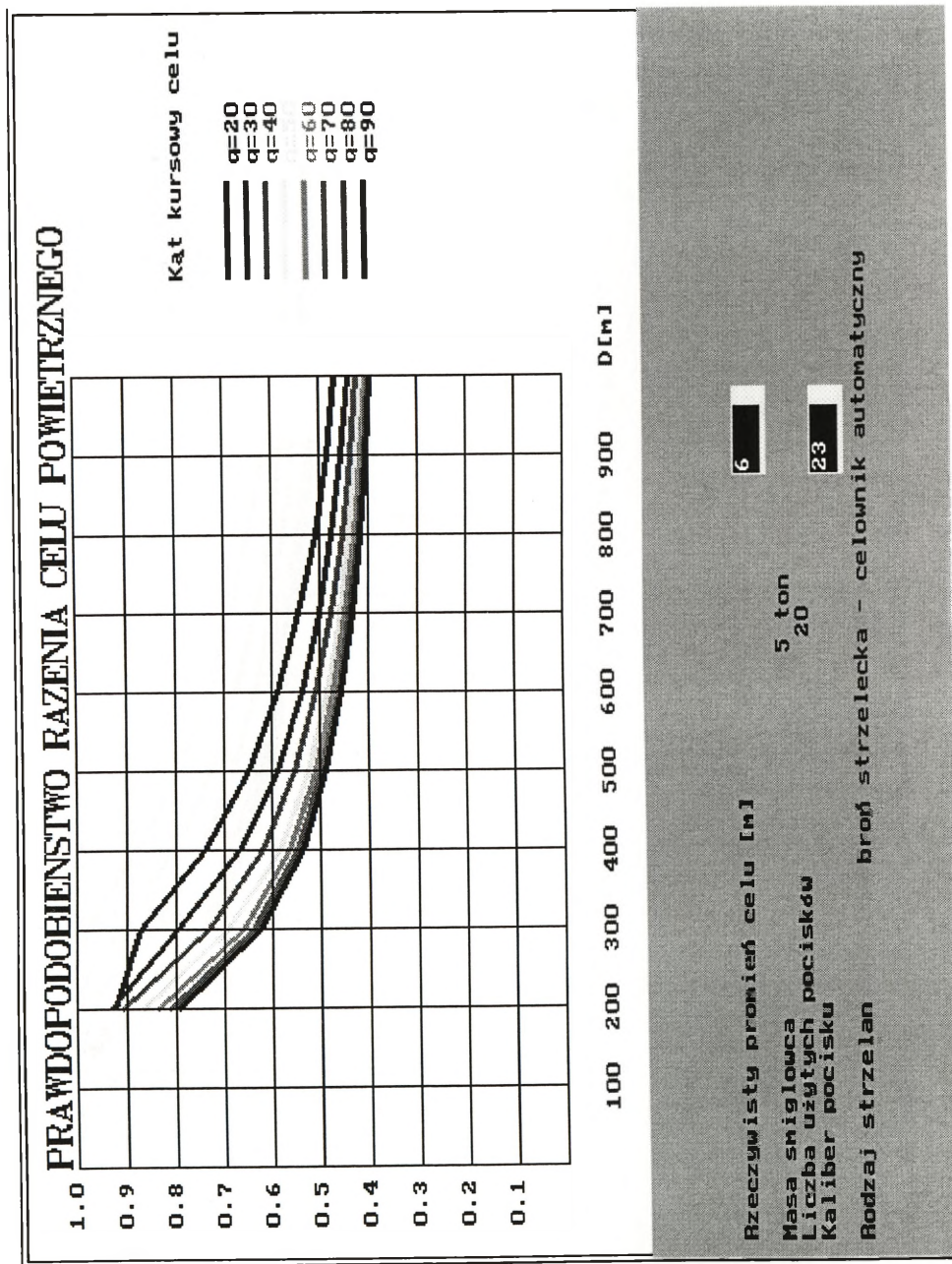
Ekran nr 22 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 23 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

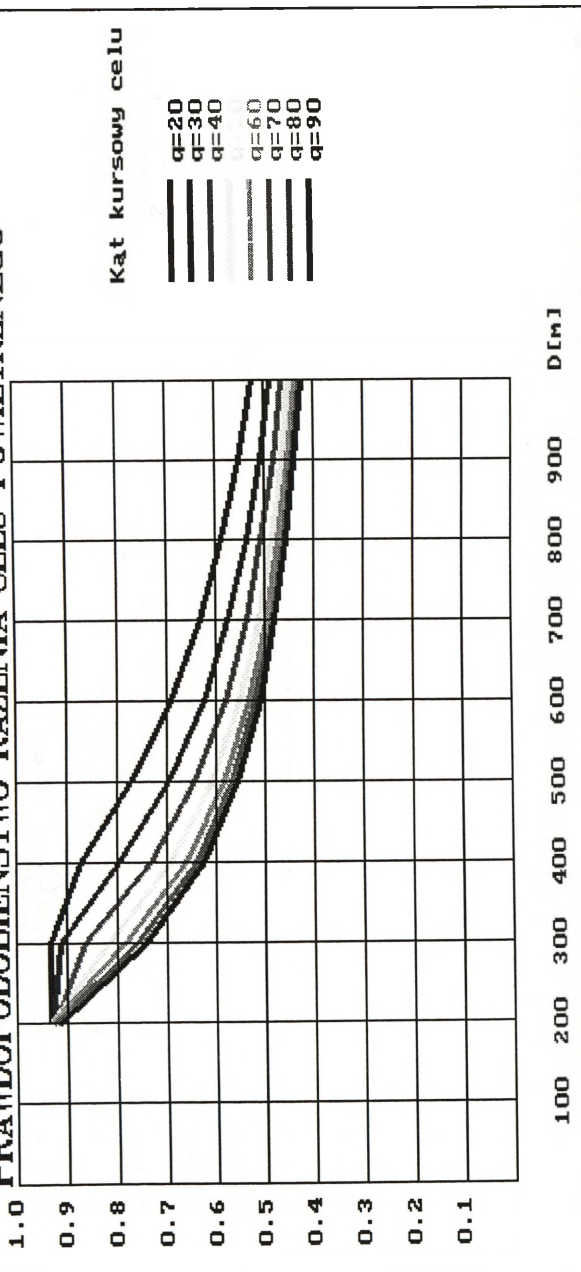


Ekran nr 24 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 25 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIENSTWO RAŻENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m] 8

Masa śmigłowca 5 ton

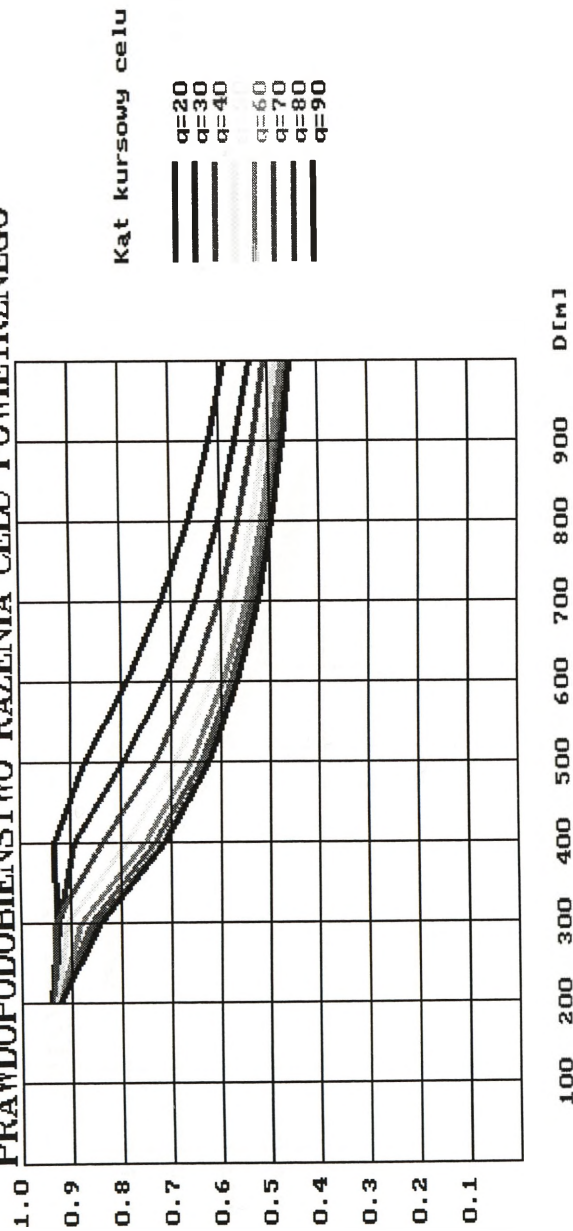
Liczba użytych pocisków 20

Kaliber pocisku 23

Rodzaj strzelan broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 26 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m] **10**

Masa śmigłowca **5 ton**

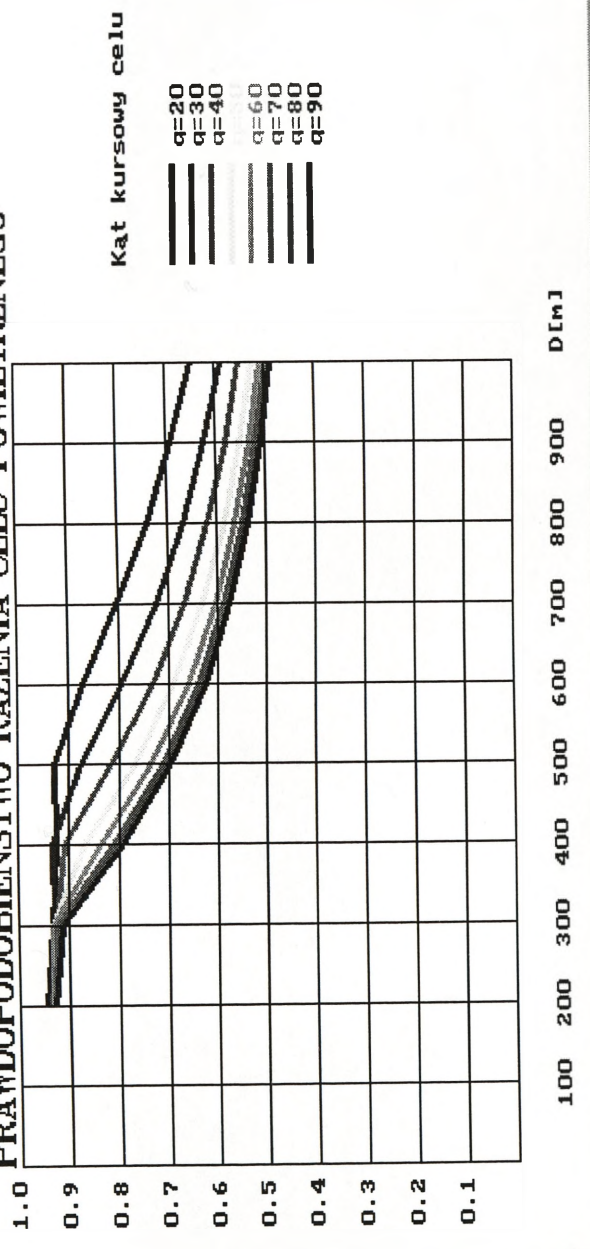
Liczba użytych pocisków **20**

Kaliber pocisku **23**

Rodzaj strzelan **broń strzelecka - celownik automatyczny**

Ekran nr 27 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIENSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m] **12**

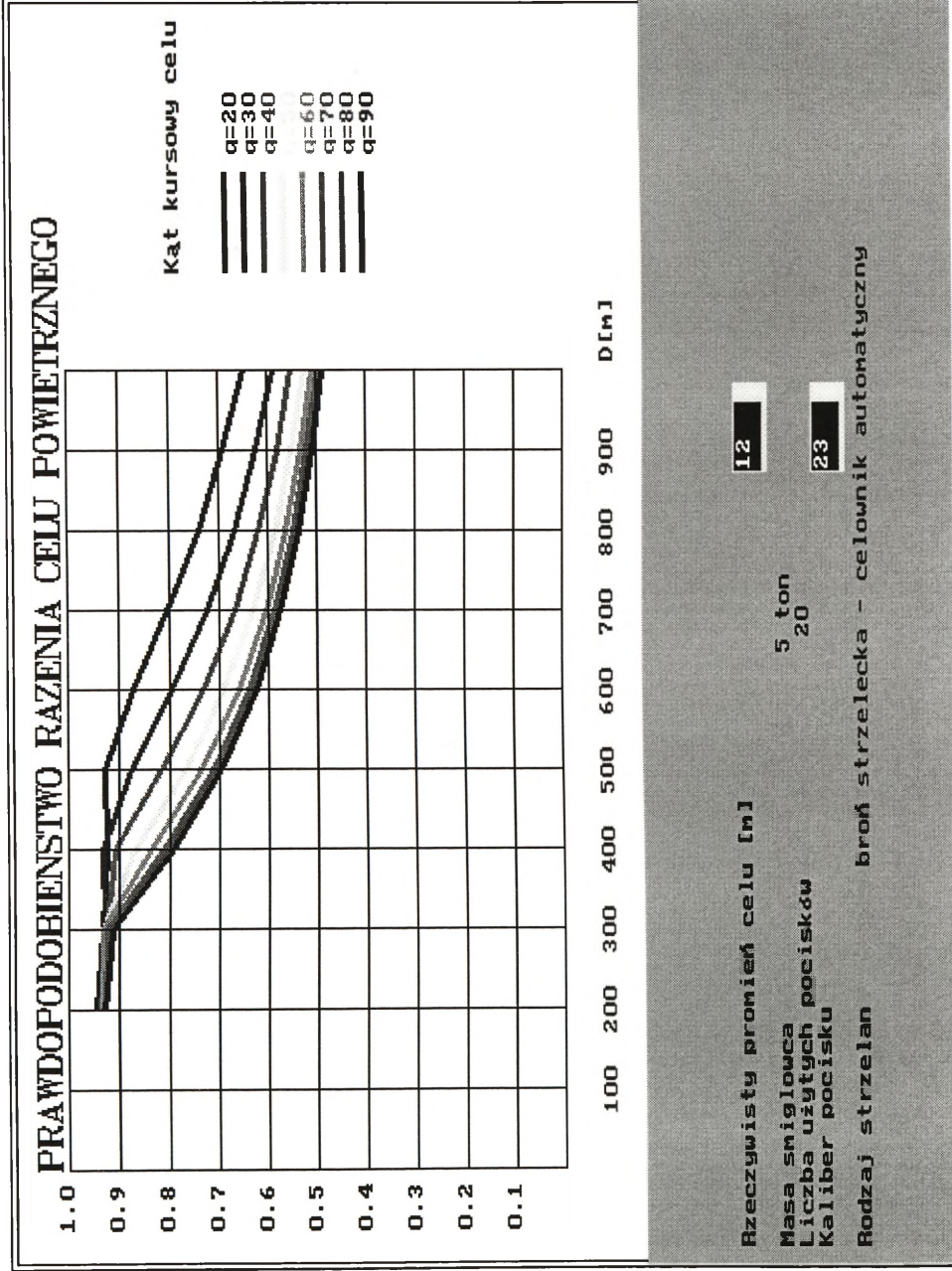
Masa śmigłowca **5 ton**

Liczba użytych pocisków **20**

Kaliber pocisku **23**

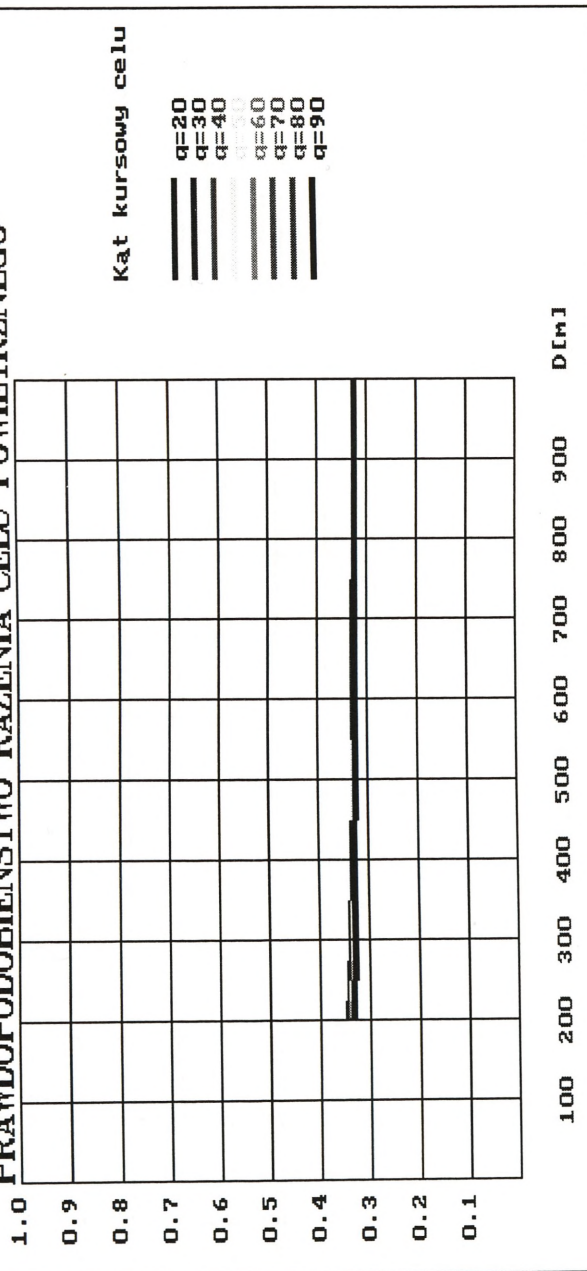
Rodzaj strzelan **broń strzelecka - celownik automatyczny**

Ekran nr 28 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 29 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m] 2

Masa smigłowca 15 ton

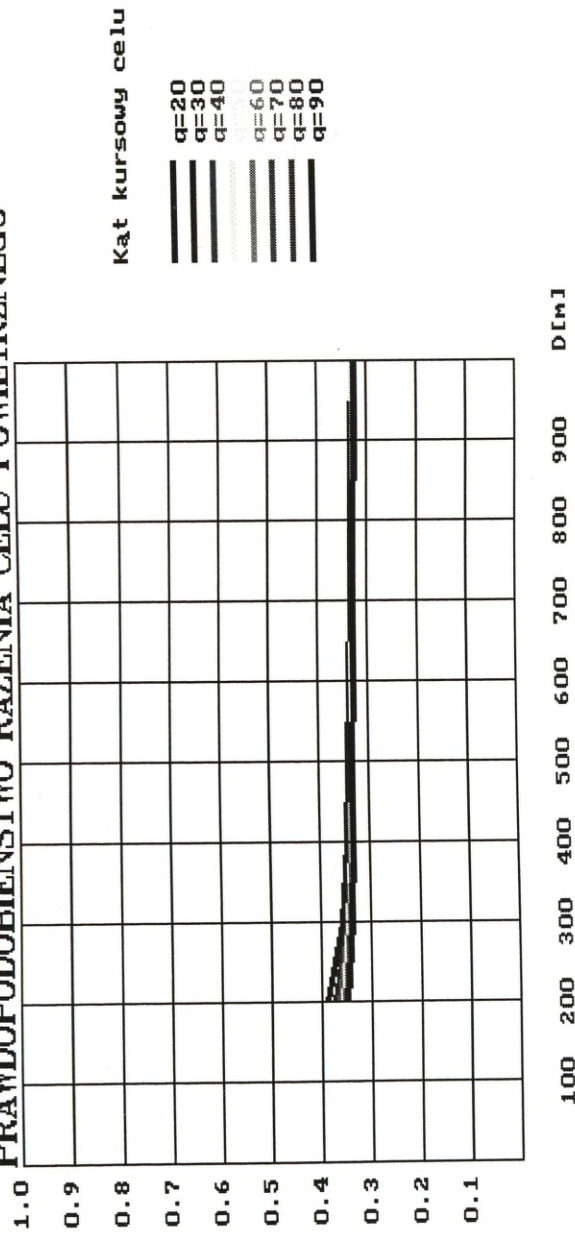
Liczba użytych pocisków 20

Kaliber pocisku 6.72

Rodzaj strzelan broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 30 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

## PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m]

4

Masa śmigłowca

15 ton

Liczba użytych pocisków

20

Kaliber pocisku

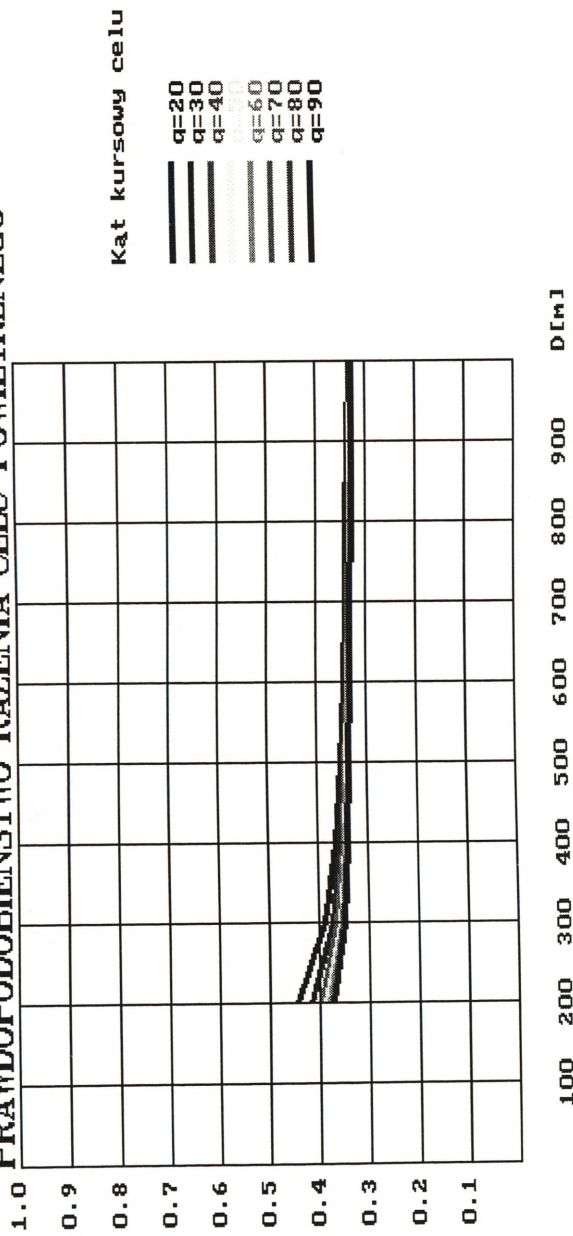
7,62

Rodzaj strzelan

broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 31 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIENSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m]

6

Masa śmigłowca

15 ton

Liczba użytych pocisków

20

Kaliber pocisku

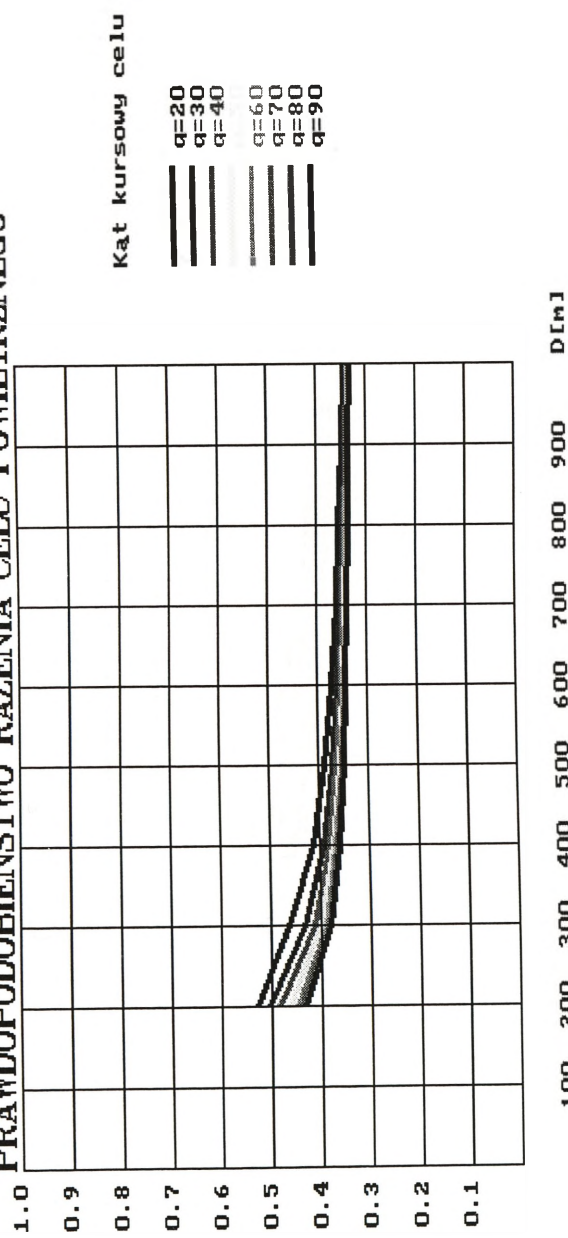
7.62

Rodzaj strzelan

broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 32 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

### PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m]

10

15 ton

20

Masa śmigłowca  
Liczba użytych pocisków

Kaliber pocisku

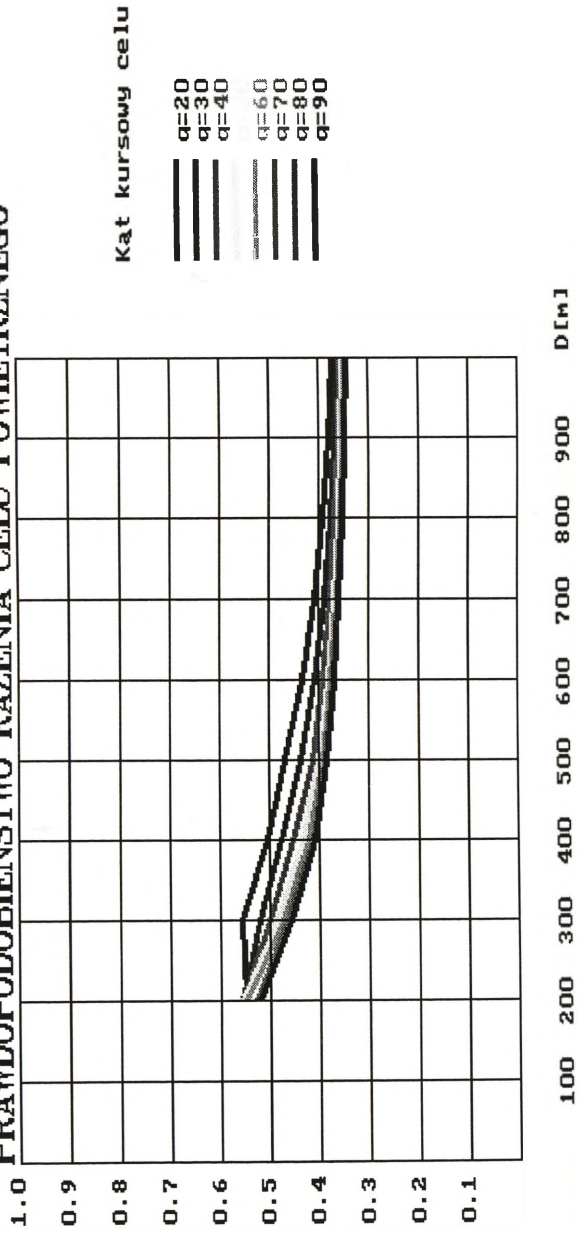
7.62

Rodzaj strzelan

broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 33 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

### PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAŻENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m]

17

Masa śmigłowca

15 ton

Liczba użytych pocisków

20

Kaliber pocisku

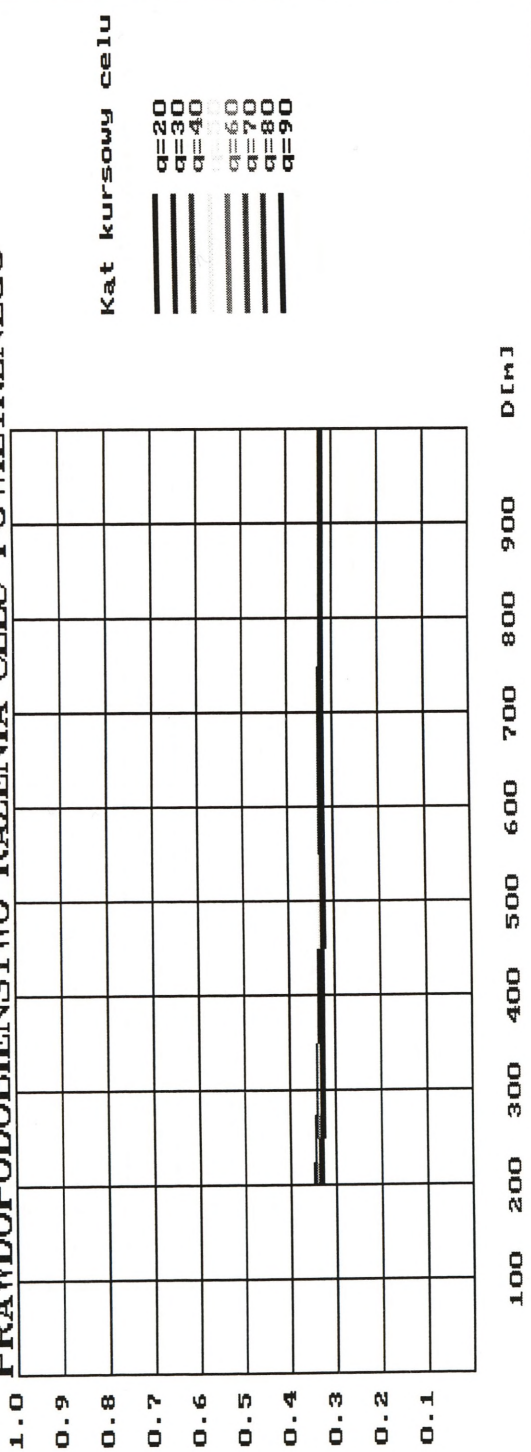
7.62

Rodzaj strzelan

brzoń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 34 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego p=f(promienia celu ,masy śmigł.,liczby poc.,kalibru,celownika)

# PRAWDOPODOBIENSTWO RAZENIA CELU POWIETRZNEGO



Kat kursowy celu

- q=20
- q=30
- q=40
- q=60
- q=70
- q=80
- q=90

Rzeczywisty promień celu [m]

Masa śmigłowca  
Liczba użytych pocisków  
Kaliber pocisku

15 ton  
20

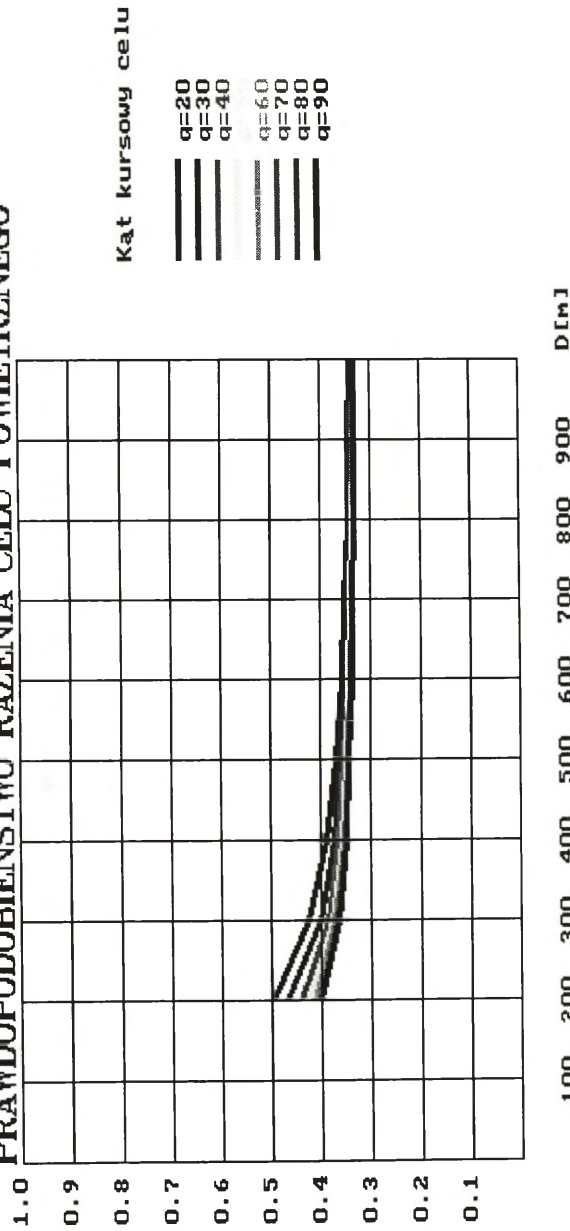
2

23

Rodzaj strzelan      broń strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 35 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$

# PRAWDOPODOBIEŃSTWO RAŻENIA CELU POWIETRZNEGO



Rzeczywisty promień celu [m]

8

Masa śmigłowca

15 ton

Liczba użytych pocisków

20

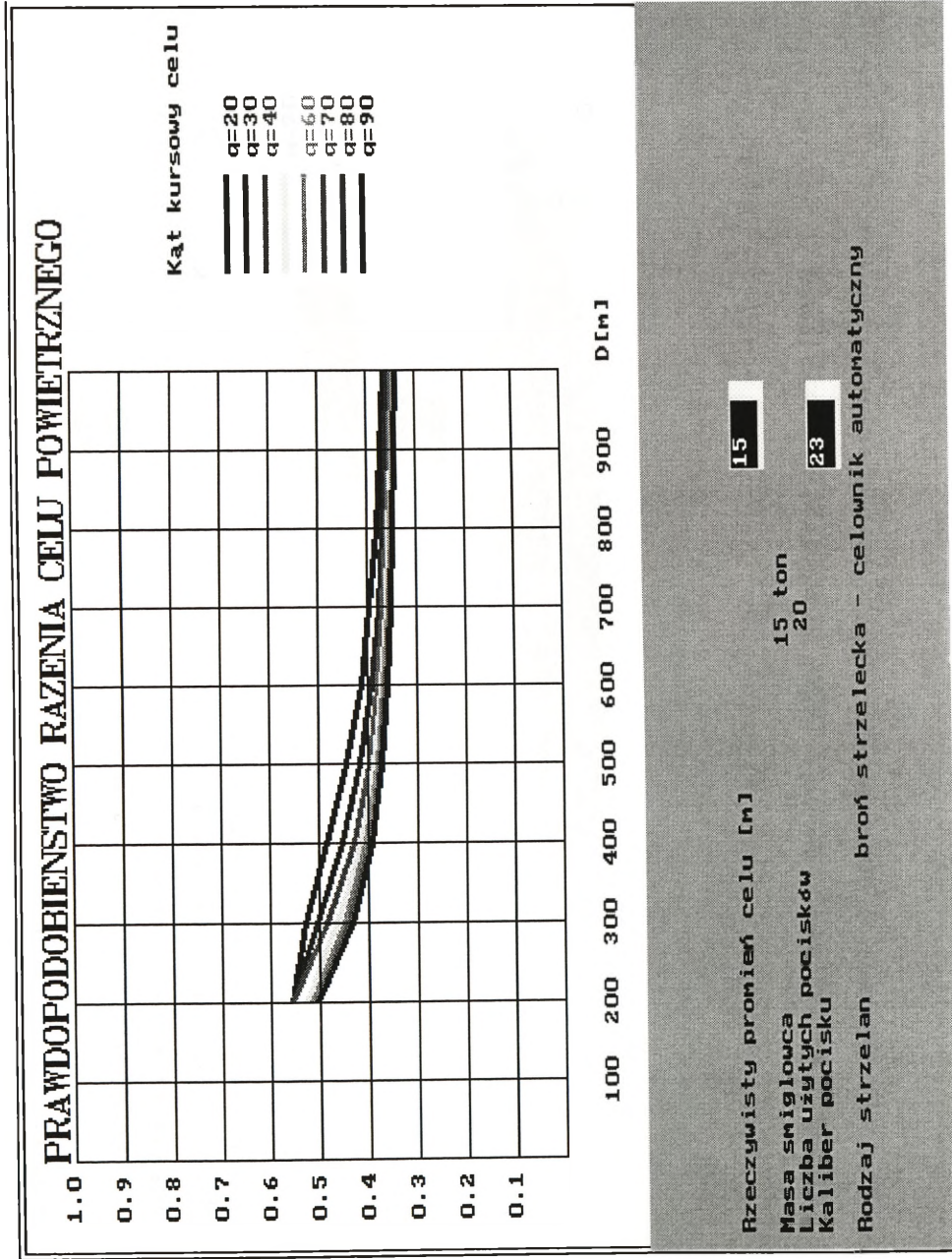
Kaliber pocisku

23

Rodzaj strzelan

brzoś strzelecka - celownik automatyczny

Ekran nr 36 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  $p=f(\text{promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika})$



Ekran nr 37 Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego p=f(promienia celu, masy śmigł., liczby poc., kalibru, celownika)

Mprowadz odleglosc strzelania [m]	1000
kat kursowy celu	90
rzczywisty promien celu [m]	4
Uchylenie prawdopodobne	E= 30.00
Promien celu obliczeniowego	robl= 0.13
P-stwo trafienia w cel jednym pociskiem	p= 0.02
Masa smiglowca	5 ton
	10 ton
	15 ton
Mprowadz kaliber pocisku (7 do 60 mm)	12.7
Liczba uzytych pociskow	22
Srednia liczba trafien konieczna do razenia celu = 3.00	
Wybierz rodzaj strzelan	bron strzelecka - celownik nieautomatyczny niekierowane pociski raketowe - celownik automatyczny niekierowane pociski raketowe - celownik nieautomatyczny

Prawdopodobiestwo razenia celu powietrznego = 0.351

Ekran nr 38 Warunki początkowe obliczeń prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego

D	q	MYNIKI	SESJI	OBLICZENIOWEJ	p=f(D)	P
D= 100	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.905
D= 200	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.628
D= 300	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.504
D= 400	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.446
D= 500	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.412
D= 600	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.391
D= 700	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.377
D= 800	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.366
D= 900	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.358
D= 1000	q= 90	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.351

MYNIKI SESJI OBLICZENIOWEJ p=f(q)

q= 5	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.449
q= 10	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.427
q= 20	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.398
q= 30	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.381
q= 40	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.370
q= 50	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.362
q= 60	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.357
q= 70	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.354
q= 80	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.352
q= 90	D=1000	rr= 4	Typ.= 1	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.351

bron strzelecka - celownik automatyczny

Gdzie:

q - kat kursowy celu  
D - odleglosc strzelania  
Typ smiglowca i- masa 5 ton 2 - masa 10 ton 3 masa 15 ton  
k - kaliber  
n - liczba zuzytych pocisków  
rr - promien celu

Mprowadz odleglosc strzelania [m]	1000
kat kursowy celu	90
rzeczywisty promien celu [m]	4
Uchylenie prawdopodobne	E= 30.00
Promien celu obliczeniowego	robl= 0.13
P-stwo trafienia w cel jednym pociskiem	p= 0.02
Masa smiglowca	5 ton
	10 ton
	15 ton
Mprowadz kaliber pocisku (7 do 60 mm)	12.7
Liczba uzytych pociskow	22
Srednia liczba trafien konieczna do razenia celu = 16.00	
Wybierz rodzaj strzelan	bron strzelecka - celownik automatyczny
	bron strzelecka - celownik nieautomatyczny
	niekierowane pociski rakietowe - celownik automatyczny
	niekierowane pociski rakietowe - celownik nieautomatyczny

**Prawdopodobiestwo razenia celu powietrznego = 0.307**

WYNIKI SESJI		OBLICZENIOMEJ		p=f(D)		
D= 100	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.451
D= 200	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.356
D= 300	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.332
D= 400	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.322
D= 500	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.317
D= 600	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.313
D= 700	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.311
D= 800	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.309
D= 900	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.308
D= 1000	q= 90	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.307

WYNIKI SESJI		OBLICZENIOMEJ		p=f(q)		
q= 5	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.323
q= 10	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.319
q= 20	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.315
q= 30	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.312
q= 40	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.310
q= 50	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.309
q= 60	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.308
q= 70	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.308
q= 80	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.307
q= 90	D=1000	rr= 4	Typ.= 2	Kal= 12.70	n = 22.00	P = 0.307

bron strzelecka - celownik automatyczny

Gdzie:

- q - kat kursowy celu
- D - odleglosc strzelania
- Typ smiglowca 1- mas 5 ton 2 - masa 10 ton 3 masa 15 ton
- k - kaliber
- n - liczba zuzytych pocisków
- rr - promien celu

Ekran 41 Wyniki sesji obliczeniowej



WYNIKI SESJI		OBLICZENIOMEJ		R=f(D)	
D= 100	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 200	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 300	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 400	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 500	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 600	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 700	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 800	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 900	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 1000	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00

WYNIKI SESJI OBLICZENIOMEJ p=f(q)

q= 5	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 10	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 20	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 30	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 40	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 50	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 60	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 70	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 80	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 90	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00

bron strzelecka - celownik automatyczny

Gdzie:

q - kat kursowy celu  
D - odleglosc strzelania  
Typ smiglowca I- mas 5 ton 2 - masa 10 ton 3 masa 15 ton  
k - kaliber  
n - liczba zuzytych pocisków  
rr - promien celu

Wprowadz odleglosc strzelania [m]	1000
kat kursowy celu	90
rzeczywisty promien celu [m]	4
Uchylenie prawdopodobne	E= 30.00
Promien celu obliczeniowego	robl= 0.13
P-stwo trafienia w cel jednym pociskiem	p= 0.02
Masa smiglowca	5 ton 10 ton 15 ton
Wprowadz kaliber pocisku (7 do 60 mm)	12.7
Liczba uzytych pocisków	22
Srednia liczba trafien konieczna do razenia celu = 28.00	
Wybierz rodzaj strzelan	bron strzelecka - celownik automatyczny bron strzelecka - celownik nieautomatyczny niekierowane pociski rakietowe - celownik automatyczny niekierowane pociski rakietowe - celownik nieautomatyczny

**Prawdopodobiestwo razenia celu powietrznego = 0.304**

**Ekran nr 44 Warunki początkowe obliczeń prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego**

WYNIKI SESJI		OBLICZENIOWEJ		P=f(D)	
D= 100	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 200	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 300	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 400	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 500	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 600	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 700	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 800	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 900	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
D= 1000	q= 90	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00

WYNIKI SESJI		OBLICZENIOWEJ		P=f(q)	
q= 5	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 10	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 20	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 30	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 40	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 50	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 60	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 70	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 80	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00
q= 90	D=1000	rr= 4	Typ.= 3	Kal= 12.70	n = 22.00

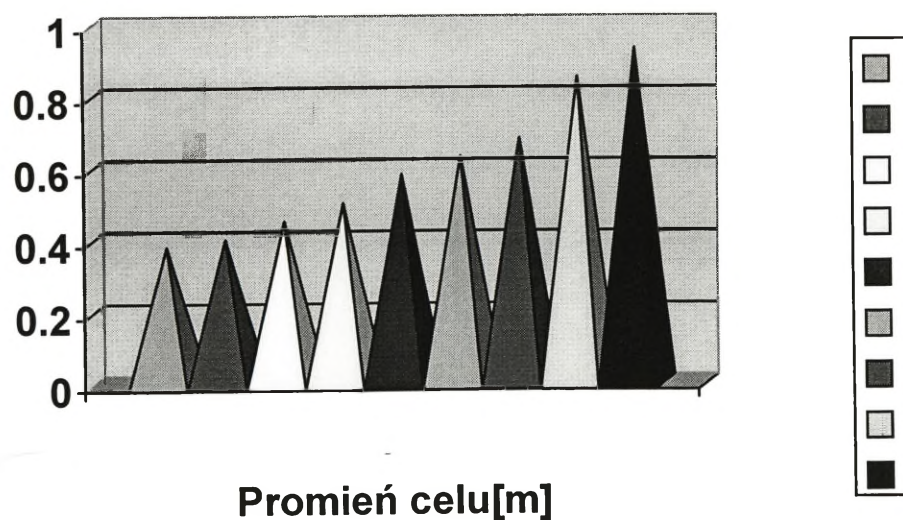
bron strzelecka - celownik automatyczny

Gdzie:

q - kat kursowy celu  
D - odleglosc strzelania  
Typ smiglowca 1- mas 5 ton 2 - masa 10 ton 3 masa 15 ton  
k - kaliber  
n - liczba zuzytych pocisków  
rr - promien celu

R[ m <sup>2</sup> ]	q	k[mm]	masa	N[szt]	D[m]	p
2	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.38
4	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.40
6	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.45
8	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.50
10	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.58
12	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.63
14	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.68
20	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.85
25	90 <sup>0</sup>	7.62	5ton	20	600	0.93

### Prawdopodobieństwo rażenia celu $p=f(r)$



Wykres zależności opracowanej na podstawie uzyskanych danych z sesji obliczeniowej  $p=f(r)$

## Zakończenie

Przeprowadzone badania literatury oraz przeprowadzone symulacje komputerowe w oparciu o procedury programowe **Walka Powietrzna** oraz procedurę **Strzelanie Powietrzne** potwierdzają, że istniała możliwość zbudowania narzędzia usprawniającego obliczanie wartości prawdopodobieństwa pokonania obrony powietrznej przeciwnika w postaci oddziaływania samolotu lotnictwa myśliwskiego na samolot pokonujący te środki. Rozpatrzono dwa<sup>1</sup> modele obliczeniowe związane z określaniem prawdopodobieństwa rażenia obiektu powietrznego.

Uzyskane wyniki obliczeń w sesjach obliczeniowych potwierdzają przydatność tych procedur do tworzonych modeli symulacyjnych dla potrzeb obrony powietrznej oraz jako materiały pomocnicze podczas prowadzenia ćwiczeń sztabowych. Nie oznacza to jednak, że wszystkie problemy zostały rozwiązane. Jednym z ważniejszych pozostaje weryfikacja uzyskanych wyników oraz opracowanie metodyki wyboru jednego z dwóch zaproponowanych modeli do dalszego ich rozwoju lub dokonanie określenia obszaru w których poszczególne modele będą odzwierciedlały w sposób jednoznaczny otaczającą nas rzeczywistość w zakresie określania wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektu powietrznego przez obiekt powietrzny.

---

<sup>1</sup> Jeden wariant obliczeń opisano w rozdziale II, zaś drugi wariant obliczeń zawarty jest w algorytmie (p. 2.1) niniejszego opracowania

## Literatura

1. Rękas S., Makowski P., Ocena efektywności systemów uzbrojenia lotniczego podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych AON 1994
2. Grzelka A., Pieciukiewicz T., Zastosowanie komputerów serii IBM PC do oceny prawdopodobieństwa pokonania systemu OPL. AON 1992
3. Współczesne lotnicze środki rażenia i ich wpływ na możliwości bojowe sił powietrznych NATO, AON 1993
4. Pawłowski S, Parametry wyjściowe do obliczeń skuteczności strzelania z samolotów i śmigłowców, ASG 1987
5. Choiński A., Walki powietrzne śmigłowców – czy będą konieczne , PWLiOP nr 1 1992
6. Trzeciak A., Wykorzystanie śmigłowców do zadań rozpoznawczych – możliwości i prognozy, PWLiOP, nr 7-8, 1992
7. Ogrodowczyk W., Raz jeszcze o walkach powietrznych śmigłowców, PWLiOP nr 4 1993
8. Paleń B., Zbiór tabel i wykresów z bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów i śmigłowców ASG 1987
9. Instrukcja użytkowania w locie W-3, Wydanie 1988
10. Folcik Z. Podstawy metodologiczne teorii efektywności bojowej, Skrypt, ASG 1964

