

(23)



**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Do użytku
slużbowego~~

~~TAJNE~~

Egz. nr...2....



Mjr mgr inż. Jan JAGIELSKI

**PROGNOZOWANIE UDERZEŃ
ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNEGO
PRZECIWNIKA NA OBIEKTY OBRONY
KORPUSU OPK METODĄ SYMULACJI
GRAFODYNAMICZNEJ**

Rozprawa doktorska



12167

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. gen. broni K.Świerczewskiego

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

~~Do użytku
służbowego~~

~~T A J A G I E L S K I~~

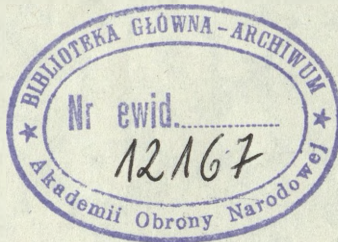
Egz. Nr .2..

Prace Prot. 779/31.08.95 JJA

mjr mgr inż. Jan JAGIELSKI



PROGNOZOWANIE UDERZEN ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNEGO PRZECIWNIKA
NA OBIEKTY OBRONY KORPUSU OPK METODĄ SYMULACJI GRAFODYNAMICZNEJ



ROZPRAWA DOKTORSKA

Opracowana pod kierownictwem naukowym
płk.doc. dr.hab.inż. Romana KULCZYCKIEGO

W A R S Z A W A - M A R Z E C - 1 9 8 4 r.

S P I S T R E Ś C I

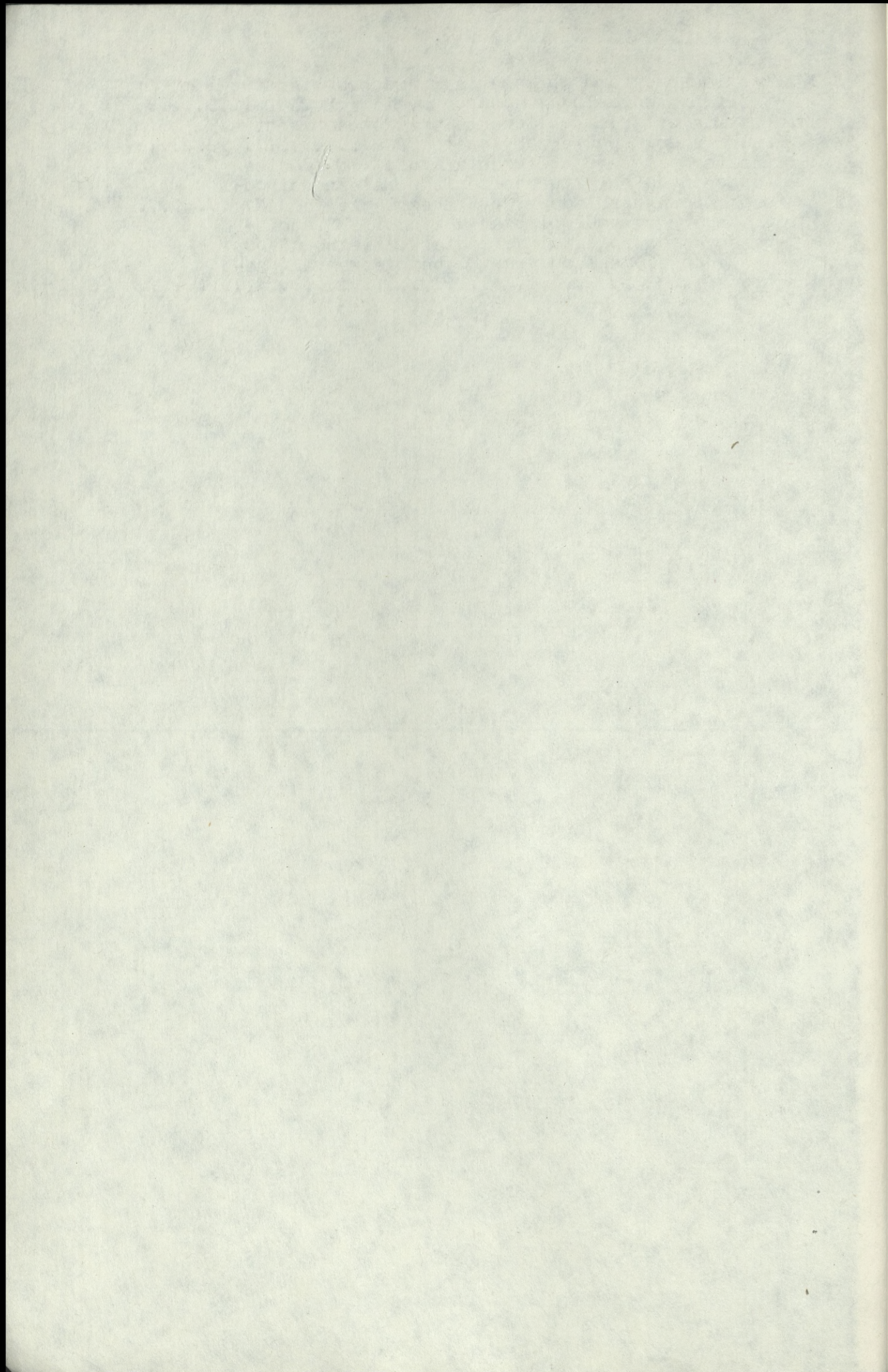
	/strona/
W S T Ę P	9
ROZDZIAŁ I. CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH	21
1.1. Analiza systemowa	21
1.2. Wielowymiarowa analiza porównawcza	31
1.3. Symulacja grafodynamiczna	39
ROZDZIAŁ II. WALKA Z PRZECIWNIKIEM POWIETRZNYM W UJĘCIU SYSTEMOWYM	45
2.1. Identyfikacja podsystemów systemu walki z przeciwnikiem powietrznym	45
2.2. Identyfikacja otoczenia systemu walki z przeciwnikiem powietrznym	50
2.3. Wnioski	57
ROZDZIAŁ III. ZASADNICZE CHARAKTERYSTYKI JAKOŚCIOWO- ILOŚCIOWE SYSTEMU WALKI Z PRZECIWNIKIEM POWIETRZNYM	59
3.1. Ogólne charakterystyki funkcjonowania systemów	59
3.2. Podsystem obiektów obrony korpusu OPK /PO/	68
3.3. Podsystem środków napadu powietrznego /PSNP/	72
3.3.1. Determinanty sposobów działania SNP	72
3.3.1.a. Wnioski	78
3.3.2. Determinanty jakości SNP	79
3.3.3. Uzbrojenie SNP i jego parametry	83
3.3.3.1. Konwencjonalne niekierowane bomby lotnicze	84
3.3.3.2. Konwencjonalne kierowane bomby lotnicze	89
3.3.3.3. Raketowe pociski kierowane klasy p-z	90
3.3.3.4. Raketowe pociski kierowane klasy p-p	90
3.3.3.5. Uzbrojenie strzeleckie	93
3.3.3.6. Wnioski	94
3.3.4. Wyposażenie elektroniczne	94
3.3.5. Załoga ludzka	97
3.3.6. Samoloty bezpilotowe i tendencje ich wykorzystania	98
3.3.7. Wnioski	102
3.4. Korpus OPK jako podsystem obrony powietrznej /POP/	103

3.4.1.	Determinanty możliwości ogniowych wojsk raketowych /WROPK/	103
3.4.2.	Determinanty skuteczności działania lotnictwa myśliwskiego /LMOPK/	105
3.4.3.	Wskaźniki efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego i parametry sprzętu wojsk radiotechnicznych /WRTOPK/	106
3.4.4.	Zadania i sposoby użycia pododdziałów radioelektronicznych /PREOPK/	108
3.4.4.1.	Pododdziały rozpoznania radioelektronicznego /PRROPK/	109
3.4.4.2.	Pododdziały walki radioelektronicznej /PWRE/	111
3.5.	Wnioski	113
ROZDZIAŁ IV. PROGNOZOWANIE DZIAŁAŃ SNP W OPARCIU O MODELE MATEMATYCZNE		115
4.1.	Formalizacja charakterystyk taktyczno-technicznych SNP przeciwnika i wnioski co do sposobów działania	116
4.1.1.	Kwantyfikacja jakościowa SNP i tendencje rozwojowe parametrów taktyczno-technicznych	116
4.1.1.1.	Syntetyczny wskaźnik absolutnej jakości SNP	119
4.1.1.2.	Prognozowanie przydatności SNP do wykonywania konkretnych zadań	125
4.1.1.a.	Wnioski	126
4.1.2.	Kwantyfikacja jakościowa wielocechowych elementów uzbrojenia	127
4.1.2.1.	Kierowane bomby lotnicze	128
4.1.2.2.	Pociski kierowane klasy p-z	129
4.1.2.3.	Pociski kierowane klasy p-p	130
4.1.3.	Kwantyfikacja jakościowa uzbrojenia strzeleckiego	135
4.1.4.	Wnioski	136
4.2.	Prognozowanie niezbędnych sił i środków do zniszczenia i obezwładnienia obiektów obrony	139
4.2.1.	Prognozowanie efektów oddziaływania środków rażenia na cele bombardierskie wymagające bezpośredniego trafienia	139
4.2.1.1.	Prognozowanie wymaganej ilości trafień	141
4.2.1.2.	Prognozowanie prawdopodobieństwa trafienia do celu o zadanych wymiarach	143
4.2.2.	Prognozowanie efektów oddziaływania na cele powierzchniowe	146
4.2.3.	Prognozowanie ilości środków do rażenia celu bombardierskiego	148

4.2.3.1. Cel bombardierski wymagający bez- pośredniego trafienia	148
4.2.3.1.a. Wnioski	152
4.2.3.2. Cel bombardierski powierzchniowy.....	154
4.2.3.2.a. Wnioski	155
4.2.4. Prognozowanie ilości SNP do rażenia obiek- tów	158
4.2.5. Wnioski	159
4.3. Prognozowanie ilości SNP niezbędnych do pokonania POP KOPK na drodze dolotu do obiektów	163
4.3.1. Prognozowanie strat zadawanych przez LMOPK	165
4.3.1.a. Wnioski	169
4.3.2. Prognozowanie strat zadawanych przez na- ziemne środki obrony powietrznej kraju	173
4.3.2.1. Prognozowanie strat zadawanych i ponoszonych przez grupę zabez- pieczenia	174
4.3.2.2. Prognozowanie strat grupy ude- rzeniowej	179
4.3.3. Wnioski	180
ROZDZIAŁ V. KRYTERIUM EFEKTYWNOŚCI DZIAŁANIA PODSYSTEMU ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNEGO PRZECIWNIA	181
5.1. Funkcja globalnej użyteczności podsystemu SNP jako kryterium optymalizacji prognozowanych działań	182
5.2. Prognozowanie optymalnego podziału SNP na grupę uderzeniową i grupę zabezpieczenia	184
5.2.1. Grafodynamiczna metoda maksymalizacji wartości oczekiwanej liczby SNP dociera- jących do obiektów obrony KOPK	187
5.2.1.a. Wnioski	190
5.2.2. Grafodynamiczna metoda maksymalizacji rentowności działania SNP	196
5.2.2.a. Wnioski	199
5.3. Wnioski	200
ROZDZIAŁ VI. PROGNOZOWANIE NAJKORZYSTNIEJSZYCH SPOSOBÓW DZIAŁANIA I PARAMETRÓW UGRUPOWANIA SNP PRZECIWNIA	207
6.1. Przewidywane sposoby działania SNP	207
6.1.1. Przewidywane sposoby dolotu do obiektów	208
6.1.2. Przewidywane sposoby uderzeń na obiekty	214
6.1.3. Wnioski	220
6.2. Prognozowanie parametrów ugrupowań SNP przeciw- nika	222
6.2.1. Wnioski	226
6.3. Prognozowanie parametrów ugrupowania i sposobów działania w oparciu o kryteria podejmowania de- cyzji w warunkach niepewności	227

6.3.1. Kryterium Walda	228
6.3.2. Kryterium Laplace'a	228
6.3.3. Kryterium Savage'a	229
6.3.4. Kryterium uogólnione	230
6.4. Wnioski	231
ROZDZIAŁ VII. METODYKA PROGNOZOWANIA UDERZEN ŚNP PRZECIWI- NIKA NA OBIEKTY OBRONY KOPK	233
Z A K O N C Z E N I E	251
L I T E R A T U R A	253
Z A Ł Ą C Z N I K I	263
1. Niekierowane bomby lotnicze	263
2. Kasetowe środki rażenia	264
3. Bomby specjalne	265
4. Kierowane bomby lotnicze	266
5. Odległość uchwycenia celu z prawdopodobieństwem 95% dla głowicy z naprowadzaniem telewizyjnym	267
6. Pociski kierowane klasy powietrze-ziemia	268
7. Pociski kierowane klasy powietrze-powietrze	269
8. Działka montowana na samolotach NATO	270
9. Średnia konieczna liczba trafień dla celu powietrznego	271
10. Wpływ zakłóceń na możliwość rodzajów wojsk korpusu	272
11. Dane taktyczno-techniczne samolotów myśliwsko- bombowych, myśliwskich i szturmowych	273
12. Dane taktyczno-techniczne samolotów przeciwdzia- łania radioelektronicznego	274
13. Urządzenia do stosowania zakłóceń aktywnych	275
14. Urządzenia do stosowania zakłóceń pasywnych	276
15. Środki bezpilotowe państw NATO	277
16. Wymiary wybranych obiektów rażenia	278
17. Przeciwlotnicze zestawy raketowe WR OPK i WOPL	279
18. Lufowe środki OPL	280
19. Samoloty IM OPK	281
20. Stacje radiolokacyjne WRT OPK i ich parametry	282
21. Wagi cech	283
22. Parametry ugrupowania ŚNP	284
23. Prawdopodobieństwo trafienia do celu o zadanych wymiarach $P=f/A, B, E_a, E_b/$	285
24. Prawdopodobieństwo rażenia celu powierzchniowego $P=f/A, B, E_a, E_b, R_r/$	287
25. Ilość ŚNP docierających do obiektu uderzenia w zależności od procentowego składu grupy zabezpie- czenia działającej w strefie rażenia POP bez za- kłóceń	291
26. Ilość ŚNP docierających do obiektu uderzenia w zależności od procentowego składu grupy za- bezpieczenia działającej w strefie rażenia POP z zakłóceniami	301

27. Listing programu obliczania prawdopodobieństwa trafienia do celu o zadanych wymiarach CPUD	311
28. Listing programu obliczania prawdopodobieństwa rażenia celu powierzchniowego CPOW	312
29. Listing programu obliczania ilości SNP docierających do obiektu uderzenia w zależności od procentowego składu grupy zabezpieczenia JAN1	313
30. Listing programu obliczania ilości SNP docierających do obiektu uderzenia w zależności od procentowego składu grupy zabezpieczenia i zakłóceń JAN2	314



WSTĘP

Zawarty w tytule pracy problem prognozowania uderzeń środków napadu powietrznego /SNP/ zaliczyłbym tak jak większość problemów badawczych w naukach wojskowych do problemów praktycznych otwartych. Problem badawczy otwarty charakteryzuje się tym, że badania ponawiane są systematycznie w celu jego lepszego rozwiązania. Konieczność ponawiania badań wynika z dynamiki rozwoju środków walki, metod ich zastosowania jak i specyfiki przedmiotu badań wojskowych, który realnie nie istnieje w postaci zmaterializowanej, a jest tylko hipotetycznym subiektywnym wyobrażeniem.

Z drugiej strony konieczność taka wynika ze słuszności powszechnego przekonania, że użycie doskonalszych metod badawczych musi przynieść jakościowo lepsze rezultaty. O wadze i aktualności problemu świadczą niżej przytoczone fakty.

W dyskusji na sympozjum naukowym /116, s. 12/ w Akademii Sztabu Generalnego przed sztuką operacyjną wojsk OPK stawia się zadania badania możliwości potencjalnego przeciwnika w zakresie wykonania uderzeń z powietrza, określania prawdopodobnych kierunków uderzeń, a także taktyki działania SNP podczas pokonywania obrony powietrznej /OP/.

Jako otwarte pozostaje też pytanie czy w świetle rozwoju SNP mogą pojawić się nowe elementy taktyki lotnictwa uderzeniowego i innych środków rewolucjonizujące dotychczasowe zasady sztuki operacyjnej Wojsk OPK?

Przed sztuką operacyjną postawiono także zadanie studiowania i badania możliwości wykorzystania dorobku innych nauk. Sztuka operacyjna /118, s. 10/ poszukuje najwłaściwszych form i metod rozbicia potencjalnego przeciwnika.

Fundamentalne podstawy osiągania powodzenia we współczesnej wojnie są tworzone w czasie pokoju. Obowiązującą tendencją jest formalizacja aparatury badawczej i pojęciowej, mająca doprowadzić do matematycznego uściślenia procesów

zachodzących w działaniach bojowych. Podejmowanie optymalnych decyzji umożliwi modelowanie matematyczne dające możliwie niepodważalne przesłanki i precyzyjną bazę dowodową.

Z. Żarki /119, s. 11/ stawia zadania doskonalenia istniejących metod studiowania i oceny przeciwnika. W ocenie taktyki działania SNP należy unikać postępowania szablonowego, gdyż taktyka jest ciągle doskonalona.

We współczesnych warunkach szczególnego znaczenia nabiera walka o panowanie w powietrzu. Warunkiem uzyskania swobody działania będzie zniszczenie systemu obrony powietrznej. Formy i sposoby zastosowania sił powietrznych w walce o panowanie w powietrzu pozostają nadal bez zmian. Zmienia się jedynie /120, s. 10/ ich treść ze względu na nowe warunki działań bojowych. Warunki te powinny być nadal przedmiotem systematycznych studiów.

W rozkazie Dowódcy Wojsk OPK do szkolenia wojsk w roku 1983 jako mankament wymienia się brak podbudowania decyzji wszechstronnymi kalkulacjami i naliczeniami. Jako zadania wymienia się między innymi:

w punkcie 7 "Doskonalić dowództwa korpusów, związków taktycznych i oddziałów w planowaniu i organizacji działań w warunkach wojny prowadzonej początkowo środkami konwencjonalnymi, a następnie masowego rażenia".

w punkcie 9 "Podwyższyć umiejętność prognozowania rozwoju sytuacji podczas planowania udziału i uczestnictwa w operacji powietrznej i przeciwpowietrznej. Zapewnić przygotowanie realnych kalkulacji operacyjno-taktycznych. Opanować lepiej umiejętności analizy otrzymanych zadań oraz oceny położenia. Wymagać wszechstronnego uzasadnienia oraz poprawnego formułowania zamiarów i decyzji".

Występując na łamach "Przeglądu Wojsk Lotniczych i Wojsk OPK" / 59, s. 5-9/ Dowódca Wojsk OPK stwierdził: "Fakt jakościowego rozwoju nowych rodzajów broni w państwach NATO wyma-

ga śledzenia postępu technicznego w dziedzinie rozwoju SNP i doskonalenia ich użycia. W prognozach należy uwzględnić doświadczenia II wojny światowej, konfliktów lokalnych i ćwiczeń oraz kontynuować poszukiwania najbardziej efektywnych sposobów działania bojowego Wojsk OPK. Nie może być sytuacji, by nabrzmiałe problemy nie powodowałyby przejawiania uporczywości i twórczej inicjatywy w ich rozwiązaniu. Uporczywe poszukiwania sposobów najbardziej efektywnego wykorzystania dużych możliwości współczesnej broni i sprzętu bojowego oraz stałe doskonalenie form jego bojowego wykorzystania pozostaje naszym najważniejszym zadaniem".

W zbiorze problemów objętych działalnością naukowo-badawczą wyższych szkół oficerskich /84, s. 13/ przewiduje się: "Zagadnienia teorii i praktyki organizacji i prowadzenia walki przez oddziały i pododdziały różnych rodzajów wojsk oraz problemy zabezpieczenia działań bojowych".

Przedstawione stwierdzenia świadczą o celowości podejmowania badań prognostycznych i wynika z nich ciągle nie nadszanie stanu badań za wymaganiami stawianymi przez rzeczywistość, a wymagania te pełne są paradoksów. Do uzasadnienia decyzji potrzebnych jest coraz więcej informacji, lecz przedział czasu, którym dysponuje decydent systematycznie maleje. Błędne decyzje lub podjęte zbyt późno mogą mieć bardzo negatywne skutki uniemożliwiające nawet poprawę błędów. Olbrzymia siła rażenia współczesnych SNP przeciwnika w wypadku błędnej decyzji może spowodować duże straty systemu obrony powietrznej /SOP/ lub też może być przyczyną szybkiej utraty możliwości przeciwdziałania.

O luce w aktualnym stanie wiedzy, o sposobach oceny efektywności i prognozowaniu działań bojowych, świadczy dyskusja na łamach wojskowej prasy naukowej nad kryteriami oceny efektywności z jednej strony i niedosyt opracowań naukowych tego problemu z drugiej strony.

W znanych autorowi opracowaniach naukowych /54,99,55/

jako kryterium efektywności SOP stosowana jest wartość oczekiwana liczby zniszczonych środków napadu powietrznego. Efektywność określa się z zależności:

$$E = \frac{N_s / \text{SNP}}{N_c / \text{SNP}} \quad /I - 1/$$

gdzie:

- N_s / SNP - wartość oczekiwana rażonych SNP
- N_c / SNP - całkowita ilość SNP biorąca udział w nalocie.

Propozycję takiego kryterium znajdujemy u M. Botina i W. Iwanowa / 8/. Jest ono stosowane w pracy S. Toborowskiego "Modelowanie nalotów przeciwnika powietrznego dla potrzeb planowania działań bojowych Korpusu OPK" /99/. Autor zasadniczą uwagę skupił na opracowaniu metodyki pracy wydziału rozpoznawczego KOPK opierając racjonalność postępowania o proponowane kryterium.

Bardzo ciekawe studium prognostyczne /54/ zawierające wiele cennych i wartościowych spostrzeżeń oparte jest na metodach intelektualnej intuicji. Autorzy korzystając z metod analogii, porównań oraz dużej wiedzy i doświadczenia przedstawili wartościową metodę określania stopni ważności obiektów obrony Wojsk OPK. Potrzeby i możliwości NATO w zakresie niszczenia obiektów ocenili metodami mniej kontrolowanymi ścisłymi prawidłowościami matematycznymi, a opartymi na logice i metodach heurystycznych. Jako kryterium efektywności odpięrania nalotu proponują oni także zależność I-1. Wskaźnik taki nie odzwierciedla zdolności systemu obrony powietrznej do osiągnięcia zamierzonego celu jakim jest /100, s. 23/ "niedopuszczenie do prowadzenia rozpoznania i wykonywania uderzeń z powietrza na obiekty i wojska znajdujące się na terytorium PRL oraz wykonywania przelotów SNP do obszaru powietrznego państw sojuszniczych".

Że tak jest, przekonano się analizując efektywność

uzbrojenia w artylerię przeciwlotniczą brytyjskich statków handlowych /40,s.123/ pływających w konwojach. Uzbrojenie statków przeprowadzono kosztem dział przeciwlotniczych niezbędnych również do osłony przeciwlotniczej innych ważnych obiektów. Było to przedsięwzięcie dość kosztowne i ustalono dość szybko, że tylko 4 % ataków lotniczych było zakończonych zniszczeniem samolotów przeciwnika. Informacja ta wydawałoby się wskazuje na nieopłacalność kosztów położonych na montowanie dział. Jednak analizując cel jaki miały realizować działa, osłona statków, za główne kryterium należało przyjąć wielkość pokazującą, o ile mniej statków zaczęło ubywać z szyków po uzbrojeniu ich w działa. Po zebraniu danych okazało się, że procent zatopionych statków z ogólnej ilości atakowanych zmalał z 25 % do 10 %. Utwierdziło to w przekonaniu o słuszności i opłacalności decyzji o uzbrojeniu statków w artylerię przeciwlotniczą. Na łamach czasopisma "Wojenna Myśl" pojawiają się artykuły podające w wątpliwość metody oceny efektywności przy pomocy zależności I-1. A. Subbotin /96/ stwierdza, że walka z przeciwnikiem powietrznym jest procesem dwustronnym i uwzględniać należy możliwości własne i przeciwnika wyrażone w postaci syntetycznego wskaźnika, zwanego potencjałem bojowym. Wskaźnik ten określa możliwości zadawania strat przez SNP typowym obiektom obrony z gwarantowanym prawdopodobieństwem i jest potencjałem bojowym $SNP /PB_{SNP}/$.

Potencjał bojowy SOP to możliwości obrony typowych obiektów przed atakami z powietrza. Wartość oczekiwana zestrzelonych SNP decyduje o potencjale bojowym SOP $/PB_{SOP}/$, ale jest tu już składnikiem ogólnego kryterium efektywności:

$$E = \frac{PB_{SOP}}{PB_{SNP}} \quad I - 2$$

$$PB_{SOP} = \sum_{i=1}^1 n_i B_i \quad I - 3$$

$$PB_{SOP} = \sum_{i=1}^W n_i B_i \quad I - 4$$

gdzie:

- n_i - ilość obiektów i -tego typu, które mogą być rażone grupą SNP = Nw_i z zadaniem prawdopodobieństwem.
- B_i - współczynnik wrażliwości obiektu i -tego typu na działanie wydzielonej grupy SNP.
- l - liczba typów obiektów na które może być wykonany nalot grupami SNP wydzielonymi z całego składu SNP.

$$l = \frac{N_c}{Nw_i} \quad I - 5$$

gdzie:

- Nw_i - wymagana ilość SNP do rażenia i -tego obiektu z zadaniem prawdopodobieństwem.
- N_c - całkowita ilość SNP wydzielona do wykonania uderzeń.

Ilość grup uderzeniowych wyeliminowanych przez SOP W :

$$W = \frac{M_{SNP}}{Nw} \quad I - 6$$

gdzie:

- Nw - przeciętna wymagana ilość SNP do rażenia obiektu kalkulacyjnego z zadaniem prawdopodobieństwem.
- M_{SNP} - wartość oczekiwana liczby zniszczonych SNP.

Rozwinięcie powyższego kryterium i metodę uwzględniającą różnorodność SNP znajdujemy w /12/. Stwierdza się tam także, że wybrany wskaźnik efektywności jednoznacznie powinien odpowiadać celom i zadaniom realizowanym przez oceniany system. Warunkom takim odpowiada zależność I - 2 uwzględniająca charakterystyki jakościowe SNP oraz SOP. Zależność I - 3 przedstawia straty jakie mogą zadać obiektom SNP przy braku przeciwdziałania SOP. Zależność I - 4 przedstawia wartość oczekiwaną strat, których uniknięto dzięki istnieniu systemu obrony powietrznej /SOP/.

B. Tarabanow /103/ analizując obronę powietrzną Leningradu z 1941 roku stwierdza, że 12 % SNP biorących udział w nalocie było niszczonych przez SOP, a uderzenia wykonały tylko średnio około 12 %. Straty, których uniknięto wynosiły więc 88 %, a nie 12 % jak by wynikało z kryterium wartości oczekiwanej liczby zniszczonych SNP. Z kolei nad Moskwą SOP uzyskiwał przeciętnie 13,3 % zestrzeleń, a uderzenia wykonywało przeciętnie tylko 3,2 %. Analizując nalot na węzeł kolejowy w Kursku w 1943 roku okazało się, że SOP zestrzeliła 42 % SNP biorących udział w nalocie. Jednak około 55 % SNP wykonało uderzenie i unieruchomiło węzeł kolejowy na 12 godzin.

Przykład ten podważa też zasadność kryterium wartości oczekiwanej liczby zniszczonych SNP.

Straty lotnictwa niemieckiego na froncie wschodnim wynosiły w latach 1942-1945 przeciętnie 6 % /od 3,9 % w 1943 r. do 9,1 % w 1945 r./.

Straty lotnictwa angielskiego w czasie zmasowanych nalotów na Niemcy w latach 1940-1942 wynosiły przeciętnie 3,5 - 4,6 % / 6/. W wojnach lokalnych w Wietnamie w 1972 roku amerykańskie lotnictwo na 1000 samolotów ponosiło przeciętnie straty 2,8 %. Lotnictwo izraelskie w czwartej wojnie izraelsko-arabskiej /86, s. 15/ ponosiło straty przeciętnie 1,8 %.

Wynika z tego, że zmiany jakościowo-ilościowe obejmujące wprowadzenie na uzbrojenie samolotów odrzutowych, przeciwlotniczych zestawów rakietowych, stacji radiolokacyjnych, zautomatyzowanych systemów dowodzenia nie spowodowało wzrostu strat SNP w stosunku do II wojny światowej. Spowodowane to zostało tym, że wraz z doskonaleniem środków SOP udoskonalono SNP.

Za najbardziej właściwy wskaźnik efektywności /22/ W. Fiedotenkow uważa dla SNP wartość oczekiwaną strat zadanych obiektom obrony, a dla SOP wartość oczekiwaną strat, których uniknięto. Wskaźnik ten także najpełniej uwzględnia stosunek sił i sposoby działania. Uwzględnia on i zawiera

wskaźnik niższego rzędu jakim jest wartość oczekiwana liczby zniszczonych SNP.

Oceniając różnorodne warianty działania musimy obliczyć ilościowe charakterystyki przedstawione w postaci zależności matematycznych odzwierciedlających stopień osiągnięcia celu. Zależności te mogą być bardziej lub mniej skomplikowane i uwzględniać więcej lub mniej danych wejściowych. Czyni to zadanie wyboru optymalnego wariantu działania bardziej lub mniej skomplikowanym.

G. Grigoriew /27/ prezentuje wyniki obliczeń efektywności SOP przy zastosowaniu różnych kryteriów oceny. Jako kryteria stosuje:

- wartość oczekiwana strat, których uniknięto dzięki istnieniu SOP,
- wartość oczekiwaną strat zadanych przeciwnikowi powietrznemu,
- wartość oczekiwana liczby zniszczonych SNP.

Z przedstawionych wyników obliczeń wynika, że najbardziej wartościowym jest kryterium wartości oczekiwanej strat zadanych przeciwnikowi powietrznemu w jego potencjale bojowym. W ten sposób obliczenia matematyczne potwierdzają wnioski i spostrzeżenia z analiz minionych konfliktów zbrojnych.

Skuteczność SOP spowodowała, że pokonywanie jego stało się bardzo złożonym problemem wymagającym zupełnie nowych przedsięwzięć, do których należy między innymi wydzielenie z ogólnego składu SNP specjalnych grup do obezwładnienia SOP, grup osłony radioelektronicznej oraz grup pozorujących. Zadaniem tych grup jest obniżenie strat potencjału bojowego SNP i SOP i zwiększenie wartości oczekiwanej strat obiektów, na które wykonywane są uderzenia.

Jest sprawą oczywistą, że każdy SNP przeznaczony do zadań innych niż uderzenie na obiekty obniża potencjał bojowy potencjalnego przeciwnika. Nie wydzielenie grup zabezpieczenia

powoduje znowu straty potencjału bojowego SNP do SOP. W działaniach wojennych w Wietnamie do grup zabezpieczenia wyznaczono przeciętnie 40 - 80 % ogółu SNP. Procentowy udział grup zabezpieczenia zależał od skuteczności SOP. Analiza skuteczności działania SNP, w zależności od procentowego składu grup zabezpieczenia /22/ dowodzi, że najbardziej obiektywnym kryterium oceny jest wartość oczekiwana liczby zniszczonych obiektów przez uderzenia grup SNP. Istnieje optymalny podział ugrupowania SNP /104/ na grupę uderzeniową i grupę zabezpieczenia w świetle przyjętego kryterium. Jest to jednak problem bardzo złożony, trudny i wymagający zastosowania specjalnych metod optymalizacji. Propozycję metody określania potencjału uderzeniowego SNP przedstawił I. Smoter /93,94/ ,

Przytoczone fragmenty dokumentów upewniły mnie w przekonaniu o celowości i konieczności konkretyzacji i obiektywizacji dociekań prognostycznych. Publikacje zaś sugerują, że istnieje wiele sposobów zwiększania dokładności przewidywań.

Zajmując się podobną problematyką /99,s.67/, autor uważa za celowe, obliczenie podstawowych współczynników jakości sprzętu przeciwnika, które byłyby pomocne w prognozowaniu. Za niezbędne uważa ciągłe doskonalenie uzasadnienia decyzji w oparciu o zalgorytmizowaną metodę wyboru najbardziej prawdopodobnego wariantu nalotu przeciwnika. Algorytmizacja wymaga sformalizowanego opisu wariantów nalotu w języku umożliwiającym w kolejnym etapie zaprogramowanie algorytmu na EMC.

Sugestie te twórczo rozbudziły moje zainteresowania i skłoniły do podjęcia próby zajęcia się prognozą w rozprawie, której celem jest :

Opracowanie metodyki prognozowania wariantów działania SNP przeciwnika na obiekty obrony Korpusu OPK oraz spopularyzowanie metod symulacji grafodynamicznej i analizy systemowej w zastosowaniu do badań prognostycznych.

W pracy rozwiązuję następujące problemy badawcze:

1. Formalizację charakterystyk taktyczno-technicznych SNP i wnioski co do prawdopodobnej taktyki działania.
2. Prognozowanie niezbędnych sił i środków do zniszczenia i obezwładnienia obiektów obrony.
3. Prognozowanie ilości sił i środków niezbędnych do pokonania systemu obrony na drodze dolutu do celu uderzenia.
4. Opracowanie kryterium efektywności i skuteczności wykonywania zadania przez SNP jako miary wartości działania.
5. Zaprognozowanie najkorzystniejszej taktyki działania SNP podczas pokonywania systemu obrony i wykonywania uderzeń na obiekty.
6. Zaprognozowanie najkorzystniejszych parametrów ugrupowania SNP według przyjętego kryterium z uwzględnieniem charakterystyk taktyczno-technicznych środków obrony powietrznej.

Problemem wyższego rzędu w stosunku do wyżej wymienionych problemów badawczych jest planowanie operacji przeciwpowietrznej. Problemem rzędu niższego zaś efektywność aktywnych środków walki jako determinantów skuteczności całego systemu obrony powietrznej.

Rozwiązanie wymienionych problemów badawczych przedstawiam w siedmiu rozdziałach pracy. W rozdziale pierwszym charakteryzuję stosowane metody badawcze. Uzasadniam ich użycie i podaję algorytmy postępowania. Dla uniknięcia niejednoznaczności i w celach popularyzatorskich omawiam poszczególne kroki przedstawionych algorytmów.

Rozdział drugi zawiera analizę identyfikacyjną podsystemów systemu walki z przeciwnikiem powietrznym i analizę identyfikacyjną otoczenia. Wynikiem analizy jest wyodrębnienie obiektu badań, opracowanie modeli logicznych i wiedza "a priori" o systemie walki z przeciwnikiem powietrznym.

Charakterystyki ilościowo-jakościowe wyodrębnionych podsystemów jako zbiór danych wejściowych zawarłem w rozdziale trzecim. Wartości liczbowe charakterystyk przedstawiłem w postaci tabelarycznej w załącznikach.

Rozdział czwarty składa się z trzech podrozdziałów zawierających rozwiązanie trzech pierwszych problemów badawczych. Przedstawiam metodykę prognozowania efektów fragmentów działań SNP w oparciu o kryteria cząstkowe. W obliczeniach korzystam z elektronicznej techniki obliczeniowej, co pozwala udokładnić wyniki i znacznie rozszerza ich zakres. Rozwiązując problemy badawcze przedstawiam metodę uzasadniania obiegowych sądów o wzroście jakości SNP przeciwnika, wzroście efektywności środków rażenia i tendencjach doskonalenia tychże.

W rozdziale piątym przedstawiam metodę optymalizacji działania SNP w oparciu o kryterium Fiedotenkowa. Kryterium to zawiera w sobie wykorzystywane w rozdziale czwartym kryteria cząstkowe i ujmuje problem działania SNP całościowo jako system działań. Przedstawiam także wyniki badań symulacyjnych modeli matematycznych opracowanych w rozdziale czwartym. Obliczenia optymalizacyjne wykonuję ręcznie jak też korzystam z obliczeń komputerowych. Badaniami symulacyjnymi objąłem typowe, mogące mieć miejsce sytuacje bojowe. Podaję metody optymalizacji składu grupy zabezpieczenia zapewniającej maksymalną ilość SNP docierających do obiektów obrony. Podobnie postępuję biorąc jako kryterium optymalizacji rentowność działań.

Propozycję prognozowania najbardziej prawdopodobnego wariantu działania SNP /kierunku, sposobu dolotu i uderzeń na obiekty/ przedstawiam w rozdziale szóstym. Jako kryterium wyboru stosuję kryteria podejmowania decyzji w warunkach niepewności.

W rozdziale siódmym przedstawiam metodykę prognozowania na przykładzie przyjętego ugrupowania. Prowadzone przedsięwzięcia badawcze ilustruję 45 rysunkami i dokumentuję 47 tabelami.

Stosunkowo obszerna problematyka badawcza zmusiła mnie do ogólniejszego potraktowania problemów i wprowadzenia pewnych uproszczeń nie zmieniających istoty proponowanych metod.

Rozprawa przybrała przedstawioną formę dzięki pomocy kierownika naukowego płk. doc. dr. hab. inż. Romana Kulczyckiego, któremu składam serdeczne podziękowanie. Rozwiązanie szeregu problemów stało się łatwiejsze dzięki uwagom ppłk. doc. dr. hab. inż. Piotra Sienkiewicza i płk. pil. doc. dr. hab. Wacława Świątnickiego.

Wyrażam wdzięczność płk. nawig.doc. dr. Kazimierzowi Gierczakowi i płk. doc. dr. hab. Witoldowi Pokruszyńskiemu za stworzenie warunków sprzyjających pracy nad rozprawą.

Wdzięczny jestem Kolegom z Wydziału Rozpoznawczego 3 KOPK za wiele cennych uwag praktycznych, a Kolegom z Ośrodka Obliczeniowego WOSR za pomoc w zaprogramowaniu przygotowanych przeze mnie algorytmów.

1. CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH

Ze względu na cel pracy oraz specyfikę i względną nowość metod badawczych, uważam za niezbędne poświęcenie im nieco więcej uwagi niż to zwykle w tego typu opracowaniach bywa.

Przedstawię uzasadnienie wyboru oraz propozycje algorytmów postępowania.

1.1. ANALIZA SYSTEMOWA

Ze względu na spotykane w literaturze różne pojmowanie istoty i zakresu analizy systemowej, uważam za celowe przytoczenie kilku definicji świadczących o celowości stosowania tej metody w badaniach prognostycznych.

W. Głuszkow / 24, s. 16/ jako cel analizy systemowej uważa "udzielenie kierującym pomocy w wyborze optymalnego kierunku działania, to znaczy dokładnego sformułowania celów systemu jako całości jak i poszczególnych jego elementów oraz określenie najbardziej racjonalnych sposobów osiągnięcia najwyższego efektu. Szczególnie istotne jest podporządkowanie czastkowych celów podsystemów jednemu końcowemu celowi, sformułowanie alternatywnych wariantów decyzji i ich ocena z uwzględnieniem wszystkich ujawnionych plusów i minusów".

Analiza systemowa /21, s. 235/, to pewna dyscyplina myślenia i działalności praktycznej, to pewien ustalony tryb rozwiązywania zadań za pomocą kompleksu pojęć systemowych. "Analiza systemowa /51, s. 83/ jest metodą rozwiązywania trudnych i złożonych problemów związanych z doskonaleniem funkcjonowania systemu. Jest syntetycznym sposobem analizowania złożonych problemów po to, by zapewnić osiągnięcie zamierzonych celów i w sposób efektywniejszy niż wówczas, gdyby

poszczególne części systemu analizowano w izolacji! Rola analizy systemowej jest tym większa, im w większym stopniu rozwiązywany problem charakteryzuje się takimi cechami, jak: nowość i unikalny charakter, ważność, konieczność wzięcia pod uwagę aspektów ilościowych i jakościowych we wzajemnym związku, złożonością sytuacji wymagająca analizy interdyscyplinarnej.

Istota analizy systemowej /23/ polega na zbudowaniu i badaniu uproszczonego modelu sytuacji rzeczywistej. Model może przyjmować formę symulacji, gry decyzyjnej lub scenariusza słownego.

Obowiązująca systemowa metodologia badawcza obejmuje:

1. Podejścia interdyscyplinarne.
2. Wykorzystanie abstrakcyjnych modeli jako źródła hipotez dotyczących pochodzenia zakłóceń w badanych procesach decyzyjnych i sposobów ich eliminacji, a także jako swego rodzaju "języka" umożliwiającego przedstawienie wyników badań w syntetycznej formie.

Na istotny szczegół analizy systemowej zwraca R. Kulkowski /57, s. 13/ twierdząc, że zajmuje się ona nie tyle systemami rzeczywistymi, ile uproszczonymi wyidealizowanymi modelami tych systemów.

Opiera się na wcześniej powstałych gałęziach nauk matematyczno-fizycznych, przyjmując od nich zarówno podstawy ogólnej metodologii badań jak i szereg pojęć oraz aparat matematyczny.

Ch. I. Hitch /89, s. 24/ uważa analizę systemową jako następny krok w rozwoju badań operacyjnych, jako technikę badania problemów wojskowych w szerszym kontekście i dalszej perspektywie czasowej, aniżeli przy klasycznych badaniach operacyjnych.

Uogólniając przytoczone definicje twierdzą, że analiza systemowa jest metodą sposobem podejścia jak i metodą sposobem działania /32/. Jest ona odzwierciedleniem istotnych

zmian w nauce współczesnej /62, s. 15/, obejmujących:

- dążenie do uogólnienia problemów,
- traktowanie rzeczywistości w całości z nastawieniem na realizację określonych potrzeb,
- współdziałanie monodyscyplin naukowych,
- rozszerzenie problematyki abstrakcyjnej.

Nauka nowoczesna zaczęła traktować rzeczywistość w sposób nieciągły na kształt mozaiki utworzonej z abstrakcyjnych tworów zwanych systemami.

"Systemem S /92, s. 27/ nazywamy każdy złożony obiekt wyróżniony z badanej rzeczywistości, stanowiący całość tworzona przez zbiór obiektów elementarnych /elementów/ i powiązań /relacji/ między nimi". Co możemy zapisać:

$$S = \langle M, R \rangle$$

gdzie:

- M - zbiór elementów systemu, skład systemu,
- R - zbiór relacji między elementami, struktura systemowa.

Analiza systemowa jest ogniwem łączącym metody ogólnonaukowe z metodami specyficznymi danej nauki i zawiera dwa zasadnicze aspekty:

1. Obiekt badań rozpatruje się jako system,
2. Proces badawczy to system stosowanych metod.

Istota aspektu pierwszego wyraża się w następujących założeniach /16/:

1. Obiekt badany rozpatruje się jako względnie niezależny system, będący podsystemem większego systemu i współdziałający z innymi podsystemami.
2. Każdy system składa się z elementów. Właściwości systemu są wypadkową właściwości elementów i także są specyficznymi właściwościami przynależnymi tylko systemowi.

3. Między elementami występują różnego rodzaju powiązania, z których najistotniejsze są te, które łączą elementy w jedną całość i kształtują cechy systemu.
4. Zbiór powiązań stanowi struktura systemu, która może być wielopoziomowa /hierarchiczna/.
5. Każdy element systemu i sam system spełnia funkcje wynikające z przeznaczenia, roli spełnionej w ogólnym systemie, wewnętrznej struktury i charakteru oddziaływania z otoczeniem.

Istota aspektu drugiego wyraża się w stosowaniu:

- zarówno dedukcji jak i indukcji oraz metod idealizacji i stopniowej konkretyzacji,
- procedur algorytmicznych oraz heurystycznych,
- rozpatrywanie zjawisk w kategorii niepewności i ryzyka,
- świadome dążenie do racjonalnej strukturalizacji, formalizacji i matematyzacji podejmowanych problemów,
- stosowanie zasady optymalności rozwiązań w sensie przyjętego kryterium będącego odbiciem realnych potrzeb.

Postępowanie takie ma zapewnić obiektywne, konkretne, wszechstronne poznanie badanego zjawiska i przejścia od konkretnego przez abstrakcję do pełnej wiedzy.

Bardzo różnorodnie przedstawiana jest także procedura analizy systemowej. Różnorodność ta wynika z różnorodności dziedzin, w których analiza systemowa znalazła zastosowanie praktyczne. By nie przytaczać przykładowych struktur, które zawarte są w literaturze cytowanej przy okazji definiowania istoty analizy systemowej przedstawię strukturę proponowaną dla badań prognostycznych /108, s. 60/, a które będą w praktyce wykorzystywał.

Badania przeprowadzę w następujących etapach /Rys. I. 1/:

I. Analiza systemu obejmująca studia badanego systemu.

Przeprowadzę analizę złożoności systemu i zbiorę dane

dotyczące systemu i jego otoczenia. Zebrane dane posłużą za podstawę formułowania problemu prognostycznego.

II. Sprecyzowanie problemu

Określę istotę problemu prognozowania oraz informacji jakie w wyniku badania zamierzam uzyskać.

III. Projektowanie koncepcji badania

Dobiorę odpowiednie metody badawcze z systemu metod zgodnie z drugim aspektem analizy systemowej.

IV. Realizacja badania

Zbuduję model badanego systemu i zastosuję wybrane metody do wykonania obliczeń i symulacji.

V. Synteza wyników badania

Dla otrzymanych wariantów systemu przypiszę oceny ważności zgodnie z opracowanym kryterium.

Oczywiście etapy mogą być, a nawet muszą być powtarzane przy otrzymywaniu niezadowolających wyników. Proces badań może być procesem iteracyjnym.

Zawarte w pracy problemy badawcze będą dotyczyły:

- 1,2 - systemów techniki wojskowej,
- 3,4 - systemów walki,
- 5,6 - systemów doczyzyjnych.

Specyfika wymienionych systemów będzie powodowała pewne zmiany w strukturze badań, ale ze względu na cel poznawczy jaki sobie w pracy postawiłem, uważałem za konieczne przedstawienie istoty jak i struktury analizy systemowej. Z tych samych względów za celowe uważam bliższe zajęcie się pojęciem modelu systemu, który jest zasadniczym narzędziem badawczym metody analizy systemowej i symulacji.

Koniecznością wynikającą z osiągniętego poziomu jak i dalszej logiki rozwoju jest matematyzacja nauk wojskowych. Rolę matematyki w naukach społecznych /35, s. 138/ doceniali

humaniści tej klasy co K. Marks, który twierdził: "nauka osiąga doskonałość tylko wówczas gdy potrafi się posługiwać matematyką". Czy też I. Kant uważający, że "w każdej teorii jest tyle naukowości, ile matematyki".

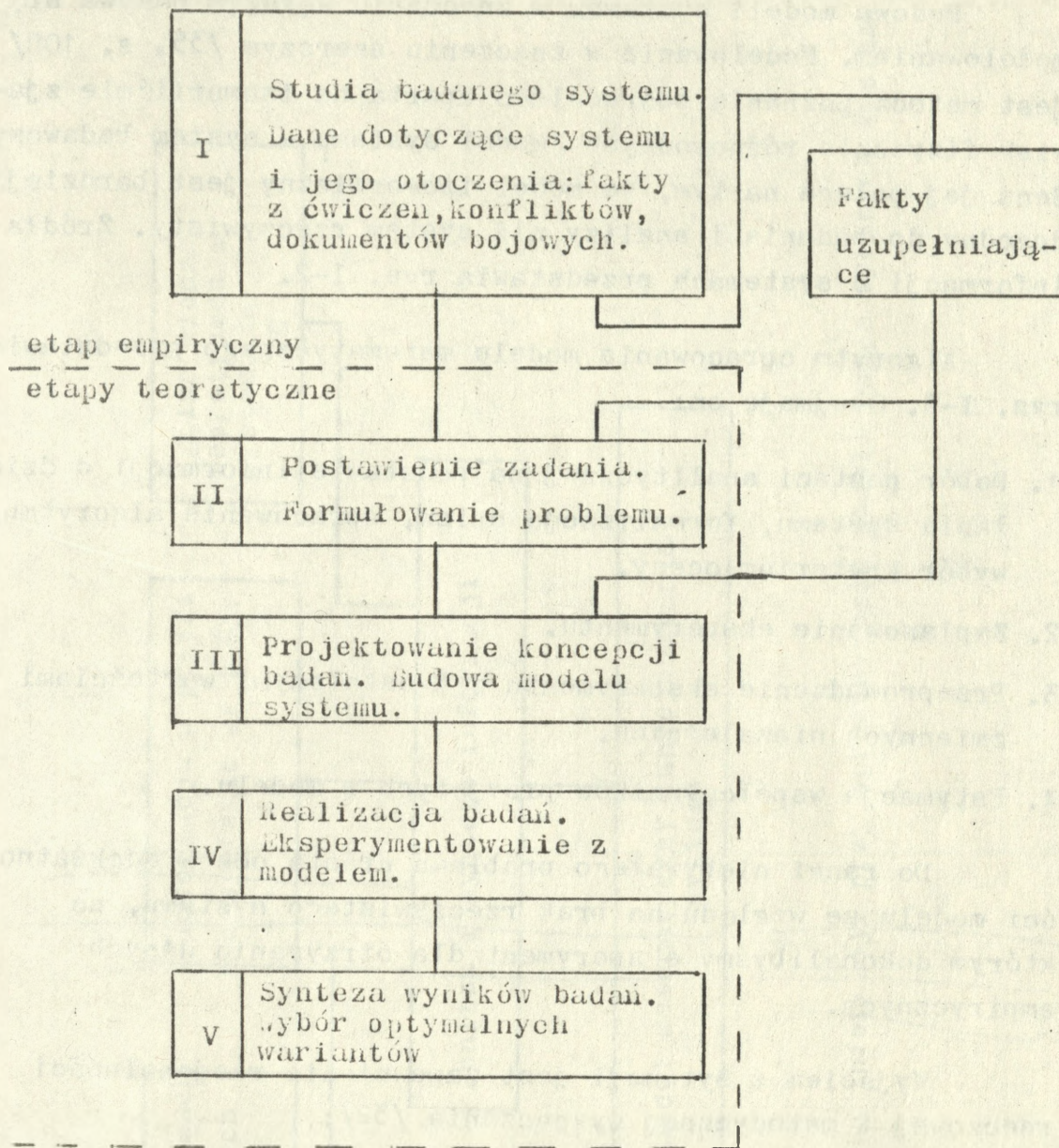
Sam bardzo złożony przedmiot badań nauk wojskowych z wieloma cechami, związkami i uwarunkowaniami, nie ułatwia stosowania metod matematycznych, ale jednocześnie powoduje, że wyniki uzyskane metodami tradycyjnymi nie pozwalają na właściwe dokumentowanie i precyzowanie nowych teorii. Dla stosowania metod matematycznych cechy, prawidłowości i związku między zjawiskami w badanym systemie muszą być przedstawione w ujęciu treściowo-ilościowym.

Proces sformalizowanego opisu hamowany jest złożoną naturą walki zbrojnej, probabilistycznym i stochastycznym charakterem, jednostkową niepowtarzalnością zjawisk i złożonym splotem związków przyczynowo-skutkowych.

Model /97/ to "...taki dający się pomyśleć lub materialnie zrealizować układ, który odzwierciedlając lub odtwarzając przedmiot badania, zdolny jest zastępować go tak, że jego badanie dostarcza nam nowej informacji o tym przedmiocie". Układy równań, nierówności, wskaźników i współczynników odzwierciedlających z dostatecznym przybliżeniem rzeczywiste procesy i zjawiska stanowią analityczny model matematyczny. Modele analityczne mogą mieć czasem tak złożoną postać, że ich przydatność staje się wątpliwa, a uzyskanie wyników bardzo utrudnione.

W sytuacjach takich racjonalną metodą badania systemu jest symulacja /46, s. 11/. Polega ona na wielokrotnym odtwarzaniu sformalizowanej postaci systemu badanego za pomocą odpowiednio przygotowanego algorytmu w celu uzyskania informacji potrzebnej do analizy działania i oceny efektywności badanego systemu.

Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych /EMC/ znacznie podwyższa efektywność metody i określa nazwę jako



Rys. 1.1. Algorytm analizy systemowej

I, II - zbieranie informacji

III, IV - przetwarzanie informacji

V - wykorzystanie informacji.

symulacja komputerowa. Zastosowanie jej do badania systemu OP znaleźć można w /55/, a dokładny opis metody w /47/.

Budowa modeli systemów w znaczeniu węższym nazywa się modelowaniem. Modelowanie w znaczeniu szerszym /35, s. 103/ jest metoda poznania pośredniego oparta na izomorfiźmie zjawisk fizycznie różnorodnych /model systemu - system badawczy/. Sens jej polega na tym, że model izomorficzny jest bardziej dogodny do badania i analizy niż system rzeczywisty. Źródła informacji o systemach przedstawia rys. I-2.

Algorytm opracowania modelu matematycznego przedstawia rys. I-3. Obejmuje on:

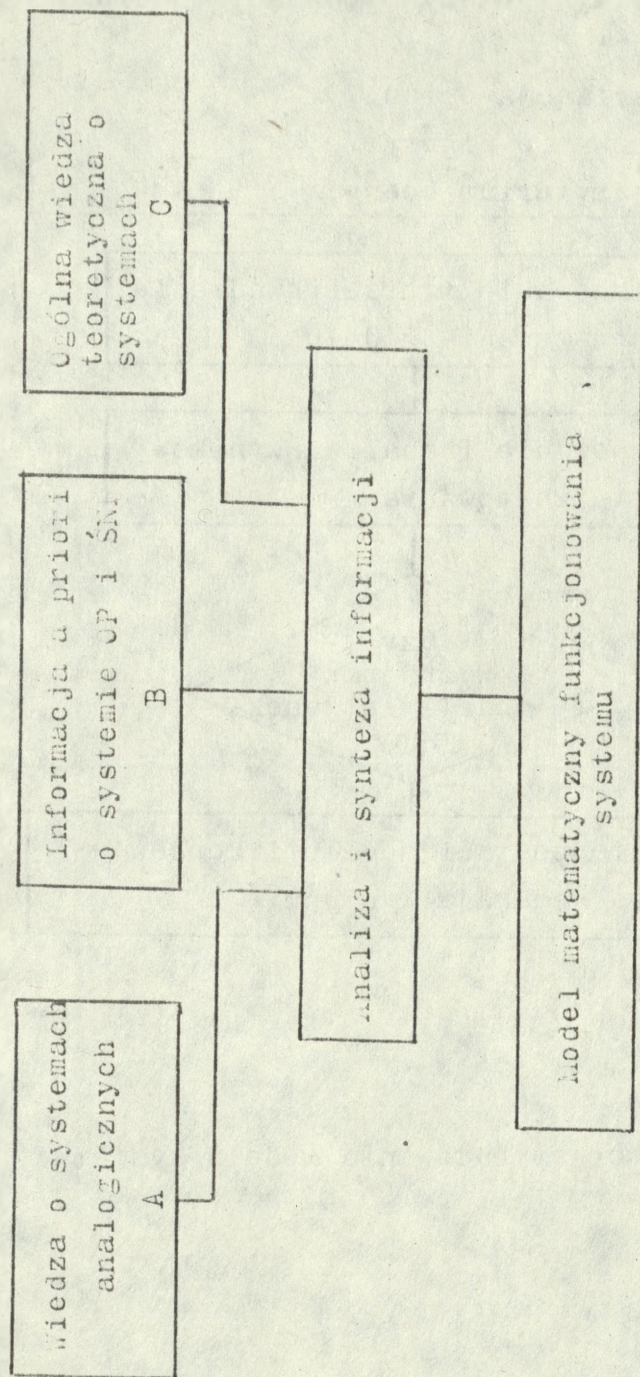
1. Dobór postaci analitycznej na podstawie informacji o działaniu systemu, formalizacja opisu, opracowanie algorytmu, wybór kryterium oceny.
2. Zaplanowanie eksperymentu.
3. Przeprowadzenie eksperymentu z N ustalonymi wartościami zmiennych niezależnych.
4. Estymacja współczynników przyjętych w modelu.

Do rangi niebywałego problemu urasta ocena adekwatności modelu ze względu na brak rzeczywistego systemu, na którym dokonilibyśmy eksperyment dla otrzymania danych empirycznych.

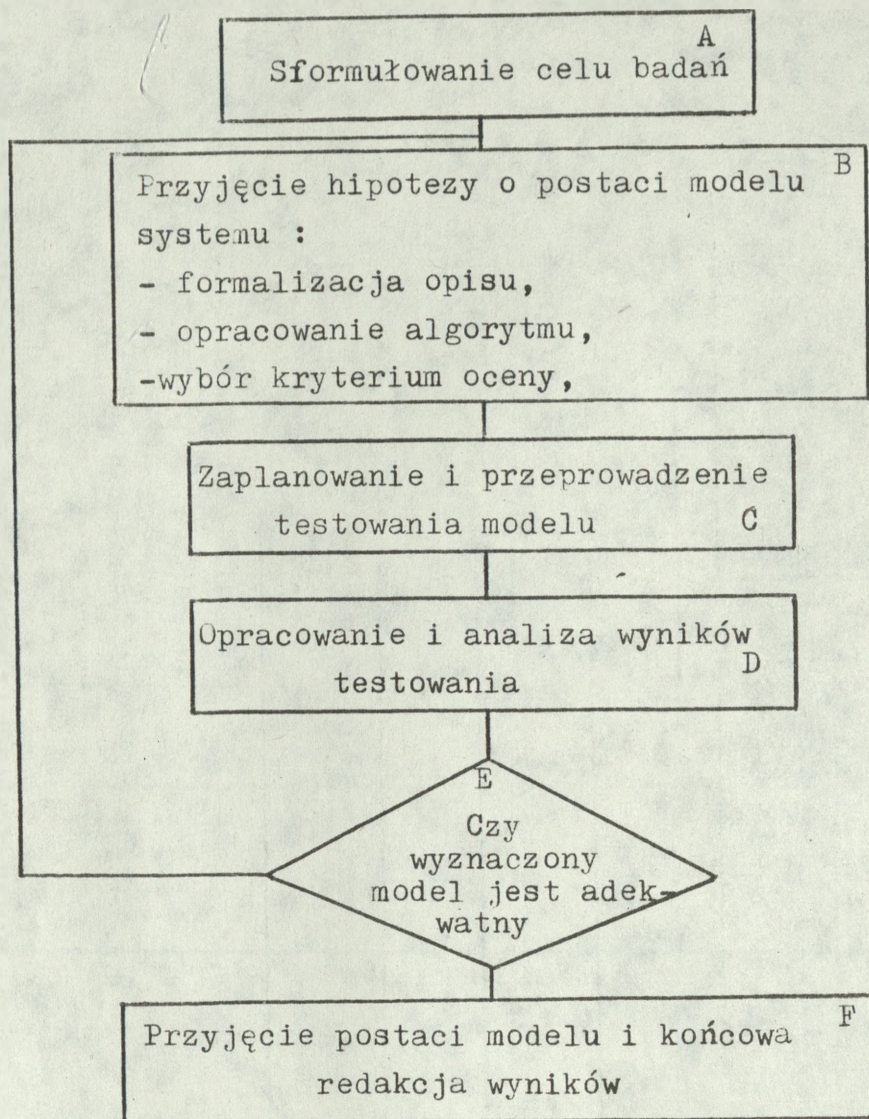
Wyjściem z sytuacji jest zapewnienie racjonalności rzeczowej i metodycznej wyznaczania /32/:

- objętości czynników charakteryzujących badany system,
- ograniczeń możliwości ekstremalnych,
- najważniejszych stron procesu i relacji między elementami systemu,
- postaci analitycznych modelu,
- czynników zewnętrznych działających na system.

Racjonalność metodyczna chce zapewnić stosując podejście systemowe będące pomostem między matematyką a metodami tradycyjnymi.



Rys. I.2. Źródła informacji przy opracowywaniu modeli matematycznych systemu.



Rys.I-3. Algorytm budowania modelu systemu

Racjonalność rzeczowa zapewnię uwzględniając:

- zasady polityki,
- poglądy doktrynalne na charakter ewentualnej wojny,
- zasady sztuki operacyjnej i taktyki,
- doświadczenia i wnioski z ćwiczeń,
- doświadczenia i wnioski z konfliktów zbrojnych,
- konsultacje,
- ustalenia regulaminów walki i dokumentów bojowych.

W modelowaniu stosuje się dwa podstawowe rodzaje kryteriów naukowych /92, s. 40/:

1. Kryterium zgodności modelu z mniej lub bardziej arbitralnie wybranym fragmentem rzeczywistości.
2. Kryterium wewnętrznej poprawności logicznej modelu.

W badaniach prognostycznych nie ma możliwości konfrontacji modelu z rzeczywistością. Musimy tu stosować kryteria drugiej grupy i zadość uczynimy im spełniając wymienione warunki racjonalności metodycznej i rzeczowej. Tym samym pozwala nam to uzyskać wyniki mogące być podstawą do wnioskowania.

Krok B algorytmu z rys. 1-3 dla SNP realizował będę metodą wielowymiarowej analizy porównawczej komponując model statyczny.

1.2. WIELOWYMIAROWA ANALIZA PORÓWNAWCZA

O potencjale bojowym strony decyduje ilość i jakość sprzętu bojowego, którym strona dysponuje. Określenie ilości sprzętu nie przedstawia specjalnego kłopotu, natomiast problem określenia jakości uznałbym za problem otwarty ze względu na dynamikę doskonalenia metod pomiaru jakości.

Jakość w ujęciu filozoficznym /18, s. 10/ to jednoznacznie charakteryzująca sam przedmiot, nierozzerwalnie z nim związana określoność, wspólność i jednolitość jego cech istotnych. Pojęcie jakości bardzo często utożsamiane jest z pojęciem wartości użytkowej.

Wartość użytkowa /25, s. 150/ określa zespół parametrów technicznych /danych taktyczno-technicznych/, a jakość stopień nasilenia.

Aktualnie stosowane metody /50. 94/ oparte są na porównaniu istotnych danych taktyczno-technicznych ocenianych SNP z przyjętymi danymi wzorcowymi. Jakość ocenianego środka bojowego /SNP/ określa się w zależności:

$$W_{uij} = \frac{\sum_{j=1}^n W_{cij}}{n} \quad I - 7$$

$$W_{cij} = \frac{W_{pij}}{W_{wij}} \quad I - 8$$

gdzie:

- W_{uij} - wskaźnik jakości i-tego SNP,
- W_{cij} - wartość względna /nasilenie parametru/ j-tego parametru i-tego SNP,
- W_{pij} - wartość rzeczywista parametru,
- W_{wij} - wartość wzorcowa parametru /indeksy i, j odpowiednio/,
- n - ilość ocenianych parametrów.

Do wad tej metody zaliczyłbym subiektywizm, umowność i dowolność ustalania wzorca. Intuicja, wiedza i preferencje indywidualne oceniającego mogą być przyczyną uzyskiwania różnych wyników przez różnych oceniających.

Kontrowersyjnym wydaje się sposób normowania wartości W_{cij} na przedział $\langle 0, 1 \rangle$ przewidujący obliczenia według zależności I-8 dla $W_{pij} < W_{wij}$ i odwrotnej dla $W_{pij} > W_{wij}$.

By uniknąć tych wad zastosuję metodę wielowymiarowej analizy porównawczej /109, s. 46-68/. Umożliwia ona porównanie

i obliczanie jakości obiektów wielocechowych, a takimi są SNP. Wynikiem obliczeń jest syntetyczny wskaźnik jakości wyrażony liczbą niemianowaną z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$.

Dane taktyczno-techniczne są danymi prostymi, mianowanymi, otrzymywanymi w wyniku pomiaru istotnych dla badanego obiektu wielkości. Stanowią one informację o wartości użytkowej SNP, ale w postaci jakościowych odrębności np. prędkość maksymalna, udźwig uzbrojenia itd.

Punktem wyjścia opisu jakościowych odrębności SNP w języku liczb są dwa zbiory:

$$\begin{aligned} W &= \{W_i: i = 1, \dots, m\} \\ C &= \{C_j: j = 1, \dots, n\} \end{aligned} \quad \text{I - 9}$$

gdzie:

- W - zbiór SNP,
- m - licznosc zbioru /liczba typow SNP/
- C - zbiór cech płatowców,
- n - licznosc zbioru cech.

Cechy c_j możemy interpretować jako odwzorowanie zbioru W w zbiór liczb rzeczywistych.

$$c_j: W \rightarrow K_j \subset \mathbb{R}^1 \quad \text{I - 10}$$

Każdemu elementowi $w_i \in W$ przyporządkowana jest wartość $x_{ij} \in K_j$. Z przekształcenia I-10 otrzymujemy macierz danych wejściowych $x/m \times n$:

$$x = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} \dots & x_{1j} & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} \dots & & x_{mn} \end{vmatrix} \quad \text{I - 11}$$

Wiersze macierzy tzn. wektory $/x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}/$ stanowią reprezentację lub obrazy SNP typu W_i . Kolumny macierzy, czyli wektory $/x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}/$ stanowią reprezentację lub obrazy cech. Otrzymujemy w ten sposób przestrzeń obrazów.

Wartość c_j nazywamy stanem, wartością lub realizacją cech. Cecha jest wyrazem wiedzy ogólnej o przedmiocie np. pułap, prędkość maksymalna, promień działania, a wartość cechy jako liczba mianowana wyraża wiedzę szczegółową o konkretnym obiekcie np. 200 m, 1 m/s, 3 Mg.

Porównując SNP /obiekty/ posługujemy się cechami kwantytatywnymi odwzorowującymi zbiór SNP w zbiór liczb rzeczywistych I-10, które zawiera macierz I-11. Macierz ta zawiera bezwzględne wartości cech zwane także pierwotnymi / 7, s. 20/ np. masa uzbrojenia - 7.200 kg, pułap dynamiczny - 3.000 m itp.

Stan cechy wyrażony mianem ilorazowym np. obciążenie powierzchni nośnej - kg/m^2 jest też wartością bezwzględną.

Porównanie SNP jest ułatwione przy transformacji g wartości bezwzględnych x_{ij} na wartości względne y_{ij} , zwane także wartościami pochodnymi lub poziomami wartości cechy:

$$g: x_{ij} \rightarrow y_{ij} \quad I - 12$$

W zależności od funkcji wartościującej określonej na zbiorze C , cechy możemy podzielić na stymulanty i destymulanty.

Stymulanty to cechy rosnące:

$$\bigwedge_{x_{lj}, x_{kj}} (x_{lj} > x_{kj}) \Rightarrow (y_{lj} > y_{kj}) \quad I - 13$$

Stymulantami są te cechy, których rosnące wartości bezwzględne powodują wzrost ich poziomów /wartości względnych/. Są to cechy korzystne dla rozwoju badanych obiektów:

$$\bigwedge_{x_{lj}, x_{kj}} (x_{lj} > x_{kj}) \Rightarrow (w_l \leftarrow w_k) \quad I - 14$$

Obiekt SNP typu l dominuje SNP typu k . Stymulanty określa się też jako walory np.: udźwig uzbrojenia, prędkość wznoszenia, promień działania itp.

Destymulanta jest cechą malejącą:

$$x_{lj}, \bigwedge_{x_{kj}} (x_{lj} > x_{kj}) \Rightarrow (y_{lj} < y_{kj}) \quad I - 15$$

Malejące wartości bezwzględne destymulant powodują wzrost ich poziomów /wartości względnych/. Są to cechy obniżające poziom rozwoju obiektu:

$$x_{lj}, \bigwedge_{x_{kj}} (x_{lj} > x_{kj}) \Rightarrow (w_l \rightarrow k) \quad I - 16$$

Obiekt typu k dominuje obiekt typu l, przykładem destymulant są:

długość rozbiegu, zużycie paliwa, obciążenie powierzchni nośnej, masa własna samolotu, czas odtworzenia gotowości bojowej, czas zakretu o 360° itd.

W interpretacji geometrycznej obrazem SNP jest wektor o n składowych.

Porównanie SNP możemy dokonać ze względu na każdą z cech oddzielnie i mamy wtedy porównanie analityczne. Ze względu na zjawisko konfliktu cech porównanie takie niewiele daje, a wskaźniki analityczne wymagają zastosowania dodatkowych kryteriów uzupełniających. Wyjściem z sytuacji jest porównanie ze względu na specjalną cechę zbiorczą nazywaną wskaźnikiem syntetycznym. Wskaźnik syntetyczny jest wypadkową poziomu cech. Zawarte do tej pory uwagi mieszczą się w bloku A rys. I-2. jako wiedza o systemach analogicznych /w tym wypadku ekonomicznych/, a także w bloku B rys. I-3. jako przyjęcie hipotezy o postaci modelu systemu, którą będzie wskaźnik syntetyczny.

Przystąpię teraz do formalizacji opisu modelowanego obiektu. Zbiór cech powinien zapewnić możliwie pełną informację o SNP przy minimalnej liczebności zbioru.

Warunek ten spełniają cechy kwantytatywne o dostatecznej zmienności. Tak czynimy przy obliczaniu jakości SNP bez przywiązywania do konkretnych zadań, uzyskując jakość absolutną jako odpowiednik rozwoju ogólnego SNP.

Jako miarę zmienności cechy / 7, s. 54/ przyjmuję współczynnik:

$$V_j = \frac{O_j}{\bar{x}_j} \quad \text{I - 17}$$

$$O_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |x_{ij} - \bar{x}_j| \quad \text{I - 18}$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad \text{I - 19}$$

gdzie:

O_j - odchylenie przeciętne

\bar{x}_j - wartość przeciętna cechy

Eliminuje się cechy, dla których:

$$V_j \leq E \quad \text{I - 20}$$

Zwykle przyjmuje się arbitralne $E \geq 0,1$

Liczby V_j przyporządkowane obrazom cech x_{ij} są miernikami absolutnej wartości informacyjnej cechy /intensywności rozwoju/.

Określenie wskaźnika syntetycznego stwarza problem ustalenia względnej ważności cech branych pod uwagę. System wag wiąże się z problemem substytucji wartości cech. Ma on zapewnić właściwe proporcje udziału wartości cech we wskaźniku syntetycznym. Funkcja wagowa powinna spełniać dwie formalne własności:

- nieujemność wag $a_j \geq 0 \quad \text{I - 21}$

- sumowalność wag do jedności $\sum_{s=1}^m a_j = 1 \quad \text{I - 22}$

- współczynnik zmienności pozwala uporządkować cechy od najważniejszych / V_{jmx} / do najmniej istotnych / V_{jmin} / i nadać cechom kolejne numery /rangi ważności/ l_j .

2. Właściwa funkcja preferencyjna zależna od rodzaju cechy /stymulanta, destymulanta/.

Transformacja to unormowanie, które powinno spełniać postulaty:

1. Wartości unormowane są liczbami niemianowanymi /postulat oddytywności/.
2. Wartości unormowane są nieujemne

$$y_{ij} \geq 0 \quad I - 27$$

3. Wartości należą do ograniczonego przedziału liczbowego np. $\langle 0, 1 \rangle$

$$\bigwedge_{ij} \left[(y_{ijmin} = 0) \wedge (y_{ijmx} = 1) \right] \quad I - 28$$

- w przedziale zmienności zachowana musi być jednolita kierunkowo preferencja

$$\bigwedge_{i=1, m} y_{ijmin} \quad - \quad \text{wartość najmniej korzystna}$$

$$\bigwedge_{i=1, m} y_{ijmx} \quad - \quad \text{wartość optymalna}$$

Powyższe postulaty spełnia unitaryzacja zerowana / 7/, s.130/ "stanowiąca niewątpliwy postęp w rozwoju podstaw teoretycznych badań porównawczych".

Wyraża się ona następującymi funkcjami liniowymi:

dla stymulanty:

$$\bigwedge_{i=1, n} Y_{sij} = \frac{x_{ij} - x_{ijmin}}{R / x_{ij}/} \quad I - 29$$

dla destymulanty:

$$\bigwedge_{i=1, n} Y_{dij} = \frac{x_{ijmx} - x_{ij}}{R / x_{ij}/} \quad I - 30$$

W wyrażeniach tych $R / x_{ij}/$ to rozstęp między cechami:

$$\bigwedge_{i=1, n} R / x_{ij}/ = x_{ijmx} - x_{ijmin} \quad I - 31$$

Zależność 1-25 jest postacią modelu matematycznego SNP. Algorytm obliczeń przedstawia rys. I-4.

Gdy chcemy ocenić przydatność obiektu do wykonywania konkretnych zadań należy cechy porządkować nie według współczynnika zmienności, a według preferencji wynikającej z zadania. Pozostałe obliczenia wykonujemy identycznie. Priorytetową listę jakości ustalamy następująco:

$$\begin{array}{l} U_{ai} = mx \rightarrow P_i = 1 \\ \dots\dots\dots \\ U_{ai} = \min \rightarrow P_i = n \end{array} \quad I - 32$$

Podobnie jak I-23 dla rangowania cech po podstawieniu za $V_j \rightarrow U_{ai}$ a za $l_j \rightarrow P_i$ - priorytet i -tego obiektu.

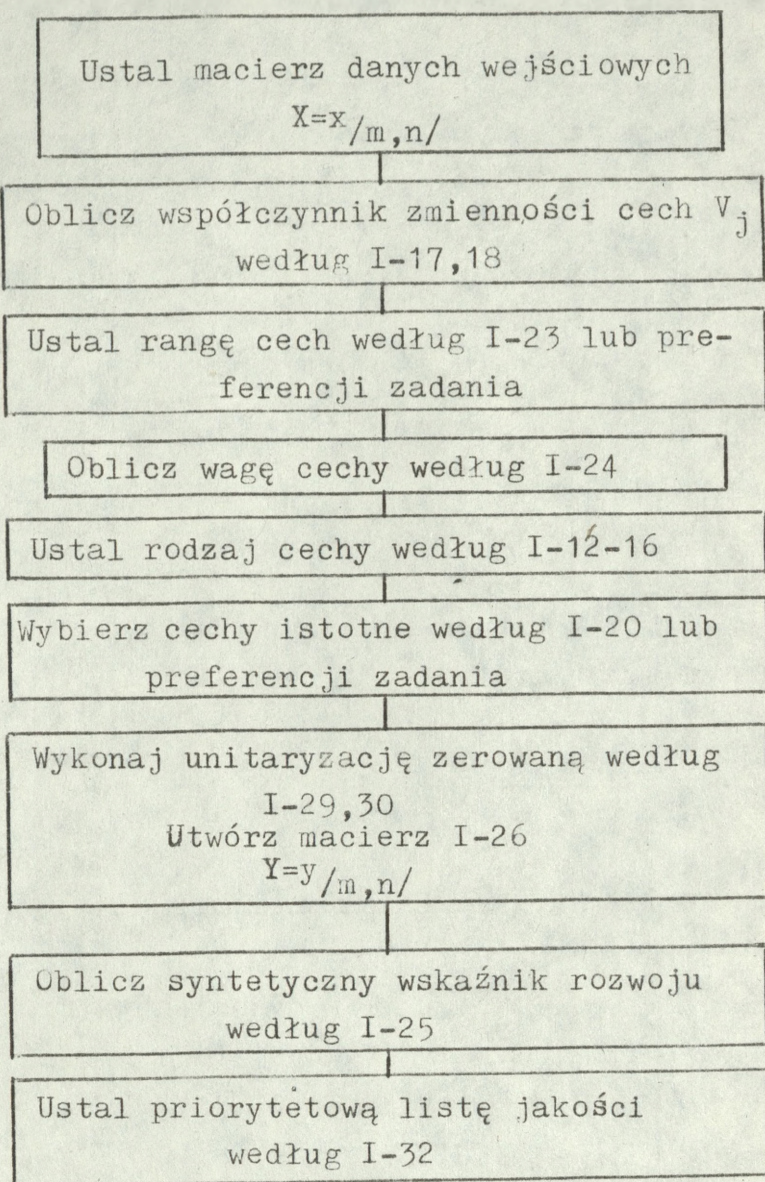
Zawarty w tytule pracy problem rozwiązę ostatecznie metodą symulacji grafodynamicznej.

1.3. SYMULACJA GRAFODYNAMICZNA

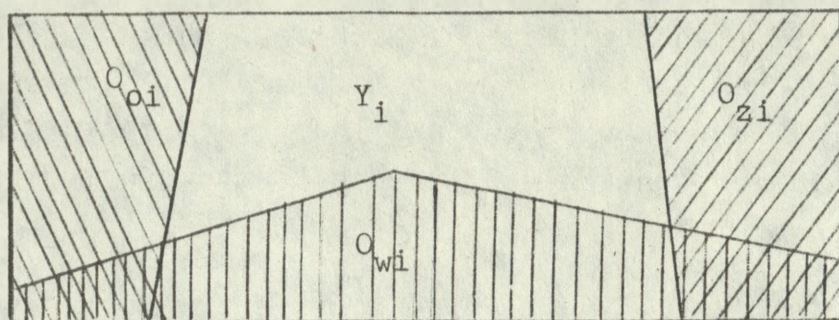
Pozwala ona uwzględnić dynamikę walki, co w modelach analitycznych jest bardzo trudne.

Dynamikę walki uwzględnię symulacja krokową w odcinkach czasu $\Delta t / 3$, s. 64/. W każdym kroku na podstawie analizy przebiegu zdarzeń określe stany podsystemów odpowiadające temu krokowi. Długość kroku może być stała lub zmienna. Metoda ta jest odmianą metody grafoanalitycznej /56, s. 48-53/.

Wynikiem symulacji będzie zbiór wyników działań. Każdy wynik /element zbioru/ odpowiada jednej kombinacji działania systemów OP i SNP..



Rys.I.4. Algorytm metody wielowymiarowej analizy porównawczej.



Rys. I-5. Graficzna interpretacja wyników i-tej realizacji

- O_{oi} -zbiór ograniczeń operacyjnych systemu
- O_{zi} - zbiór ograniczeń zabezpieczenia systemu
- O_{wi} -zbiór ograniczeń wewnętrznych systemu
- Y_i -zbiór rozwiązań dopuszczalnych.

Ze zbioru rozwiązań dopuszczalnych /Rys. I-5/ wybieramy rozwiązanie optymalne w sensie przyjętego kryterium. Rozwiązanie to implikuje najlepszy sposób działania systemu w danej sytuacji i pod pewnym względem.

Nie można ustalić sposobu działania bezwzględnie optymalnego, a optymalizacja jest zawsze działalnością względną.

Algorytm symulacyjny /Rys. I-6/ zawierał będzie moduły odzwierciedlające odpowiednie podsystemy oraz moduły uzupełniające wyboru danych wejściowych oraz modułu formowania danych wyjściowych. Modułowe przedstawienie modelu do symulacji umożliwia pośrednią analizę indywidualną podsystemów.

Algorytm symulacyjny zastosuję do eksperymentu gnoseologicznego /badawczego/ w celu określenia wpływu wyróżnionych czynników charakteryzujących system i podsystemy składowe na jakość funkcjonowania systemu i podsystemów.

Innego typu będzie eksperyment optymalizacyjny, celem którego będzie wyznaczenie charakterystyk systemu i podsystemów, dla których kryteria efektywności systemu i podsystemów przyjmują wartości ekstremalne.

Dane wejściowe do eksperymentu symulacyjnego będą zbierane z planu działań bojowych zawierającego ugrupowania sił i środków, obiekty obrony i rejony działań bojowych. Wyniki eksperymentu przedstawię w postaci macierzy decyzyjnej wartościującej warianty działania badanego systemu według przyjętego kryterium.

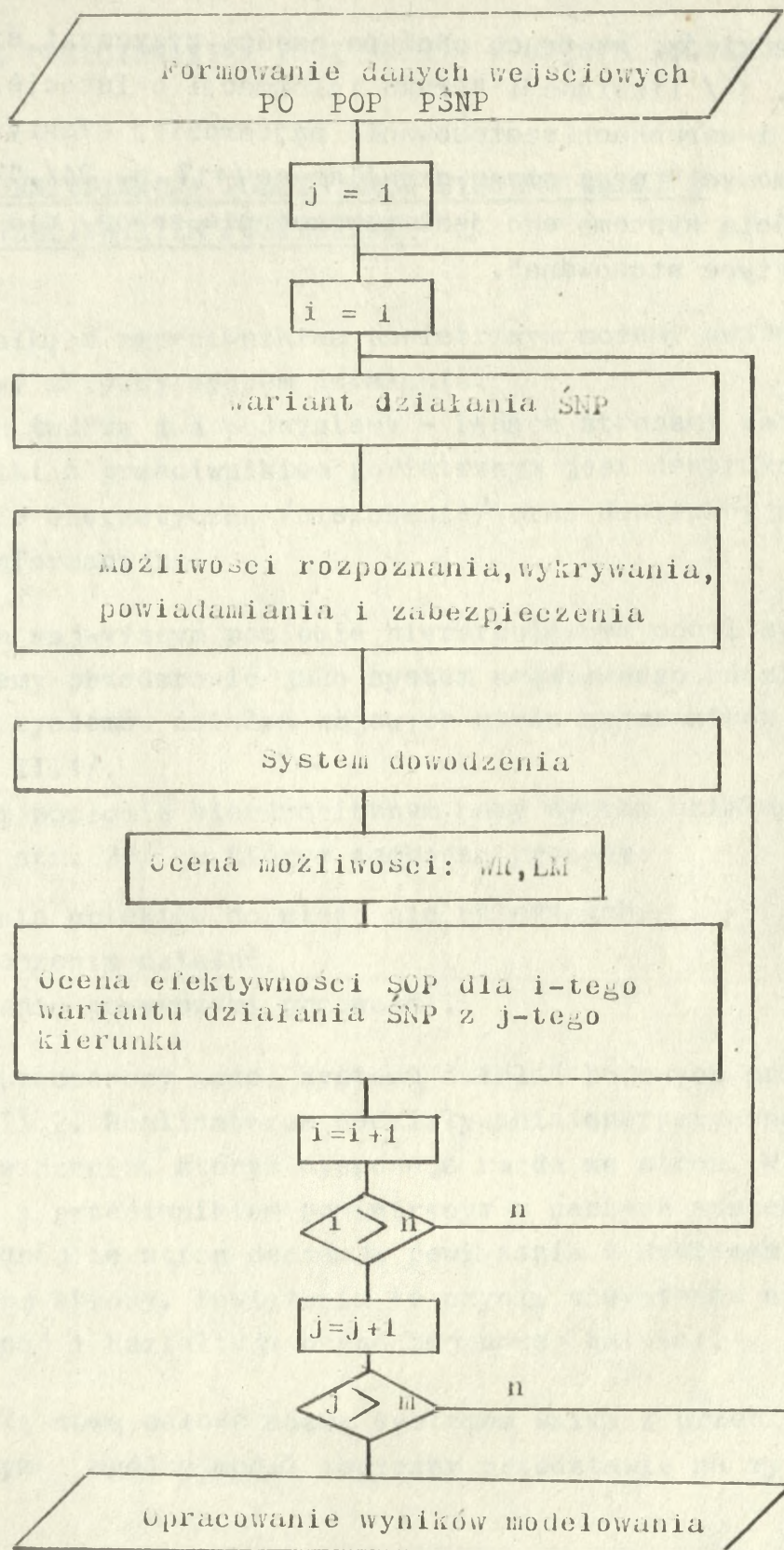
By sformułować problem decyzyjny w postaci macierzy /69, str. 102/ należy:

- ściśle określić sposoby działania, spośród których mamy dokonać wyboru,
- ustalić możliwe kierunki uderzeń na obiekty obrony,
- ocenić wynik każdego sposobu działania przy każdym kierunku uderzenia,
- przypisać kierunkom uderzenia prawdopodobieństw lub przyjęcie odpowiedniego kryterium, gdy nie wiadomo nic o tych prawdopodobieństwach.

Macierz przedstawia sytuacje decyzyjne w warunkach niepewności. Dla takich sytuacji /106, str. 117/ zaleca się stosować kryteria minimaksone np.: kryterium najmniejszego rozczarowania - Savage'a lub pesymistycznego - Walda. Kryteria te czynią proces podejmowania decyzji racjonalnym i obiektywnym.

Stosując metodę symulacji chce ponadto wykorzystać także jej zalety /14, s. 48/, jak:

1. Lepsze rozumienie działania systemu ze względu na konieczność dokonania szeregu analiz.
2. Modele stanowią dobrą pomoc dydaktyczną i przyspieszają szkolenie kadr kierowniczych.
3. Symulacja jest testem bezpieczeństwa przy podejmowaniu nowych nieszablonowych decyzji.
4. Możliwość obiektywnej oceny ważności poszczególnych czynników i ich wzajemnego powiązania.



Rys. I-6. Algorytm symulacji grafodynamicznej



Mam nadzieję, że praca choć po części przyczyni się do /66, s. 46/ likwidacji "braku informacji o istocie, możliwościach i warunkach zastosowania najbardziej efektywnych metod systemowych" oraz stanu określanego /117, s. 24/, "konieczność podejścia systemowego jest powszechnie znana, nie jest jednak w praktyce stosowana".

2. WALKA Z PRZECIWNIKIEM POWIETRZNYM W UJĘCIU SYSTEMOWYM

2.1. IDENTYFIKACJA PODSYSTEMÓW SYSTEMU WALKI Z PRZECIWNIKIEM POWIETRZNYM.

Walkę z przeciwnikiem powietrznym możemy uważać jako konfliktowy aktywny system działania.

System ten tworzą dwa podsystemy - będące stronami walczącymi. Istotą walki z przeciwnikiem powietrznym jest destrukcyjne oddziaływanie energetyczne /niszczenie/ oraz destrukcyjne oddziaływanie informacyjne.

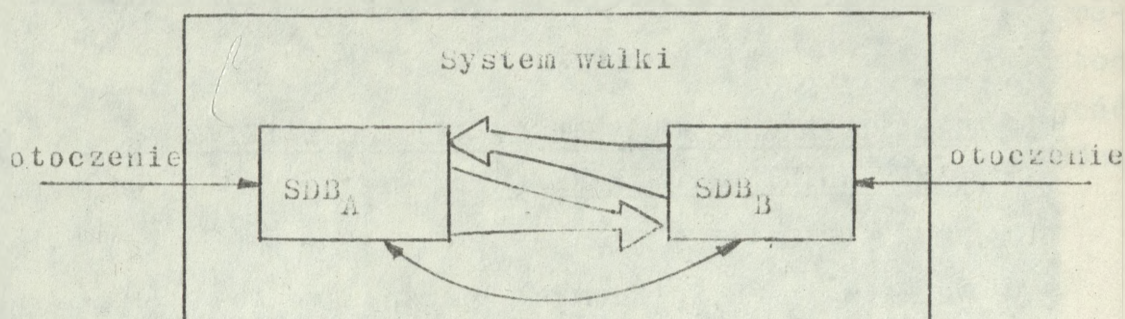
Na najwyższym poziomie hierarchicznym model systemu walki możemy przedstawić jako system negatywnego oddziaływania na siebie systemów działań bojowych stron uczestników konfliktów /Rys. II.1/.

Na niższym poziomie hierarchicznym mamy system działań bojowych /33, str. 27/, w którym zachodzą procesy:

- niszczenia obiektów do niego nie należących,
- zabezpieczenia działań,
- kierowania powyższymi procesami.

Uproszczony model systemu działań bojowych przedstawia rys. II.2. Realizatorem oddziaływania energetycznego jest system niszczenia, którym dysponuje każda ze stron. W systemie walki z przeciwnikiem powietrznym o cechach systemu niszczenia jednej ze stron decydują powiązania z systemem niszczenia drugiej strony. Powiązania te czynią z systemów niszczenia jedną całość i kształtują cechy tej nowej całości.

Tę nową całość nazwę systemem walki z przeciwnikiem powietrznym i ogólny model logiczny przedstawię na rys. II.3.



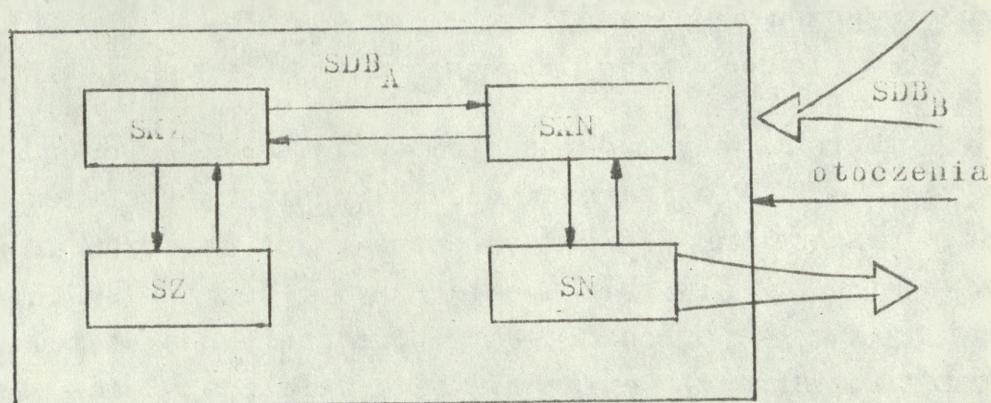
SDB_A - system działań bojowych strony A

SDB_B - system działań bojowych strony B

→ - oddziaływanie informacyjne

⇨ - oddziaływanie energetyczne

rys. II.1. Ogólny model systemu walki



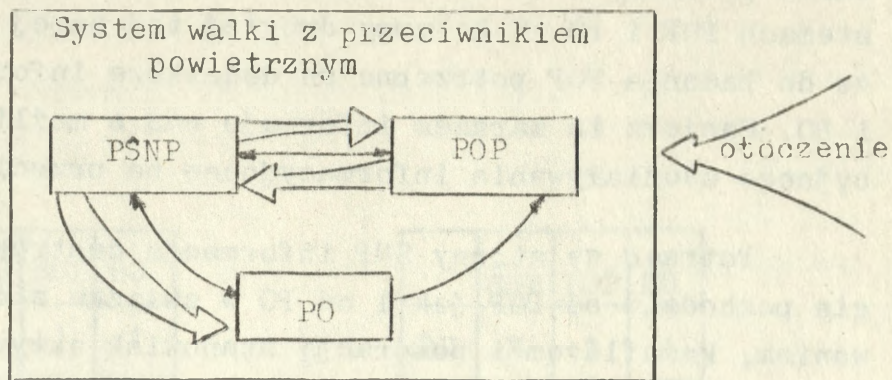
SN - system niszczenia

SZ - system zabezpieczenia

SKN - system kierowania niszczeniem

SKZ - system kierowania zabezpieczeniem

rys. II.2. Ogólny model systemu działań bojowych



PSNP - podsystem środków napadu powietrznego,
 POP - podsystem obrony powietrznej,
 PO - podsystem obiektów obrony /niszczenia/
 Otoczenie: < polityka, doktryna, zasady sztuki
 operacyjnej, doświadczenia z ćwiczeń
 i konfliktów, ustalenia regulaminów
 walki >

Rys. II.3. Ogólny model systemu walki z przeciwnikiem powietrznym.

Ten ogólny model będą dalej rozwijał zajmując się wymienionymi podsystemami.

Model ten jest na tyle uniwersalny, że umożliwia spojrzenie na niego z punktu widzenia celów działania podsystemu środków napadu powietrznego /PSNP/, jak też z punktu widzenia celów działania podsystemu obrony powietrznej /POP/. Ulegnie przy tym zmianie nazwa podsystemu obiektów niszczenia na podsystem obiektów obrony /PO/.

Określenia podsystem używam tu dla podkreślenia niższego poziomu hierarchicznego.

Z modelu możemy utworzyć macierz sprzężeń informacyjnych /Rys. II. 4A/ i macierz sprzężeń energetycznych /Rys. II. 4B,C/.

Przy posiadaniu przez obiekty uderzeń środków bezpośredniej obrony macierz binarna przybiera postać jak na rys. II.4.C. Sprzężenia informacyjne mówią nam o pochodzeniu informacji koniecznej do badania danego podsystemu.

I tak z macierzy A kolumny pierwszej widać, że chcąc

badając podsystem SNP musimy także posiadać informacje o podsystemach POP i PO. Z kolumny drugiej tej samej macierzy widzimy że do badania POP potrzebne są dodatkowe informacje o PSNP i PO. Macierz ta zarazem informuje nas o możliwościach destruktynego oddziaływania informacyjnego na przeciwnika.

Patrząc ze strony SNP informacja destrukcyjna będzie mogła pochodzić od POP jak i od PO w związku z odpowiednim maskowaniem, kamuflażem i pozoracją stanowisk aktywnych środków walki, stanowisk dowodzenia i innych obiektów, które mogłyby być uznane za godne uwagi dla dokonania uderzeń.

Macierz informacyjna określa ogólny zakres informacji potrzebnych do badań prognostycznych, który musi być uzupełniony o informację dotyczącą otoczenia w jakim systemy będą działać. Operuję tutaj zamiennie pojęciem system - podsystem gdyż na szczeblu niższym mamy do czynienia z systemem, a na szczeblu wyższym ten sam system jest podsystemem.

Macierz sprzężeń energetycznych przedstawia możliwość oddziaływania ogniowego między badanymi systemami. Oddziaływanie, którego efektem są straty trwałe w badanych systemach. Straty te mogą być uzupełnione z zapasów elementów systemu. Z pierwszej kolumny macierzy z rys. II.4.B widzimy, że PSNP może ponieść straty od POP, a z rys. II.4.C także od PO. Drugi wariant jest znacznie mniej korzystny dla PSNP i powinien być przez obronę tworzony.

Z przeprowadzonego hierarchicznego podziału wynika, że badając system SNP musimy uwzględnić charakterystyki SNP oraz charakterystyki PO i POP co możemy zapisać:

$$\text{PSNP} \equiv \langle \text{SNP}, \text{POP}, \text{PO} \rangle \quad / \text{II} - 1 /$$

gdzie:

SNP - sformalizowany zbiór charakterystyk środków napadu powietrznego istotnych z punktu widzenia zadań realizowanych przez PSNP.

	ŚNP	POP	PO
ŚNP	X	1	1
POP	1	X	1
PO	1	1	X

A

	ŚNP	POP	PO
ŚNP	X	1	1
POP	1	X	X
PO	X	X	X

B

	ŚNP	POP	PO
ŚNP	X	1	1
POP	1	X	X
PO	1	X	X

C

X-brak sprzężenia

Rys.II.4. Binarna macierz sprzężeń:

A - informacyjnych

B- energetycznych

C- energetycznych przy bezpośredniej osłonie obiektów.

PO - zbiór charakterystyk obiektów istotnych ze względu na zadania realizowane przez PSNP,

POP - zbiór charakterystyk podsystemu obrony powietrznej istotnych ze względu na zadania realizowane przez PSNP.

Zrozumiałym jest, że zadania POP są antagonistycznymi w stosunku do zadań PSNP.

Model z rys. II.3 bardzo ogólnie odzwierciedla nasze wyobrażenia o hipotetycznej rzeczywistości, którą może być realny konflikt zbrojny. Konflikt taki może zaistnieć w realnej rzeczywistości uwarunkowanej politycznie, ekonomicznie, militarnie, technicznie.

2.2. IDENTYFIKACJA OTOCZENIA SYSTEMU WALKI Z PRZECIWNIKIEM POWIETRZNYM

System walki z przeciwnikiem powietrznym to całokształt przedsięwzięć realizowanych przez podsystem środków napadu powietrznego i podsystem obrony powietrznej w czasie działań wojennych.

Działania wojenne /58, str. 104/ to realizowane zamierzenia dwóch lub więcej państw dążących do osiągnięcia określonych celów politycznych przez użycie zorganizowanej siły militarnej.

Siłę militarną w naszym wypadku stanowią wymieniane podsystemy; środków napadu powietrznego i obrony powietrznej. Działania wojenne nazywane także walką zbrojną są wyrazem użycia przemocy militarnej do kontynuowania polityki państwa /koalicji/ /58, s. 178/.

Kontynuacja polityki środkami opartymi na przemocy, stosowanymi w interesie danego państwa Lenin nazywa wojną.

Na całokształt wyżej definiowanych przedsięwzięć istotny wpływ będzie miała polityka wojujących państw.

Pod przemożnym wpływem polityki kształtowana jest doktryna wojenna /116, s. 54/ "stanowiąca zespół przyjętych w danym państwie /koalicji/ poglądów na charakter przyszłej wojny, na przygotowanie do niej państwa /koalicji/, a zwłaszcza jego sił zbrojnych oraz na sposoby prowadzenia wojny". Doktryna wojenna w pełni podporządkowana jest polityce i jest rozwinięciem jej idei w zakresie przygotowania i prowadzenia wojny. Zależności między doktryną i polityką przy nadrzędnej roli polityki mają postać sprzężeń zwrotnych.

Walka zbrojna /82, s. 30/ prowadzona w przestrzeni powietrznej jest przedmiotem badań sztuki operacyjnej Wojsk OPK, które w realnych warunkach stanowią POP. Sztuka operacyjna Wojsk OPK zawiera w sobie teorię jak i praktykę przygotowania i prowadzenia operacji przeciwpowietrznych przez związki operacyjne /ZO/, operacyjno-taktyczne /ZOT/ OPK na TDW lub kierunkach operacyjno-powietrznych samodzielnie, jak i we współdziałaniu z siłami i środkami innych rodzajów sił zbrojnych.

Na hipotetyczny obraz systemu walki w przestrzeni powietrznej będą miały więc wpływ polityka, doktryna wojenna i sztuka operacyjna.

Polityka /20, s. 823/, to wytyczanie programu oraz stosowanie określonych metod realizacji celów państwowych. Polityka jest warunkowana zewnętrznymi i wewnętrznymi determinantami. Różnice ustrojowe są przyczyną różnic celów państwowych. Według klasyfikacji Leninowskiej w polityce wewnętrznej /29, s. 71/ i zewnętrznej państw kapitalistycznych, a zwłaszcza USA zachodziły zmiany form a nie treści.

O polityce wewnętrznej decyduje prywatno-kapitalistyczny charakter własności środków produkcji i panowanie burżuazji wyróżniającej się w optymalizacji wszelkich działań państwowych stosownie do interesów tej klasy.

O polityce zagranicznej przesądzają interesy potężnych monopolii dążących do dalszej ekspansji odpowiednio do rosnącej

siły ich kapitału oraz narzucających państwu rolę pilotowania i osłonę tej ekspansji.

Z roli tej wynika agresywność polityki militarnej Stanów Zjednoczonych. Wzrost wydatków wojskowych bywa w określonych warunkach i określonym przedziale czasu korzystnym bodźcem dla koniunktury gospodarczej.

Przyczynę takiego stanu rzeczy /28, s. 69/ ujawnił Marks opisując powstawanie w maszynowym stadium produkcji pewnej nadwyżki wartości dodatkowej. Dążność do maksymalizacji zysku powoduje, że spożytkowanie tej nadwyżki przez realny wzrost płac i siły nabywczej mas pracujących w warunkach kapitalizmu jest nie do przyjęcia.

Popyt na tę względną nadwyżkę mocy produkcyjnej, surowców, siły roboczej, dla której nie ma racjonalnego zastosowania stwarza wzrost wydatków wojskowych. Jest to znacznie korzystniejsza niż kryzys, forma spożytkowania nadwyżki w sposób czynny. Umożliwia burżuazji pomnażanie zagarnianej przez nią wartości dodatkowej.

Skuteczność popytu militarnego jako środka łagodzenia kryzysu nadprodukcji jest ograniczona, a nadmiernie intensywne i długotrwałe posługiwanie się tą strategią przynosi efekty przeciwne do zamierzonych i pożądaných. Dało to znać o sobie w USA na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych.

W polityce wewnętrznej objawiało się to ograniczenie popytu militarnego i poszukiwaniem innych sposobów przezwyciężenia kryzysu.

W polityce zagranicznej dało się zauważyć odchodzenie od metod zimnowojennych do pokojowych odprężeniowych rozwiązań. Udział wydatków wojskowych w produkcie narodowym brutto zmalał z 10 % w 1968 roku do 5 % w 1979 r.

Po objęciu prezydentury przez R. Reagana zarysowała się wyraźna orientacja promilitarna /72/ zakładająca wzrost nakładów na cele militarne o 15 % tj. powyżej 245 mld dolarów

Orientacja ta opiera się na tym, że czas zatarł pamięć o ujemnych skutkach koniunktury wojennej sprzed przeszło dziesięciu laty, a także na tym, że w kapitalizmie nie wynaleziono innego remedium na zjawiska kryzysowe w gospodarce. Bardzo istotnym jest także fakt, że stosunki odprężeniowe stwarzają korzystniejsze warunki dla rozwoju państw socjalistycznych i wkraczania na tę drogę następnych społeczeństw.

Z tych obiektywnych powodów państwa socjalistyczne są konsekwentnymi orędownikami odprężeniowego kształtu stosunków międzynarodowych /28, s. 95-109/.

Cele polityczne są rozbieżne, a rozbieżność wynika z klasowego charakteru państwa.

Marszałek Związku Radzieckiego Siergiej Achromiejew, I Zastępca Szefa Sztabu Generalnego Sił Zbrojnych ZSRR / 1, s. 6/ określa doktrynę USA jako doktrynę agresji.

W dokumencie Pentagonu pt. "Dyrektywy obronne na lata 1984-88" zakłada się, że:

- USA powinny zwyciężyć i móc zmusić ZSRR do zaniechania w krótkim czasie działań wojennych na warunkach podyktowanych przez USA;
- należy osiągnąć przewagę militarną nad państwami Układu Warszawskiego.

Z założeń doktrynalnych wynikają koncepcje strategiczne, z których aktualnie obowiązująca jest "strategia elastycznego reagowania". Zakłada ona /31, s. 11/ możliwość wybuchu i prowadzenia ograniczonej wojny jądrowej jak i wojen konwencjonalnych, co zależy może od:

- zakładanych celów politycznych,
- charakteru teatru działań wojennych,
- przeciwnika i innych czynników.

Pentagon przyjął kilka możliwości rozpoczęcia współczesnej wojny. Ze względu na nasze położenie geograficzne bardzo istotną jest koncepcja "obrony wysuniętej" /"wysuniętych rubieży"/ i jej różne mutacje.

Według nich prowadzone były ćwiczenia strategiczne "Wintex 79" i "Wintex 81".

Jako formę działań powietrznych przewiduje się zaczepną operację powietrzną.

W dokumencie "Walka powietrzno-lądowa 2000" /113/ opracowanym przez Dowództwo Szkolenia i Doktryn Sił Lądowych Stanów Zjednoczonych przewiduje się "głębokie uderzenia" w celu obezwładnienia i rozczłonkowania podchodzących drugich rzutów operacyjnych i odwodów strategicznych. Głębokie wypady lotnictwa taktycznego mają zapewnić izolację rejonu bezpośrednich działań bojowych.

Kraje członkowskie Układu Warszawskiego posiadają doktrynę obronną, z której wynika konieczność posiadania potencjału obronnego wystarczającego do tego by nikt nie zaryzykował konfrontacji militarnej, nie zaryzykował zakłócenia naszego spokojnego życia.

Pravidłowości użycia bojowego różnych sił i środków obrony powietrznej na współczesnym i przyszłościowym polu walki bada sztuka operacyjna. Efektem tych badań są naukowo uzasadnione ustalenia, reguły i zalecenia dla racjonalnego i skutecznego praktycznego działania w okresie przygotowania i prowadzenia operacji zmierzającej do osiągnięcia jej celu kosztem najmniejszych strat własnych. Powyższe możemy zapisać:

$$RD \xrightarrow{ZSO} CO : Sw \rightarrow \text{min.} \quad /II - 2/$$

gdzie:

- RD - racjonalne działanie,
- ZSO - zasady sztuki operacyjnej,
- CO - cel operacji,
- Sw - straty własne.

Racjonalne działanie uwzględniające zasady sztuki operacyjnej ma doprowadzić do celu operacji przy minimalnych stratach własnych, co jest bardzo istotne przy operacjach długo-

trwałych. Zmusza to do wszechstronnej oceny możliwości SNP prawdopodobnego przeciwnika w zakresie wykonywanych uderzeń na obiekty obszaru kraju i zgrupowania wojsk operacyjnych.

Zasady sztuki operacyjnej Wojsk OPK jako pravidła postępowania podsystemu obrony powietrznej /POP z rys. II - 3, s. 47/ są wskazówkami dla PŚNP, jak działać by uniemożliwić stosowanie bądź ograniczyć licznosc zbioru zasad racjonalnego dzialania POP /zasad sztuki operacyjnej Wojsk OPK/.
Możemy to zapisać:

$$ZSOWOPK = \langle ZSO_i, i = 1, m \rangle \quad /II - 3/$$

Zbiór zasad sztuki operacyjnej Wojsk OPK liczy sobie m zasad. Na obecnym etapie $m = 10$ /82/. Działanie SNP możemy zapisać jako działanie ograniczające licznosc zbioru ZSOWOPK, które mogą być przez POP uwzględniane.

$$ZSOWOPK \xrightarrow{DPSNP} m = m_{\min.} \quad /II - 4/$$

gdzie:

DPSNP - działanie podsystemu środków napadu powietrznego.

Takie działanie SNP umożliwi wykonanie zadań przy ograniczonych stratach. Używam tu pojęcia "straty ograniczone" gdyż według pojęć zachodnich /118/ operację uważa się za opłacalną gdy stopa strat nie przekracza 3%. Przy stosowaniu kryterium absolutnej minimalizacji strat żadna operacja zaczepna nie byłaby opłacalna.

Podsystem SNP przygotowywany jest do prowadzenia operacji powietrznej w celu wywołania panowania w powietrzu i przewagi jądrowej. Może wykonywać następujące zadania /71/:

- zwalczanie sił i środków OP,
- zerwanie wyprzedzania i operacyjno-strategicznego rozwinięcia wojsk Układu Warszawskiego,
- obezwładnianie zgrupowań wojsk uderzeniowych na określonym terytorium,

- niszczenie systemu kierowania siłami zbrojnymi i państwem,
- bezpośrednie wsparcia wojsk lądowych,
- izolacja rejonów działań bojowych.

Podsystem OP z kolei przygotowywany jest do prowadzenia operacji przeciwpowietrznej, której celami są:

- zerwanie i załamanie zaczepnej operacji powietrznej przeciwnika,
- uniemożliwienie nieprzyjacielowi panowania w powietrzu i przewagi w broni jądrowej,
- stworzenie korzystnych warunków do prowadzenia własnej operacji powietrznej,
- uniemożliwienie siłom powietrznym przeciwnika izolacji rejonu działań bojowych,
- niedopuszczenie do zniszczenia przez lotnictwo nieprzyjaciela określonych gałęzi przemysłu lub innych ważnych obiektów o znaczeniu operacyjnym lub strategicznym.

Widzimy, że zadania te są przeciwstawne. Dla ich realizacji ze strony OP potrzebne są badania prognostyczne sposobów działania ŚHP, prawdopodobnego miejsca ich użycia /rejon, kierunki, obiekty/, typów ŚHP. Musimy sprecyzować zawartość podzbiorów PO, PSNP z zależności II-1, s.48.

W państwach NATO /45, s. 95/ dużą wagę przywiązuje się do pierwszej operacji powietrznej, która może zdecydować o zdobyciu i utrzymaniu inicjatywy oraz dalszym prowadzeniu działań bojowych. Celem tej operacji jest wywalczenie przewagi w powietrzu jako podstawowego warunku panowania w powietrzu.

Panowanie w powietrzu /121/ to sytuacja, w której wojska lądowe, marynarka wojenna i siły powietrzne mają możliwość wykonywania swych zadań, nie napotykając silnego przeciwdziałania ze strony lotnictwa i naziemnych środków obrony powietrznej przeciwnika.

Główny wysiłek skupiony zostanie na niszczeniu sił i środków systemu OP. Założenia takie potwierdzone zostały w czasie ćwiczeń "Granit 80", "Sojuz 81", "Lato 82", "Bismut 82".

2.3. WNIOSKI

Należy się liczyć z ciągłym rozkręcaniem spirali zbrojeń przez Stany Zjednoczone i ich sojuszników. Wysoki poziom rozwoju nauki, techniki i technologii umożliwi produkcję i doskonalenie środków rażenia, jak i sposobów ich agresywnego użycia.

Na szeroką skalę stosowane będą środki bezpilotowe jako cele pozorne, środki rozpoznawcze, środki walki radioelektronicznej.

Przewidywaną formą działań powietrznych będą zaczepne operacje powietrzne, w których od samego początku szczególnie zagrożony będzie podsystem OP /POP/.

Pierwszoplanowymi obiektami ataku będą lotniska, stanowiska dowodzenia, stacje radiolokacyjne, elementy ugrupowania wojsk raketowych.

Unikać się będzie frontalnego ataku, a działać z zaskoczenia wykorzystując czynnik technologiczny.

Oddziaływanie ogniowe ściśle będzie połączone z oddziaływaniami informacyjnymi /zakłóceniami radioelektronicznymi/.

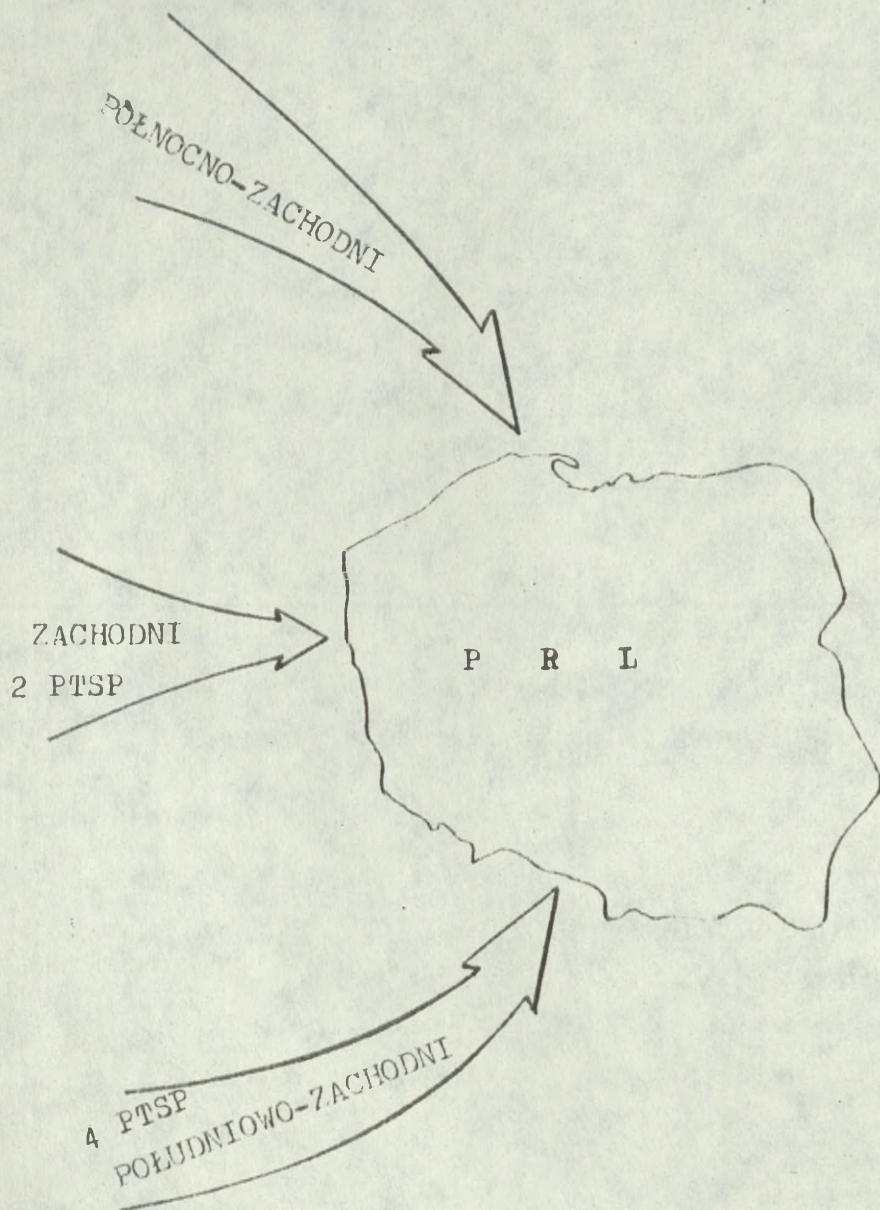
O zagrożeniu ze strony przeciwnika powietrznego decydują:

- geograficzne położenie terytorium PRL na perspektywie TDI,
- miejsce i rola podsystemu OP w przeciwdziałaniu realizacji zadań SHP w kolejnych fazach operacji powietrznej,
- możliwość współczesnych SHP, którymi dysponuje potencjalny przeciwnik.

Zasadniczym zadaniem środków napadu powietrznego uczestniczących w operacji powietrznej będzie wywalczenie przewagi i utrzymania panowania w powietrzu, które w decydującym stopniu wpływa na rezultaty działań związków ogólnojednostkowych.

Przewidywane kierunki działań SNP na obszar PRL ilustruje rys. II.5. /100/.

Przedstawione wnioski i spostrzeżenia stanowią wiedzę apriori o badanym systemie /Rys. I.2/, a także są częścią etapu zbierania informacji z rys. I.1.



Rys. II-5. Strategiczne kierunki powietrzno-kosmiczne zagrożenia terytorium PRL.

3. ZASADNICZE CHARAKTERYSTYKI JAKOŚCIOWO-ILOŚCIOWE SYSTEMU WALKI Z PRZECIWNIKIEM POWIETRZNYM

Ogólny model systemu walki z przeciwnikiem powietrznym przedstawiłem na rys. II-3, wydzielając umownie podsystemy: PSNP, POP, PO. Stanowią one całości zawierające elementy M oraz relacje między nimi R.

3.1. OGÓLNE CHARAKTERYSTYKI FUNKCJONOWANIA SYSTEMÓW

Przedstawię teraz elementy ogólnej wiedzy o systemach zgodnie z rys. I-2 /s. 29/. Z istoty przedmiotu badań wynika, że prognozowanie zachowania się systemu może mieć sens tylko w zakresie prawdopodobieństwa. Zdarzenia oczekiwane mogą być określone tylko prawdopodobieństwem ich wystąpienia, a odnośnie wartości pewnych interesujących nas wielkości musimy się zadowolić ich charakterystykami probabilistycznymi, z których najczęściej operujemy wartością przeciętną.

Źródła oddziaływań przypadkowych tkwią w otoczeniu systemu jak też i jego wnętrzu, np. warunki atmosferyczne, pora dnia, roku, uszkodzenia sprzętu, błędy itp.

Wyróżnione podsystemy będą dążyły do minimalizacji szkodliwych oddziaływań wzajemnych, a potęgowania oddziaływań korzystnych /niszczenie obiektów do nich nie należących str. 38 /. Oddziaływaniami ujemnymi są ponoszone straty, a korzystnymi straty zadawane. Cel działania systemu możemy więc zapisać:

$$CS = \max_{ZS} \min_{SW} CS / ZS, SW / \quad /III - 1/$$

gdzie:

- CS - cel działania systemu,
- ZS - wartość oczekiwana zadawanych strat,
- SW - wartość oczekiwana strat własnych.

Dążenie do tak postawionego celu wymaga ciągłej zmiany właściwości systemu.

Zmiany te są osiagane poprzez:

- zmianę wartości parametrów elementów systemu, co w praktyce oznacza ciągłe doskonalenie środków walki jak i sposobów ich zastosowania,
- zmianę algorytmów sterowania wyrażające się między innymi wprowadzeniem powietrznych stanowisk dowodzenia /AWACS/,
- zmianę struktury systemu wyrażające się między innymi zmianami organizacyjnymi, zmianami podporządkowania, nowe rodzaje broni itp.,

Aktualnie obserwujemy stosowanie wszystkich trzech sposobów, ale o różnej intensywności. Zmiana parametrów elementów systemu jest procesem ciągłym o zmiennej intensywności w czasie. Intensywność ta zależy od polityki i założeń doktrynalnych /podrozdział 2.2/, co możemy zapisać:

$$L /t/ = L /t, P, D/$$

/III - 2/

gdzie:

- L /t/ - intensywność zmian wartości parametrów elementów systemu w czasie,
- t - czas, w którym opisywane wartości rozpatrujemy,
- P - polityka,
- D - założenia doktrynalne.

Pominałem tu potencjał ekonomiczny, na który wpływa polityka, z celów której będzie wynikał wystarczający rozwój odpowiednich gałęzi przemysłu.

Pozostałe dwa sposoby są procesami skokowymi o zmiennej częstotliwości w czasie. Częstotliwość zmian zależy od polityki i założeń doktrynalnych podobnie jak intensywność. Co możemy zapisać:

$$f /t/ = f /t, P, D/$$

/III - 3/

gdzie:

$f /t/$ - częstotliwość zmian w czasie.

Pozostałe oznaczenia identyczne, jak w III - 2.

Dla skończonych przedziałów czasu Δt zależność III - 2 możemy przykładowo zapisać:

$$L /t/ = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta WC_i}{\Delta t} = \frac{\Delta PS}{\Delta t} \quad /III - 5/$$

gdzie:

ΔPS - przyrost parametrów systemu,

n - ilość rozpatrywanych elementów systemu,

ΔWC_i - przyrost parametrów elementów systemu,

ΔWC_i możemy natomiast zapisać:

$$\Delta WC_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \Delta WC_{ij} \quad /III - 6/$$

gdzie:

m - ilość parametrów i -tego elementu systemu.

System się rozwija, gdy $L /t/ > 0$. Rozwój powoduje konieczność zmian struktur, które w pewnym momencie stanowiłyby skuteczne ograniczenia. Co możemy zapisać:

$$L /t/ > 0 \implies f /t/ > 0 \quad /III - 7/$$

Wracając do zależności III - 1 możemy zapisać:

$$CS \implies L /t/ > 0 \wedge f /t/ > 0 \quad /III - 8/$$

$$CS \implies L /t/ > 0 \vee f /t/ > 0 \quad /III - 9/$$

Dla dłuższego przedziału czasu słuszną jest zależność III - 8 mówiąca, że zachodzą zmiany ciągłe i skokowe.

Dla krótszego przedziału czasu mogą zachodzić zmiany ciągłe lub skokowe /III - 9/.

Zamrożenie zbrojeń to proces, w którym $L /t/ = 0$ i $f /t/ = 0$.

Celowi działania systemu podporządkowane są działania elementów systemu. Proces funkcjonowania systemu jest zbiorem działań elementów systemu podporządkowanych jednemu celowi:

$$\bigwedge CS \vee /DS \Leftarrow CS/ : DS = \langle Dei, i=1, n \rangle \quad /III - 10/$$

gdzie:

- DS - działanie systemu,
- Dei - działanie i-tego elementu systemu,
- n - ilość elementów systemu.

Dokładne określenie celów i zadań systemu pozwala mówić o efektywności pracy systemu. Efektywność działania systemu możemy oceniać za pomocą wskaźnika efektywności, pod pojęciem którego / 9, s. 28/ rozumiemy charakterystykę liczbowa określającą stopień przystosowania systemu do wykonywania postawionych przed nim zadań.

Wielkość będącą wynikiem działania systemu należy rozpatrywać jako zmienną losową. Aby odnieść ocenę efektywności systemu do pewnego średniego zachowania się go w danych warunkach i uniezależnić od przypadkowej kombinacji działających na system czynników, za wskaźniki efektywności przyjmuje się zwykle prawdopodobieństwo odpowiednich zdarzeń losowych lub też ich wartości przeciętne. Charakter wskaźnika efektywności określa podstawowe kierunki poszukiwań właściwości systemu, które zapewniają jego optymalność z punktu widzenia wskaźnika efektywności. Dowolny wskaźnik efektywności zależy od dwóch grup czynników:

$$E_1 = E / \{ a_i, i=1, n \}, \{ b_j, j=1, m \} / \quad /III - 11/$$

gdzie:

- a_i - parametry elementów systemu,
- n - ilość elementów systemu,

- bj - parametry charakteryzujące wpływ otoczenia,
- m - ilość parametrów zewnętrznych.

Jako ogólne cechy systemu godne podkreślenia to niezawodność i odporność na zakłócenia.

Niezawodność systemu /34/ to prawdopodobieństwo poprawnej pracy w określonym przedziale czasu i w określonych warunkach eksploatacji:

$$P /At/ = P /T > t/ \quad /III - 12/$$

gdzie:

At - zdarzenie polegające na pracy systemu w czasie 0 do t,

T - czas pracy systemu do uszkodzenia.

Niezawodność jest cechą, której zapewnieniu poświęca się wiele uwagi i stosuje różne metody.

W znacznej mierze decyduje o możliwościach wykonania zadania postawionego przed systemem.

Dla systemów złożonych aby uwzględnić niezawodność należy obliczyć wskaźnik efektywności E_A dla absolutnie niezawodnych elementów oraz E_R dla elementów rzeczywistych. Jako wskaźnik niezawodności systemu może być stosowane wyrażenie:

$$\Delta E_R = E_A - E_R \quad /III - 13/$$

Może ono służyć do oceny porównawczej różnorodnych wariantów systemów. Metody minimalizacji ΔE_R dla systemów elektronicznych przedstawione są w /34/.

Odporność na zakłócenia charakteryzuje podatność zmian parametrów elementów na celowe oddziaływanie z zewnątrz w celu obniżenia ich wartości.

$$azi = ai + \Delta ai \quad /III - 14/$$

gdzie:

azi - wartość parametru przy zakłóceniach,

Δa_i - zmiana parametrów pod wpływem zakłóceń
/wpływ walki radioelektronicznej/.

Zakłócenia przejawiają się także w postaci odchylenia od normy oddziaływań na system:

$$b_{zj} = b_j + \Delta b_j \quad /III - 15/$$

Oznaczenia analogicznie jak poprzednio.

Odporność systemu na zakłócenia możemy wyrazić podobnie jak dla niezawodności:

$$\Delta E_z = E_A - E_z \quad /III - 16/$$

gdzie:

E_z - wskaźnik efektywności przy zakłóceniach.

Chcąc wymienione cechy uwzględnić wskaźnik efektywności z postaci III-11 przyjmie postać:

$$E_2 = E_1 + \Delta E_R + \Delta E_z \quad /III - 17/$$

gdzie:

$\Delta E_R, \Delta E_z$ - poprawki na warunki w jakich system będzie działał.

Patrząc na działanie z punktu widzenia prakseologii to musimy działaniu zapewnić sprawność, której postaciami są skuteczność, korzystność i ekonomiczność.

Działanie skuteczne jest wtedy, gdy prowadzi do skutku zamierzanego jako cel /49, s. 60/.

Działanie jest korzystne gdy wynik użyteczny W przewyższa koszty działania K .

$$W > K \quad /III - 18/$$

Miarą ekonomiczności działania jest stosunek wyniku użytecznego do kosztów działania /43, s. 48/ materialnych jak i moralnych.

$$\frac{W}{K} > 1 - \text{działanie ekonomiczne} \quad /III - 19/$$

Mimo, że ekonomiczność jak i korzystność należą do tej samej klasy pojęć, to jako kryterium wyboru wariantu działania mogą występować oddzielnie, gdyż nie zawsze najbardziej ekonomiczny wariant działania jest najbardziej korzystny. Zwiększając ekonomiczność działań dokonujemy jego ekonomizacji:

$$\frac{W}{K} \longrightarrow \max \quad /III - 20/$$

Cel działania systemu podany w postaci III-1 jest niealternatywną formą ekonomizacji działań /43, s. 49/, której zwolennikami byli: K. Adamiecki twierdzący "Jedyny cel nauki organizacji stanowi osiągnięcie najwyższego skutku użytecznego przy jak najmniejszym nakładzie sił i środków", czy ekonomista radziecki W. Niemczynow uznając za naczelną zasadę planowania "Zapewnienie maksimum produktu społecznego przy minimum nakładów pracy".

Aby działanie uznane zostało za sprawne choć w minimalnym stopniu musi być skuteczne:

$$SD = \langle SK \wedge (EK \vee DK) \rangle \quad /III - 21/$$

gdzie:

- SD - działanie sprawne,
- EK - działanie ekonomiczne,
- SK - działanie skuteczne,
- DK - działanie korzystne,
- \wedge - znak iloczynu logicznego,
- \vee - znak sumy logicznej.

Chcąc więc dokonać oceny sprawności określonych działań systemu należy ustalić ich hierarchię według stopnia skuteczności, a następnie działania o jednakowym stopniu skuteczności hierarchizujemy według stopnia ekonomiczności lub korzystności.

Wracając do pojęcia efektywności powiemy, że działanie

jest efektywne /87, s. 60/ gdy daje oceniany pozytywnie zamierzony wynik, czyli inaczej, że jest sprawne. Natomiast w ujęciu ogólnym pozytywne skutki mogą być zamierzone lub niezamierzone i efektywność utożsamiana jest z ekonomicznością.

W takim rozumieniu efektywności może ona być tylko kryterium pomocniczym o czym świadczy zależność III-21. Potwierdza jednocześnie słuszność krytyki powszechnie stosowanego kryterium oceny efektywności systemu obrony powietrznej na podstawie wartości oczekiwanej liczby zniszczonych ŚNP gdyż nie uwzględnia ono skuteczności działania systemu OP. Istnieją także wskaźniki efektywności z ograniczeniami np.:

$$E = \frac{W}{K} \begin{matrix} \rightarrow mx \\ \leftarrow Kd \end{matrix} \quad /III - 22/$$

$$E = \frac{W}{K} \begin{matrix} \geq Ww \\ \rightarrow min \end{matrix} \quad /III - 23/$$

gdzie:

- Kd - koszty dopuszczalne,
- Ww - wartość użyteczna wymagana i zamierzona.

Na podstawie przytoczonych rozważań funkcję efektywności systemu możemy przedstawić w postaci:

$$E = \langle A, B, \Delta E_R, \Delta E_z, W, K, Kd \rangle \quad /III - 24/$$

gdzie:

- A - sformalizowany zbiór charakterystyk elementów systemu,
- B - sformalizowana postać wskaźnika wpływu otoczenia,
- ΔE_R - sformalizowana postać wskaźnika wpływu niezawodności,
- ΔE_z - sformalizowana postać wskaźnika wpływu zakłóceń,
- W - sformalizowana postać wskaźnika zamierzonych wartości użytecznych,
- K - sformalizowana postać wskaźnika kosztów,
- Kd - sformalizowana postać wskaźnika jakości dowodzenia.

Do wyznaczenia działań, które będą podlegać ocenie w systemie niszczenia posłuże się macierzą sprzężeń energetycznych z rys. II - 4 B,C /s.49/.

Będą miały miejsce następujące działania:

1. Oddziaływanie przez SNP na obiekty.
2. Pojedynek SNP - POP.
3. Oddziaływanie POP na SNP.

Cały chronologiczny ciąg działań SNP będzie obejmował:

1. Oddziaływanie na POP w celu osłabienia go → 2. Pokonanie POP przez grupę uderzeniową → 3. Uderzenie na obiekty → 4. Ponowne oddziaływanie na POP w czasie powrotu → 5. Pokonanie OP w czasie powrotu grupy uderzeniowej.

W ujęciu probabilistycznym zależność III-24 przyjmie ogólną postać:

$$E_p = f / Pr_{1z}, Pr_{1u}, Pro, Pr_n, Pr_{2z}, Pr_{2u} / /III-25/$$

gdzie:

Pr_{1z} - prawdopodobieństwo rażenia grupy zabezpieczenia w czasie lotu do obiektów,

Pr_{1u} - prawdopodobieństwo rażenia grupy uderzeniowej w czasie lotu do obiektu,

Pro - prawdopodobieństwo rażenia obiektu,

Pr_n - prawdopodobieństwo rażenia SNP nad obiektem,

Pr_{2z}, Pr_{2u} - jak Pr_1 przy powrocie od obiektów.

W rozdziale tym przedstawiłem wieloaspektowe systemowe podejście do oceny efektywności działania systemu niszczenia i jego podsystemów. Podejście to jest jednocześnie metodyczną podstawą dalszych czynności badawczych.

W dalszej kolejności przedstawię wiedzę apriori o badanym systemie /rys. I-2/ walki z przeciwnikiem powietrznym.

3.2. PODSYSTEM OBIEKTÓW OBRONY KORPUSU OPK /PO/

Podsystem obiektów obrony spełnia szczególną rolę w systemie niszczenia /rys. II-3, s. 47/. Jest on jednocześnie poddawany niszczącemu oddziaływaniu SNP jak też implikuje działanie OP, które ma ograniczyć niszczące działanie SNP. Stan tego podsystemu jest miarą skuteczności działania z zależności III-21 s. 65 zarówno dla podsystemu SNP jak i OP.

W skład tego podsystemu będą wchodziły obiekty odgrywające istotną rolę w zapewnieniu odpowiedniego potencjału bojowego naszych wojsk. Dokładną charakterystykę przypuszczalnych obiektów uderzeń oraz opracowana metoda określania ważności obiektów można znaleźć w /54/. Zawartość zbioru obiektów będzie zależała od zadań wykonywanych przez SNP przeciwnika. W pierwszej fazie operacji powietrznej będzie to walka o panowanie w powietrzu /s.56 /.

Jak wynika z analizy konfliktów lokalnych /98/ obiektami uderzeń były lotniska, stanowiska dowodzenia, stanowiska startowe WROPK, węzły łączności, stacje radiolokacyjne /RSWP, NRS/. Rozpatrując całą operację powietrzną /54, s. 86 to zbiór obiektów nieco się powiększa i może obejmować:

- wyrzutnie rakiet i składy broni jądrowej,
- lotniska i samoloty na lotniskach i w powietrzu,
- elementy systemu obrony powietrznej: SRL, doar, SD,
- wojska w marszu i rejonach ześrodkowania,
- mosty i przeprawy,
- węzły komunikacji drogowej i kolejowej.

Potwierdzenie powyższych poglądów znajdujemy w /61/. Pojęcie obiektu jest pojęciem bardzo szerokim i przy odpowiednio szczegółowej analizie może się okazać, że każdy obiekt to też system.

Dla modelowania i symulacji należy scharakteryzować obiekty pod względem bombardierskim /76/ określając cele bombardierskie. W składzie obiektu może być jeden lub kilka cel

bombardierskich, których zniszczenie uniemożliwi funkcjonowanie obiektu. Spośród różnorodności możliwych celów bombardierskich możemy wydzielić kilka typów:

- cel pojedynczy/110,s. 269/ to element o małych wymiarach, jak: samolot, wyrzutnia, RLS wykonujący określone funkcje,
- cel grupowy to grupa celów pojedynczych rozmieszczonych blisko siebie i wykonujących kolektywnie funkcje np. samoloty w szyku, wyrzutnie na stanowiskach startowych,
- cel powierzchniowy to zbiór różnorodnych elementów /np. technika bojowa, siła żywa/ wykonujących określone funkcje, rozmieszczonych w sposób nie w pełni znany w granicach pewnego obszaru, którego wymiary określają cel powierzchniowy. Gdy cel ma kształt koła to do obliczeń przyjmujemy kwadrat o powierzchni równej polu koła:

$$A = \sqrt{\pi} \cdot R_c = 1,77 R_c \quad /III - 26/$$

gdzie:

- A - długość boku kwadratu celu obliczeniowego,
- R_c - promień celu rzeczywistego.

SNP oddziałyując energetycznie na obiekty będą naruszać ich funkcjonowanie doprowadzając do utraty możliwości wykonywania swych zadań. Inaczej możemy powiedzieć, że SNP przy pomocy środków rażenia będą razić cele bombardierskie z określonym prawdopodobieństwem.

Jako wskaźnik efektywności takiego oddziaływania dla celu pojedynczego można przyjąć prawdopodobieństwo rażenia celu:

$$W = P / A/ \quad /III-27/$$

gdzie:

- A - rażenie celu.

Występujące pojęcie rażenie celu jest pojęciem o sensie zależnym od konkretnej sytuacji i musi być sprecyzowane każdorazowo przy wykonywaniu obliczeń.

Kryterium III-27 jest słuszne przy założeniu, że cel może być w jednym z dwóch stanów - porażony albo funkcjonujący prawidłowo.

Dla celu grupowego możemy stosować kilka kryteriów. Głównym zadaniem jest porażenie największej ilości celów pojedynczych tworzących cel grupowy to wskaźnikiem może być wartość oczekiwana liczby rażonych jednostek lub średni udział rażonych jednostek /111, s. 34/.

$$U_r = \frac{N_r}{N} \quad /III - 28/$$

gdzie:

- N_r - wartość oczekiwana liczby rażonych celów,
- N - całkowita ilość celów pojedynczych w celu grupowym.

Dla celu powierzchniowego charakterystyczne jest to, że oddziaływanie prowadzi się nie do pojedynczych elementów, a do całej powierzchni celu. Istotną miarą strat zadawanych takiemu celowi jest średnia powierzchnia, na której spowodowano zniszczenie żadanego stopnia lub wygodniejsza, średni rażony udział powierzchni:

$$U = \frac{S_r}{S_c} \quad /III - 29/$$

- gdzie: S_r - powierzchnia rażona,
- S_c - całkowita powierzchnia celu.

Gdy zadanie polega na rażeniu nie mniej od żądanej części powierzchni U_w to wskaźnik efektywności będzie wyrażony zależnością:

$$W_u = P / U \geq U_w /$$

Gdy długość jednego z boków wielokrotnie przewyższa wymiary drugiego to cel taki jest celem liniowym np. kolumna wojsk, most, przeprawa pontonowa.

Do obliczeń bombardierskich jako dane wejściowe /24/ przyjmuje się:

1. Typ celu, odporność i żywotność.
2. Wymiary i kształt celu.

Ad. 1. Odporność celu zależy od tego czy cel jest okopany, poza ukryciami, od materiału z którego wykonano ukrycie. Żywotność ZC zależy od odporności celu, ruchliwości i maskowania:

$$ZC = \langle Od, R, M \rangle \quad /III - 30/$$

gdzie:

- Od - odporność celu,
- R - ruchliwość celu,
- M - przedsięwzięcia zmniejszające skuteczność środków rażenia.

Maskowanie obniża prawdopodobieństwo wykrycia celu. Cel w ukryciu wymaga bezpośredniego trafienia, natomiast poza ukryciami nie.

Ad. 2. Do obliczeń przyjmujemy, że cele bombardierskie posiadają kształt kwadratu, prostokąta lub równoległoboku. Powyższe możemy zapisać:

$$CBI = CBI / Kmi, WCI/ \quad /III - 31/$$

$$PO = \sum_{i=1}^n CBI \quad /III - 32/$$

gdzie:

- CBI - cel bombardierski i-tego typu,
- Kmi - wrażliwość celu i-tego typu,
- WCI - wymiary celu i-tego typu,
- n - ilość typów celów składających się na podsystem obiektów.

Wymienione parametry nabierają dopiero właściwego znaczenia przy konfrontacji ze środkami rażenia oraz dokładnością nosicieli tych środków.

Sformalizowane zależności III-31, III-32 będą dalej rozwijane i merytorycznie wypełnione w celu obliczenia wymaganej ilości i typów środków rażenia, a w konsekwencji wymaganej ilości SNP.

3.3. PODSYSTEM ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNEGO - PSNP.

Z analizy otoczenia systemu walki z przeciwnikiem powietrznym wynika, że priorytetowym zadaniem jakie w prognozowanej sytuacji może wykonywać PSNP jest walka o panowanie w powietrzu. Takie zadanie wykonywało lotnictwo taktyczne we wszystkich konfliktach lokalnych. Zadanie było to samo lecz sposób realizacji ulegały zmianie. Zmiany te były powodowane koniecznością poprawy skuteczności działania zgodnie z funkcją celu III - 1, s. 59. Zasadniczą przyczyną zaś to jakościowe doskonalenie SNP oraz aktywnych środków OP.

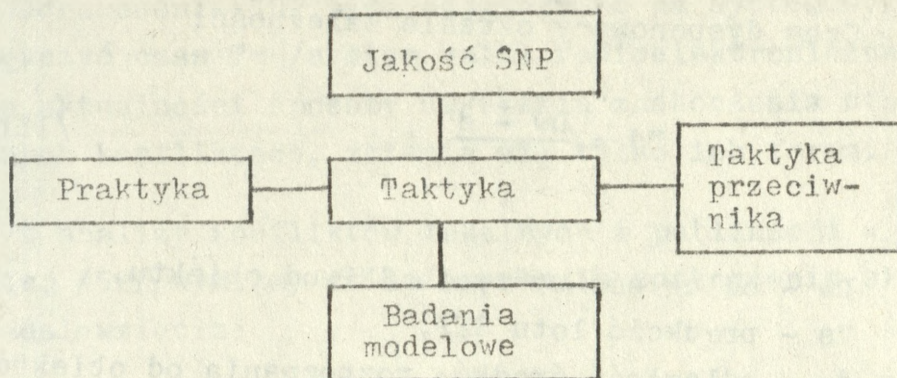
System OP jest więc otoczeniem systemu SNP, które w istotny sposób wpływa na jego efektywność. Bardzo bliskim otoczeniem jest także taktyka działania SNP, a jej zasady przełamania systemu obrony powietrznej umożliwiają ocenę przydatności typów SNP do realizacji konkretnych zadań.

3.3.1. Determinanty sposobów działania SNP

Teorię i praktykę przygotowania i prowadzenia walki przez pododdziały, oddziały i związki taktyczne obejmuje taktyka /58, s. 448/ będąca składową sztuki wojennej. Jest powiązana z taktyką innego rodzaju wojsk, a w tym wypadku z taktyką WROPK i IMOPK i na odwrót.

Zasady taktyki kształtowane są pod wpływem zmian jakościowych sprzętu bojowego, badań modelowych i doświadczeń konfliktów lokalnych. Wymienione trzy przyczyny tworzą zamknięty łańcuch sprzężeń zwrotnych powodujących zmiany /Rys. III-1/. Konflikty lokalne stanowią weryfikację wyników badań modelowych i przyjętych koncepcji działania.

Działania wojenne w konfliktach zbrojnych po drugiej wojnie światowej potwierdziły /36, s. 75/ ważną rolę lotnictwa i jego decydujący wpływ na ich ogólny przebieg i rezultat



Rys. III. 1. Taktyka i jej uwarunkowania

W walce o panowanie w powietrzu dużą rolę odgrywał czynnik zaskoczenia. Rola tego czynnika rośnie wraz z rozwojem środków walki. Problem zaskoczenia nabrał w wojnie współczesnej szczególnej wyrazistości /26, s. 93/. Zdania zachodnich ekspertów na temat możliwości uzyskania zaskoczenia są podzielone.

Sceptycy powołując się na konflikt wietnamski /52/ twierdzą, że lotnictwo amerykańskie w zmasowanych nalotach traciło zaskoczenie, a ponadto większość strat poniesionych przez lotnictwo była wynikiem zaskakujących ataków przeciwnika.

Większość specjalistów uważa, że osiągnięcie zaskoczenia jest możliwe, ale pojawiło się szereg okoliczności utrudniających. Oceniając możliwości uzyskania zaskoczenia należy uwzględnić potencjalne możliwości SNP jak też możliwości środków wykrywania i walki OP /WRT OPK, WR OPK, IM OPK/. Ilościowo problem ten charakteryzuje iloraz:

$$Kz = \frac{Td}{Tp} \quad /III-3-1/$$

gdzie:

Kz - współczynnik zaskoczenia,

Td - czas, którym OP dysponuje na prowadzenie walki,

Tp - czas potrzebny do skutecznego wprowadzenia sił OP do walki.

Czas dysponowany określa zależność:

$$T_d = \frac{D_w + d}{V_s} \quad /III-3-2/$$

gdzie:

- D_w - odległość wykrycia SNP od obiektu,
- V_s - prędkość lotu SNP,
- d - odległość środków rozpoznania od obiektów na kierunku nalotu.

Przy wykrywaniu sposobem radiolokacyjnym odległość wykrycia zależy od wysokości lotu SNP - H_s i skutecznej powierzchni odcicia σ s:

$$D_w = \frac{D_w}{H_s, \sigma s} \quad /III-3-3/$$

a zależność III-2-2 możemy zapisać:

$$T_d = \frac{D_w/H_s, \sigma s}{V_s} \pm \Delta p \quad /III-3-4/$$

gdzie:

Δp - poprawka na miejsce rozmieszczenia systemu wykrywania

Czas potrzebny T_p będzie sumą czasów wykrywania-tw, czasu przekazywania informacji-ti, czasu wypracowywania decyzji - td i czasu wprowadzenia sił do walki - ta:

$$T_p = t_w + t_i + t_d + t_a \quad /III-3-5/$$

Minimalizacja czasu T_p będzie celem działania systemu OP, a SNP będą dążyły do minimalizacji T_d .

Warunek uzyskania zaskoczenia przez SNP możemy zapisać

$$K_z < 1 \iff T_d - T_p < 0 \quad /III-3-6/$$

Z zależności 3-2-3 widać, że zaskoczenie można uzyskać dobierając odpowiednio σ s, H_s , V_s i d :

$$\sigma s, H_s, V_s, d: T_d / H_s, \sigma s, V_s, d / < T_p \quad /III-3-7/$$

Jednocześnie SNP będą oddziaływać na system wykrywania aby zwiększyć czas T_w /system walki radioelektronicznej/. Nie tracą na aktualności sposoby uzyskania zaskoczenia stosowane w minionych konfliktach, zmienia się tylko ich forma.

Z analizy konfliktów lokalnych i publikacji w prasie zachodniej /52/ wynika, że na uzyskanie zaskoczenia składają się przedsięwzięcia:

1. Wszechstronne rozpoznanie wybranych obiektów uderzeń, stanowisk aktywnych środków walki, częstotliwości nośnej środków łączności i wykrywania potwierdzone rozpoznaniem bezpośrednim.

Informacja z rozpoznania pozwala ustalić kierunki nalotu, wysokość lotu, obiekty wymagające niszczenia w pierwszej kolejności, efektywne środki walki radioelektronicznej.

2. Skrytość przygotowania do działań i szybkość działań.

W tym celu SNP utrzymuje się w wysokiej gotowości bojowej i przewiduje lot na maksymalnych prędkościach.

3. Wybór odpowiedniego czasu na wykonanie uderzenia.

W 1967 roku agresja izraelska rozpoczęła się 5 czerwca o godz. 8.45 czasu Kairskiego kiedy to zmiany dyżurne kończyły służbę, a zmiany znajdowały się w drodze do miejsca służby /służbę przekazywano o godz. 9.00/.

Egipt zrewanżował się w 1973 roku rozpoczynając działania w sobotę o godz. 14.00 w dniu Święta Żydowskiego.

Zaskoczenie uzyskano mimo działania izraelskiego i amerykańskiego systemu rozpoznawczego.

4. Wybór kierunków uderzeń.

Zależy od warunków TDW, ugrupowania OP i wyszkolenia pilotów.

Duża manewrowość SNP, w połączeniu z dużym promieniem działań pozwala przenosić wysiłek działań z jednego kierunku na drugi w krótkim czasie, a także na różne głębokości.

5. Zastosowanie nowych nieznanych dla przeciwnika typów samolotów i środków walki oraz sposobów ich wykorzystania /za-

skoczenie technologiczne/ /80/. Stosowane są pokrycia pochłaniające energię elektromagnetyczną w celu minimalizacji skutecznej powierzchni odbicia σ s. Np. bombowiec B-1 ma mieć /52/ σ s 25 razy mniejszą niż bombowiec B-52. Uzyskano to dzięki opływowym kształtom aerodynamicznym bez ostrych krawędzi, płynnemu przejściu skrzydła w kadłub, wkomponowanej w obrys kadłuba kabiny, wspomnianemu pokryciu.

W konstrukcji środków rażenia dużą uwagę zwraca się na środki pozwalające niszczyć bez wchodzenia w strefy rażenia SOP.

Dużą uwagę przykładą się do dezinformacji, która wraz z maskowaniem przedsięwzięć ma na celu ukrycie składu bojowego, czasu i kierunku uderzenia, co ma spowodować podjęcie błędnych decyzji do odparcia nalotu. Dlatego w zasadniczych ugrupowaniach znajdują się SNP walki radioelektronicznej oraz grupy demonstracyjne imitujące lot sił głównych na fałszywych kierunkach.

Duże możliwości dezinformacyjne posiadają samoloty bezpilotowe, które stosowane były przez Izrael w 1973 roku, a doskonale zdały egzamin w 10 lat później w Dolinie Bekaa, gdzie pozwoliły w sekundowym przedziale czasu zniszczyć system OP Syrii.

6. Czynniki moralno-polityczne.

Odgrywa istotną rolę w wojnie współczesnej i bez niego analiza możliwych sposobów uzyskania zaskoczenia byłaby niepełna. Dąży się do zastraszenia przeciwnika aktywną propagandą uzbrojenia, reklamą możliwości bojowych SNP i działaniami prowokacyjnymi.

Elementy zastraszenia przeciwnika metodami pokojowymi to międzynarodowe wystawy sprzętu bojowego, rekordowe przeloty, ćwiczenia itd.

Z rozważań wynika, że uzyskanie zaskoczenia w warunkach współczesnych jest coraz trudniejsze do uzyskania, ale coraz bardziej opłacalne ze względu na koszt SNP i co-

raz konieczniejsze ze względu na jakość elementów POP.

SNP są głównym komponentem sił biorących udział w operacji powietrznej zaczepnej na ETDW. Efektywność ich działania zależy będzie /53/ od tego jak mogą pokonać POP w warunkach działania doskonalszych środków zwalczania SNP, większego zasięgu i rozróżnialności RLS i bardziej niezawodnych środków rozpoznania i dowodzenia.

Koncepcje oraz taktyczne metody i formy pokonywania POP ulegały doskonaleniu. Za celowe uważa się obejście zasadniczych ugrupowań POP, skrytego przenikania i w ostateczności przełamania. Aktualnie pojawiły się dwie koncepcje walki SNP z POP.

Koncepcja brytyjska /80/ według, której pokonanie OP powinno odbywać się na małych i bardzo małych wysokościach z wykorzystaniem rzeźby terenu dla zapewnienia maskowania. Środki walki radioelektronicznej wykorzystywane są tylko w strefach rażenia środków OP. Mała wysokość lotu uniemożliwia stosowanie dużych grup uderzeniowych i utrudnia wykrycie celu.

Koncepcja amerykańska /80/ przewidująca zmasowane użycie dużej liczby samolotów uderzeniowych i zabezpieczających. Nie wyklucza się także działania małych grup. Wymaga oddziaływania ogniowego na elementy OP, szeroko stosowanego manewru oraz zmasowanego użycia środków walki radioelektronicznej. Optymalna wysokość stosowania środków walki elektronicznej $H_{opt} = 5000$ m, dla której skuteczny zasięg obezwładniania wynosi $D_s \approx 46$ km, a dla $H = 1000$ maleje do 12-15 km /13/.

Koncepcja brytyjska ma wady wynikające z konieczności lotu na małych wysokościach, do których zalicza się:

- duże zużycie paliwa,
- nadmierne zmęczenie załóg,
- skrócenie czasu obserwacji obiektu uderzenia,
- skrócenie żywotności sprzętu.

Wadą koncepcji amerykańskiej jest konieczność wy-

dzielania 40-80 % SNP do grup zabezpieczenia co obniża znacznie skład grupy uderzeniowej. Zastosowanie środków bezpilotowych wadę tę pozwoli znacznie ograniczyć. W działaniu SNP muszą być uwzględnione następujące zasady /13/:

- niespodziewane i zmasowane oddziaływanie na jak największą ilość obiektów, w tym obiektów, których zniszczenie zapewnia swobodę panowania w powietrzu,
- ześrodkowanie wysiłku w decydujących momentach walki i operacji na głównych kierunkach,
- wysoka aktywność, stosowanie szerokiego manewru i dużej głębokości oddziaływania na przeciwnika,
- oddziaływanie na obiekty, które nie mogą być niszczone skutecznie przez artylerię i taktyczne pociski rakietowe,
- scentralizowane dowodzenie z jednoczesnym zachowaniem możliwości jego decentralizacji.

3.3.1.a. Wnioski

Z przedstawionej analizy koncepcji i zasad użycia SNP wynika, że SNP muszą być przygotowane do realizacji następujących przedsięwzięć:

- zmienny profil i front nalotu oraz działania mylące,
- przeciwdziałanie radioelektroniczne,
- niszczenie i blokowanie lotnisk,
- manewr przeciwmysłiwski polegający na zmianie kursu, prędkości i wysokości lotu,
- osłona myśliwska grup uderzeniowych,
- loty na małej wysokości /15-300 m/,
- manewr przeciwrakietowy i przeciwartyleryjski,
- obezwładnianie i niszczenie naziemnych środków OP,
- działania pozorne celem sprowokowania systemu OP do przedwczesnego użycia i demaskowania położenia.

Przedsięwzięcia te będzie realizował PSNP, który możemy podzielić na elementy:

$$\text{PSNP} = \langle P, U, E, L \rangle \wedge \langle SB \rangle \quad /III-3-8/$$

gdzie:

- P - płatowiec jako nosiciel pozostałych elementów,
- U - uzbrojenie,
- E - wyposażenie radioelektroniczne,
- L - załoga ludzka,
- SB - środki bezpilotowe.

3.3.2. Determinanty jakości SNP

Płatowiec swoimi walorami zapewnia realizację zadań przez PSNP. Walory płatowca to inaczej potencjalne możliwości przenoszenia uzbrojenia i wyposażenia radioelektronicznego do miejsc, w których znajdują się obiekty uderzeń.

Ogólną wiedzę z poszczególnych SNP uzyskujemy na podstawie znajomości zbioru danych taktyczno-technicznych /zbiór C, I-9, s.33/. Wartość danych taktyczno-technicznych w postaci liczb mianowanych stanowi wiedzę szczegółową o konkretnym typie SNP. /tabela 11/.

Na ich podstawie możemy oceniać charakterystyki lotne decydujące o zaletach SNP czyniących z niego bardzo groźny środek walki. Jako SNP rozpatrywał będe samoloty lotnictwa taktycznego /IT/.

Do zalet gwarantowanych przez płatowiec należą:

- ruchliwość,
- duży zasięg,
- szybkość reagowania,
- taktyczna wszechstronność,
- wielokrotność działania,
- zdolność przenoszenia dużej ilości środków rażenia.

Opracowując założenia do nowego samolotu LT na podstawie scenariusza przyszłego pola walki /112, s. 21/ jako główne problemy do rozwiązania uważa się:

- zwiększenie odporności na działanie OP,
- zwiększenie skuteczności wykonania zadania,
- opłacalność produkcji.

Dane taktyczno-techniczne zawarte w katalogu /38/ stanowią obraz potencjalnych możliwości płatowca w jednostkach bezwzględnych.

Na podstawie zadań jakie mają SNP wykonywać /str. 78/ oraz zbioru zalet przypisywanym samolotom LT do opisu płatowca uważam za wystarczający następujący zbiór cech:

C 1. SC - Rzut wymiarów płatowca na powierzchnię /m²/

$$SC = d\ell \times rozp. \quad /III-3-9/$$

gdzie:

- d ℓ - długość płatowca,
- rozp. - rozpiętość skrzydeł.

Parametr ten wywiera wpływ na prawdopodobieństwo trafienia przez środki OP oraz /105, s. 18/ na skuteczną powierzchnię odbicia σ_s /III-3-3, s. 73/. Samolot F4C przy wymiarach $S=17,6 \text{ m} \times 11,7 \text{ m}$ posiada skuteczną powierzchnię odbicia $\sigma_s = 10 \text{ m}^2$. Samolot Mirage IIIC o $S = 13,8 \text{ m} \times 8,2 \text{ m}$ ma $\sigma_s = 8 \text{ m}^2$. Natomiast B-52 o $S = 47,7 \text{ m} \times 56,4 \text{ m}$ ma $\sigma_s = 50 \text{ m}^2$. Płatowce o zmiennej geometrii posiadają dodatkowe zalety.

C 2. Guz - masa uzbrojenia /kg/.

Parametr ten charakteryzuje zagrożenie ze strony SNP obiektom obrony. Występuje on jako możliwość udźwigu, który zapewnia bardzo dużą różnorodność uzbrojenia. Uzbrojenie będzie dalej omawiane jako element PŚNP.

C 3. G_s/G_w - stosunek masy startowej do masy własnej płatowca /kg/kg/.

W pewnym sensie określa on postęp w aerodynamice, technologii, konstrukcji oraz udźwigu.

C 4. G/S - obciążenie powierzchni nośnej $/\text{kg}/\text{m}^2/$

gdzie: G - masa startowa płatowca,

S - powierzchnia nośna.

Parametr ten w istotny sposób wpływa na zwrotność płatowca i jego manewrowość co istotnie wpływa na prawdopodobieństwo odniesienia zwycięstwa w walce, czy też prawdopodobieństwa nieporażenia przez przeciwnika /Rys.III-2.1/.Wartość ta kształtuje się na poziomie $340 \text{ kg}/\text{m}^2$, a dla samolotu F15 wynosi $293 \text{ kg}/\text{m}^2$.

C 5. P/Gc - stosunek siły ciągu do ciężaru $/\text{daN}/\text{daN}/$.

Podobnie jak poprzedni parametr świadczy o możliwościach przyspieszeń i manewrowości pionowej /42, s. 53-59/. Wartość ta wynosi przeciętnie 0,7, a dla samolotu F-15=1,2.

C 6. V_r - zakres prędkości lotu na małej wysokości $/\text{km}/\text{godz}/$

$$V_r = V_{\text{max}} - V_k \quad /III-3-10/$$

gdzie:

V_{max} - prędkość maksymalna,

V_k - prędkość krytyczna.

C 7. R_o - długość rozbiegu $/\text{m}/$.

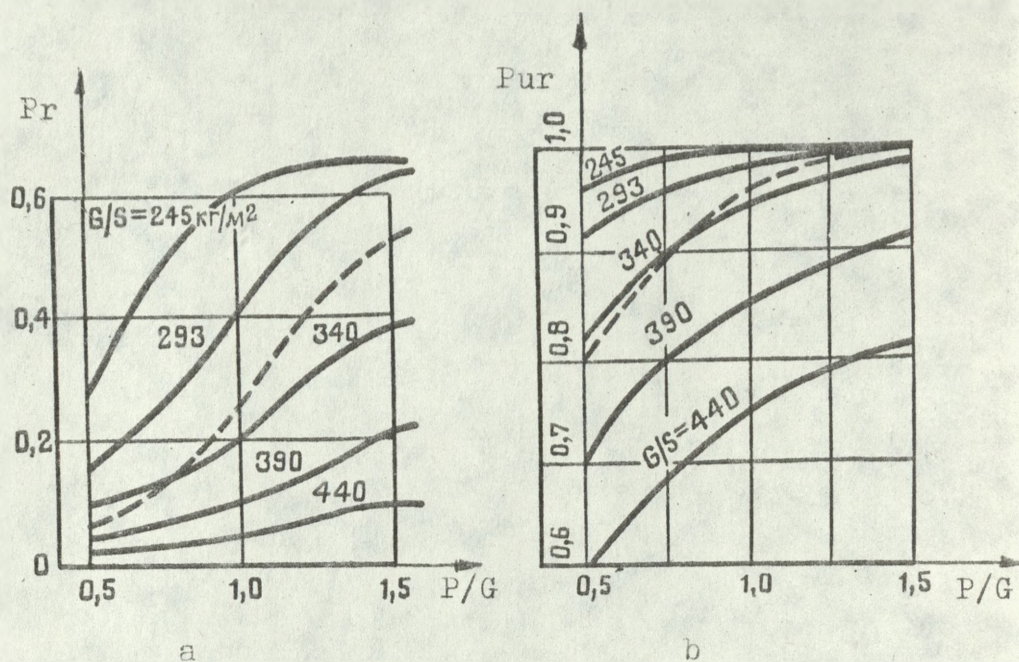
Świadczy o przyspieszeniach i doskonałości aerodynamicznej i przydatności do startu z krótkich pasów startowych.

C 8. R_d - promień działania $/\text{km}/$.

Charakteryzuje zagrożenie ze strony SNP dla obiektów oddalonych o odległość $D < R_d$. Promień działania zależy od profilu lotu i porównań możemy dokonać dla tych samych profili.

C 9. Zz/Gp - stosunek zasięgu na paliwie zasadniczym do masy paliwa w zbiornikach zasadniczych $/\text{km}/\text{kg}/$.

Parametr ten charakteryzuje sprawność napędu oraz czystość aerodynamiczną płatowca.



a-prawdopodobieństwo rażenia samolotu przeciwnika w funkcji obciążenia mocy P/G dla $G/S = \text{const}$.

b-prawdopodobieństwo uniknięcia rażenia w funkcji obciążenia mocy dla $G/S = \text{const}$.

Samolot przeciwnika posiada $G/S = 340 \text{ kg/m}^2$,
obciążenie mocy $P/G = 0,7$

Rys. III-2.1. Charakterystyki efektywności samolotu myśliwskiego w walce powietrznej

źródło: ZMO 1979 nr 1, s. 44

C 10. Hop - pułap operacyjny samolotu /m/.

Odzwierciedla pionowe możliwości samolotu.

Opierając się na spostrzeżeniach z przytoczonej literatury autor sądzi, że powyższy dziesięcio-elementowy zbiór cech wszechstronnie opisuje właściwości płatowca z dokładnością wystarczającą do budowania modelu analitycznego, na podstawie którego możemy obliczać relatywne prawdopodobieństwo wykonania zadania przez płatowiec.

3.3.3. Uzbrojenie SNP i jego parametry

Uzbrojenie SNP wpływa na możliwości bojowe rozumiane jako /101, s. 18/ oceniany wynik działania osiągnięty w konkretnych warunkach i dla wybranego sposobu działania.

Warunki działań stwarzane są przede wszystkim przez system OP i PO, natomiast sposób działania ustala przeciwnik na podstawie znajomości warunków oraz posiadanych środków, co możemy zapisać:

$$MB = MB /W, SD/ \quad /III-3-11/$$

gdzie:

MB - możliwości bojowe,

W - warunki,

SD - sposób działania.

$$SD = \{sdi, i=1, n\} \quad /III-3-12/$$

Sposób działania stanowi zbiór o liczności n. Im liczność zbioru większa tym łatwiej dostosować optymalny sposób działania do spodziewanych warunków.

Mając to na uwadze wyposażono samoloty lotnictwa taktycznego w pokaźny arsenał różnorodnych środków rażenia. Arsenaal ten na tym poziomie hierarchicznym stanowi system rażenia:

$$SR = \langle BN, PK, PZ, PP, US, RJ \rangle \quad /III-3-13/$$

gdzie:

- BN - bomby lotnicze niekierowane,
- BK - bomby lotnicze kierowane,
- PZ - kierowane pociski raketowe klasy powietrze-ziemia,
- PP - kierowane pociski raketowe klasy powietrze-powietrze,
- US - uzbrojenie strzeleckie,
- BJ - bomby jądrowe.

Przedstawione składowe SR ze względu na swoją różnorodność i licznosc możemy traktować jako podsystemy.

3.3.3.1. Konwencjonalne bomby lotnicze niekierowane

Bomby tej klasy mają działanie rażące: przebijające, burzące, odłamkowe i zapalające. Parametry zawiera tabela 1.

Charakterystycznym dla bomb /76, s. 23/ jest współczynnik wypełnienia n .

$$n = \frac{W}{G} \quad \text{/III-3-14/}$$

gdzie:

- W - masa materiału wybuchowego /kg/,
- G - masa całkowita bomby /kg/.

Możliwość burzenia określa promień strefy burzenia określony zależnością:

$$Rr = f \cdot Ks \cdot \sqrt[3]{W^2} \quad \text{m} \quad \text{/III-3-15/}$$

gdzie:

- f - współczynnik jakości materiału wybuchowego,
- Ks - współczynnik strefy burzenia,
- W - masa ładunku w /kg/.

Dla wybuchu w gruncie:

$$Rr = f \cdot Kb \cdot \sqrt[3]{W} \quad \text{/III-3-16/}$$

gdzie:

K_b - współczynnik burzenia.

W strefie silnego burzenia zniszczeniu ulegają ściany konstrukcyjne, a współczynnik $K_s = 0,2$. W strefie średniego burzenia uszkodzeniu ulegają okna i drzwi $/K_s = 1/$, a dla słabego burzenia uszkodzeniu ulegają okna i następują lekkie uszkodzenia konstrukcji - $K_s = 10$.

W zależności III-3-16 współczynnik K_b wynosi odpowiednio: dla gruntu zwykłego $K_b = 1,07$, skalistego $K_b = 0,87$, budowle betonowe $K_b = 0,77$, żelbetowe $K_b = 0,65$.

W zależności od działania rażącego bomby niekierowane dzieli się na:

1. Bomby burzace.

Wykorzystywane do rażenia obiektów przemysłowych, kolejowych, drogowych, składów, umocnień polowych, lotnisk i zabudowań żelbetowych. Wymiary tych bomb $/15, s.117-121/$ wahają się w granicach 100-3000 funtów $/45-1350 kg/$. Współczynnik wypełnienia dochodzi do 55 %.

W lotnictwie USA i innych państw NATO stosowane są bomby burzące serii 80 $/tabela 1 /$. W czasie wojny wietnamskiej do niszczenia mostów, dróg, lotnisk i magazynów używano szczególnie bomb MK-83 i MK-84.

2. Bomby przeciwpancerne i półprzeciwpancerne.

Przeznaczone do rażenia obiektów przemysłowych i innych o konstrukcji stalowej i żelbetowej.

Współczynnik napełnienia materiałem wybuchowym wynosi 5-18 %. Grubość ścianek bomby może dochodzić do 35 mm.

3. Bomby odłamkowe.

Przeznaczone do rażenia siły żywej i celów nieopancerzonych. Występują tu bomby o wagomiarze 1-2 funta i panczeru w kształcie kulek, jak też bomby kasetowe o wagomiarze 1,1 kg, w tym ładunek wybuchowy 225 gramów. Podczas wy-

buchu bomby powstaje około 2000 odłamków, każdy o objętości 16,4 mm³.

4. Bomby zapalające

Przeznaczone do rażenia obiektów łatwopalnych oraz uzupełnienia bomb burzących. Najczęściej stosowane są bomby zapalające o dużym wagomiarze /500 i więcej funtów/ wypełnionych napalmem.

5. Kasetowe środki rażenia /tabela 2/

Środki te łagodzą trudności wynikające z lotu samolotów atakujących na małych wysokościach. Lot na wysokości 30-150 m zwiększa prawdopodobieństwo dotarcia do obiektu uderzeń, ale powoduje niską skuteczność ogniową rażenia obiektu /2, s. 127/.

Mogą być wykorzystywane do niszczenia celów ruchomych, stacjonarnych, punktowych, powierzchniowych, umocnionych i nieumocnionych.

W 1974 r. w RFN rozpoczęto prace nad zasobnikiem do bomb kasetowych Streubombe BD-1 /MW-1/ dla samolotu Tornado i F4E.

Dane zasobnika: masa - 4000 kg, wymiary 5,5 x 1,5 x 0,7 m. Przenoszony pod kadłubem samolotu może zawierać różne rodzaje ładunków bojowych:

- bomby kumulacyjne do zwalczania czołgów i transporterów opancerzonych,
- bomby odłamkowe do odkrytych lub częściowo umocnionych celów powierzchniowych, jak: stanowiska ogniowe artylerii, mosty pontonowe, siła żywa,
- bomby dwustopniowego działania do niszczenia celów o dużej wytrzymałości, jak: pasy startowe, ukrycia na samoloty, schrony typu ciężkiego, lądowe szlaki komunikacyjne.

Załadowany zasobnik BD-1 z bombami kumulacyjnymi umożliwia pokrycie pasa o wymiarach średnio 185 m x 1250 m.

Maksymalnie 500 x 2000 /jedna bomba 0,5 kg/200 m²/.

Minimalnie 225 x 250 /jedna bomba 9,5 kg/22,5 m²/.

Zasobnik mieści 300-5000 bomb o wagomiarze 0,5-10 kg. Według specjalistów zachodnio-niemieckich około 90 % środków w pasie rażenia będzie uszkodzone /113, s. 18/.

We Francji opracowano bombę "Beluga" ważącą 285 kg i zawierającą 151 małych bomb. Promień rażenia odłamkami pojedynczej bomby $R_r=10$ m. Masa bomby 1,2 kg i średnica 66 mm. Zrzut bomby odbywa się z wysokości $H=60-120$ m i prędkości $V=650-1020$ km/godz. Pas rażonego terenu 40 x 120 do 40 x 240m. Jako bomba odłamkowa może być wykorzystana do rażenia samolotów na stojankach, stanowisk ogniowych artylerii. Samolot Mirage I przenosi 6 bomb Beluga.

W Wielkiej Brytanii opracowano zasobnik BL 755. Zawiera 147 bomb kumulacyjno-odłamkowych o wadze 1,1 kg /230 g materiału wybuchowego/. Zasobnik po załadowaniu waży 273 kg i ma wymiary: długość 240 cm i średnica 40 cm. Zrzucany z wysokości 30-150 m razi pas terenu o wymiarach 40-120 m.

Trwają prace nad pociskiem raketowym, którego ładunek stanowić będzie bomba kasetowa. Naprowadzanie pocisku-laserowe. Ponadto opracowuje się kasety dla samolotu Tornado do niszczenia lądowisk i pasów startowych.

W USA skonstruowano kasetę Rockeye II, która przy masie 226 kg zawiera 247 bomb MK-118 model O. Jest ona przewidziana do samolotu A10. Na bazie tej kasety opracowano także zasobnik APAM /Anti Personal/Anti Material/ do niszczenia siły żywej i umocnień. Załadowany 717 bombami zasobnik kasetowy SUU - 54 o wymiarach bomby MK-84 waży 907 kg.

Część bojowa o oznaczeniu CBU-75 A/B zawiera 1480 bomb BLU 63 A/B detonujących po uderzeniu o powierzchnię i 370 bomb odłamkowych B10 86/B o regulowanym czasie detonacji. Przedłuża to efekt działania wcześniej stosowanych środków rażenia. Zasobnik ten był wykorzystywany do niszczenia stanowisk startowych raket plot.

W klasie bomb niekierowanych pojawiły się bomby specjalne /19, s. 58-64/ do niszczenia zabudowań, dróg, mostów, celów powierzchniowych, techniki bojowej /tabela 3/.

Bomba penetracyjna BAP-100 zrzucana z wysokości $H=30$ m i prędkości $V=630-1000$ km/h. Kaliber bomby 100 mm dł. 1,8 m. Masa 36 kg, w tym ładunek bojowy 20 kg. Przebijalność betonu 40 cm. 16 bomb daje pas rażenia o długości 30-90 m, a powierzchnia rażenia 50 m^2 / 4, s. 124-127/.

Bomby podwieszane pod kadłubem w ilości 2 x 9, 2 x 8, 2 x 6 bomb na belkach adaptorach. Pojemnik 30-GHz zawierający 18 bomb ma masę 760 kg. Odstępy między upadkami bomb można programować co 100, 250 i więcej metrów. Istnieje także wersja o wydłużonym opóźnieniu wybuchu do kilku godzin.

Bomba hamowana BAT-120 przenoszona na adaptorach po 6 i 8 sztuk. Zrzucana z wysokości $H=50$ m i prędkości $V=630-1000$ km/h.

Po zrzucie 4 bomb pas rażenia posiada wymiary 40 x 150 m. Z jednej bomby powstaje 800 kalibrowanych odłamków przebijających pancierz o grubości do 20 mm. Bomba ma długość 1,49 m, masa 36 kg i ładunek wybuchowy 26 kg.

Bomba "Durandal" do niszczenia dróg startowych, schronów, infrastruktury kolejowej. Tworzy kratery o powierzchni 150-200 m^2 i średnicy 10 m. Przebijalność betonu 40 cm, prędkość zrzutu $V_z=650-1000$ km/h, masa 195 kg, masa ładunku 100 kg. Na pas o wymiarach 45x2400 m wystarczy 8-10 bomb /2 samoloty/ do unieruchomienia pasa na 24 godz.

3.3.3.2. Konwencjonalne kierowane bomby lotnicze

Są perspektywicznym środkiem rażenia /39,112/ o dużym prawdopodobieństwie trafienia i dużym zasięgu /tabela 4/. Pozwala to atakować cel bez wchodzenia w strefę rażenia środków OP. W połowie lat 60-tych zaczęto produkować bomby pierwszej generacji. Pierwszy model Walleye I /MK-1 model 0 lub AGM-62A/ kalibru 450 kg z telewizyjnym systemem naprowadzania. W 1973 roku wprowadzono bombę Walleye-2 /MK-5 model 4/ kalibru 900 kg do niszczenia dużych celów jak mosty, urządzenia lotniskowe. Do tej samej generacji należą bomby GBU /Guided Bomb Unit/ wykorzystujące jako część bojową bomby MK 82, 83, 84, M-118.

W połowie lat siedemdziesiątych w USA skonstruowano bomby drugiej generacji z rozkładanym po zrzucie usterzeniem, co zwiększyło zasięg i prawdopodobieństwo trafienia /zasięg 50-70 km, uchylenie środkowe $E=5-10m/$.

Bomby ślizgowe GBU-15 /113, s. 23/ stanowią rodzinę bomb naprowadzanych optycznie, elektrooptycznie, telewizyjnie, laserowo i metodą zobrazowania na podczerwień.

Bomba kasetowa LAD do niszczenia lotnisk i obiektów lotniskowych. Odległość zrzutu 13000 m i wysokość $H=300$ m.

Bomby kierowane na dużej odległości gdy cel wizualnie jest nierozpoznawalny mogą być naprowadzane na punkt orientacyjny, a następnie dokonuje się korekty sygnałami radiowymi.

Telewizyjny system naprowadzania zapewnia duże prawdopodobieństwo trafienia i swobodę manewru nosiciela po zrzucie bomby. Wadą jest konieczność dobrej widzialności celu i wysoka cena układu naprowadzania /112/ równa 15000 dolarów, co w porównaniu z kosztem bomby klasycznej równym 1800 dolarów jest sumą poważną.

Podobne zalety ma układ naprowadzania laserowego, ale wymaga ciągłego podświetlania celu. Cena układu kierowania wynosi około 2800 dolarów to jest około 5-krotnie mniej niż układu telewizyjnego. Bomba kierowana jest 3-7 razy droższa niż

bomba niekierowana. Uchylenie środkowe $E=3-6$ m dla naprowadzenia telewizyjnego. Dla bomb niekierowanych $E=15-60$ m. Odległości uchwycenia celu z prawdopodobieństwem $= 0,95$ przedstawia tabela 5.

3.3.3.3. Rakietowe pociski kierowane klasy powietrze-ziemia

Stanowią istotną grupę środków ogniowych /113, s. 18/ lotnictwa taktycznego /tabela 6/. Uruchomiono szereg programów rozwojowych w celu opracowania nowych i modernizacji pocisków do zwalczania celów punktowych i powierzchniowych w oparciu o nowe techniki kierowania.

W wyniku prac uzyskano dużą skuteczność ogniową, wzrost zasięgu o 30-50 %, uniezależniono się od pory doby i warunków meteorologicznych.

Pocisk "Maverick" AGM-65D może być używany w nocy, dymie i we mgle /112, s. 18/. Możliwość odpalenia spoza strefy ognia OP znacznie obniża straty. Uchylenie środkowe $E=1-10$ m. Stanowią zasadniczy środek niszczenia źródeł promieniowania elektromagnetycznego. Warunkiem ich efektywnego wykorzystania jest właściwe rozpoznanie celu na tle terenu. Uchylenie środkowe dla naprowadzania radiolokacyjnego $E= 9-36$ m.

3.3.3.4. Rakietowe pociski kierowane klasy powietrze - powietrze

Stanowią one zasadnicze uzbrojenie współczesnych samolotów myśliwskich /tabela 7/. Zapewniają one prawdopodobieństwo rażenia $\approx 0,9$ /12/.

Dają duże możliwości zastosowania najnowszych osiągnięć elektroniki i nowych środków rozpoznania i wykrywania celów powietrznych.

Zasadniczą uwagę zwraca się na wzrost celności, odporności na zakłócenia, niezawodności, a także obniżenia ceny pocisku.

Amerykanie uważają /17 / , że dla skutecznego prowadzenia walki powietrznej na uzbrojeniu powinny się znajdować pociski małego, średniego i dużego zasięgu.

1. Pociski małego zasięgu.

Posiadają głowice radiolokacyjne, co daje możliwość ataku z przedniej i tylnej półsfery. Są jednak mało odporne na zakłócenia, co obniża efektywność zwalczania celów na tle ziemi. Manewrowość obniża konieczność podświetlania celu przez nosiciela. Głowice naprowadzające na podczerwień podatne są bardzo na zakłócenia naturalne, jak: oświetlone słońcem obrzeża obłoków, powierzchnia ziemi, a także zakłócenia sztuczne pozwalające zerwać naprowadzanie.

Pociski powinny odpowiadać wymaganiom do walki manewrowej:

- minimalna odległość odpalenia,
- autonomiczny system naprowadzenia na cel umożliwiający dowolne manewry samolotu po odpaleniu,
- rozszerzenie możliwych stref startu do przedniej i tylnej półsfery,
- likwidacja ograniczeń na przeciążenia w momencie odpalania pocisku.

Dużą uwagę zwraca się na prostotę i niską cenę obsługi technicznych oraz możliwość przechowywania w stanie pełnej gotowości bojowej.

Budowanej w ramach programu LCIM /Low Cost Light Weight Missile/ przewiduje się masę ≈ 40 kg, naprowadzanie na podczerwień, paliwo stałe małodymne nie demaskujące nosiciela. Mała masa i gabaryty pozwolą na samolocie umieścić dwukrotnie więcej pocisków.

W programie ASRAAM /Advanced Short Range Air-to-Air-Missile/ - ogranicza się masę i opracowuje głowicę na podczerwień z czujnikiem matrycowym o dużej odporności na zakłócenia.

2. Pociski średniego zasięgu.

Najlepsza wydaje się rakietą z aktywnym radiolokacyjnym autonomicznym systemem naprowadzania. Uniezależnia to od pogody oraz umożliwia ostrzał kilku celów w znacznie krótszym czasie. Ponadto po wystrzeleniu ostatniej rakiety nosiciel może wykonywać dowolne manewry.

W programie AMRAAM /Advanced Medium Range Air-to-Air-Missile/ konstruuje się /90/ pocisk o małych oporach aerodynamicznych, dużej prędkości i manewrowości. System naprowadzania kombinowany, początkowo bezwładnościowy z odbiornikiem współrzędnych celu od stacji radiolokacyjnej samolotu, a następnie radiolokacyjny o dużej odporności na zakłócenia z możliwością naprowadzania na tle ziemi na małych wysokościach. Duża dokładność pozwoliła obniżyć masę głowicy do 14-22 kg i zwiększyć przez to zasięg.

3. Pociski dużego zasięgu.

Przedstawicielem jest tu pocisk AIM-54A Phoenix z kombinowanym systemem naprowadzania pasywny i aktywny, głowica odłamkowo burząca oraz zapalnik radiolokacyjny i kontaktowy.

Samolot F-14 uzbrojony jest w 6 rakiet, a system kierowania AN/AWG-9 może śledzić 24 cele. Nowa wersja pocisku AIM-54C wyposażona jest w autopilot i cyfrową aparaturę zapewniającą dużą odporność na zakłócenia układu naprowadzania jak i zapalnika.

W programie AIAAM /Air intercept Air to Air Missile/ trwają prace nad dwuzakresową głowicę naprowadzającą.

3.3.3.5. Uzbrojenie strzeleckie

Generalnymi tendencjami rozwoju broni strzeleckiej są: zwiększenie masy i prędkości początkowej pocisku /10/ oraz szybkostrzelności uzbrojenia, a także zmniejszenie ciężaru działka. Dążenia te są niestety sprzeczne. Parametry uzbrojenia strzeleckiego zawiera tabela 8.

Syntetycznym parametrem odzwierciedlającym jakość broni lufowej jest wielkość η określona zależnością:

$$\eta = \frac{\frac{mV^2}{2} \cdot n}{M \cdot g} \quad \text{/III-3-17/}$$

gdzie:

m - masa pocisku /kg/,

M - masa broni /kg/,

V - prędkość początkowa pocisku /m/s/,

n - szybkostrzelność /1/s/,

g - przyspieszenie ziemskie /9,81 m/s²/,

η - stosunek energii sekundowej salwy do ciężaru broni.

Przykładowo początko działka miały η rzędu 500, by w czasie drugiej wojny światowej przekroczyć 1000. Współcześnie osiągają $\eta = 2000-3000$.

Skuteczna odległość rażenia $D_r = 600 - 1000$ m.

Uchylenie środkowe $B = 4$ tysięczne = 4 m na odległości 1000 m.

Średnią konieczną liczbą trafień do celu powietrznego w zależności od masy celu, masy pocisku i kalibru przedstawia tabela 9.

Aktualnie pracuje się nad poprawą niezawodności i doskonaleniem systemu celowania i kierowania ogniem.

Działka okazały się bardzo skuteczne w walce na bliskie odległości poniżej minimalnego zasięgu rakiet oraz przeciwko celom naziemnym.

3.3.3.6. Wnioski

- działanie środków konwencjonalnych, a zwłaszcza bomb kasetowych będzie porównywalne z działaniem broni jądrowej;
- maleje ilość środków potrzebnych do niszczenia obiektów naziemnych, co powoduje obniżenie norm uderzeniowych.

3.3.4. Wyposażenie elektroniczne

Wyposażenie elektroniczne w istotny sposób wpływa na możliwości SNP. Zapewnia ono możliwość dotarcia do obiektu uderzeń z pewnym prawdopodobieństwem. Do tego celu służą urządzenia łączności oraz urządzenia nawigacyjne i radionawigacyjne.

Urządzenia kierowania ogniem umożliwiają wykonanie uderzeń na obiekty z określonym prawdopodobieństwem.

Skuteczność POP obniżana jest przy pomocy urządzeń ostrzegawczych oraz urządzeń przeciwdziałania radioelektronicznego.

Urządzenia przeciwdziałania elektronicznego służą do obezwładniania systemów radioelektronicznych, głównie wykrywania i kierowania aktywnymi środkami systemów obrony powietrznej /tabela 12, 13, 14/.

Samo przeciwdziałanie radioelektroniczne stanowi istotę walki radioelektronicznej, a w tym natarcia radioelektronicznego jako zaczepnej formy walki. Według poglądów państw NATO nie można osiągnąć celu operacji bez odpowiedniego przykrycia radioelektronicznego.

Siły powietrzne aby prowadzić skutecznie działania /70, s. 60/ muszą dysponować następującymi środkami przeciwdziałania radioelektronicznego:

- rozpoznawanie źródeł promieniowania,

- zakłóceń radioelektronicznych /aktywnych i pasywnych/,
- sygnalizacyjnych, ostrzegających załogę samolotu przed oddziaływaniem aktywnych środków OP.

Praktycznie samolot wyposażony jest w zestaw wymienionych wyżej urządzeń, umieszczony w zasobniku podwieszonym pod samolotem. Schemat przeciwdziałania umożliwiający przez wymienione środki przedstawia rys. III-2.

Wpływ zakłóceń na możliwości bojowe podsystemem OP przedstawia tabela 10 /70, s. 121/.

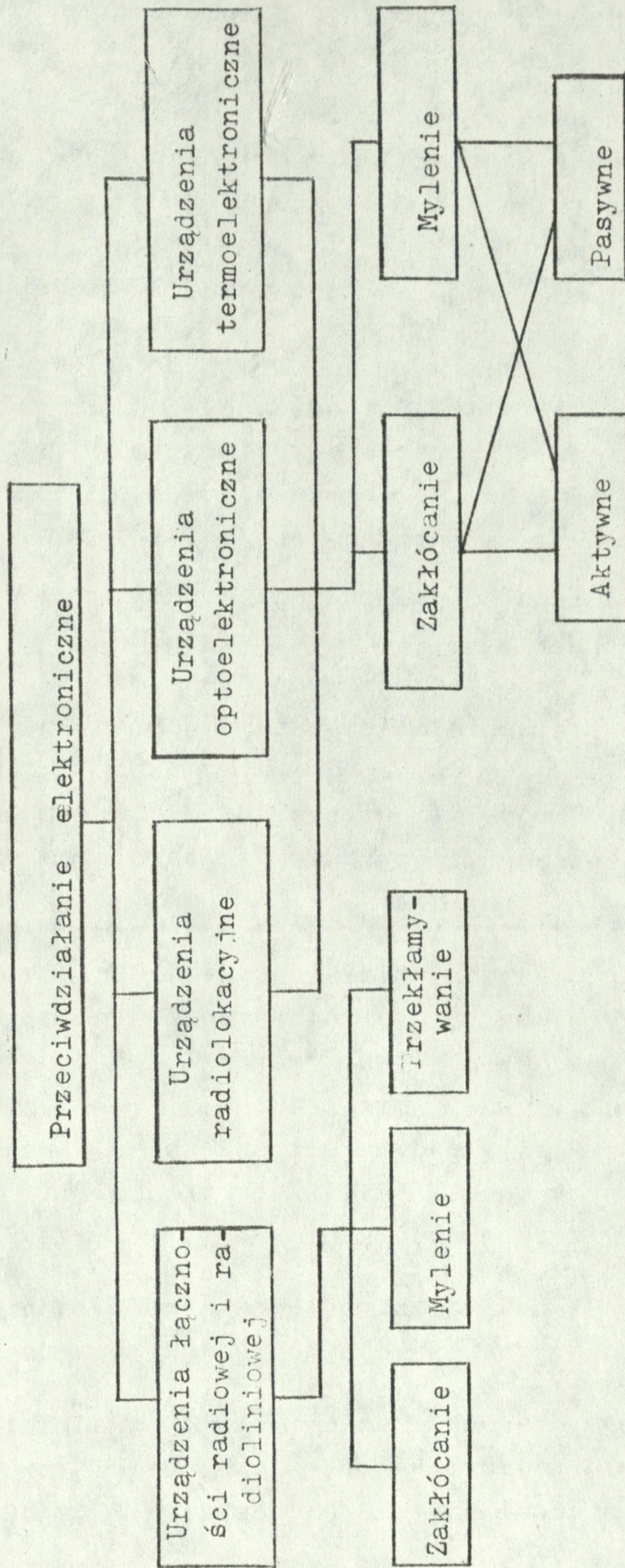
Użycia środków walki radioelektronicznej jako działanie wspierające ma optymalizować skuteczność działania grup uderzeniowych SNP w strefie obrony powietrznej jak i w rejonie obiektów uderzeń. Działania wspierające obejmują:

- rozpoznanie bezpośrednio sytuacji radioelektronicznej na trasach dolotów i w rejonach celów,
- ostrzeganie samolotów grup uderzeniowych o zagrożeniu,
- radioelektroniczne przeciwdziałanie systemom obrony powietrznej,
- ogniowe obezwładnianie źródeł promieniowania, których działanie stanowi pierwszorzędne zagrożenie dla samolotów grup uderzeniowych.

Dla realizacji powyższych działań utworzono system osłony grup uderzeniowych oparty o samoloty specjalne działające w wyznaczonych rejonach lub wykonujących loty po określonych trasach w celu wykrywania i umiejscowiania źródeł promieniowania oraz przeciwdziałania radioelektronicznego. Przedstawicielem tego typu samolotu jest EF-111A Elektronic FOX. Samolot ten może towarzyszyć grupom uderzeniowym.

System ogniowego i radioelektronicznego obezwładniania źródeł promieniowania oparty na samolotach F4G Wild Wedsels.

Stany Zjednoczone dysponują dziewięcioma eskadrami samolotów przeciwdziałania radioelektronicznego. Osiem /trzy bojowe i pięć szkolnych stanowi 35 STLM, 81 eskadra /24xF4G/ wchodzi w skład 17 ALT.



Rys.III.2 Schemat przeciwdziałania radioelektronicznego

W doświadczeniach poligonowych samoloty te działają parami na małych wysokościach na 2-4 minuty lotu przed zasadniczym ugrupowaniem uderzeniowym. Samoloty te osiągają prawdopodobieństwo wykrycia, rozpoznania i umiejscowienia źródła promieniowania $P_w = 0,6 - 0,9$ oraz prawdopodobieństwo zniszczenia $dr Pr = 0,4 - 0,6 / 70. s. 82/$.

Współczesna myśl wojskowa jest pod coraz większym wpływem środków walki radioelektronicznej, a tradycyjne lub obowiązujące poglądy na prowadzenie walki ulegają zmianie /74/.

3.3.5. Załoga ludzka

Człowiek jest elementem gwarantującym wielkość charakterystyk techniki bojowej decydujących o jej skuteczności w warunkach realnych na poziomie maksymalnie zbliżonym do ekstremalnego. By tak było w rzeczywistości wymagane są duże umiejętności praktyczne nabywane w realnych warunkach.

Warunki takie stworzono na poligonie Hellis w stanie Newada w USA. Na poligonie tym odtworzone są ugrupowania OP, imitatory RIS i SNR oraz środków walki radioelektronicznej państw UW. Imitatory pracują według zasad obowiązujących w ZSRR /60, s. 43-47/. Stosuje się identyczne metody naprowadzania i przechwytywania. Amerykańscy piloci biorący udział w wojnie w Wietnamie i na Bliskim Wschodzie stwierdzali zgodnie, że poligon bardzo wiernie odtwarza warunki bojowe. Młodzi piloci potwierdzają, że loty w warunkach stwarzanych na poligonie ułatwiają i przyspieszają opanowanie i prawidłowe wykonanie manewrów przeciwrakietowych, przeciwmiejskich oraz wykorzystywania środków WRE.

Systematycznie organizuje się ćwiczenia /73, s.51-58/, w czasie których załogi doskonalą umiejętności praktyczne. W ćwiczeniach "Red Flag" doskonalone są umiejętności walk powietrznych i ataki na cele naziemne w warunkach silnego oddziaływania IM, OP i środków walki radioelektronicznej.

W ciągu roku intensywne szkolenie przechodzi 6000 załóg.

W ćwiczeniach "Green Flag" doskonalili się planowanie działań na głównych kierunkach i wyrabia umiejętności rozpoznania, podziału sił i środków do wykonania zadania. Dużą uwagę zwraca się na taktykę obezwładniania OP, taktykę lotów pozoracyjnych i zwalczania IM. Szczególnie doskonalili się umiejętność wykorzystania środków WRE.

Na podstawie powyższego można twierdzić z dużym prawdopodobieństwem, że możliwości bojowe techniki wojskowej będą bardzo zbliżone do ekstremalnych. Załoga jest elementem, który w minimalnym stopniu możliwości te obniży chyba, że zostaną opracowane nowe sposoby działania OP lub wprowadzony zostanie nowy sprzęt o parametrach utrzymanych w tajemnicy.

Z doświadczeń II wojny światowej /40, s. 102/ wynika, że brak praktycznego treningu może spowodować obniżenie efektywności do 33 %.

Do eskadr samolotów F-4G Wild Weasels dobiera się najbardziej doświadczone załogi /70, s. 82/ o nalocie bojowym minimum 500 godzin.

3.3.6. Środki bezpilotowe i tendencje ich wykorzystania

Rozwój techniki wojskowej stworzył wiele nowych problemów technicznych i ekonomicznych. Dużą wagę uzyskało kryterium "Koszt - efekt", a dążenie do obniżenia strat stało się koniecznością.

Skuteczny system OP zadawał duże straty SNP, których uzupełnienie wymagało dużych nakładów pieniężnych i czasowych. Koszty mają tendencje wzrostowe, o czym świadczą nakłady na doskonalenie charakterystyk SNP i koszty szkolenia pilotów.

Charakterystyki /79, s. 65/ w ciągu ostatnich 30-35 lat uległy poprawie 2-12 razy, a cena wzrosła 50-130 razy. Wyszkołenie jednego pilota w czasie 4-4,5 lat kosztowało 0,5 mln do

larów. Wzrost kosztów był więc większy niż wzrost budżetu woj- skowego USA /1941 r. - 13,8 mld dol., 1977 r. - 118,5 mld dol./.

Cena nowoczesnego samolotu bojowego /30. s. 8/ wzrosła do oko- ło 10 mln dolarów, a ceny samolotu bezpilotowego wahają się w granicach 300 tys. dolarów. Samolot bezpilotowy ze skompliko- waną aparaturą elektroniczną kosztuje około 1 mln dolarów. Pa- rametry SB zawiera tabela 15.

Brak załogi pozwala rozwiązać szereg problemów technicz- nych, dzięki temu, że zbędne stają się systemy zabezpieczenia życia, środki dowodzenia, wskaźniki itp. Pozwala to zmniejszyć wymiary i masę, ulepszyć rozmieszczanie wyposażenia i uprościć obsługę. Brak pilota pozwala zwiększyć przeciążenie do 10-12 g co oznacza, że samolot bezpilotowy może dokonać zwrotu o 180° w ciągu 20 s., a samolot F-15 potrzebuje 120 s.

Ze względu na małe wymiary są trudne do wykrycia przy pomocy środków radioelektronicznych / $\tilde{6}$ s = 0,005 - 0,01 m²/, a wzrokowo można to uczynić na odległości 300-400 m.

Silniki małej mocy dają promieniowanie podczerwone 100 razy mniejsze niż czułość termolokatorów, a ich szum na ziemi praktycznie jest niesłyszalny.

W odróżnieniu od rakiet mogą być używane wielokrotnie, a także można je precelowywać w locie.

Środki bezpilotowe mają też i szereg wad, jak: podatność na zakłócenia systemu sterowania, trudności w zapewnieniu bez- piecznych powrotów dla środków wielokrotnego użycia.

Ze względu na masę /44, s. 69-72/ samoloty bezpilotowe /SB/ dzielą się na klasy:

- ciężkie o masie ponad 1500 kg,
- średnie 100-1500 kg,
- mini do 100 kg.

Ciężkie, przeznaczone są do prowadzenia rozpoznania ra- dioelektronicznego, średnie do prowadzenia rozpoznania powiet-

rnego, zakłóceń i przenoszenia środków rażenia. Uderzeniowe SB/BQ M-34A i BQ M-34B/przeznaczone są do oddziaływania na cele naziemne raketami klasy powietrze-ziemia, bombami lotniczymi oraz podświetlania celów promieniem lasera. Udźwig 550-680 kg pozwala na przenoszenie dwóch pocisków Shricke lub Maverick.

Modułowa konstrukcja wyposażenia pozwala na jego dostosowanie do dowolnego zadania.

Prowadzi się eksperymenty z uderzeniami SB na stanowiska startowe wojsk raketowych i stacje radiolokacyjne.

Małe SB mogą być wykorzystane do wykonywania najszerszej grupy zadań:

- rozpoznanie powietrzne fotograficzne, w podczerwieni i telewizyjne,
- obserwacja i wskazywanie celów dla artylerii naziemnej,
- podświetlanie obiektu promieniem lasera dla użycia pocisków z laserową głowicą samonaprowadzającą,
- prowadzenia walki radioelektronicznej,
- uderzenia na obiekty przenoszonym uzbrojeniem.

SB z kamerą telewizyjną na pokładzie zapewniają rozpoznanie w czasie rzeczywistym. Skupienie w małym aparacie latającym walorów samolotu czyni z SB nietradycyjny, niebezpieczny środek walki.

Ciągła obecność SB w strefach dyżurowania, zdolnych do rozpoznania oraz naprowadzania na RLS znacznie utrudnia działanie OP i wymaga ciągłej pracy pewnej ilości RLS by uniknąć zaskoczenia. Naraża to RLS na możliwość uderzenia.

Stosowane jako fałszywe cele z aparaturą zakłócającą obniżają przepustowość OP, a zwiększają skuteczność lotnictwa taktycznego. SB oświetlając cel z małej wysokości przy niskiej podstawie chmur pozwala na użycie środków rażenia przez samoloty ze znacznej odległości, co zapewnia im bezpieczeństwo przy jednoczesnej dużej skuteczności oddziaływania na obiekty.

Zastosowanie SB do wskazania celów obniża trzykrotnie koszty wykonania zadania przez LT.

Przy pokonywaniu strefy OP /79/ SB mogą występować na czele ugrupowania w odległości uniemożliwiającej przeniesienie ognia na lecące w drugiej kolejności samoloty. Ogranicza to zaskoczenie, ale prowokując ogień OP powoduje wzrost prawdopodobieństwa pokonania OP przez LT.

W wariancie zapewniającym zaskoczenie SB będą lecieć w ugrupowaniu LT rozdrabniając wysiłek OP.

Przy nalocie na obiekty o silnej OP mogą być stosowane dwa warianty jednocześnie.

Walka z SB stanowi system przedsięwzięć obejmujących rozpoznanie i zwalczanie w czasie wykonywania zadań, likwidację nosicieli i punktów kierowania oraz obezwładnianie zakłóceniami linii sterowania i przekazywania informacji SB - punkt kierowania.

Bardzo skuteczne może okazać się maskowanie od rozpoznania telewizyjnego, radioelektronicznego i w podczerwieni.

Przy wykrywaniu SB w powietrzu mamy do czynienia z dwoma skrajnościami:

1. Dla maskowania SB ogranicza się ich wymiary, powierzchnię skuteczną odbicia, stosuje silniki małej mocy z ekranowaniem emisji cieplnej.
2. Dla zwiększenia podobieństwa fałszywych celów z rzeczywistymi zwiększa się czynniki demaskujące.

W armiach głównych państw kapitalistycznych szczególną uwagę zwraca się na opracowanie taktyki użycia samolotów bezpilotowych.

Do grupy środków bezpilotowych o ściśle wyspecjalizowanym zadaniu wykonywania uderzeń na obiekty naziemne są pociski CRUISE i PERSHING 2 .

SB mogą startować z ziemi jak i z nosicieli. Zwalczać można SB w powietrzu jak też nosiciele. W USA do zwalczania SB przystosowany został przewoźny przeciwlotniczy zestaw rakietowy Chparral.

Zestaw, dla którego opracowany został celownik nocny, zwiększono czułość głowicy naprowadzania na podczerwień. Udoskonalono zapalnik a zwiększona moc głowicy pozwala na rażenie SB na kursie czołowym i pościgu.

Podobnie udoskonalono przenośne przeciwlotnicze zestawy rakietowe "Redeye" i "Stinger" wprowadzając laserowe podświetlenie celu, zwiększoną moc głowicy i nowy zapalnik.

Na zachodzie /79, s. 64/ uważa się, że SB mogą być niszczone przy zmasowanym użyciu środków OP. Do rozpoznania rzeczywistych SNP mogą służyć posterunki obserwacji wzrokowej gdyż SB z telewizyjną aparaturą rozpoznawczą działają przy widzialności wizualnej.

Parametry SB państw NATO przedstawia tabela 15..

3.3.7. Wnioski.

Samoloty bezpilotowe są nowym jakościowo i groźnym środkiem walki uzupełniającym działanie bojowe samolotów pilotowych.

Wyniki doświadczeń zmuszają do patrzenia na problem walki SNP-SOP przez pryzmat kryterium, "koszt - efekt".

Podstawowym problemem staje się wykrycie SB maskowanych oraz rozróżnienie SB imitujących fałszywe cele.

Bardzo istotną rolę odgrywać będzie maskowanie obiektów na polu walki.

Samoloty bezpilotowe w znacznej mierze przyczyniają się do obniżenia przepustowości OP.

Nowe środki walki zrewolucjonizowały poglądy na współczesne pole walki. Na sposoby i formy prowadzenia walki zasad-

niczy wpływ wywiera technika bojowa, a zwłaszcza elektronika. Zwiększa ona skuteczność bojową, ale bardzo komplikuje konstrukcje środków walki, co powoduje wzrost znaczenia niezawodności jako bardzo istotnego parametru. Jednocześnie wzrost kosztów środków walki powoduje intensywne poszukiwanie sposobów walki zmierzających do celu zgodnie z zależnością III-1, s. 59.

3.4. KORPUS OPK JAKO PODSYSTEM OBRONY POWIETRZNEJ -POP

Podsystem ten zgodnie z modelem uproszczonym /rys.II-3/ stanowią wydzielone, odpowiednio urzutowane i przygotowane siły i środki obrony powietrznej /OP/ oraz ogniwa dowodzenia nimi, działające w myśl jednolitego planu pod jednolitym dowództwem.

Podsystem OP może oddziaływać informacyjnie i ogniowo na PSNP. Oddziaływanie informacyjne obejmuje zdobywanie informacji o przeciwniku, a oddziaływanie ogniowe, niszczenie środków napadu powietrznego.

$$\text{POP} = \langle \text{WR, LM, WRT, PRR, PWR} \rangle \quad /III-4-18/$$

gdzie:

- WRT - wojska radiotechniczne,
- WR - wojska raketowe,
- LM - lotnictwo myśliwskie,
- PRR - pododdziały rozpoznania radioelektronicznego,
- PWR - pododdziały walki radioelektronicznej.

3.4.1. Determinanty możliwości ogniowych wojsk raketowych /WR OPK/

Wojska raketowe OPK są zasadniczą i najbardziej skuteczną siłą ogniową obrony powietrznej. Przeznaczone do niszczenia SNP przeciwnika na podejściach do bronionych rejonów i obiektów rozmieszczonych w rejonie obrony Korpusu OPK. Elementami wykonawczymi oddziałującymi bezpośrednio są

przeciwlotnicze zestawy raketowe /PZR/. Podstawową jednostką ogniową jest dywizjon raketowy.

Wojska raketowe Korpusu OPK realizują następujące zadania:

- obrona obiektów rozmieszczonych w strefach ugrupowań bojowych,
- niedopuszczanie do przenikania SNP nieprzyjaciela w głąb terytorium kraju,
- niszczenie środków rozpoznania powietrznego przeciwnika,
- obrona wojsk operacyjnych w czasie przegrupowania,
- niszczenie desantów powietrznych.

Obrona powietrzna może mieć formę obrony strefowej, obiektowej lub obiektowo-strefowej, co uzyskuje się przez odpowiednie ugrupowania WR.

W skład ugrupowania mogą wchodzić PZR dalekiego zasięgu wchodzące na uzbrojenie o $Dd > 100$ km, średniego zasięgu $Dd \leq 100$ km, małego zasięgu $Dd \leq 25$ km oraz bliskiego działania /88, s. 6/ /tabela 17/.

W czasie operacji wojska OPK mogą współdziałać z wojskami OPL i wtedy w systemie obrony znajdują się PZR i artyleria lufowa będąca na wyposażeniu tych wojsk /tabela 17,18/.

Możliwości ogniowe tych środków rozumiane jako zdolność niszczenia możliwie dużej liczby SNP zależą od różnych czynników, z których najważniejsza, to:

- strefa ognia i startu,
- odległość wykrycia i śledzenia celów powietrznych przez stację naprowadzania rakiet /SNR/,
- możliwości zestawów w zakresie liczby jednocześnie zwalczanych celów powietrznych,
- możliwości przenoszenia ognia na kolejne cele,
- skuteczności strzelania.

Strefa ognia charakteryzuje możliwości przestrzenne PZR

w zakresie możliwości zwalczania celów powietrznych z przyjętego kierunku nalotu. Istotne znaczenie posiada dalsza i bliższa granica strefy ognia dla założonego zakresu wysokości.

Strefie ognia odpowiada ściśle określona strefa startu rakiety to jest przestrzeń powietrzna, w której powinien się znajdować cel powietrzny w momencie startu rakiety, aby spotkanie z rakietą nastąpiło w strefie ognia. Zależy od wielkości strefy ognia, czasu lotu rakiety do punktu spotkania z celem, prędkości celu i jego możliwości manewrowych.

Na zasięg ognia i czas, którym dysponuje obsługa PZR na przygotowanie do otwarcia ognia rzutuje odległość wykrycia i śledzenia celu powietrznego przez SNR.

Dla prędkości celów na małych wysokościach /78, s.215/
 $V = 200 - 450 \text{ m/s}$ aby ostrzelać cel na dalszej granicy strefy ognia odległość wykrycia powinna wynosić:

- 30,2 - 43,3 km dla zestawu średniego zasięgu,
- 24,9 - 35,1 dla zestawu małego zasięgu.

Probabilistyczna charakterystyką PZR jest prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego P_r pod warunkiem, że cel znajdzie się w strefie ognia.

3.4.2. Determinanty skuteczności działania lotnictwa myśliwskiego /LM OPK/

Lotnictwo myśliwskie ze względu na swoje walory manewrowe w powietrzu oraz duży zasięg oddziaływania jest bardzo skuteczną siłą ogniową obrony powietrznej kraju /tabela 19/.

Zasadniczym zadaniem LM jest zwalczanie nieprzyjaciela na dalekich podejściach do bronionych obiektów i rejonów.

LM prowadzi działania zaczepne polegające na stałej dążności do wykrycia i niszczenia nieprzyjaciela w powietrzu. Posiada zdolność samodzielnego zabezpieczenia się przed przeciwdziałaniem LM nieprzyjaciela i jego środków OPL. Możliwość kierowania z ziemi działaniem LM w powietrzu pozwala na zmianę zadania w zależności od sytuacji bojowej.

Wskaźnikami skuteczności działania LM są:

- prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego Pz,
- średni oczekiwany wynik walki M.

Wskaźniki skuteczności mogą być brane pod uwagę pod warunkiem spełnienia wymagań czasowych i przestrzennych. Spełnienie ich zależy od wskaźników przestrzennych:

- zasięgu bojowego oddziaływania,
- położenia rubieży wprowadzenia do walki,
- położenia rubieży przechwycenia,
- zakresu prędkości i wysokości lotu.

A także wskaźników czasowych:

- czasu krytycznego,
- czasu wprowadzenia do walki określonych sił itp.

Co możemy zapisać:

$$\begin{array}{c} \wedge \\ \text{Wp} \quad \text{Wc} \end{array} \quad \text{Pz, M: } / \text{Wp} > \text{Wpw} \wedge \text{Wc} > \text{Wcw} / \quad / \text{III-4-19} /$$

gdzie:

- Wp - wskaźniki przestrzenne rzeczywiste,
- Wpw - wskaźniki przestrzenne wymagane,
- Wc - wskaźniki czasowe rzeczywiste,
- Wcw - wskaźniki czasowe wymagane.

3.4.3. Wskaźniki efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego i parametry sprzętu wojsk radiotechnicznych /WRT OPK/

Wiarygodna informacja jest niezbędnie potrzebna do sprawnego dowodzenia wojskami Korpusu OPK, a tym samym do wykonania zadań przez WR i LM Korpusu OPK.

Podstawowym źródłem informacji o bieżącej sytuacji w powietrzu są wojska radiotechniczne.

Wojska radiotechniczne są rozpoznawczo-informacyjnym rodzajem wojsk, którego podstawowym zadaniem jest zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych wojsk OPK. Możliwości bojowe sprzętu radiolokacyjnego zawiera tabela 20. Sprzęt zapewnia górny pułap wykrywania obiektów o powierzchni skutecznej $\sigma = 1 \text{ m}^2$ do 54 km, a wysokościomierze radiolokacyjne do 85 km.

Zasięgi wykrywania na poszczególnych wysokościach wynoszą dla $H = 50 \text{ m}$, $D = 43 \text{ km}$ /RLS NAREW/ dla $H = 100 \text{ m}$, $D = 40 - 50 \text{ km}$, dla $H = 30000 \text{ m}$, $D = 320 - 450 \text{ km}$.

Z tabeli 20 wynika, że RLS mają możliwość wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych lecących na małych wysokościach /100-1000 m/ z $D = 70-120 \text{ km}$, średnich wysokościach /1000-5000/ 120-200 km, na dużych wysokościach /5000-12000/ $D = 200-280-300$.

Na podstawie informacji pochodzących od WRT na SD KOPK określa się:

- a/ operacyjno-taktyczny zamiar nalotu, a w tym obiekty uderzeń, miejsca działania sił głównych i grup pozoracji. Daje to możliwość oddziaływania na dalekich podejściach oraz zmasowanie sił i środków na kierunkach i podejściach do obiektów,
- b/ terminowe postawienie w stan gotowości bojowej aktywnych środków walki,
- c/ podział wysiłku między WR i IM OPK oraz wskazywanie celów.

Zabezpieczenie radiolokacyjne odbywa się ze stałych miejsc dyslokacji oraz stałej gotowości bojowej sposobem foniczno-ręcznym lub sposobem zautomatyzowanym.

Wskaźnikami możliwości bojowych są:

- przestrzenne możliwości zorganizowania pola radiolokacyjnego o żądanych parametrach,
- możliwości czasowo-pojemnościowe /pojemność, dyskretność, czas opóźnienia informacji /,

- wskaźniki jakościowo-ilościowe: ilość naprowadzeń LM i wskazań celów dla WR oraz prawdopodobieństwo naprowadzania oraz prawdopodobieństwo wskazania celu.

Wymienione wskaźniki możliwości bojowych zależą w istotny sposób od rzeczywistych warunków pracy WRT.

W ujęciu probabilistycznym efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego określa zależność:

$$E_{ZRIOW} = \langle P_w, P_n, P_{wc} \rangle \quad /III-4-20/$$

gdzie:

P_w - prawdopodobieństwo wykrycia i identyfikacji celu powietrznego,

P_n - prawdopodobieństwo naprowadzenia LM,

P_{wc} - prawdopodobieństwo wskazania celu dla WR.

3.4.4. Zadania i sposoby użycia pododdziałów radioelektronicznych /PRE OPK/

W skład tych pododdziałów wchodzi pododdziały rozpoznania radioelektronicznego PRR i pododdziały walki radioelektronicznej RWRE.

$$PRE = \langle PRR, RWRE \rangle \quad /III-4-21/$$

3.4.4.1. Pododdziały rozpoznania radioelektronicznego

Zadaniem ich jest uprzedzanie aktywnych środków walki o planowanych działaniach SNP poprzez zdobywanie danych o SNP na dalekich podejściach, poza zasięgiem pola radiolokacyjnego.

Rozpoznanie radioelektroniczne jest możliwe na odległość równą odległości horyzontu radiowego:

$$R_H = 4,12 \sqrt{H_0 + H_R} \quad /km/ \quad /III-4-22/$$

gdzie:

H_0 - wysokość umieszczenia anteny urządzenia odbiorczego /m/,

H_R - wysokość położenia anteny urządzenia rozpoznawczego /m/,

R_H - odległość horyzontu radiowego.

Dla celów lecących na małych wysokościach zachodzi warunek:

$$R_{RLS} < R_H \quad /III-4-23/$$

gdzie:

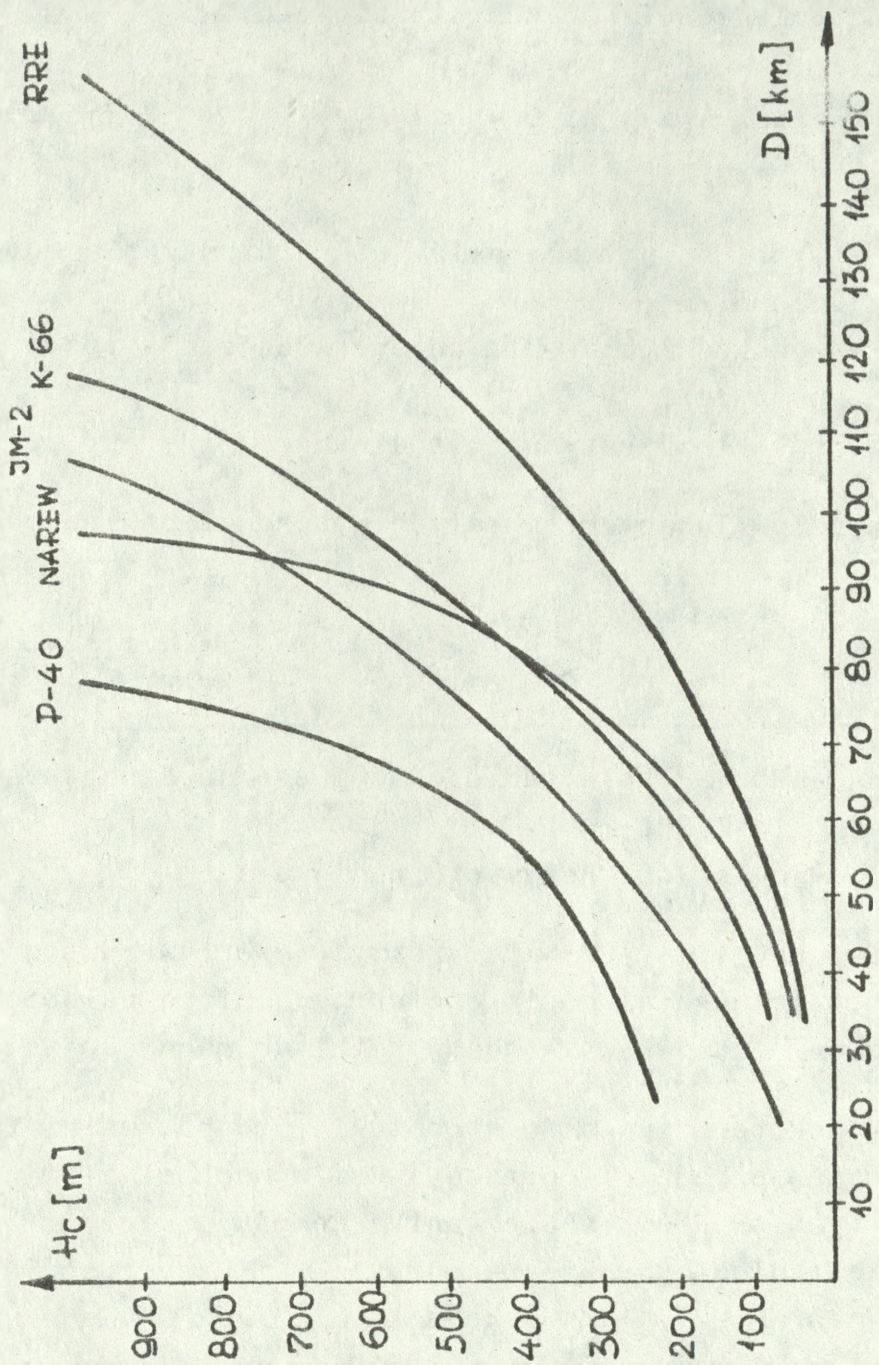
R_{RLS} - zasięg pola radiolokacyjnego na danej wysokości lotu SNP,

R_H - odległość horyzontu radiowego.

Z warunku III-4-23 widać korzystny wpływ rozpoznania radioelektronicznego na możliwość uprzedzenia o nalocie i przygotowanie aktywnych środków walki do jego odparcia.

Warunek ten zmusza do stosowania środków walki radioelektronicznej specjalnie opracowanymi sposobami eliminującymi użycie tych środków jako czynnika demaskującego.

Rozpoznanie radioelektroniczne pozwala zwiększyć współczynnik K_z /III-3-1, s.73 /. Zasięgi wykrywania radiolokacyjnego i rozpoznania radioelektronicznego w zależności od wysokości lotu SNP przedstawia rys. III-4.



Rys. III-4. Zasięg rozpoznania radioelektronicznego i zasięgi wykrywania poszczególnych RIS w zależności od wysokości lotu SNP.

3.4.4.2. Pododdziały walki radioelektronicznej /PWRE/

Przeznaczone są do osłony radioelektronicznej najważniejszych obiektów i rejonów na terytorium kraju przed uderzeniami z powietrza, zmniejszenie skuteczności rozpoznania radioelektronicznego, prowadzonego przez nieprzyjaciela powietrznego.

Pododdziały te obezwładniają zakłóceniami urządzenia i systemy radioelektroniczne SNP nieprzyjaciela, bronia własne systemy radioelektroniczne przed rozpoznaniem i obezwładnianiem przez nieprzyjaciela. Wykorzystują elementy dezinformacji.

Realizując zadania tworzą osłonę strefową lub obiektową. Osłona strefowa polega na zapewnieniu ciągłej osłony obiektów naziemnych i radiolokacyjnych punktów orientacyjnych w granicach określonego rejonu. Sposób ten stosowany jest do osłony dużej ilości obiektów o małych gabarytach i małej kontrastowości radiolokacyjnej oraz punktów orientacyjnych /64, s.90/.

Obezwładnianiu będą podlegały pokładowe rozpoznawcze stacje radiolokacyjne, RLS zabezpieczające lot na małych wysokościach, urządzenia zapytujące systemu radionawigacji.

Do osłony pojedynczych obiektów o dużej kontrastowości /mosty, drogi/ tworzy się osłonę obiektową.

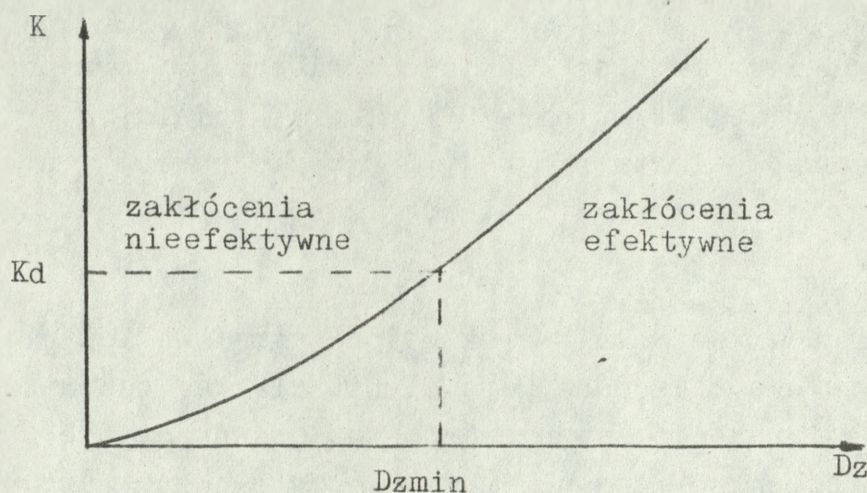
Skuteczność zakłóceń zależy od stosunku mocy zakłócenia do mocy sygnału na wejściu zakłócanej RLS:

$$K = \frac{P_z}{P_s} / w_e \quad /III-4-24/$$

Stosunek ten zależy także od odległości urządzenia zakłócanego i zakłócającego. Przy pewnej wartości tego stosunku następuje utrata informacji od urządzenia zakłócanego. Wartość tego stosunku nazywa się współczynnikiem degradacji Kd.

Współczynnik K jest funkcją parametrów nadajnika zakłóceń, odbiornika urządzenia zakłócanego i ich wzajemnego położenia /107, s. 93/.

Dla $K \geq K_d$ zakłócenia są efektywne i powodują utratę informacji /Rys. III-3./.



Dz - odległość od stacji zakłócającej do zakłócanej

Rys. III-3. Strefa zakłóceń przez zakłócenia czynne

Uwagi powyższe słuszne są także do oddziaływania radioelektronicznego SNP na SOP. W obu wypadkach chodzi o zapewnienie warunku:

$$Dz_{\min} \geq Dz_w \quad /III-4-25/$$

gdzie:

Dz_w - wymagana odległość skuteczności zakłóceń.

W rozważanym przypadku Dz_w określa donośność środków rażenia, którymi dysponują SNP. Konieczność spełnienia warunku III-4-25 wymaga stosowania środków rażenia o dużej donośności, do których należą kierowane bomby lotnicze i pociski raketowe klasy P-Z.

W przypadku z rozdziału 3.3.4. Dz_w zależy od zasięgu

rażenia aktywnych środków walki jak i donośności środków rażenia, którymi dysponują SNP. Wzrost zasięgu aktywnych środków walki kompensowany jest wzrostem zasięgu środków rażenia i oddziaływaniem zakłóceń radioelektronicznych, których rodzaje przedstawia rys. III-2, s. 95.

Przedstawione charakterystyki systemu walki z przeciwnikiem powietrznym pozwalają twierdzić, że funkcjonowanie jego w warunkach realnych jest niezwykle skomplikowane. Trudne jest także odzwierciedlenie poszczególnych faz działania systemu w postaci zależności matematycznych.

Zdając sobie sprawę z piętrzących się trudności przy ograniczonych możliwościach ich rozwiązania autor przewiduje konieczność wprowadzenia upraszczających założeń do modelowania nie wypaczających prawidłowości i logiki postępowania.

3.5. WNIOSKI

Oceniając statycznie możliwości PSNP i POP twierdzą, że strefy wzajemnych oddziaływań pokrywają się.

Parametry RLS pozwalają wykrywać SNP dla wszystkich możliwych wysokości ich lotu. Loty powyżej górnej granicy pola radiolokacyjnego, ze względu na ograniczony pułap operacyjny są niemożliwe. Ze względu na ukształtowanie terenu loty poniżej dolnej granicy pola radiolokacyjnego dla SNP z pełnym uzbrojeniem są mało prawdopodobne. Skuteczna powierzchnia odbicia SNP nie powoduje istotnych ograniczeń zasięgu wykrywania, a pododdziały wykrywania radioelektronicznego zasięg ten zwiększają i zmuszają SNP do ograniczonego korzystania z pokładowej aparatury elektronicznej.

Strefy oddziaływania aktywnych środków walki zawierają w sobie strefy działania SNP. Mieszane ugrupowania POP uniemożliwiają działanie SNP spoza strefy rażenia mimo posiadania na uzbrojeniu kierowanych bomb lotniczych i pocisków raketowych. Prędkości SNP nie przewyższają prędkości maksy-

malnych, dla których oddziaływanie aktywnych środków walki jest skuteczne.

Środki walki radioelektronicznej, którymi dysponują ŚNP mogą w istotny sposób relacje stref oddziaływania PŚNP-POP zmienić. Brak danych o zasadniczych parametrach środków walki radioelektronicznej zmusza do korzystania z danych zawartych w tabeli 10.

Samoloty bezpilotowe tworzą nowe jakościowo elementy systemu niszczenia i wymagają odmiennego spojrzenia na proces pokonywania POP przez ŚNP.

Aktualnym staje się pytanie jak przedstawiony do tej pory ogrom informacji ująć w postaci sformalizowanego opisu matematyczno-logicznego dającego możliwość rozwiązania lub sugestii dróg rozwiązania wynikających z hipotezy roboczej problemów ?

W dalszej części pracy autor podejmie próbę odpowiedzi na to nurtujące pytanie w oparciu o kolejne kroki przedstawionych algorytmów z rys. I-1,6.

4. PROGNOZOWANIE DZIAŁAŃ SNP W OPARCIU O MODELE MATEMATYCZNE

Ogólny model logiczny systemu walki z przeciwnikiem powietrznym przedstawia rys. II.3, s.47. Rozdział 3 rozprawy zawiera charakterystyki elementów systemu i stanowi źródło informacji o badanym systemie /rys.I.2, s.29/.

Komponowanie modelu jest kolejnym etapem analizy systemowej /rys. I.1, s. 27/, a w symulacji grafodynamicznej /rys. I.6, s. 43/ zawiera się w bloku formowania danych wejściowych.

Dla rozwiązania tak obszernego problemu jaki zawarty jest w tytule pracy posłużę się dwoma ogólnymi technikami postępowania zalecanymi w takich wypadkach /95, s. 50/: dekompozycją i agregacją.

Identyfikacja podsystemów systemu walki z przeciwnikiem powietrznym /rozdział 2.1/ umożliwiła dekompozycję na podsystemy realizujące składowe funkcje celu.

Wynikające z hipotezy roboczej problemy są dekompozycją bardzo obszernego problemu głównego na objętościowo mniejsze o możliwych do przyjęcia rozmiarach podproblemy.

Dalsze zredukowanie rozmiarów zadania chcę uzyskać drogą agregacji łącząc niektóre zmienne razem w jedną zmienną bądź opuszczając zmienne mniej istotne.

Funkcję celu systemu /III-1, s. 59/ możemy zapisać:

$$\min_{ZS, SW} CS/ZS, SW/ = \sum_{i=1}^n CS_i /ZS_i, SW_i/ \quad /IV - 1/$$

gdzie:

CS_i - cel działania i-tego podsystemu,

ZS_i - wartość oczekiwana strat zadawnych przez i-ty podsystemu,

SWi - wartość oczekiwana strat własnych i-tego podsystemu.

Możemy więc rozwiązywać niezależnie n - zadań przy odpowiadającym im zbiorach warunków ograniczających odpowiadającym odpowiednim elementom podsystemów jak też zbiorach warunków wspólnych.

4.1. FORMALIZACJA CHARAKTERYSTYK TAKTYCZNO-TECHNICZNYCH SNP PRZECIWNIKA I WNIOSKI CO DO SPOSOBOW DZIAŁANIA

W oparciu o założenia i uwagi metodyczne rozdziału 1 przystąpię do obliczenia syntetycznego wskaźnika jakości PSNP.

Modyfikując zależność III-3-8 /s. 79/ za postać wyjściową przyjmę zbiór:

$$PSNP = \langle P, U, E, L \rangle \quad /IV-1-1/$$

gdzie:

- P - płatowiec,
- U - uzbrojenie,
- E - wyposażenie radioelektroniczne,
- L - załoga ludzka.

Dla łatwiejszego uporania się z problemem dokonam dekompozycji podsystemu na wymienione elementy składowe i obliczę indywidualne absolutne syntetyczne wskaźniki rozwoju /jakości SNP/.

4.1.1. Kwantyfikacja jakościowa SNP i tendencje rozwojowe parametrów taktyczno-technicznych

Uwagi dotyczące wyboru cech istotnych opisujących własności płatowca podałem w rozdziale 3.3.2. /s. 79/.

Metodą analizy literatury, konsultacji i logicznego

wnioskowania ustaliłem zbiór cech, które moim zdaniem wystarczająco opisują SNP.

Dokonałem także agregacji cech wykorzystując ich postać ilorazową np.: Zz/Gp, P/G, G/S, Gs/Gw, co daje nam dodatkowe informacje przy ograniczaniu zbioru cech.

Obliczeń dokonam metodą wielowymiarowej analizy porównawczej według algorytmu z Rys. I-4, s. 40.

Metodą tą ekonomiści obliczają poziom rozwoju państw.

Postać matematyczna modelu płatowca będzie następująca:

$$U_{ai} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_j y_{ij} \quad /IV-1-2/$$

gdzie:

- n - ilość ocenianych cech,
- a_j - waga j-tej cechy,
- y_{ij} - poziom relatywny j-tej cechy i-tego płatowca.

Uściślenia wymagają definicje przyjętego w rozdziale 3.3.2. s. 79 zbioru parametrów /wartości bezwzględnych danych taktyczno-technicznych/, które będą poddane transformacji na poziomy relatywne.

C 1. SC - rzut wymiarów płatowca na powierzchnię /m²/.

Dla płatowców o zmiennej geometrii obliczeń dokonujemy przy minimalnym i maksymalnym skosie skrzydeł. Parametr ten uważam za destymulantę.

C 2. Guz - katalogowa wartość masy uzbrojenia podana w /kg/.

Parametr ten jest stymulantą.

C 3. Gs/Gw /kg/kg/.

Gw - podana w katalogu masa własna konstrukcji płatowca.

Gs - maksymalna masa startowa dająca dopuszczalne dla danego typu obciążenie konstrukcji.

Parametr ten jest stymulantą.

C 4. G/S - obciążenie powierzchni nośnej $/\text{kg}/\text{m}^2/$.

Jest to wyrażony w kg/m^2 stosunek masy samolotu do powierzchni nośnej. Do obliczeń przyjmuje masę bojową samolotu nad celem w przybliżeniu równą normalnej masie startowej pomniejszonej o $\frac{1}{2}$ masy paliwa w zbiornikach zasadniczych.

Parametr ten jest destymulantą.

C 5. P/G_c $/\text{daN}/\text{daN}/$.

Jest to stosunek maksymalnej sumarycznej siły ciągu wszystkich silników do ciężaru bojowego samolotu.

Stanowi stymulantę.

C 6. V_r - zakres prędkości lotu na małej wysokości $/\text{km}/\text{h}/$.

$$V_r = V_{mx} - V_k$$

V_{mx} - wyrażona w km/h największa możliwa do osiągnięcia prędkość lotu poziomego na wysokości 300 m nad poziomem morza.

V_k - wyrażona w km/h minimalna prędkość stabilnego i sterownego lotu po prostej z przeciążeniem 1,0 g przy maksymalnej wartości siły ciągu.

Cecha V_r stanowi stymulantę.

C 7. R_o - długość rozbiegu $/\text{m}/$.

Jest to odległość w metrach jaką musi przebyć samolot, aby uzyskać prędkość niezbędna dla oderwania się od ziemi. Start odbywa się z twardej nawierzchni bez użycia dopalacza i innych urządzeń startowych.

Jest to destymulantą.

C 8. R_d - promień działania $/\text{km}/$.

Odległość od lotniska bazowania do rejonu wykonania zadania bojowego, przy założeniu, że po wykonaniu zadania samolot wraca na lotnisko macierzyste. Do obliczeń przyjmuje śred-

nią wartość taktycznego promienia działania dla profilu lotu "mała wysokość".

Jest to stymulanta.

C 9. Zz/Gp - stosunek zasięgu przelotowego do masy paliwa w zbiornikach głównych i zapasowych.

Jest to stymulanta.

C 10. Hop - pułat operacyjny /m/.

Jest to maksymalna wysokość lotu, na której samolot przy ustalonej masie i sile ciągu silników, lecąc z prędkością dodźwiękową, może jeszcze uzyskać pionową prędkość wznoszenia wynoszącą 0,5 m/s.

Cecha ta jest stymulanta.

Obliczeń dokonuję zgodnie z algorytmem z rys. I-4, s. 40. Wartość wag a_j w zależności od ilości ocenianych cech obliczoną z zależności I-24 /s. 37/ przedstawia tabela 21. Do zbioru SNP zaliczam podstawowe samoloty myśliwskie i myśliwsko-bombowe będące na uzbrojeniu i wchodzące na uzbrojenie /nowej generacji/.

Zbiór wartości cech dla poszczególnych płatowców zawierają wiersze macierzy danych wejściowych.

4.1.1.1. Syntetyczny wskaźnik absolutnej jakości SNP

Korzystając z tabeli 11 oraz katalogu sprzętu lotniczego państw NATO wypełniamy kolejne wiersze tabeli IV-1.1.

Uzyskujemy macierz danych wejściowych /I-11, s. 33/, które będziemy przekształcać zgodnie z algorytmem /rys. I.4/.

Po obliczeniu współczynnika zmienności cech V_j stwierdzam, że cecha C 3-Gs/Gw oraz C 6-Vr nie spełniają warunku I-20, s. 36; $V_3, V_6 < 0,1$. Cechy te z dalszych rozważań eliminujemy dokonując tym razem obiektywnego ograniczenia zbioru cech nie tracąc na jego informatywności.

Wagi cech nadajemy dla cech o rangach $l_j = 1-8$.

Na tak ograniczonym zbiorze dokonuję relatywizacji, której wyniki przedstawia tabela IV-1.2. /macierz Y/. Współczynnik jakości U_{ai} liczony jest z uwzględnieniem maksymalnego skosu skrzydeł samolotów o zmiennej geometrii, natomiast współczynnik U_{ari} dla minimalnego skosu /skrzydła rozłożone/.

Dla tak obliczonych współczynników ustaliam priorytetową listę jakości, którą zawiera tabela IV-1.3. Oceniane samoloty zajmują różne miejsca na tej liście w zależności od współczynnika jakości / U_{ai} , U_{ari} / co świadczy o wrażliwości modelu na zmianę parametru, w tym wypadku na C 1-Sc.

Dla większej komunikatywności wyników obliczeń wprowadzam współczynnik relatywizujący absolutne poziomy jakości U_{wi} o postaci:

$$U_{wi} = \frac{U_{ai}}{U_{a \text{ mx}}} \quad \text{/IV-1-3/}$$

gdzie:

$U_{a \text{ mx}}$ - maksymalna wartość syntetycznego współczynnika jakości dla ocenianego $i=1, m$ elementowego zbioru SNP.

SNP o największym U_{ai} staje się obiektywnie wybranym wzorcem. Wzorcem takim jest samolot F-15.

Obliczone wartości U_{wi} wyraźnie potwierdzają ogólnie znaną opinię, że na uzbrojenie państw zachodnich wchodzi nowe jakościowo SNP.

Od samolotu F-14, dla którego $U_{wi} = 0,72$ przewyższa jakość F-4D,E o 0,2 widać tendencję rosnącą, ale już bez tak gwałtownego skoku /Rys. IV.1./.

Tabela IV-1-1.1.
Macierz danych wejściowych /macierz X/ do modelu płatowca.

i=1, n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
i=1, m	Sc	Guz	Gs/Gw	G/S	P/G	Vr	Rozb	Rd	Zz/Gp	Hop	
1	F4D	207,81	7250	2,02	329,2	0,954	1411	940	250	0,381	21640
2	F4E	224,63	7250	2,12	361,1	0,954	1231	970	300	0,380	21640
3	F14	219,01	6577	1,92	432,5	0,840	1278	366	330	0,436	15240
4	F15	253,53	7257	2,00	286,3	1,400	1287	274	370	0,566	18900
5	F16	137,20	6894	2,27	314,1	1,290	1289	533	320	0,600	15240
6	F18	195,11	6214	2,04	343,3	1,138	1284	305	320	0,517	15000
7	Tor	143,64	7257	2,56	517,4	0,934	1280	460	380	0,425	20000
8	F-104	111,52	1800	2,12	420,3	0,800	1250	1000	300	0,393	17000
9	Jas	146,21	4535	2,22	375,1	0,873	1137	580	510	0,600	15000
10	T-111	218,17	12700	2,08	562,0	0,611	1190	915	930	0,262	18290
Zi		185,66	6773	2,13	394,0	0,980	1263,7	634,3	401	0,456	17865
Cj		40,84	1593,6	0,12	71,15	0,178	49,5	231,3	127,6	0,090	3529
Vj		0,22	0,23	0,05	0,18	0,182	0,04	0,36	0,32	0,200	0,203
Rodz. cechy	D	S	S	D	S	S	S	D	S	S	S
Ranga cechy	4	3	9	8	7	10	1	1	2	6	5
Waga cechy	0,14	0,16		0,02	0,05		0,25	0,15	0,08	0,11	
Vj min	111,5	1800	1,92	286	0,61	1137	274	250	0,262	15000	
Xj max	253,5	12700	2,56	562	1,4	1411	1000	930	0,60	21640	
Rxj	142	10900	0,56	276	0,79	274	726	680	0,22	6640	

Tabela IV-1.2

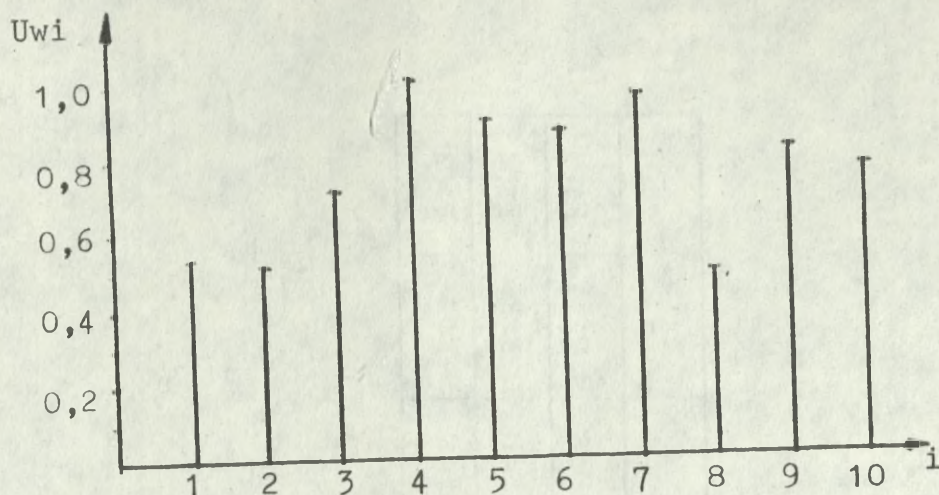
Poziomy relatywne cech SNP /macierz Y/ z tabeli IV-1.1.

Ranga cechy i=1,m	6										Uw _i	
	1	2	3	4	5	Zz/Gp	7	8	Ua _i	Uar _i		
	Rozb	Rd	Guz	Sc	Hop		P/G	G/S				
1	F4D	0,07	0,0	0,5	0,32	1,0	0,36	0,43	0,84	0,038	0,046	0,54
2	F4E	0,04	0,07	0,5	0,20	1,0	0,36	0,43	0,72	0,037	0,046	0,52
3	F14	0,87	0,12	0,43	0,24	0,03	0,53	0,29	0,47	0,051	0,049	0,72
4	F15	1,0	0,18	0,5	0,0	0,59	0,92	1,0	1,0	0,071	0,081	1,0
5	F16	0,64	0,11	0,47	0,80	0,03	1,0	0,86	0,90	0,064	0,067	0,89
6	F18	0,95	0,11	0,40	0,40	0,0	0,77	0,67	0,79	0,062	0,067	0,87
7	Tor	0,74	0,19	0,50	0,76	0,75	0,49	0,41	0,16	0,069	0,066	0,96
8	F104	0,0	0,07	0,0	1,0	0,40	0,40	0,84	0,51	0,035	0,029	0,49
9	Jag	0,57	0,38	0,25	0,74	0,0	1,0	0,33	0,67	0,058	0,062	0,81
10	F111	0,11	1,0	1,0	0,08	0,49	0,0	0,0	0,0	0,055	0,044	0,77

Tabela IV-1.3.

Priorytetowa lista jakości SNP.

Pi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uar _i	F15	F18	F16	Tor	Jag	F14	F4D	F4E	F111	F104
Ua _i	F15	Tor	F16	F18	Jag	F-111	F14	F4D	F4E	F104
Uw _i	F15	Tor	F16	F18	Jag	F-111	F14	F4D	F4E	F104



Rys. IV-1. Wartości U_{wi} dla poszczególnych SNP

Tendencje rozwojowe poszczególnych parametrów taktyczno-technicznych SNP możemy ocenić z tabeli IV-1.1. na podstawie współczynnika zmienności cech V_j .
Widzimy, że duży postęp uczyniono w kierunku doskonalenia parametrów ujętych w zbiorze, a $V_j = 0,36 - 0,18$.

W sposób podany wyżej obliczyłem syntetyczny wskaźnik odzwierciedlający absolutną jakość SNP bez przywiązywania jej do żadnego zadania.

SNP przeciwnika mogą uczestniczyć w operacji powietrznej w grupie obezwładniania POP /grupa zabezpieczenia/ lub w grupie uderzeniowej wykonującej uderzenia na obiekty naziemne przy obezwładnionej obronie powietrznej.

Przedstawię teraz metodę oceny potencjalnych możliwości SNP do wykonania zadań w wymienionych grupach zabezpieczenia i uderzeniowej.

4.1.1.2. Prognozowanie przydatności SNP do wykonywania konkretnych zadań.

W zależności od specyfiki wykonywanego zadania zmianie ulega zbiór cech istotnych, a także priorytety poszczególnych cech. Priorytety nadaje metodą logicznego wnioskowania i intelektualnej intuicji podobnie jak i ustalam zbiór cech.

Dla SNP działających w grupie obezwładnienia POP bardzo istotne są parametry ułatwiające manewrowość, unikanie ognia aktywnych środków walki i niszczenie naziemnych środków OP /założenia nowego samolotu s. 80/.

Dla grupy uderzeniowej istotne będą parametry zapewniające dużą siłę rażenia i dużą przestrzeń, na której obiekty mogą być rażone. Przykładowe zbiory parametrów wraz z ich priorytetami zawiera tabela IV-1.4.

Grupa obezwładnienia OP						Grupa uderzeniowa		
1	2	3	4	5	6	1	2	3
Sc	P/G	G/S	Guz	Rozb	Rd	Guz	Rd	Zz/Gp

Tabela IV-1.4. Przykładowy zbiór cech SNP dla grupy obezwładnienia OP i uderzeniowej

Korzystając z tabeli IV-1.1,2. dokonujemy obliczeń zgodnie z algorytmem z rys. I-4 nadając wagi zgodnie z ustalonymi priorytetami cech, a nie według współczynnika zmienności. Wagi wybieramy z tabeli 21 dla zbioru cech 6-elementowego i 3-elementowego.

Wyniki obliczeń /eksperymentu modelowego/ obrazuje tabela IV-1.5.

i	Typ SNP	Grupa obezwł. OP			Grupa uderzeniowa		
		Uai	Uwi	Pi	Uai	Uwi	Pi
1	F4 D	0,071	0,58	7	0,100	0,357	9
2	F4 E	0,062	0,50	8	0,110	0,392	8
3	F14	0,060	0,49	9	0,113	0,403	7
4	F15	0,111	0,90	2	0,152	0,542	2
5	F16	0,122	1,0	1	0,144	0,514	3
6	F18	0,095	0,77	4	0,120	0,428	6
7	Tor	0,083	0,68	6	0,131	0,467	5
8	F-104	0,098	0,80	3	0,029	0,103	10
9	Jag	0,088	0,72	5	0,138	0,492	4
10	F-111	0,037	0,30	10	0,280	1	1

Tabela IV-1.5. Wyniki eksperymentu modelowego

4.1.1.a. Wnioski

Opierając się o wyniki zawarte w tabeli IV-1.5 stwierdzam małą przydatność samolotu F-111 w grupie obezwładnienia OP do oddziaływania energetycznego /priorytet $P_i=10$ /.

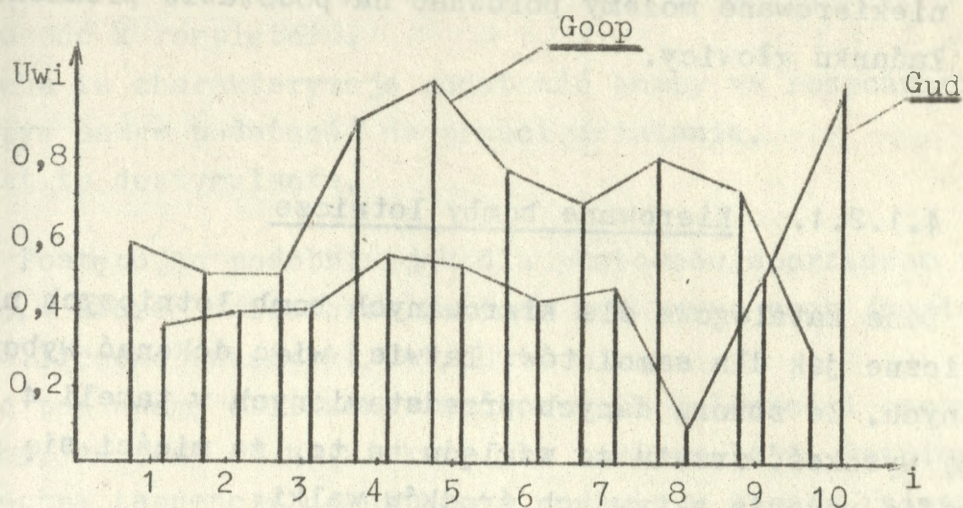
Natomiast w grupie uderzeniowej jest on najgroźniejszy / $P_i=1$ /.

Według posiadanych przez autora informacji /s. 95/ samolot ten w grupie obezwładnienia OP będzie nosicielem środków walki radioelektronicznej, czyli oddziaływał będzie na POP informacyjnie.

Samoloty najnowszej generacji F-15, F-16, F-18, Tornado mają duże potencjalne możliwości działania w jednej jak i drugiej grupie przewyższające możliwości samolotu F4. Graficzne możliwości przedstawia rys. IV.2.

W grupie obezwładnienia OP najgroźniejszy jest samolot F-16. Wartość współczynnika jakości wskazuje /Rys. IV.2./ na to, że charakterystyki samolotów kształtowane są pod kątem zwiększania skuteczności procesu pokonywania POP. O takich tendencjach donosi prasa zachodnia.

Z przedstawionych obliczeń wynika, że w grupie obezwładnienia POP mogą znajdować się przede wszystkim samoloty: F-16, F-18, F-15, Tornado, F-104, Jaguar.



Rys. IV.2. Graficzne zobrazowanie wyników eksperymentu modelowego:

Gud - grupa uderzeniowa,

Goop - grupa obezwładnienia POP.

W grupie uderzeniowej duże potencjalne możliwości posiada samolot F-15, co być może skłoniło ekspertów zachodnich do prób zastosowania go do rażenia celów naziemnych. Według posiadanych przez autora informacji nie zostały one na razie uwieńczone wielkim powodzeniem. Małe możliwości posiada samolot F-104, ale dzięki parametrom predysponującym go do grupy obezwładniania OP może przenikać łatwiej od innych POP. Z bombami kasetowymi lub jądrowymi może być bardzo groźny.

Identyczną metodą określeń poziomu jakości elementów uzbrojenia przenoszonego przez płatowiec. Pod uwagę wezmę elementy wielo cechowe.

4.1.2. Kwantyfikacja jakościowa wielo cechowych elementów uzbrojenia

Z wymienionych w rozdziale 3.3.3 podsystemów rażenia do wielo cechowych zaliczam kierowane pociski rakietowe klasy powietrze-ziemia, klasy powietrze-powietrze, kierowane bomby lotnicze i działka.

Bomby niekierowane możemy porównać na podstawie promienia rażenia ładunku głowicy.

4.1.2.1. Kierowane bomby lotnicze

Dane katalogowe dla kierowanych bomb lotniczych nie są tak liczne jak dla samolotów. Łatwiej więc dokonać wyboru cech istotnych. Ze zbioru danych przedstawionych w tabeli 4 wyeliminuję wysokość zrzutu ze względu na to, że mieści się ona w strefie rażenia aktywnych środków walki.

Do obliczeń przyjmę pozostałe parametry uzasadniając ich wybór oraz określając ich znaczenie następująco:

1. M_c - masa całkowita /kg/.

Decyduje o ilości bomb, które jednocześnie może unieść samolot w ramach posiadanego udźwigu i podwieszeń.

Jest to destymulanta.

2. M_b - masa ładunku bojowego /kg/.

Masa ładunku wybuchowego decydująca o możliwościach rażenia obiektów.

Jest to stymulanta.

3. Iloraz M_b/M_c /kg/kg/.

Łiczony podobnie jak współczynnik wypełnienia dla bomb niekierowanych. Decyduje o skutecznym wykorzystaniu udźwigu samolotów.

Jest stymulanta.

4. Z_l - zasięg lotu /km/.

Pod uwagę wezmę maksymalny zasięg lotu bomby. Wartość tego parametru umożliwia dla niektórych bomb działanie bez wchodzenia w strefę rażenia aktywnych środków walki /patrz tabela 4, 17, 18/. Posiadanie zestawów dużego zasięgu możliwość tę wyklucza.

Cecha ta jest stymulantą.

5. S_c - powierzchnia całkowita /m/ liczona jako iloczyn długość x rozpiętość.

Cecha ta charakteryzuje podatność bomby na rozpoznanie, a tym samym podatność na przeciwdziałanie.

Jest to destymulanta.

Postępując podobnie jak dla płatowców sporządzam tabelę IV-1-6, w której umieszczam poziomy relatywne cech /macierz Y/ oraz obliczone wskaźniki U_{ai} , U_{wi} .

Biorąc pod uwagę obliczony współczynnik zmienności cechy V_j widzimy, że jest on największy dla zasięgu lotu. Potwierdza to powszechną tendencję do unikania wejścia w strefy rażenia aktywnych środków walki.

Na drugim miejscu jest masa ładunku bojowego.

W połączeniu z parametrem poprzednim i małym uchyleniem środkowym /3-6 m/ czynią z kierowanych bomb lotniczych środków o bardzo dużym jednostkowym prawdopodobieństwie rażenia przez jedną bombę.

4.1.2.2. Pociski kierowane klasy powietrze-ziemia

Pociski tej klasy w rozważaniach podzielę na dwie klasy:

1. Pociski naprowadzane na dowolne cele naziemne.
2. Pociski naprowadzające się na cele emitujące energię elektromagnetyczną.

Ad. 1. Wykorzystując dane katalogowe z tabeli 6 oraz algorytm stosowany poprzednio sporządzam tabelę IV-1.7. zawierającą poziomy relatywne cech, których zbiór jest podobny jak dla bomb kierowanych. Uzupełniłem go o parametr V - prędkość lotu i uchylenie środkowe E , które jest związane ze sposobem naprowadzania na cel.

Współczynnik zmienności $V_j > 0,1$ dla wszystkich cech zbioru. Największą zmienność obserwujemy w parametrach M_b i E . Nieco mniejsza w M_c i Z_l . Możemy powiedzieć, że dąży się do

wzrostu skuteczności rażenia zwiększając Mb i E oraz zmniejszenia wrażliwości nosiciela przez wzrost Z₁ i wzrost stosunku Mb/Mc.

Największy współczynnik jakości posiadają pociski Maverick.

Ad. 2. Dla takiego samego zbioru danych jak poprzednio zestawiam tabelę IV-1.8. Uzyskuję nieco inną listę priorytetów cech. Na podstawie syntetycznego wskaźnika jakości U_{ia} widzimy, że pociski HARM i Standard ARM stanowią w stosunku do pocisku SHRICKE nową jakość.

W ramach eksperymentu gnoseologicznego obliczyłem współczynnik U_{iaw} dla priorytetu cech: 1-Mb, 2-E, 3-Zc, 4-V, 5-Mc. W tym wypadku lepszy jest pocisk Standard ARM U_{iaw}=0,162 /poprzednio U_{ia}=0,136/. Na miejscu drugim jest pocisk HARM U_{iaw}=0,141 /poprzednio U_{ia}=0,152/. Obydwa te pociski wyraźnie górują nad pociskiem SHRICKE krytykowanym powszechnie ze względu na małą skuteczność.

4.1.2.3. Pociski kierowane klasy powietrze-powietrze

Korzystając z tabeli 7 obliczam poziomy relatywne cech i umieszczam je w tabeli IV-1.9.

Do zbioru cech jako nowy parametr wchodzi minimalna i maksymalna wysokość zastosowania H_{min} i H_{mx}. Oceniając zmienność cech na podstawie współczynnika zmienności widzimy, że największy postęp uczyniono w obniżaniu minimalnej wysokości zastosowania, następnie zwiększania zasięgu oddziaływania i zwiększania masy głowicy.

Parametr H_{mx} posiada współczynnik zmienności $V_j < 0,1$ i z dalszych rozważań zostaje wyeliminowany.

Przytoczone przykłady zastosowania wielowymiarowej analizy porównawczej pozwoliły dokonać formalizacji charakterystyk taktyczno-technicznych ŚMP oraz niektórych bardziej złożonych elementów uzbrojenia. Przeprowadzona analiza pozwoliła ujawnić tendencje rozwojowe sprzętu.

Tabela IV-1.6.

Wartości relatywne cech kierowanych bomb lotniczych i ich wskaźniki jakości oraz priorytet jakości Pi.

i	j	Cecha					Uai	Uwi	Pi
		1	2	3	4	5			
	Bomba	Zl	Mb	I ^b /Mc	Mc	Sc			
1	MK-1	0,22	0,36	0,25	0,31	0,85	0,10	0,58	4
1	MK-5	0,49	1,0	1,0	0,34	0,65	0,14	0,82	2
1	MK-13	0,01	1,0	1,0	0,34	0,40	0,17	0,0	1
1	GPU-8	0,13	0,42	0,23	0,45	0,94	0,06	1,0	7
1	GPU-9	0,13	0,93	0,57	0,0	0,75	0,09	0,53	5
1	GPU-10-1	0,0	0,42	0,32	0,48	0,62	0,05	0,29	3
1	GPU-10-2	0,91	0,42	0,32	0,48	0,72	0,12	0,70	3
1	GPU-11	0,0	0,99	0,69	0,11	0,37	0,09	0,47	6
1	GPU-15-K	0,65	0,42	0,14	0,31	0,0	0,10	0,59	4
1	GPU-15-II	1,0	0,42	0,05	0,19	0,1	0,10	0,59	4
1	SAMP-400	0,13	0,00	0,0	0,49	0,1	0,04	0,23	9
	Vj	0,62	0,45	0,31	0,26	0,24			
	aj	0,35	0,26	0,2	0,13	0,06			

Tabela IV-1.7.

Wartości relatywne cech pocisków p-z i ich współczynniki jakości oraz priorytety jakości

i	j cecha pocisk	j						Uai	Uwi	Pi
		1	2	3	4	5	6			
		Mb	E	Mc	ZL	K	V			
1	BULA	0,19	0,11	0,32	0,11	0,62	1,0	0,060	0,56	5
2	BULB	1,0	0,11	0,0	0,25	1,0	1,0	0,083	0,33	3
3	MAYA	0,15	1,0	0,0	0,17	0,68	0,0	0,038	0,88	2
4	MAYB	0,15	0,96	0,0	0,46	0,68	0,0	0,099	1,0	2
5	AS 16	0,29	0,79	0,38	1,0	0,2	0,0	0,032	0,82	1
6	AS 20	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,39	0,035	0,35	4
7	AS 30	0,49	0,0	0,43	0,14	0,65	0,54	0,054	0,54	6
	Vj	0,6	0,59	0,53	0,45	0,32	0,26			
	aj	0,3	0,23	0,19	0,14	0,09	0,05			

$$K = Mb / Mc$$

Tabela IV-1.8.

Poziomy relatywne cech i współczynniki jakości pocisków p-z naprowadzających się na RLS

i	j	1	2	3	4	5	Uai	Uawi	Uwi	Pi
	cecha / pocisk	Z	Mc	Wb	Zl	V				
1	SHRICKE STANDARD HARM AS - 37	0,0	1,0	0,0	0,64	0,57	0,059	0,02	0,39	4
2		1,0	0,1	1,0	0,57	0,57	0,136	0,162	0,89	2
3		1,0	0,57	0,41	0,70	1,0	0,152	0,141	1,0	1
4		1,0	0,25	0,41	1,0	0,0	0,125	0,123	0,92	3
	Vj aj	0,5 0,35	0,35 0,26	0,3 0,20	0,22 0,13	0,09 0,06				

Tabela IV-1.9.

Wartości relatywne cech pocisków p-p i ich współczynniki jakości oraz priorytety jakości.

i	j	cecha pocisk	V					Uai	Uwi	Pi
			1	2	3	4	5			
1		Seid	0	0,05	0	0	0,1	0,04	0,02	8
2		Seid	1	0,05	0	0	0,15	0,079	0,45	7
3		Seid	1	0,05	0	0	0,15	0,085	0,48	6
4		Seid	1	0,05	0	0	0,35	0,080	0,45	9
5		Spar	0	0,1	0,38	0	0,4	0,035	0,19	2
6		Spar	0,66	0,23	0,57	1,0	0,4	0,113	0,64	1
7		Spar	0,95	1,0	1,0	0,2	0,37	0,175	0,00	3
8		PHENIX	0,73	0,15	0,33	0,6	0,0	0,094	0,53	5
9		STY	0,1	0,0	0,03	0,4	0,0	0,081	0,46	
		magic								
		Vj	1,19	0,75	0,58	0,57	0,31			
		aj	0,35	0,26	0,2	0,13	0,06			

Z = Mb/Mo

W dalszej kolejności dokonam oceny uzbrojenia strzeleckiego.

4.1.3. Kwantyfikacja jakościowa uzbrojenia strzeleckiego

Syntetycznym parametrem odzwierciedlającym jakość broni lufowej jest stosunek energii sekundowej salwy do ciężaru broni η /III-3-17, s. 93/.

Parametry działek przedstawia tabela 3. Dla parametrów tych obliczyłem η i przeszedłem na parametr względny η_{wi} obliczony z zależności:

$$\eta_{wi} = \frac{\eta_i}{\eta_{\max}} \quad /IV-1-4/$$

gdzie:

η_i - parametr i-tego działka,

η_{\max} - parametr maksymalny.

Jako charakterystykę dodatkową przyjąłem jednostkę ognia oraz wprowadziłem pojęcie jednostki ognia względnej J_{oi} liczoną z zależności:

$$J_{oi} = \frac{J_{oi}}{J_{omx}} \quad /IV-1-5/$$

gdzie:

J_{oi} - jednostka ognia na i-tym samolocie

J_{omx} - jednostka ognia maksymalna.

Obliczeń dokonuję dla danych z tabeli 8 i IV-1.10, a wyniki umieszczam w tabeli IV-1.10.

Dwa przedstawione parametry względne łączę w jeden syntetyczny wskaźnik U_{ai} obliczony z zależności IV-1-4. Wagi wzięłem z tabeli 21 dla dwuelementowego zbioru cech dając wagę $a_1 = 0,66$ dla cechy η_{wi} i $a_2 = 0,34$ dla cechy J_{oi} . Syntetyczny wskaźnik jakości liczyłem dla pojedynczego działka. Dla samolotu Tornado uzbrojonego w działko MK-27 brak jest wszystkich danych działka.

By nie pozostawiać luki przyjmuję ze względu na kaliber $\eta_w = 0,95$ zbliżoną do działka DEFA - 553. Obliczenia powyższe są uzupełnieniem uwag z rozdziału 3.3.3.5. s. 97.

Przedstawioną metodykę obliczeń traktuję jako propozycję do dalszego doskonalenia. Propozycję, w której przy pomocy prostego aparatu matematycznego zapożyczanego z nauk ekonomicznych mamy możliwość przy ograniczonym subiektywizmie dokonać kwantyfikacji jakościowej obiektów wielo cechowych. Jest to jednocześnie rozwiązanie pierwszego z wynikłych problemów badawczych, a dotyczących formalizacji charakterystyk taktyczno-technicznych SNP.

Tabela IV-1.5. daje odpowiedź na pytanie dotyczące taktyki działania i potencjalnych możliwości stosowania sposobów walki z POP, czy też uderzeń na obiekty po obezwładnieniu POP.

W wyniku obliczeń dokonałem oceny potencjalnej przydatności SNP do wykonywania przedsięwzięć wymienionych we wnioskach na s. 78.

Wyposażenie elektroniczne jest ze względu na skąpe dane i zawiłość oceny skuteczności środków walki radioelektronicznej trudne do skwantyfikowania i w dalszych rozważaniach będę je uwzględniał korzystając z tabeli 10. Wyniki obliczeń dla uzbrojenia pozwalają uściślić wnioski i poglądy.

4.1.4. Wnioski

SNP przygotowywane są do działań z krótkich pasów startowych. Dużą uwagę przywiązuje się do zwiększania taktycznego promienia działania i zwiększenia udźwigu. Doskonali się manewrowość /zwrotność/ oraz stosuje ekonomiczniejsze zespoły napędowe /Zz/Gp tabela IV-1.1./.

Tabela IV-1.10.

Uzbrojenie strzeleckie samolotów NATO i jego wskaźniki jakościowe.

Typ samolotu	Liczba działek	Oznaczenie działka	Jednostka ognia	η	η_w	I.o.w.	Uai
F-104	1	M-61	750	5708,2	1	0,375	0,393
F-4E, D	1	M-61/GAU-4//	639	5708,2	1	0,319	0,384
F-111	1	M-61/GAU-4//	2000	5708,2	1	1,0338	1,0397
F-14A	1	M-61/GAU-4//	676	5708,2	1	0,475	0,410
F-15	1	M-61/GAU-4//	950	5708,2	1	0,250	0,372
F-16	1	M-61/GAU-4//	500	5708,2	1	0,075	0,203
Jaguar GR	2	Aden WK-4	150	1125,6	0,592	0,075	0,330
Jaguar A	2	DEFA-553	150	1943,6	0,971	0,075	0,330
Tornado	2	WK-27	125	-	0,950	0,062	0,330

Źródło: Militar Wesen 7/77

Katalog sprzętu lotniczego państw NATO KON Warszawa 1980.

Uzbrojenie kierowane umożliwia rażenie celów z coraz to większej odległości /z większą precyzją /tabela 4,6/. Bomby kasetowe i specjalne pozwalają na działanie nad celem na małych wysokościach /tabela 2,3/.

*a warunkach
z stw.
113.?* Istnieje więc możliwość atakowania celów o silnej obronie powietrznej z dużych odległości na średnich wysokościach lub z wejściem nad cel na małych wysokościach i prędkościach przydźwiękowych.

W perspektywie należy się liczyć z doskonaleniem SNP do działań w warunkach istnienia silnego POP /tabela IV-1.2., IV-1.5./.. Oddziaływanie na obiekty /cele/ może odbywać się z coraz to większą dokładnością i z większej odległości /tabela IV-1.6., IV-1.7./..

Do walk powietrznych będą wykorzystywane pociski raketowe w całym zakresie wysokości lotu, na coraz to większą odległość /tabela IV-1.9./..

Uzbrojenie strzeleckie uzupełnia niedoskonałości środków raketowych na małych odległościach.

Środki walki radioelektronicznej /tabela 13,14/ znacznie ograniczają możliwości POP /tabela 10/, co ułatwia działania SNP i czyni je bardziej skutecznymi.

Dobrze wyszkolony pilot nie obniża potencjalnych możliwości SNP i sprawia, że w każdych warunkach i przy wykonywaniu każdego zadania musimy liczyć się z najgroźniejszymi skutkami działania przeciwnika.

Kolejnym wyłaniającym się problemem jest opis matematyczny procesu oddziaływania SNP na podsystem obiektów obrony /PO/.

4.2. PROGNOZOWANIE NIEZBEDNYCH SIŁ I ŚRODKÓW DO ZNISZCZENIA I OBEZWŁADNIENIA OBIEKTÓW OBRONY

Po określeniu potencjalnych możliwości PSNP /jakości/ pora uwzględnić sprzężenia energetyczne PSNP → PO i odpowiedzieć na pytanie: ile i jakie środki rażenia należy przeznaczyć do rażenia lub obezwładnienia obiektu ?

Ile SNP potrzeba do przeniesienia tych środków w warunkach idealnych, a ile w warunkach przewidywanych /zależności III-17, s. 64/. Przedstawię propozycję metody określania poligonowej liczby SNP do skutecznego oddziaływania na niektóre obiekty obrony. W propozycji oczywiście zastosuję pewne uproszczenia, które nie powinny w istotny sposób obniżyć wiarygodności wyników obliczeń.

Zgodnie z uwagami rozdziału 3.2. obiekty obrony podzielę na cele bombardierskie wymagające bezpośredniego trafienia i cele bombardierskie, dla rażenia których wystarcza nałożenie strefy rażenia na obrys celu.

4.2.1. Prognozowanie efektów oddziaływania środków rażenia na cele bombardierskie wymagające bezpośredniego trafienia

Pod pojęciem rażenia celu wymagającego bezpośredniego trafienia w dalszych rozważaniach przyjmę zdarzenie polegające na trafieniu w cel odpowiedniej ilości środków rażenia.

W ujęciu probabilistycznym posługiwał się będę prawdopodobieństwem zajścia takiego zdarzenia.

Zależność III-27, s. 69 możemy teraz przedstawić jako

$$W = P/A/ : n \gg w \quad /IV-2.1./$$

gdzie:

n - ilość trafień

w - ilość trafień wymagana

Aby cel był rażony w i -tym oddziaływaniu musza zajść jednocześnie dwa zdarzenia:

- trafienie celu i -tym środkiem,
- rażące oddziaływanie i -tego środka na cel.

Wrażliwość celu charakteryzuje prawo rażenia celu G /m/ /76,77/
/m - ilość środków które trafiło w cel/.

Prawdopodobieństwo uzyskania m trafień w n próbach określa wzór o powtarzaniu doświadczeń:

$$P_{m,n} = C_n^m p^m /1 - p/^{n-m} = \quad \quad \quad \text{/IV-2.2./}$$

$$= \frac{n!}{m! /n-m!/} p^m /1-p/^{n-m}$$

gdzie:

p - prawdopodobieństwo trafienia w cel przy jednym oddziaływaniu.

Ujmując koincydencję dwóch wymienionych zdarzeń zależność IV-2.1. przyjmie postać wzoru Kołmogorowa:

$$W = \sum_{m=1}^n P_{m,n} G/m/ \quad \quad \quad \text{/IV-2.3/}$$

Dla wykładniczego prawa rażenia gdy pociski rażą cel niezależnie uzyskujemy wyrażenie:

$$W /n/ = 1 - \prod_{i=1}^n /1 - \frac{P_i}{W}/ \quad \quad \quad \text{/IV-2.4./}$$

Dla prawdopodobieństwa trafienia $P_i = \text{const}$:

$$W /n/ = 1 - /1 - \frac{P_1}{W}/^n \quad \quad \quad \text{/IV-2.5./}$$

Gdy dla rażenia celu wystarczy jedno trafienie wzór ten przyjmuje postać:

$$W = 1 - \prod_{i=1}^n /1 - P_i/ \quad \text{lub} \quad \quad \quad \text{/IV-2.6./}$$

$$W = 1 - /1 - p/^{n-1} \quad \quad \quad \text{/IV-2.7./}$$

Jako nieznanne pozostają do obliczenia dwie wielkości:

- w - wymagana ilość trafień,
- p - prawdopodobieństwo trafienia przy jednym oddziaływaniu.

4.2.1.1. Prognozowanie wymaganej ilości trafień

Wymagana ilość trafień /76/ w, to najmniejsza ilość trafień zastosowanych środków rażenia, która wybuchając w granicach powierzchni celu zapewnia osiągnięcie nakazanego stopnia rażenia. Obliczamy ją z zależności:

$$w = \frac{Sc}{Sr} \quad /IV-2.8./$$

gdzie:

Sc - powierzchnia celu /m²/

Sr - powierzchnia rażenia stosowanego środka rażenia /m²/.

Powierzchnię celu obliczamy ze wzoru:

$$Sc = A \times B \quad /IV-2.9./$$

A, B - długości boków celu.

Powierzchnia rażenia:

$$Sr = \pi Rr^2 = \pi \cdot /f \cdot Ks \cdot \sqrt[3]{g^2} /^2 \quad /IV-2.10./$$

gdzie:

Rr - promień strefy burzenia

Ks - współczynnik burzenia /Ks = 0,2 dla silnego,
Ks = 1,0 dla średniego/

f - współczynnik jakości materiału wybuchowego
/dla trotylu f = 1/

g - masa ładunku wybuchowego.

Korzystając z zależności IV-2.10. obliczam powierzchnie rażenia dla niekierowanych bomb lotniczych, kierowanych bomb lotniczych i pocisków klasy p-z. Uwzględniając $K_s = 0,2$ dla S_r i $k_b = 0,77$ dla S_{rg} . Przybliżone wartości promieni i powierzchni rażenia znajdujemy w "Vademecum z armii obcych". Dla celów długich gdy $A < B \wedge A < 2R_r$ wymaganą ilość trafień obliczamy ze wzoru:

$$W = \frac{B}{2R_r} \quad /IV-2.11./$$

Dla wybuchu w gruncie, co może mieć miejsce przy oddziaływaniu na cel pociskami raketowymi i bombami kierowanymi, promień rażenia obliczamy ze wzoru /III-3-16/

$$R_{rg} = f \cdot k_b \cdot \sqrt[3]{g} \quad /IV-2.12./$$

Dokonując obliczeń R_r według zależności IV-2.10. dla $K_s = 0,2$ i IV-2.12. dla $k_b = 0,77$ otrzymujemy następujące wyniki:

g	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
R_r	1,44	2,28	3,05	3,6	4,3	5,62	6,6	7,6	8,62	9,89	10,4
R_{rg}	2,06	2,63	3,01	3,31	3,6	4,08	4,49	4,76	5,14	5,41	5,56

Tabela IV-2.1. Promienie rażenia w zależności od wybuchu i masy materiału wybuchowego.

Z obliczeń wynika, że promienie te różnią się między sobą. W tabeli 1 i 6 umieściłem obliczone promienie rażenia dla obiektów betonowych / $k_b = 0,77$ / oraz odpowiadające im powierzchnie rażenia. Z wyników zawartych w tabeli IV-2.1. wynika, że przezorniej będzie brać pod uwagę R_{rg} jako, że jest on mniejszy od R_r .

Przewidując najmniej korzystny przypadek posługuję się wielkością R_{rg} . Dla różnych materiałów wartości współczynnika k_b przedstawia tabela IV-2.2.

Materiał	kb
grunt zwykły	1,07
skała	0,87
beton	0,77
żelbet	0,65

Tabela IV-2.2. Wartości współczynnika burzenia kb

4.2.1.2. Prognozowanie prawdopodobieństwa trafienia do celu o zadanych wymiarach

Prawdopodobieństwo trafienia zależy od wymiarów celu i uchylenia prawdopodobnego pocisku

$$P = f /A, B, E_a, E_b/ \quad /IV-2.13./$$

gdzie:

A, B - wymiary celu

E_a, E_b - uchylenia prawdopodobne wzdłuż boków.

Gdy środek rozrzutu /punkt celowania/ pokrywa się ze środkiem celu korzystamy z zależności /63, s. 262/

$$P = \hat{\Phi} / \frac{A}{2E_a} / \hat{\Phi} / \frac{B}{2E_b} / \quad /IV-2.14./$$

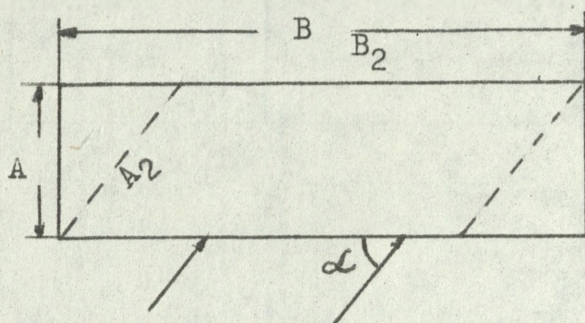
gdzie: $\hat{\Phi} / \frac{A}{2E_a} / = \frac{2g}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{A}{2E_a}} \exp /-g^2 t^2/ dt \quad /IV-2.15./$

$$g = 0,476936$$

$\hat{\Phi}$ - całka unormowanej funkcji Laplace'a.

Wartości całki unormowanej funkcji Laplace'a można znaleźć

w tabelach dla potrzebnych danych wejściowych A, B, E_a, E_b .
 Gdy uderzenie na obiekt mający kształt prostokąta /most, pas startowy/ nie odbywa się równoległe do któregoś z boków celu, a pod pewnym kątem-to do obliczeń przyjmujemy inne wymiary celu:



$$A_2 = \frac{A}{\sin \alpha}$$

$$B_2 = B - \frac{A}{\tan \alpha}$$

Rys. IV-2.1. Obliczeniowe wymiary celu.

Uzyskujemy dzięki temu wzrost długości boku A , co daje wzrost prawdopodobieństwa trafienia.

Ponadto w normalnych warunkach uchylenie w odległości jest większe niż uchylenie w kierunku $E_a > E_b$ dla rys. IV-2.1./.

Wzrost wymiarów celu kompensuje zwiększone uchylenie.

Przebieg zależności IV-2.14. przedstawia Rys. IV-2.2. i tabela 2

Utożsamiając prawdopodobieństwo trafienia celu z prawdopodobieństwem trafienia do koła, równego promieniowi rażenia to przy rozrzucie kołowym i braku błędów systematycznych prawdopodobieństwo trafienia obliczamy ze wzoru:

$$p = 1 - \exp \left[g^2 \left(\frac{R_r}{E} \right)^2 \right] \quad /IV-2.16./$$

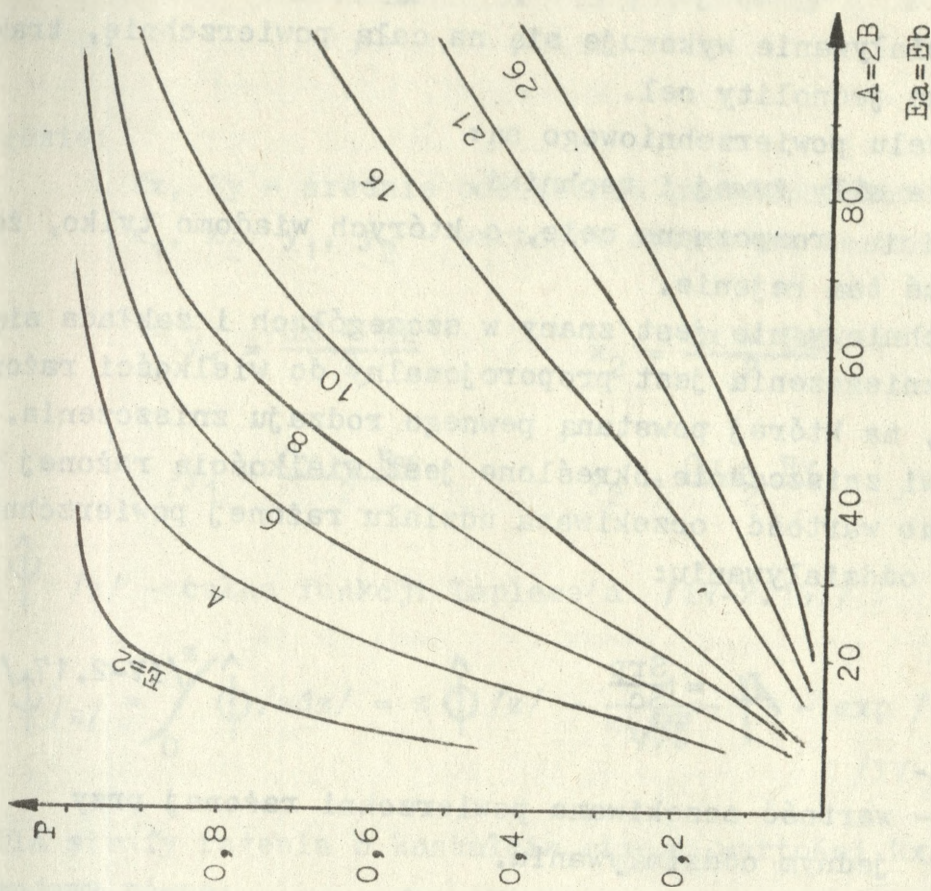
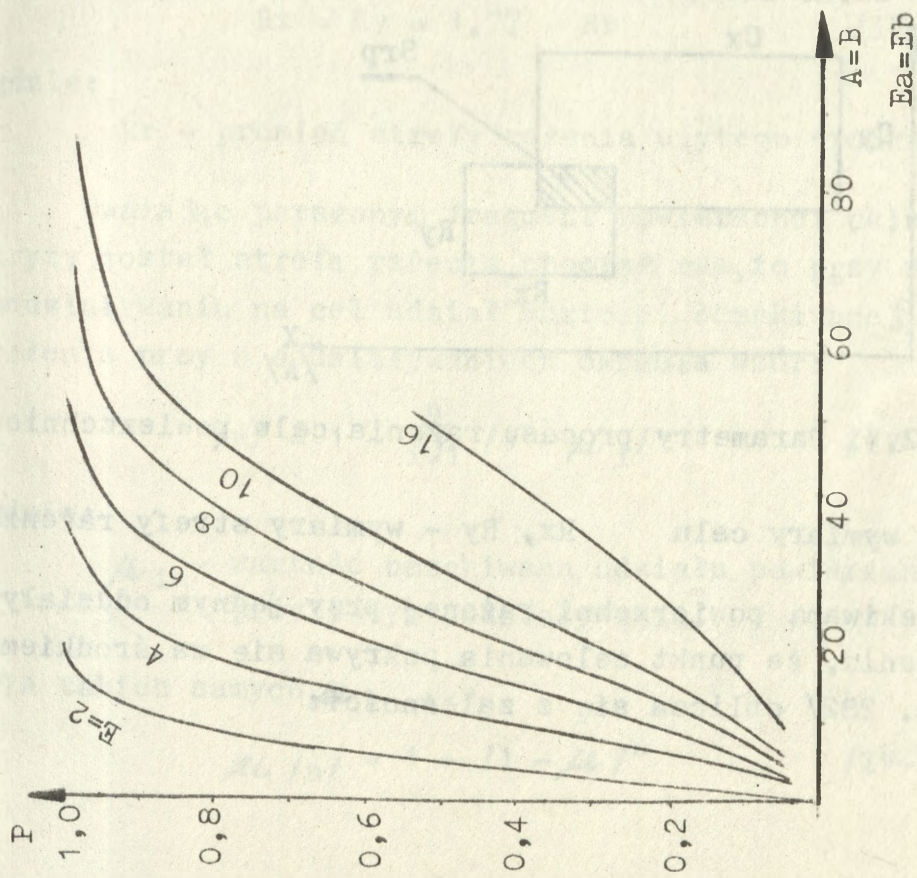
gdzie:

E - odchylenie prawdopodobne

R_r - promień rażenia

g - 0,477

Podobnie postępujemy gdy kształt celu może być zamieniony na okrąg podstawiając za R_r obliczeniowy R_c . Wzór ten możemy uważać za słuszny, gdy cel nie jest umocniony lub dla jądrowych środków rażenia dla znanego promienia rażenia w zależności od mocy ładunku.



E_a, E_b -odchylenia środkowe /m/. A, B-wymiary boków celu /m/.

Rys. IV-2.2. Prawdopodobieństwo trafienia do celu o wymiarach obliczeniowych A, B i odchyleniach środkowych E_a, E_b . Wykresy sporządzone na podstawie wyników obliczeń zawartych w tabeli 23 zrealizowanej programem #CPUD.

4.2.2. Prognozowanie efektów oddziaływania środków rażenia na cele powierzchniowe.

Oddziaływanie wykonuje się na całą powierzchnię, traktując ją jako jednolity cel.

Przykładem celu powierzchniowego są:

- zgrupowanie siły żywej i techniki,
- niecałkowicie rozpoznane cele, o których wiadomo tylko, że są w jakimś tam rejonie.

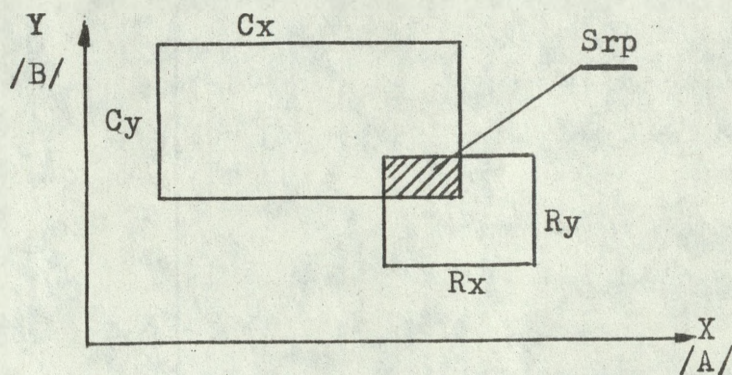
Cel powierzchniowy nie jest znany w szczegółach i zakłada się, że procent zniszczenia jest proporcjonalny do wielkości rażonej powierzchni, na której powstaną pewnego rodzaju zniszczenia. Zadane celowi zniszczenie określone jest wielkością rażonej powierzchni lub wartością oczekiwana udziału rażonej powierzchni przy jednym oddziaływaniu:

$$\mu = \frac{S_{rp}}{S_c} \quad /IV-2.17./$$

gdzie:

S_{rp} - wartość oczekiwana powierzchni rażonej przy jednym oddziaływaniu.

S_c - całkowita powierzchnia celu.



Rys. IV-2.3. Parametry procesu rażenia celu powierzchniowego

C_x, C_y - wymiary celu R_x, R_y - wymiary strefy rażenia.

Wartość oczekiwaną powierzchni rażonej przy jednym oddziaływaniu i założeniu, że punkt celowania pokrywa się ze środkiem celu /63, s. 282/ oblicza się z zależności:

$$\text{Srp} = E_x E_y \left[\hat{\Psi} / \frac{x_2}{E_x} / - \hat{\Psi} / \frac{x_1}{E_x} / \right] \times \left[\hat{\Psi} / \frac{y_2}{E_y} / - \hat{\Psi} / \frac{y_1}{E_y} / \right]$$

/IV-2.18./

gdzie:

E_x, E_y - średnie odchylenia prawdopodobne

x_1, x_2, y_1, y_2 - wartości obliczone ze wzorów:

$$x_1 = \frac{Cx - Rx}{2} \quad x_2 = \frac{Cx + Rx}{2}$$

$$y_1 = \frac{Cy - Ry}{2} \quad y_2 = \frac{Cy + Ry}{2}$$

$\hat{\Psi} / z /$ - całka funkcji Laplace'a /IV-2.15./

$$\hat{\Psi} / z / = \int_0^z \hat{\Phi} / z dz / = z \hat{\Phi} / z / - \frac{1}{g\sqrt{\pi}} \left[1 - \exp / -g^2 z^2 / \right]$$

/IV-2.19./

Dla strefy rażenia o kształcie okręgu wartości R_x, R_y przyjmujemy równe:

$$R_x = R_y = 1,77 \cdot R_r \quad /IV-2.20./$$

gdzie:

R_r - promień strefy rażenia użytego środka.

Uważając porażonym fragment powierzchni celu, który pokryty został strefą rażenia chociaż raz, to przy równomiernym oddziaływaniu na cel udział wartości oczekiwanej powierzchni rażenia przy n oddziaływaniach określa wzór:

$$/n/ = 1 - \prod_{i=1}^n /1 - \mu_i/ \quad /IV-2.21./$$

gdzie:

μ_i - wartość oczekiwana udziału powierzchni rażonej przy i -tym oddziaływaniu.

Dla takich samych μ_i

$$\mu /n/ = 1 - /1 - \mu /n/ \quad /IV-2.22./$$

Obliczenia zależności IV-2.18 i IV-2.17. realizuje załączony program # CPOW a wyniki obliczeń zawiera tabela 24. Z definicji celu powierzchniowego należy przypuszczać, że będzie on rażony bombami niekierowanymi, kasetowymi i specjalnymi. Środki rażenia kierowane będą używane na cele o wyraźnie rozpoznanych konturach lub wyraźnie określonym położeniu.

4.2.3. PROGNOZOWANIE ILOSCI ŚRODKÓW DO RAŻENIA CELU BOMBARDIERSKIEGO

4.2.3.1. Cel wymagający bezpośredniego trafienia

Jako niewiadoma wymagająca określenia występuje ilość prób n /ilość pocisków/, które na obiekt muszą być wykonane /skierowane/. Znajomość n pozwoli nam określić ilość SNP, które przeniosą potrzebną ilość pocisków. Opierając się na uwagach rozdziału 3.1. zależność IV-2.4. musi zostać uzupełniona o współczynniki uwzględniające niezawodność techniczną i odporność na zakłócenia.

Z doświadczeń konfliktu falklandzkiego wiadomo, że około 30 % bomb z tych, które trafiły okręty brytyjskie nie wybuchła ze względu na wadliwie działające zapalniki.

Dla pocisków kierowanych wprowadzony współczynnik odporności na zakłócenia pozwoli uwzględnić przedsięwzięcia obrony zmierzające do obniżenia poziomu strat.

Wzór IV-2.4. przyjmie teraz postać:

$$W/n/ = 1 - /1 - \frac{K_{st} \cdot K_{oz} \cdot P}{w}/^n \quad /IV-2.23./$$

gdzie:

K_{st} - współczynnik sprawności technicznej

K_{oz} - współczynnik odporności na zakłócenia.

Dla pocisków niekierowanych $K_{oz} = 1$.

Wymaganą ilość pocisków obliczyć można z zależności:

$$n = \frac{\log /1 - Wz/}{\log /1 - \frac{K_{st} \cdot K_{oz} \cdot P}{w}} \quad /IV-2.24./$$

gdzie:

Wz - wymagane prawdopodobieństwo wykonania zadania.

Liczbę samolotów /SNP/ do wykonania zadania obliczymy ze wzoru:

$$N_s = \frac{n}{N_{s1} \cdot K_{sts} \cdot K_{sb} \cdot P_w} \quad /IV-2.25./$$

gdzie:

N_{s1} - ilość pocisków przenoszona przez jeden SNP

K_{sts} - współczynnik sprawności technicznej SNP

K_{sb} - współczynnik pokonania POP

P_w - p-stwo wykrycia celu przez samolot.

Zależność powyższa dotyczy SNP jednorodnych.

K_{sts} wynosi 0,7, a dla najnowszej generacji SNP $K_{sts} = 0,8$.

Współczynnik pokonania OP zależy od skuteczności POP i by skuteczność tę obniżyć tworzy się grupy zabezpieczenia.

Przedstawiony tok postępowania jest jednym z możliwych. Wykorzystanie EMC do obliczeń dość skomplikowanych zależności ułatwiło i udokładniło wyniki obliczeń. W metodzie przyjąłem pewne sygnalizowane ograniczenia, które były konieczne, aby nie komplikować obliczeń. W podany sposób obliczyć można liczbę SNP do przenoszenia środków burzących.

Dodatkowo należy uwzględnić SNP do przenoszenia bomb zapalających, których ilość może wynosić /115/:

- obiekty z magazynami - 20 % bomb burzących,
- obiekty o średniej i lekkiej zabudowie do 30 %,
- obiekty łatwopalne do 50 %,
- inne obiekty do 10-15 % ciężaru bomb burzących.

Ponadto dla utrudnienia napraw takich obiektów jak lotniska, autostrady i inne stosuje się minowanie tych obiektów.

Do obliczeń wymaganej ilości środków rażenia musimy przyjąć wartość odchylenia środkowego E .

Katalogowe dane jako element zastraszania przeciwnika metodami pokojowymi odpowiadają idealnym warunkom zastosowania środka rażenia i wyniki obliczeń na podstawie tych danych można uważać za bardzo optymistyczne ze strony przeciwnika. By uzyskać pewną weryfikację danych katalogowych, w ich opracowaniu korzystałem z różnych źródeł.

I tak odchylenia środkowe dla bomb niekierowanych

$$E = 20 - 35 \text{ m /67/} \quad \text{i} \quad E = 15 - 60 \text{ m /15/}$$

Dla kierowanych bomb lotniczych $E = 3 - 6 \text{ m /39/}$

$$E = 5 - 10 \text{ m /80/} \quad \text{i} \quad E = 1,5 - 5 \text{ m /112/}.$$

Dla kierowanych pocisków raketowych klasy p-z $E = 1 - 10$ w zależności od typu układu naprowadzania /37/. Do obliczeń przyjmijmy obliczeniowe wymiary celu zawarte w tabelicy 16.

Uwzględnij także wskazówkę, że do zniszczenia mostu lub wiaduktu żelbetowego wymagane są 2-3 trafienia bomb średniego kalibru /250 funtów/ lub 1-2 dużego kalibru /91/ /500 funtów/. Na pas startowy o długości 2500 m trzeba wybrać 4 miejsca uderzeń tak aby pas podzielić na odcinki o długości mniejszej niż minimalna długość rozbiegu lub dobiegu samolotów, któreby na tym lotnisku musiały lądować lub startować. W rejonie każdego miejsca trzeba 2-3 trafić bomb dużego kalibru /91/ /250-500 funta/. Lotnisko jest celem powierzchniowym.

W katalogu danych środków rażenia oraz przytoczonych wcześniej pozycjach literatury znajdujemy także typy obiektów, na które poszczególne środki rażenia były w konfliktach lokalnych najczęściej używane.

Wyniki analizy par cel bombardierski - środek rażenia przedstawia tabela IV-2.3.

Tabela IV-2.3 umożliwia prognozę typów środków rażenia, które mogą być na dany cel użyte. Daje ona podstawę do racjonalnego wyboru środków rażenia i uniknięcia braku obiektywizmu. Zawiera ona tylko niektóre cele przydatne do dalszych obliczeń.

Tabela IV-2.3.

Typ celu	Typ środka rażenia
Most	BN: MK-83, 84, M-117, M, 118 BK: na bazie powyższych KB: BAP-100 PZ: Maverick, Bull A, Bull-B
Pas startowy	BN: MK-82, 83, 84 BK: na bazie powyższych KB: BAP-100, Durandull
Sprzęt bojowy na stanowiskach	BN: MK-81, 82, 83, 84 KB: BD-1, Beluga, BAT-120, BAP-100 PZ: Maverick
SD. Umocnione cele punktowe	BN: MK-83, 84, M-117, M-118 BK: na bazie powyższych KB: BAT-120 PZ: Bull A, Bull B
Pracujące RLS	PZ: Shricke, Standard ARM, Harm AS-37 Maverick: także niepracujące.
Siła żywa	BN: MK-81, 82 KB: BD-1, BL-755, Rockeye-II

Użyte skróty: BN - bomby niekierowane

BK - bomby kierowane

KB - kasety

P-Z - pociski kierowane klasy powietrze-ziemia.

Uwzględniając wymienione uwagi dokonałem obliczeń wymaganej ilości środków rażenia dla minimalnych i maksymalnych odchyłeń środkowych E bez uwzględniania niezawodności i odporności na zakłócenia wg wzoru IV-2.23. Jakikolwiek zakłócenia powodują wzrost odchylenia środkowego E, co w obliczeniach ma miejsce.

Dla niekierowanych bomb lotniczych odchylenie w kierunku jest równe $\frac{2}{3}$ odchylenia w odległości. Na cele długie uderzenie wykonuje się pod kątem $\alpha = 30^\circ$ /rys. 4-2.1./.

Wymagane prawdopodobieństwo wykonania zadania $W_z = 0,7$.

Z bomb kierowanych uwzględniłem bombę GBU-8 na bazie bomby MK-84 i GBU-9 na bazie bomby M-118. Pozostałe bomby w większości są na bazie tych samych bomb więc ilości wymagane będą identyczne. O przydatności danej bomby kierowanej w konkretnych warunkach może decydować jej zasięg lotu i pomocna jest tu tabela IV-1.6.

Uprościć znacznie obliczenia możemy korzystając z wzoru na ilość sukcesów przy znanym prawdopodobieństwie sukcesu w jednej próbie:

$$p / n + 1/ - 1 \leq m < p / n + 1/ \quad /IV-2.26./$$

gdzie:

- p - prawdopodobieństwo sukcesu w jednej próbie
- m - wartość oczekiwana liczby sukcesów
- n - konieczna ilość prób.

W tym wypadku m oznacza konieczną liczbę trafień, a n ilość środków zapewniającą tę ilość trafień.

Wyniki uzyskujemy bardzo zbliżone.

4.2.3.1.a. Wnioski.

1. Dla każdego celu widać przewagę środków kierowanych nad środkami niekierowanymi.
2. Wzrost skuteczności środków kierowanych widoczny jest szczególnie przy celach małych /schron, antenna RLS/.
3. Pocisk SHRICKE ma mniejszą skuteczność od pozostałych naprowadzających się na RLS.
4. Wzrost skuteczności kierowanych bomb lotniczych rekompensuje wzrost kosztów układów naprowadzania.
5. Potwierdzają się przytaczane opinie ekspertów zachodnich o nowej jakości środków rażenia pozwalającej obniżyć normy liczby SNP niezbędnych do niszczenia obiektów nawet do pojedynczych samolotów /bomby specjalne, kasetowe/.
6. Logiczna zgodność uzyskanych wyników z głoszonymi opiniami pozwala przypuszczać, że mogą one mieć odbicie w prognozowanej rzeczywistości, a nie są wytworem zupełnie abstrakcyjnym.

Tabela IV-2.4.

Wyniki obliczeń środków rażenia dla celów
wymagających bezpośredniego trafienia.

Cel bombardierski	Most	SD	Pas Start	Antena RLS
Wymiary /r/	12 x 90	15 x 30	40 x 1300	10 x 10
Potrzebna ilość środków rażenia				
MY-81	-	-	-	23/140
MK-82	-	-	4/3	23/140
MK-83	10/50	45/200	2/6	23/140
MK-84	8/35	35/150	1/3	23/140
MK-113	8/35	9/90	-	23/140
PUL-A	10	40	-	-
PUL-B	8	19	-	-
MAV	5	15	-	2
SHRICKE	-	-	-	7/15
STANDARD	-	-	-	3
HARM	-	-	-	1
GBU-3	3/8	6/23	1/1	1/17
GBU-9	3/8	3/13	1/1	1/17
Durandal	2-3	-	2-3	-
BAP-100	2-3	-	4-5	-

U w a g a : W liczniku dla BK, - E=2, dla PBE=15, dla PZ E=E_{min}
z tabeli 6.
W mianowniku: dla PBE=10, dla BN=35, dla PZE=H_{maks}
z tabeli 6.
BK-bomby kierowane, BN-bomby niekierowane,
PZ-pociski klasy powietrze-ziemia.
Dla pasa startowego ilość środków należy pomnożyć
x 4.

7. Przytoczona metoda można dokonać obliczeń dla celów o innych wymiarach przy innych założeniach dopasowując się do spodziewanej sytuacji.

Do obliczeń możemy wykorzystywać tabele wartości całki $\oint /K/$, oraz tabele funkcji $V = 1 - /1 - p/n$ zamieszczone w dowolnej literaturze, załączony program # CPUD lub tabelę 23.

4.2.3.2. Cel powierzchniowy

Dokonać obliczeń wymaganej ilości środków rażenia przy oddziaływaniu powierzchniowym. Jako środki rażenia uwzględnić niekierowane bomby lotnicze, kasety bombowe i bomby specjalne.

Obliczeń dokonać według metody opisanej w rozdziale 4.2.2.

Powierzchnię rażenia Srp obliczam z zależności IV-2.10. dla stref silnego burzenia i stref średniego burzenia.

Odchylenia prawdopodobne E przyjmuję tak jak poprzednio dla celów wymagających bezpośredniego trafienia. Podobnie postępuję z kasetowymi środkami rażenia i bombami specjalnymi.

Bomba specjalna BAP-100 podwieszana jest najczęściej pod kadłubem na adaptorach w ilości 2 x 9, 3, 6 bomb. Odstępy między upadkami bomb można zaprogramować na 100, 250 i więcej metrów. Nadają się do niszczenia dróg startowych i celów powierzchniowych. Bomba BAP-120 także zrzucana jest według programu i przenoszona jest na adaptorze po 8 i 6 sztuk.

Bomba Durandall przeznaczona jest do niszczenia pasów startowych. Zrzucana jest według programu podobnie jak dwie poprzednio wymienione. Zakrzywienie toru lotu uzyskuje się spadochronem hamującym.

Bomba Beluga jest bombą także ze spadochronem hamującym fragmentaryzującą się.

Zakładając różną wrażliwość celów do obliczeń przyjąłem dla celów w obwałowaniach strefy silnego burzenia, a dla ce-

łów bez obwałowań strefy średniego burzenia. Dla bomb kasetowych większe powierzchnie rażenia dla celów bardziej wrażliwych.

Wyniki obliczeń zawiera tabela IV-2.6.

Dużą skuteczność zauważamy dla kaset i bomb specjalnych. Z kaset jest uwzględniana tylko kasetka BD-1 skonstruowana dla samolotu Tornado. Kasetka BL-755 ma możliwości takie same jak bomba Beluga /tabela 2/.

Dla bomb niekierowanych obliczeń dokonałem dla minimalnych odchyień bombardowania, a więc dla optymistycznego wariantu dla przeciwnika. Jest to ilość minimalna jaka może być użyta na obiekty, wymagająca specjalnych sposobów bombardowania z lotu nurkowego. Sposób ten zwiększa wrażliwość SNP na oddziaływanie POP /rośnie Ksb we wzorze IV-2.25/.

Masa bomb jest tak duża, że ogranicza możliwości manewrowe samolotu dając ten sam co wyżej opisany efekt. Dla bomb kasetowych i specjalnych obliczeń dokonałem dla tych samych odchyień, których uzyskanie w tym wypadku jest łatwiejsze i nie wymaga narażania się na działanie POP.

Tabele IV-2.4. i IV-2.6. pozwalają udokładnić tabelę norm rażenia obiektów, gdzie nie precyzuje się konkretnego środka rażenia ani wymiarów obiektu.

4.2.3.2.a. Wnioski

1. Bardzo duża ilość bomb niekierowanych do zniszczenia samolotów w obwałowaniach, a jeszcze większa dla samolotów w schronach implikuje tendencję do blokowania lotnisk przez niszczenie dróg startowych i minowanie.
2. Dla bomb specjalnych i kasetowych możliwe jest rażenie powierzchniowe.
3. Wyraźne korzyści widać z umocnienia celu np.: antena RIS, schron, a RSWP i SNR jako cel powierzchniowy. Podobnie samoloty w obwałowaniach, a samoloty na stanowiskach bez obwałowań.
4. SNP mając środki kasetowe lub bomby specjalne może uderzać

Tabela IV-2.5.

Możliwości przenoszenia środków rażenia przez ŚNP

Środek rażenia	T Y P Ś N P								
	F-4	T-14	F-16	F-18	TOR	JAG	F-111	F-104	F-15
MK-81	24	-	19	27	-	24	26	-	18
MK-82	24	14	11	15	8	11	30	-	3
MK-83	11	8	9	8	-	8	8	-	-
MK-84	3	4	4	4	-	-	6	-	-
MK-118	3	-	-	-	-	-	-	2	-
BUL-A	4	-	-	-	-	-	-	2	-
BUL-B	2	-	6-8	4	-	-	4	-	-
MAVERICK	4	-	2	-	-	-	4	-	3
Pociski P-Z	4	-	4	-	-	-	4	-	2-3
BX	2	4	9	8	2	2	4	2	-
Bemga	4	6	5	5	6	5	4	2	-
Durandal	6	6	-	-	4	-	4	-	-
BD-1	-	12-18	12-18	12-18	12-19	32	-	12-18	-
BAP-100	12-18	8x6	5x6	5x6	6x6	5x6	5x6	2x6	-
EAT-120	5x6	-	-	-	-	-	-	-	-

B-K - bomby kierowane

Z r ó d ł o : Katalog sprzętu lotniczego państw NATO. MON Warszawa 1980.

Wyniki obliczeń środków rażenia do celów powietrznych.

Nazwa celu	Wymiary celu /m/	ŚRODEK RAŻENIA						Belluga	BAT 120
		MK 81	MK 82	MK 83	III 84	ED-1			
Stanowiska startowe RCT	150 x 50	17/5	8/2	3/1	3/1	0,18	2/1	5/2	
Samoloty w obwałowaniach 6 samolotów	200 x 200	-	-	300/80	120/37	1	10/3	40/12	
Samoloty na stanowiskach bez obwałowań 6 samolotów	400 x 200	200/50	90/25	24/7	9/3	0,12	10/3	50/20	
RSWP, SFR	100 x 100	23/7	10/3	3/1	1/1	0,25	3/1	10/3	
RLS + Wysokościomierz	200 x 200	100/25	40/12	11/4	4/1	1	6/2	40/12	
SD w składzie 4 RLS	200 x 400	200/50	90/25	24/7	9/3	2/1	24/7	50/20	
Artyleria F-lot. pluton 3 działa	100 x 100	23/7	10/3	3/1	1/1	0,5	3/1	10/3	

W liczniku podano ilości do zniszczenia, w mianowniku do obezwładnienia.

na kilka obiektów po jednym zejściu lub wykonywać kilka uderzeń z kilku zejść na ten sam obiekt.

4.2.4. Frognozowanie ilości SNP do rażenia obiektu

W oparciu o dane z tabel IV-2.4,5,6. obliczę ilość SNP, które powinny uderzyć na obiekt aby go zniszczyć. Obliczeń dokonam dla poszczególnych wariantów uzbrojenia. Obliczę także prawdopodobieństwo rażenia celu przez jeden SNP w danym wariantcie uzbrojenia. Przy obliczeniach skorzystam z zależności IV-2.25 i przekształconej IV-2.23. dla współczynników wchodzących do wzorów $K_{sts} = 0,75 - 0,8$.

Prawdopodobieństwo wykrycia celu $P_w = 1,0$ i prawdopodobieństwo pokonania OP przyjmę $K_{sb} = 1,0$.

Przyjęta wartość K_{sts} jest współczynnikiem bezpieczeństwa uwzględniającym wpływ realnych warunków na dokładność celowania.

Wyniki obliczeń zawierają tabele IV-2.7., IV-2.8.

Dla celów wymagających bezpośredniego trafienia /tabela IV-2.7./ widać wzrost prawdopodobieństwa rażenia celu przy stosowaniu kierowanych środków rażenia i małej wrażliwości celu /np. schron/. Wzrost ten jest 5-6-krotny dla optymistycznych wartości odchyłek środkowych bomb niekierowanych.

Dla obiektów o większych wymiarach /rost, pas startowy/ bardzo skuteczne są bomby specjalne /Durandall, BAP-100/, których zrzut jest programowany zależnie od długości obiektu. Do wykonania zadania, jak wynika z obliczeń, wystarczą jeden samolot. Dla pasa startowego w skrajnych przypadkach uzyskano wynik - 1 samolot - co by oznaczało, że musiałby on wykonać 4 zejścia nad pas. Dając 4 samoloty, które wykonają po jednym zejściu-zadanie wykonane.

Gdy cel jest bardzo wrażliwy, ale o małych wymiarach /antena RLS/ i do rażenia wystarczy jedno trafienie dowolnego z posiadanych środków rażenia, średnia ilość SNP dla bomb

niekierowanych równa jest maksymalnej ilości SNP dla środków rażenia kierowanych.

Dla celów powierzchniowych widać wyraźny wpływ wrażliwości celu /samoloty w obwałowaniach, samoloty bez obwałowań/ jak i dużą skuteczność bomby specjalnej i kasetowej /prawdopodobieństwo rażenia celu rośnie 10-15 razy/.

Zawarte w tabelach wyniki potwierdzają przytaczane za prasą zachodnią jakościowe i ilościowe korzyści wynikające ze stosowania nowych środków rażenia.

4.2.5. Wnioski

1. Liczba SNP do wykonania zadania może być bardzo mała.
2. Dla celów umocnionych /o zmniejszonej wrażliwości/ wyrażnie skuteczniejsze są SNP używające kierowanych środków rażenia.
3. Dla celów wrażliwych powierzchniowych nie widać specjalnych zalet i decydować tu może fakt istnienia lub braku bezpośredniej obrony.
4. Przy oddziaływaniu środkami kasetowymi, specjalnymi i konwencjonalnymi na kierunek nalotu wpływ mają wymiary obiektu. Środki kasetowe i specjalne wzdłuż, natomiast konwencjonalne pod kątem do dłuższego boku.

Po uzyskaniu informacji ile SNP powinno znaleźć się nad celem, aby go zniszczyć niewiadomą, pozostaje sposób pokonywania obrony powietrznej zapewniający najmniejsze straty SNP.

Jak to prognozować proponuję w rozdziale następnym.

Ilość ŚNP do rażenia celów wymagających bezpośredniego trafienia i prawdopodobieństwo rażenia celu przez jeden ŚNP.

Nazwa celu i jego wymiary	Środek rażenia	Typ środka napadu powietrznego przeciwnika						
		F-4	F-16	F-18	TOR	JAG	F-111	F-104
MOST 12 x 90 m	MK-83	$\frac{1,3-8,0}{0,7-0,2}$	$\frac{1,6-9,5}{0,6-0,2}$	$\frac{1,8-10,7}{0,6-0,2}$	$\frac{1,8-10,7}{0,6-0,2}$	$\frac{1,8-10,7}{0,6-0,2}$	$\frac{1,8-10,7}{0,6-0,16}$	
	MK84	$\frac{2,8-17}{0,4-0,12}$	$\frac{2,8-12,5}{0,5-0,15}$	$\frac{2,8-12,5}{0,5-0,15}$	$\frac{2,8-12,5}{-}$	-	$\frac{2,0-8,3}{0,6-0,22}$	-
	M-118	$\frac{1,3-8,0}{0,7-0,2}$	-	-	-	-	$\frac{2,0-8,3}{0,6-0,22}$	
	BUL-A	$\frac{3,5}{0,42}$	-	-	-	-	-	$\frac{7,2}{0,24}$
	BUL-B	$\frac{5,7}{0,3}$	-	-	-	-	-	$\frac{5,7}{0,3}$
	MAVER	$\frac{1,8}{0,6}$	-	$\frac{1,0}{0,85}$	$\frac{1,8}{0,6}$	-	$\frac{1,8}{0,6}$	
	B.Kier	$\frac{2,2-5,7}{0,5-0,3}$	$\frac{1-2,9}{0,85-0,5}$	-	$\frac{2,2-5,7}{0,5-0,3}$	$\frac{2,2-5,7}{0,5-0,3}$	$\frac{1,0-2,9}{0,85-0,5}$	-
	DURAND	$\frac{0,7}{1,0}$	$\frac{0,85}{1,0}$	$\frac{0,85}{1,0}$	$\frac{0,7}{1,0}$	$\frac{0,85}{1,0}$	$\frac{1,0}{0,85}$	$\frac{2,14}{0,55}$
SCHRON SD 15 x 30 m	MK-83	$\frac{5,8-26}{0,3-0,07}$	$\frac{7,2-32}{0,2-0,05}$	$\frac{8-36}{0,2-0,05}$	$\frac{8-36}{0,2-0,05}$	$\frac{8,0-36}{0,2-0,05}$	$\frac{8,0-36}{0,2-0,05}$	-
	MK-84	$\frac{17-71}{0,1-0,03}$	$\frac{12-53}{0,2-0,04}$	$\frac{12-53}{0,2-0,04}$	-	-	$\frac{8-36}{0,2-0,03}$	-
	M-118	$\frac{4,3-43}{0,4-0,04}$	-	-	-	-	$\frac{2,2-22}{0,5-0,1}$	-
	BUL-A	$\frac{14,2}{0,13}$	-	-	-	-	-	$\frac{28,5}{0,06}$
	BUL-B	$\frac{13,6}{0,12}$	-	-	-	-	-	$\frac{13,6}{0,12}$
	MAVER	$\frac{5,4}{0,35}$	$\frac{3,6-2,7}{0,4-0,45}$	$\frac{5,4}{0,35}$	-	-	$\frac{5,4}{0,35}$	-
	GBU-8	$\frac{4,3-17}{0,4-0,1}$	$\frac{2,2-8,2}{0,5-0,22}$	-	$\frac{4,3-16,0}{0,4-0,1}$	$\frac{4,3-16,8}{0,4-0,1}$	$\frac{2,2-8,2}{0,5-0,22}$	$\frac{4,3-16,5}{0,4-0,1}$
	GBU-9	$\frac{2,2-9,3}{0,5-0,2}$	$\frac{1-18,6}{0,85-1,0}$	-	$\frac{2,2-9,3}{0,5-0,2}$	$\frac{2,2-9,3}{0,5-0,2}$	$\frac{1,0-18,5}{0,85-0,1}$	$\frac{2,2-9,3}{0,5-0,2}$
PAS STARTOWY 40 x 1800	MK-82	$\frac{1,0-2,0}{0,8-0,6}$	$\frac{1,6-3,3}{0,6-0,5}$	$\frac{1,5-3,0}{0,6-0,5}$	$\frac{2,9-5,7}{0,5-0,3}$	$\frac{2,0-4,2}{0,6-0,4}$	$\frac{0,8-1,5}{1,0-0,6}$	-
	MK-83	$\frac{1,0-3,2}{0,8-0,6}$	$\frac{1,4-4,3}{0,7-0,4}$	$\frac{1,4-2,8}{0,7-0,6}$	$\frac{1,4-2,8}{0,7-0,6}$	$\frac{1,4-2,8}{0,7-0,6}$	$\frac{1,4-2,8}{0,7-0,6}$	-
	MK-84	$\frac{2,0-5,7}{0,5-0,3}$	$\frac{1,4-4,3}{0,7-0,4}$	$\frac{1,4-4,3}{0,7-0,4}$	$\frac{1,4-4,3}{0,7-0,4}$	-	$\frac{0,9-2,8}{0,9-0,5}$	-
	GBU-8	$\frac{3,0}{0,4}$	$\frac{1,4}{0,7}$	-	$\frac{3,0}{0,4}$	$\frac{3,0}{0,4}$	$\frac{1,4}{0,7}$	-
	GBU-9	$\frac{3,0}{0,4}$	$\frac{1,4}{0,7}$	-	$\frac{3,0}{0,4}$	$\frac{3,0}{0,4}$	$\frac{1,4}{0,7}$	-
	DURAN	$\frac{1,2-2,0}{0,7-0,6}$	$\frac{1,5}{0,65}$	$\frac{1,5}{0,65}$	$\frac{1,2-2,0}{0,7-0,6}$	$\frac{1,5}{0,65}$	$\frac{1,4}{0,7}$	$\frac{3,0}{0,5}$
	BAP100	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$
	ANTENA R L S 10 x 10 m	MK-81	$\frac{1,4-8,3}{0,7-0,2}$	$\frac{1,7-10,5}{0,6-0,2}$	$\frac{1,2-7,4}{0,7-0,2}$	-	$\frac{1,4-8,3}{0,7-0,2}$	$\frac{1,3-7,4}{0,7-0,2}$
MK-82		$\frac{1,4-8,3}{0,7-0,2}$	$\frac{3,0-18,0}{0,5-0,1}$	$\frac{2,2-13,3}{0,5-0,1}$	$\frac{4,1-25}{0,4-0,1}$	$\frac{3,0-18,2}{0,5-0,1}$	$\frac{1,0-6,7}{0,9-0,2}$	-
MK-83		$\frac{3,0-18}{0,5-0,1}$	$\frac{4,1-25}{0,4-0,1}$	$\frac{4,1-25}{0,4-0,1}$	$\frac{4,1-25}{0,4-0,1}$	$\frac{4,1-25}{0,4-0,1}$	$\frac{4,1-25}{0,4-0,1}$	-
MK-84		$\frac{11-66}{0,1-0,04}$	$\frac{8,2-50}{0,2-0,04}$	$\frac{8,2-50}{0,2-0,04}$	-	-	$\frac{5,5-33}{0,3-0,06}$	-
M-118		$\frac{11-66}{0,16-0,1}$	-	-	-	-	$\frac{5,5-33}{0,3-0,06}$	-
MAVER		$\frac{0,7}{0,85}$	-	$\frac{0,4}{0,95}$	$\frac{0,7}{0,85}$	-	-	-
SHRIC		$\frac{2,5-5,4}{0,5-0,3}$	-	$\frac{5,0-11}{0,3-0,2}$	-	-	-	-
STAND		$\frac{1,0}{0,85}$	-	$\frac{2,2}{0,55}$	-	-	-	-
HARM		$\frac{0,4}{1,0}$	-	$\frac{0,4}{1,0}$	-	-	-	-
GBU89	$\frac{0,7-12}{1,0-0,2}$	$\frac{0,4-6,0}{1,0-0,3}$	-	$\frac{0,7-12}{1,0-0,2}$	$\frac{0,7-12}{1,0-0,2}$	$\frac{0,4-6,0}{1,0-0,3}$	-	

Obliczenia wykonano dla maksymalnych wariantów przenoszenia środków rażenia. prawdopodobieństwa wykrycia celu $P_w=1,0$ i prawdopodobieństwa pokonania POP $K_{sb}=1,0$. W liczniku podano ilość ŚNP. W mianowniku podano prawdopodobieństwo rażenia celu przez jeden ŚNP.

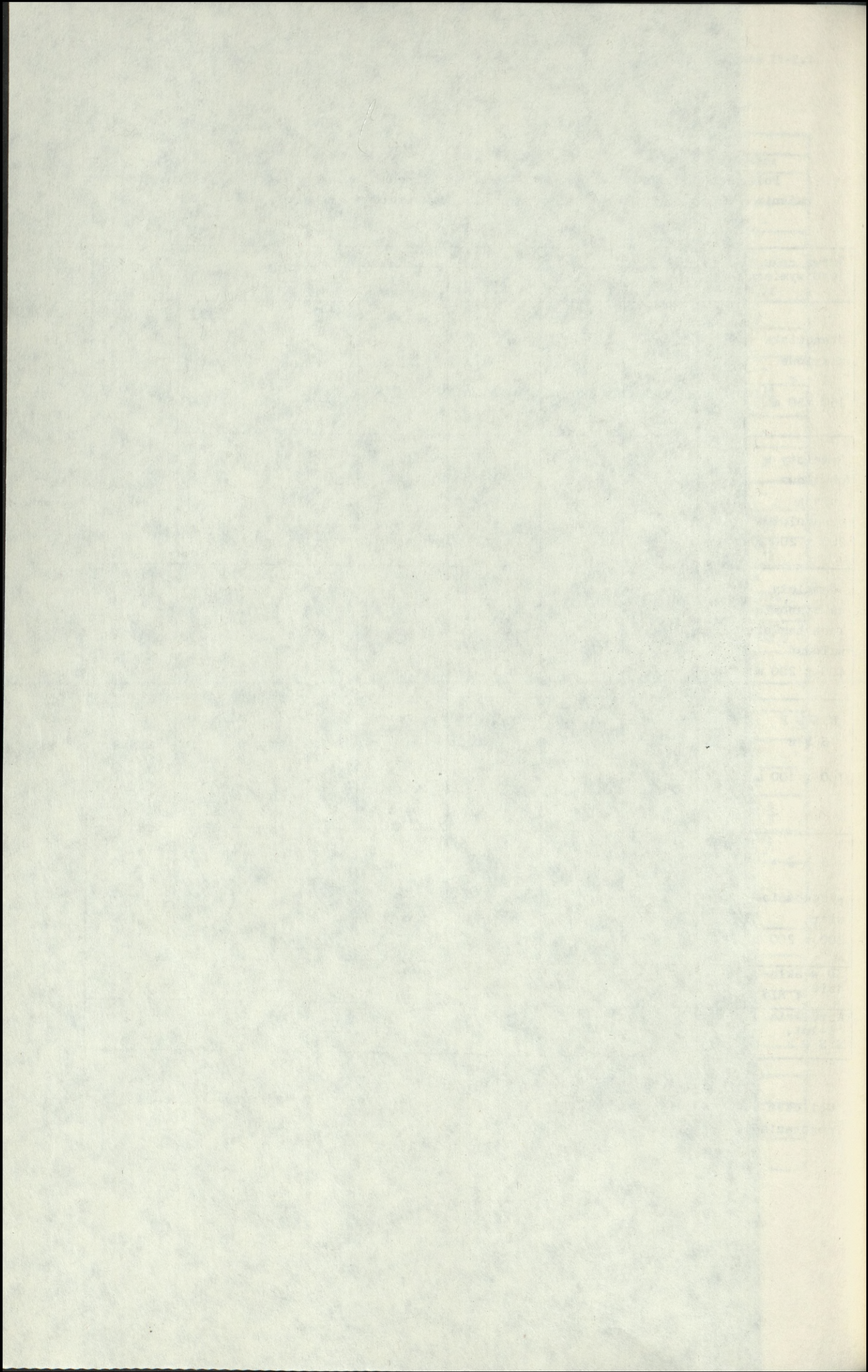
Tabela IV.2.8.

Poligonowa liczba SNP do rażenia celu powierzchniowego i prawdopodobieństwo rażenia celu przez jeden SNP w zależności od wariantu uzbrojenia.

Nazwa celu i jego wymiary	Typ SNP	Środek rażenia						
		MK-81	MK-82	MK-83	MK-84	BD-1	Beluga	BAT-120
Stanowiska startowe R O T 150 x 50 m	F-4	1,0/0,7	0,5/1,0	0,4/1,0	1,5/0,5	-	0,7/1,0	0,4/1,0
	F-14	-	0,8/1,0	0,5/1,0	1,0/0,7	-	0,5/1,0	0,4/1,0
	F-16	1,3/0,6	1,0/0,7	0,5/1,0	1,0/0,7	-	0,3/1,0	0,4/1,0
	F-18	0,9/0,8	0,8/0,9	0,5/1,0	1,0/0,7	-	0,4/1,0	0,4/1,0
	Tor.	-	1,5/0,5	0,5/1,0	-	0,2/1,0	0,4/1,0	0,4/1,0
	Jag.	1,0/0,7	1,0/0,7	0,5/1,0	-	-	0,6/1,0	0,4/1,0
	F111	0,9/0,8	0,4/0,9	0,5/1,0	0,7/1,0	-	0,7/1,0	0,4/1,0
	F104	-	-	-	-	-	1,5/0,5	1,0/0,7
	F-15	-	0,6/1,0	1,5/0,5	-	-	-	-
Samoloty w obwałowaniach 6 samolotów 200 x 200 m	F-4	-	-	39/0,03	57/0,02	-	3,6/0,3	2,0/0,5
	F14	-	-	54/0,02	43/0,03	-	1,2/0,6	1,5/0,6
	F-16	-	-	48/0,03	49/0,03	-	1,3/0,6	2,0/0,5
	F-18	-	-	54/0,02	43/0,03	-	1,2/0,6	2,0/0,5
	Tor.	-	-	54/0,02	-	1,0/0,7	1,2/0,6	1,3/0,6
	Jag.	-	-	54/0,02	-	-	3,0/0,4	1,0/0,7
	F111	-	-	54/0,02	29/0,04	-	3,6/0,3	2,0/0,5
	F104	-	-	-	-	-	7,0/0,2	4,0/0,3
	F-15	-	-	57/0,02	-	-	-	-
Samoloty na stanowiskach bez obwałowań 400 x 200 m	F-4	12/0,1	6,0/0,2	3,2/0,4	4,3/0,25	-	3,6/0,4	2,4/0,4
	F-14	-	9,2/0,1	4,3/0,3	3,3/0,40	-	2,4/0,4	1,5/0,5
	F-16	15/0,03	12/0,1	4,0/0,3	3,2/0,34	-	1,3/0,6	2,4/0,4
	F-18	10/0,11	8,6/0,1	4,3/0,3	3,2/0,34	-	1,8/0,5	2,4/0,4
	Tor.	-	16/0,07	4,3/0,3	-	0,1/1,0	1,8/0,5	2,0/0,5
	Jag.	12/0,1	12/0,1	4,3/0,3	-	-	2,9/0,4	2,4/0,4
	F111	10/0,1	4,3/0,3	4,3/0,3	2,2/0,4	-	3,6/0,3	2,4/0,36
	F104	-	-	-	-	-	7,2/0,2	5,5/0,2
	F-15	-	7,2/0,2	-	4,3/0,3	-	-	-
R S W P S N R 100 x 100 m	F-4	1,4/0,5	0,6/1,0	0,4/1,0	0,5/1,0	-	1,0/0,7	0,5/1,0
	F-14	-	1,0/0,7	0,5/1,0	0,4/1,0	-	0,7/1,0	0,3/1,0
	F-16	1,7/0,5	1,3/0,6	0,5/1,0	0,4/1,0	-	0,5/1,0	0,4/1,0
	F-18	1,2/0,6	0,9/0,8	0,5/1,0	0,4/1,0	-	0,6/1,0	0,5/1,0
	Tor.	-	1,8/0,5	0,5/1,0	-	0,3/1,0	0,6/1,0	0,5/1,0
	Jag.	1,4/0,5	1,3/0,6	0,6/1,0	-	-	0,8/0,8	0,5/1,0
	F111	1,3/0,6	0,5/1,0	0,5/1,0	0,3/1,0	-	1,0/0,7	0,5/1,0
	F104	-	-	-	-	-	2,2/0,4	1,2/0,6
	F-15	-	0,8/0,9	-	0,5/1,0	-	-	-
R L S + wysokościomierz 200 x 200 m	F-4	6,0/0,2	2,4/0,4	1,4/0,6	2,0/0,5	-	2,2/0,4	1,9/0,5
	F-14	-	4,0/0,3	2,0/0,5	1,4/0,6	-	1,4/0,6	1,2/0,6
	F-16	7,5/0,2	5,2/0,2	1,7/0,5	1,4/0,6	-	1,0/0,7	1,9/0,5
	F-18	5,3/0,2	3,8/0,3	2,0/0,5	1,4/0,6	-	1,0/0,7	1,9/0,5
	Tor.	-	7,0/0,2	2,0/0,5	-	1,0/0,7	1,0/0,7	1,6/0,6
	Jag.	6,0/0,2	5,2/0,2	2,0/0,5	-	-	1,7/0,5	1,9/0,5
	F111	5,5/0,2	1,9/0,5	2,0/0,5	1,0/0,7	-	2,2/0,4	1,9/0,5
	F104	-	-	-	-	-	4,3/0,3	4,8/0,3
	F-15	-	3,2/0,3	-	1,9/0,5	-	-	-
SD w składzie 4 RLS			Jak samoloty bez obwałowań 200 x 400 m					
Artyleria p-lot. S S W R			Jak RSWP i SNR 100 x 100 m					

Poligonowa ilość SNP/prawdopodobieństwo rażenia

Obliczeń dokonano dla prawdopodobieństwa wykrycia celu $P_{wc}=1,0$ i prawdopodobieństwa pokonania POF , $K_{sb}=1,0$.



4.3. PROGNOZOWANIE ILOSCI SNP NIEZBEDNYCH DO POKONANIA POP KOPK NA DRODZE DOJAZDU DO OBIEKTOW

Z macierzy sprzężeń energetycznych z rys. II-4 /s. 49/ w sformalizowanym opisie musimy ująć dwa warianty pokonywania POP:

1. Pojedynkę SNP - POP.
2. Oddziaływanie POP na SNP.

Wariant pierwszy ujmowałby działanie grupy obezwładnienia POP jako nowego elementu wymagającego uwzględnienia.

Wariant drugi to przelot grup uderzeniowych przez strefy POP po jego wcześniejszym obezwładnieniu.

Nowym elementem dla jednego i drugiego wariantu będą samoloty bezpilotowe /3,36/, które do tej pory w znanych autorowi opracowaniach nie były brane pod uwagę. Przy zmasowanym użyciu się w operacji przeciwpowietrznej bardzo często może dojść do naruszenia zasad współdziałania, co podniesie wymagania w stosunku do układów odzewowych swój - obcy.

Rola tych układów znacznie wzrośnie gdyż mogą zapobiegać przytaczanym wcześniej sytuacjom z drugiej wojny światowej i konfliktów lokalnych.

POP oddziałuje na SNP przy pomocy aktywnych środków walki, którymi są naziemne środki obrony powietrznej /artyleria raketowa i lufowa/ oraz lotnictwo myśliwskie /IM/. Metoda oceny efektywności jednego jak i drugiego środka dla wariantu oddziaływania na SNP jest w wielu opracowaniach prezentowana i wymaga uzupełnienia o nowe elementy.

Szacunkowe przyjmowanie niektórych wartości może powodować duże błędy, które w świetle otrzymanych w rozdziale poprzednim wartości skuteczności SNP mogą powodować zgubne następstwa.

Miarą bezwzględną efektywności aktywnych środków walki jest wartość oczekiwana liczby zniszczonych SNP, którą obliczamy z ogólnego wzoru:

$$M_p = \sum_{i=1}^{N_0} P_i \quad /4.3.1./$$

gdzie:

P_i - prawdopodobieństwo sukcesu w jednym oddziaływaniu,
 N_o - ilość oddziaływań.

$$N_o = N_z \cdot N_s \quad /4.3.2./$$

gdzie:

N_z - ilość zestawów obrony,
 N_s - ilość oddziaływań jednego zestawu za czas nalotu.

Pod pojęciem zestawu rozumiemy tutaj także jeden samolot LM.
Gdy prawdopodobieństwo sukcesu w każdym oddziaływaniu jest jednakowe to po oznaczeniu ilości SNP przez N_a otrzymamy wzory:

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \wedge \\ Na \geq No \end{array} & \begin{array}{c} \wedge \\ Pi = const. \end{array} & \begin{array}{c} \vee \\ Mp \end{array} \end{array} : Mp = N_o \cdot P \quad /4.3.3./$$

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \wedge \\ Na < No \end{array} & \begin{array}{c} \wedge \\ P = const. \end{array} & \begin{array}{c} \vee \\ Mp \end{array} \end{array} : Mp = N_a \left[1 - \left(1 - P \right)^{\frac{N_o}{N_a}} \right] \quad /4.3.4./$$

Pod pojęciem ilości oddziaływań N_o możemy przyjąć ilość jednostek kalkulacyjnych, które wezmą udział w odpieraniu nalotu. Uwzględniając obecność środków bezpilotowych jak też możliwość zerwania współdziałania do wzoru 4.3.1. musimy wprowadzić poprawki na nowe warunki i wartość oczekiwana realnie skutecznych oddziaływań M_r wyniesie:

$$M_r = M_p - M_f - M_w \quad /4.3.5./$$

gdzie:

M_f - wartość oczekiwana liczby oddziaływań do fałszywych celów wziętych za rzeczywiste,
 M_w - wartość oczekiwana liczby oddziaływań do samolotów własnych wziętych za SNP.

Celem działania POP będzie dążenie do maksymalizacji wartości M_r , a celem SNP będzie minimalizacja tej wartości. Minimalizacja może zostać osiągnięta drogą obniżenia M_{pl} i podwyższenia M_f . Do tego właśnie stosuje się rażenie elementów POP i fałszywe cele.

Do dalszych rozważań na problem pokonywania POP należy podejść z punktu widzenia SNP, co uczynię dla sytuacji pokonywania obrony LM i środków naziemnych.

4.3.1. Prognozowanie strat zadawanych przez LM OPK

W tym fragmencie działania interesować nas będą straty zadawane jak i ponoszone przez SNP.

Wśród SNP będą samoloty myśliwskie przeznaczone do zwalczania LM jak też będą samoloty do uderzeń na cele naziemne a lecące pod osłoną samolotów myśliwskich.

Do opisu matematycznego skorzystam z zależności 4.3.4, gdzie w miejsce P podstawię wartość prawdopodobieństwa przechwycenia celu powietrznego P_p przez 1 samolot LM /122/.

$$P_p = P_n \cdot P_a \cdot P_r \cdot K_n \quad /4.3.6./$$

gdzie:

- P_n - prawdopodobieństwo naprowadzania,
- P_a - prawdopodobieństwo wyjścia do ataku,
- P_r - prawdopodobieństwo rażenia celu,
- K_n - niezawodność.

P_n zależy od możliwości WRT, właściwości manewrowych samolotu i pokładowych urządzeń samolotu.

Aktualnie przyjmuje się $P_n = 0,7 - 0,9$.

P_a zależy od dokładności naprowadzenia i możliwości manewrowych samolotu.

Aktualne uwarunkowania zapewniają $P_a = 0,7 - 0,9$.

P_r zależy od rodzaju, ilości i skuteczności uzbrojenia.

Aktualnie $P_r = 0,3 - 0,9$.

Niezawodność techniczna $K_n = 0,85$.

Wypadkowe prawdopodobieństwo przechwycenia samolotu lecącego w grupie uderzeniowej po uwzględnieniu jego składowych /81,122/ zawiera tabela 19 / P_{plt} /.

Przy przechwytywaniu samolotów myśliwskich przez LM dochodzi dodatkowo P_{pd} , które dla wartości $P_{pd} = 0,3$ daje wartości prawdopodobieństwa przechwycenia podane w tabeli 19 / P_{plm} /.

Jeżeli przechwycenie każdego samolotu z grupy jest równoprawdopodobne to zależność 4.3.4. może przyjąć postać

$$M_{pl} = N_a \left[1 - \left(1 - \frac{P_{pd}}{N_a} \right)^{N_o} \right] \quad /4.3.7./$$

a po wprowadzeniu P_{pd} do wzoru na P_p

$$M_{pl} = N_a \left[1 - \left(1 - \frac{P_{pd} P_p}{N_a} \right)^{N_o} \right] \quad /4.3.8./$$

Gdy w strefie działania LM pojawią się fałszywe cele to wystąpi prawdopodobieństwo niefałszywego naprowadzenia P_f , które wejdzie do wzoru 4.3.6. i będzie miał on postać:

$$P_p = P_n \cdot P_a \cdot P_r \cdot P_{pd} \cdot K_n \cdot P_f \quad /4.3.9./$$

Wracając do wzoru 4.3.3, to po przeprowadzonych do tej pory uzasadnieniach przyjmie on postać:

$$M_p = N_o \cdot P_p \quad /4.3.10./$$

gdzie: P_p obliczone z zależności 4.3.9 lub 4.3.6.

Prawdopodobieństwa niefałszywego naprowadzenia może przyjmować wartość 0,9 - 0,95 co by oznaczało, że na 100 naprowadzeń 5-10 będzie fałszywych.

Dla pełnego obrazu musimy uwzględnić czas trwania nalotu T_n i czas trwania jednego przechwycenia T_{cp} , które będą decydowały o ilości możliwych naprowadzeń jednego samolotu LM.

W wartości P_p zawiera się także efektywność systemu dowodzenia decydującego o wielkości P_n i P_a .

Podobnie posiadane wyposażenie radioelektroniczne i uzbrojenie pozwala na więcej niż jedno oddziaływanie. Możemy przyjąć tę wartość jako K . Dla samolotu F-14 z celownikiem AN/AWG-9 $K=6$. Przechwyceń mogą dokonywać różne samoloty, przechwytyjąc różne typy samolotów.

W związku z tym różne mogą być wartości P_p i P_{pd} , gdzie P_{pd} wyłączone z zależności 4.3.9.

By nie komplikować zbytnio obliczeń możemy przyjąć średnie wartości ważone tych prawdopodobieństw.

Straty przeciwnika możemy opisać zależnością:

$$M_{pl} = N_o \cdot W_z \frac{T_n}{T_{cn}} P_{pd} P_p \quad \text{dla} \quad W_z N_o < N_a \quad /4.3.11./$$

$$M_{pl} = N_a \left[1 - \left(1 - \frac{P_{pd} \cdot P_p}{N_a} \right)^{W_z N_o} \right] \quad /4.3.12./$$

$$P_p = \frac{\sum_{j=1}^l N_{oj} \frac{P_{pj}}{T_{cnj}}}{\sum_{j=1}^l \frac{N_{oj}}{T_{cnj}}} \quad /4.3.13./$$

$$P_{pd} = \frac{\sum_{i=1}^s N_{ai} K_i P_{pdi}}{\sum_{i=1}^s N_{ai} \cdot K_i} \quad /4.3.14./$$

gdzie:

l - ilość typów myśliwców /IM/,

s - ilość typów SNP,

W_z - współczynnik zaskoczenia.

Straty własne możemy obliczyć z zależności:

$$M_{wl} = N_a \cdot K / 1 - P_{pd} / 1 - P_p / \quad /4.3.15./$$

$$M_{wl} = N_o \cdot \left\{ 1 - \left[1 - \frac{1 - P_{pd} / 1 - P_p /}{N_o} \right]^{N_a} \right\} /4.3.16./$$

gdzie:

- $1 - P_{pd} /$ - prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu IM
 $1 - P_p /$ - prawdopodobieństwo, że SNP nie zostanie przechwycony.

Przedstawione zależności w sposób uproszczony pozwalają obliczyć interesujące nas wartości strat, które będą służyły do dalszych badań.

W tabeli 19 zawarłem prawdopodobieństwo przechwycenia samolotu F-4D i F4E wzięte z cytowanej literatury.

P_{pd} dla samolotu F4E wynosi 0,3.

Aby otrzymać prawdopodobieństwo przechwycenia samolotów nowej generacji proponuję skorzystać z tabeli IV-1.2. z wartości U_{w4E} . Szukane wartości P_{pn} i P_{pdn} dla nowej generacji samolotów obliczę z zależności:

$$P_{pn} = P_p \cdot \frac{U_{w4D}}{U_{wn}} \quad /4.3.17./$$

$$P_{pdn} = P_{pd} \cdot \frac{U_{w4E}}{U_{wn}} \quad /4.3.18./$$

gdzie:

- P_p - p-ństwo przechwycenia samolotu F4D z tabeli 19,
 P_{pd} - p-ństwo pokonania przeciwdziałania samolotu F4E,
 U_{w4E} - relatywny wskaźnik jakości samolotu F4E z tabeli IV-1.2.,

U_{wA} - relatywny wskaźnik jakości samolotu F4D
z tabeli IV-1.2.,

U_{wn} - relatywny wskaźnik rozwoju wybranego samolotu
nowej generacji.

Wyniki obliczeń P_{pn} i P_{pdn} dla par LM - SNP zawiera tabela
IV-3.1.

Wartości oczekiwane przechwyceń SNP jak i wartości oczekiwane
strat LM dla grupowego oddziaływania SNP /Na/ i LM /No/
obliczone według zależności 4.3.11-16. i danych z tabeli
IV-3-1 i tabeli 19 zawierają tabele IV-3,2-3.

W obliczeniach przyjąłem możliwość jednego oddziaływania LM
i jednego oddziaływania SNP, to znaczy: $K=1$, $\frac{Tn}{Tcn} = 1$, $Wz = 1$.

W warunkach realnych każdorazowo trzeba ustalić warunki po-
czatkowe, uwzględniając także możliwość zaskoczenia odzwier-
ciedlaną przez wskaźnik Wz , który ujmuje efekt oddziaływania
SNP na lotniska bazowania LM przed wystartowaniem z nich ba-
zujących samolotów /rozdział 3.3.1 wzory III-3-1-7/.

Część z ogólnej dysponowanej liczby LM może ulec zniszczeniu
lub zablokowaniu w schronach w wyniku zniszczenia pasa star-
towego. Dzięki zaskoczeniu przeciwnik może mniej samolotów
wydzielić do walki z LM, a więcej będzie miał do uderzeń na
obiekty naziemne.

4.3.1.a. Wnioski.

1. Skuteczność LM w stosunku do samolotów uderzeniowych no-
wej generacji jest znacznie mniejsza i zgodnie z wynikami
obliczeń tabeli IV-3.2.3 zmalała do 60-70% skuteczności
do samolotu F4D.
2. Skuteczność LM w stosunku do samolotu F15 zmalała do po-
ziomu 30-40% skuteczności do samolotu F4E.
3. Skuteczność myśliwca F-15 wzrosła 2 razy w stosunku do
myśliwca F4E.
4. Przedstawione wyniki obliczeń utwierdzają w przekonaniu
o nowej jakości SNP przeciwnika.

Wartości Pp i Ppd dla par IM - SNP

IM	SNP		F-15	F-16	Tor	Jag	F-104	F4D	F4E
	H małe	Pp Ppd							
MIG23	H małe	Pp Ppd	0,19 0,16	0,22 0,18	0,20 0,16	0,23 -	0,39 0,32	0,37 -	0,33 0,3
	H śr	Pp Ppd	0,32 0,19	0,36 0,21	0,33 0,19	0,39 -	0,65 0,38	0,59 -	0,58 0,36
MIG 21Q1s	H małe	Pp Ppd	0,14 0,13	0,16 0,15	0,15 0,14	0,18 0,16	0,29 0,27	0,27 -	0,27 0,26
	H średnie	Pp Ppd	0,25 0,19	0,29 0,21	0,26 0,19	0,32 -	0,53 0,38	0,48 -	0,48 0,35

Pp - prawdopodobieństwo przechwylenia

Ppd - prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania ogniowego

Tabela obliczona według zależności 4.3. 17-18.

Tabela IV-3.2.

Wartość oczekiwana liczby przechwyceń i strat własnych samolotu Mig 23 dla średnich wysokości.

MP		SNP uderzeniowe						SNP osłony					
		F 16/TOR/F4D						F 4E/F15/F-16					
No	Na	2	4	8	12	16	36	2	4	8	12	16	36
2		0,72	0,80	0,84	0,85	0,87	0,88	0,4	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46
		0,66	0,72	0,76	0,77	0,78	0,80	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
		1,18	1,43	1,6	1,65	1,68	1,73	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
4		1,18	1,44	2,0	1,90	1,89	1,81	0,74	0,84	0,94	0,84	0,84	0,84
		1,1	1,32	1,45	1,43	1,52	1,55	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24
		1,66	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	0,29	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
8		1,66	2,36	2,83	2,83	2,88	2,88	1,21	1,44	1,67	1,67	1,67	1,67
		1,6	2,2	2,64	2,64	2,64	2,64	0,44	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48
		1,94	3,32	4,72	4,72	4,72	4,72	0,53	0,58	0,64	0,64	0,64	0,64
18		1,96	3,46	5,0	5,85	6,3	6,48	1,75	2,60	3,27	3,55	3,7	3,75
		1,94	3,34	4,75	5,41	5,8	5,94	0,86	0,98	1,05	1,07	1,09	1,09
		1,99	3,92	6,92	8,84	10,1	10,6	1,0	1,19	1,3	1,33	1,35	1,36
36		1,99	3,92	6,92	8,85	10,1	12,9	1,97	3,51	5,21	6,05	6,55	7,15
		1,99	3,89	6,68	8,39	10,1	11,8	1,35	1,72	1,96	2,1	2,14	2,18
		1,99	3,99	7,85	11,1	13,8	21,24	1,0	2,02	2,38	2,52	2,61	2,72

Mw		F4E / F15					
No	Na	2	4	8	12	16	36
2		0,53	0,93	1,42	1,69	1,83	1,99
		1,10	1,59	1,91	1,98	1,99	2,00
4		0,53	1,07	1,86	2,43	2,85	3,76
		1,10	2,2	3,19	3,63	3,83	3,99
8		0,53	1,07	2,15	2,99	3,72	6,04
		1,10	2,2	4,4	5,59	6,39	7,78
18		0,53	1,07	2,15	3,22	4,3	8,37
		1,10	2,2	4,4	6,6	8,8	14,36
36		0,53	1,07	2,15	3,22	4,3	9,67
		1,10	2,2	4,4	6,6	0,8	19,3

Tabela obliczona na podstawie zależności 4.3.11-16 i danych z tabeli IV-3.1.

Tabela IV-3.3.

Wartość liczby przechwyceń i strat własnych samolotu Mig 21 bis dla średnich wysokości.

Mp	ŚNP uderzeniowe						ŚNP osłony					
	F-16/F-4D						F4E/F15					
No \ Na	2	4	8	12	16	36	2	4	8	12	16	36
2	0,58 0,96	0,58 0,96	0,58 0,96	0,58 0,96	0,58 0,96	0,58 0,96	0,33 0,09	0,33 0,09	0,33 0,09	0,33 0,09	0,33 0,09	0,33 0,09
4	0,99 1,46	1,16 1,92	1,16 1,92	1,16 1,92	1,16 1,92	1,16 1,92	0,61 0,18	0,67 0,19	0,67 0,19	0,67 0,19	0,67 0,19	0,67 0,19
8	1,49 1,85	1,98 2,91	2,32 3,84	2,32 3,84	2,32 3,84	2,32 3,84	1,04 0,35	1,23 0,37	1,34 0,38	1,34 0,38	1,34 0,38	1,34 0,38
18	1,9 1,99	3,14 3,78	4,17 6,16	4,32 7,5	5,11 8,64	5,22 8,64	1,61 0,70	2,25 0,78	2,71 0,82	2,89 0,84	2,99 0,84	3,02 0,85
36	1,99 1,99	3,81 3,98	6,28 7,57	7,7 10,3	8,59 12,32	10,44 17,28	1,92 1,16	3,23 1,41	4,50 1,57	5,08 1,63	5,92 1,68	6,04 1,71

Mw	F4E / F-15					
No \ Na	2	4	8	12	16	36
2	0,66 1,21	1,12 1,69	1,61 1,95	1,83 1,99	1,92 1,99	1,99 2,00
4	0,66 1,21	1,35 2,43	2,24 3,38	2,83 3,75	3,23 3,90	3,9 3,99
8	0,66 1,21	1,35 2,43	2,7 4,86	3,68 6,03	4,49 6,76	6,74 7,38
18	0,66 1,21	1,35 2,43	2,7 4,86	4,05 7,29	5,4 9,72	10,0 15,2
36	0,66 1,21	1,35 2,43	2,7 4,86	4,05 7,29	5,4 9,72	12,15 21,87

Tabela obliczona na podstawie zależności 4.3.11-16 i danych z tabeli IV-3.1.

5. Bezwzględne wskaźniki skuteczności zależą od stosunku Mo/Na. Znajomość składu celu /liczby SNP/ pozwala optymalizować przydział LM do przechwyceń i unikać nadmiernej ilości LM by nie osłabiać możliwości przeciwdziałania w innym rejonie.

Jest to powodem maskowania składu ugrupowania przez SNP dzięki zachowaniu odpowiednich parametrów ugrupowania w stosunku do rozróżnialności RLS oraz stosowania zakłóceń pogarszających rozróżnialność RLS.

4.3.2. Prognozowanie strat zadawanych przez naziemne środki obrony powietrznej KOPK

Korzystając z informacji a priori rozdziału 3.1 i 3.4.1 dokonam formalizacji opisu zawartego w tytule podrozdziału fragmentu działania SNP.

Przed dolotem do obiektu uderzeń SNP muszą przebyć strefę rażenia środków naziemnych OP. Wtedy doznają określonych strat i czynią różne zabiegi /rozdział 3.3.1/ przeciwdziałające nadmiernemu obniżaniu siły uderzeniowej.

W skrajnym wypadku, gdy obiekt nie ma obrony bezpośredniej i możliwe jest obejście stref OP SNP mogą nie doznać żadnego uszczerbku. Patrząc na proces działania SNP i POP przez pryzmat funkcji celu III-1 /s.59/, to dla jej realizacji

PSNP musiał zostać uzupełniony o grupy zabezpieczenia oddziaływujące energetycznie i informacyjnie na POP. Podsystem

OP musiał zostać uzupełniony w dodatkowe środki uzupełniające lukę w strefie rażenia. Środki te są środkami obrony bezpośredniej, obniżającymi wrażliwość zasadniczych elementów POP, które stały się obiektami uderzeń.

Obrona obiektowa zapobiega bezproblemowemu dotarciu SNP do obiektu. Jako zasadnicze elementy naziemnego POP przyjmę przeciwlotnicze zestawy rakietowe, których charakterystyki

zawiera tabela 17, a środki obrony bezpośredniej to środki lufowe z tabeli 13 i rakiety bliskiego działania. Dla środków zasadniczych nieważnym elementem decydującym o możliwości działania jest SNR, która występuje jako autonomiczny element lub jako radiolokacyjny przeciwlotniczy wóz bojowy /RPTB/. SNR jest głównym obiektem uderzeń i prawdopodobieństwo jej zniszczenia jest prawdopodobieństwem wyłączenia całego zestawu z walki. Odpowiednie prawdopodobieństwa rażenia zawiera tabela IV-2.7,8.

Według oceny specjalistów zachodu samoloty w grupach zabezpieczenia /system PISS/ mogą razić RIS z prawdopodobieństwem $Pr = 0,4 - 0,6$, a wykrywać z prawdopodobieństwem $Pw = 0,6-0,9$ /s. 96/.

Wypadkowe prawdopodobieństwo skutecznego działania wynosi $Ps = 0,24 - 0,54$.

Pokonywanie POP musimy więc rozpatrzyć w dwóch zasadniczych fazach:

1. Gdy POP obezwładniany jest przez grupę zabezpieczenia.
2. Gdy osłabiony POP pokonują SNP grupy uderzeniowej.

4.3.2.1. Prognozowanie strat zadawanych i ponoszonych przez grupę zabezpieczenia

Grupa zabezpieczenia ma za zadanie trwałe obniżenie skuteczności POP niszczać jego elementy jak też prowokując otwarcie ognia do fałszywych celów. Przewiduje się szerokie wykorzystywanie do tego celu samolotów bezpilotowych, które działałyby w pierwszej fazie obezwładniania najsukuteczniejszej POP. W fazie drugiej mają działać dopiero SNP potęgując działania fazy pierwszej. Matematycznie ten fragment działania opisują zależności 4.3.3, 4.3.4 wymagające pewnych uzupełnień o odpowiednie współczynniki. Z reguły spełniony jest warunek umożliwiający korzystanie z zależności 4.3.3.

Przy obronie bezpośredniej warunek będzie spełniony dla zależności 4.3.4.

W literaturze przedmiotu wartość oczekiwaną liczby rażonych

celów określa się wzorem:

$$M_P = N_o \cdot N_s \cdot Pr \cdot K_w \quad /4.3.19./$$

$$K_w = K_{gb} \cdot K_b \cdot K_k \cdot K_d \cdot K_z \cdot K_m \cdot K_a \quad /4.3.20./$$

$$N_s = \frac{T_n}{T_c} + 1$$

gdzie:

- N_o - ilość elementów POP,
- N_s - ilość strzałów, którą może oddać element POP za czas trwania nalotu,
- Pr - prawdopodobieństwo rażenia SNP obejmujące także prawdopodobieństwo wykrycia i wskazania celu,
- K_b - niezawodność elementu POP,
- K_k - niezawodność systemu kierowania,
- K_d - efektywność doprowadzenia,
- K_m - współczynnik manewru celu,
- K_u - współczynnik uczestnictwa w odpieraniu nalotu,
- T_n - czas trwania nalotu,
- T_c - czas cyklu strzelania elementu POP,
- K_z - współczynnik wpływu zakłóceń.

Każdorazowo obliczeń wymaga K_u oraz aktualizowania T_n .
Pozostałe wartości otrzymane drogą doświadczalną podaje literatura/68,114/ i zawarłem je w tabeli IV-3.4.

Tabela IV-3.4

Wartości współczynników

K_{gb}	K_b	K_k	K_d	K_z	K_m
0,9	0,9	0,5- 0,8	0,7- 0,95	0,5- 0,8	0,7

Dla środków lufowych literatura podaje, że K_u przyjmuje się $K_u = 0,1 - 0,3$. Gdy środki te są elementami obrony bezpośred-

niej, to wydaje się celowym biorąc pod uwagę wymiary strefy rażenia współczynnik ten podwoić, a dla zestawów ZSU23-4-2 przyjmować $K_u = 1,0$.

Dla podawanych w literaturze współczynników wartości M_p dla poszczególnych środków OP zawiera tabela 17 i 18.

Dla zestawu ZSU-23-4 dla $K_u = 1,0$, $M_p = 0,16$, co by świadczyło o jego dużej przydatności do obrony bezpośredniej.

W walce z grupą zabezpieczenia musimy uwzględnić oddziaływanie ogniowe SNP, a także możliwość fałszywych oddziaływań na cele pozorne jak i uderzenia samolotów bezpilotowych.

Gdy działają środki bezpilotowe to mają miejsce oddziaływania nieefektywne, których wartość oczekiwaną możemy określić wzorem:

$$M_{pf} = N_o \cdot P_{wf} / [1 - Prb] \cdot \frac{T_{nf}}{T_e} \quad /4.3.21./$$

gdzie:

N_o - ilość elementów POP,

P_{wf} - prawdopodobieństwo wykrycia i wzięcia celu pozornego za rzeczywisty,

Prb - prawdopodobieństwo wykrycia i rażenia elementu POP przez środek bezpilotowy,

T_{nf} - czas trwania nalotu środków bezpilotowych.

Środki bezpilotowe mogą razić elementy POP powodując jego straty określane wzorem:

/4.3.22./

$$N_{ob} = N_o \left\{ 1 - \left[1 - \frac{Prb / [1 - P_{rf}]}{N_o} \right]^{N_{of}} \right\} / \left[1 - \frac{N_{of} P_f}{N_o P_w + N_{of} P_f} \right]$$

gdzie:

N_{of} - liczba fałszywych elementów POP,

P_f - prawdopodobieństwo wykrycia fałszywego elementu,

P_w - prawdopodobieństwo wykrycia elementu POP,

P_{rf} - prawdopodobieństwo wykrycia i rażenia środka bezpilotowego mogącego oddziaływać ogniowo,

N_f - ilość samolotów bezpilotowych mogących oddziaływać ogniowo.

Gdy POP jest prowokowana do otwarcia ognia to miarę bezwzględna skuteczności prowokacji otrzymany z zależności IV-3.21 po podstawieniu $Pr_b = 0$

$$M_{pfp} = N_o \cdot P_{wf} \cdot \frac{T_{nf}}{T_c} \quad /4.3.23./$$

gdzie:

P_{wf} - prawdopodobieństwo pomyłki otwarcia ognia do celu pozornego /środka bezpilotowego/.

Ponadto udana prowokacja demaskuje dyslokację elementów POP i zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia przez SNP.

Gdy teraz do działania przystępuje grupa zabezpieczenia mająca w swoim składzie tylko SNP, to straty jakie zada jej POP określa wzór:

$$M_{pz} = /N_o \frac{T_{nz}}{T_c} - M_{pf} - M_{wb} - M_{pfp} / M_p / 1 - Pr_z / \quad /4.3.24./$$

gdzie:

T_{nz} - czas trwania nalotu SNP grupy zabezpieczenia,
 Pr_z - prawdopodobieństwo rażenia elementu POP przez SNP,

M_p - z tabeli 17 lub 18. $M_p = K_w \cdot Pr$

Dla różnorodnych zestawów uwzględniamy uśrednioną wartość M_p zgodnie ze wzorami 4.3.13-14 podstawiając $P_p = M_p$.

Straty doznane przez POP określi wzór:

$$M_{wz} = N_{oz} \left\{ 1 - \left[1 - \frac{Pr_z / 1 - M_p /}{N_{oz}} \right]^{N_{az}} \right\} / 1 - \frac{N_{ozf} \cdot P_{zf}}{P_{wz} \cdot N_{oz} + N_{ozf} \cdot P_{zf}} / \quad /4.3.25./$$

$$Noz = No - Mwb$$

gdzie:

- Naz - ilość SNP w grupie zabezpieczenia,
- Noz - ilość elementów POP na które może oddziaływać grupa zabezpieczenia,
- Nozf - ilość pozorowanych elementów POP,
- Pzf - prawdopodobieństwo wykrycia i wzięcia elementu pozorowanego za rzeczywisty,
- Pwz - prawdopodobieństwo wykrycia elementu rzeczywistego.

Dla $Pwz = Pzf$ prawdopodobieństwa te upraszczają się we wzór. Oczywiście wśród SNP grupy zabezpieczenia mogą znajdować się środki bezpilotowe, co spowoduje fałszywe oddziaływania do celów pozornych i obniży straty w grupie zabezpieczenia. Przyjmując czas trwania nalotu grupy zabezpieczenia umożliwiającą jedno oddziaływanie uzyskamy uproszczenie przedstawionych zależności bez zmiany ich sensu.

Wprowadzanie fałszywych celów jest bardzo istotne dla jednej jak i drugiej walczącej strony. Wprowadzenie 2 pozornych elementów na 10 rzeczywistych powoduje zmniejszenie strat POP o 16 %. Jest to więc przedsięwzięcie bardzo opłacalne. Problemem poważnym jest odróżnianie samolotów bezpilotowych biorących udział w działaniach pozorujących od realnych SNP jako celów powietrznych. Bardzo udane działania pozoracyjne miało miejsce we wspomnianej dolinie Bekaa. Pomocną w tym wypadku będzie znajomość prędkości lotu środków bezpilotowych /tabela 15/ jako wyróżnika czy też znajomość innych cech rozpoznawczych. Przedstawione zależności są słuszne przy założeniu odpowiednio dużej ilości amunicji zapowinającej każdorazowo wyliczoną możliwą ilość oddziaływań. W ogólnym wypadku ilość oddziaływań obliczamy ze wzoru:

$$N = N_k \cdot \min \left/ \frac{Tn}{Tc}, \frac{Nr}{n} \right/ \quad /4.3.26./$$

gdzie:

N_k - ilość kanałów oddziaływania,

N_r - ilość amunicji /rakiet/,

n - zużycie amunicji w jednym oddziaływaniu.

Gdy zasadniczy element POP posiada obronę bezpośrednią to fakt ten uwzględnia się podaniem N_o i P_r , gdzie N_o będzie liczbą środków zasadniczych + środki obrony bezpośredniej. P_r natomiast obliczamy z zależności 4.3.13.

4.3.2.2. Prognozowanie strat grupy uderzeniowej

Wydzielenie ze składu całego ugrupowania biorącego udział w nalocie grupy uderzeniowej ma na celu zmniejszenie strat własnych, zadanie maksymalnych strat obiektom obrony i wykorzystanie optymalne możliwości przenoszenia środków rażenia przez SNP.

W grupie uderzeniowej mogą także występować środki bezpilotowe pozorujące cele powietrzne, a także mogą znaleźć się własne samoloty w wyniku naruszenia zasad współdziałania.

Przy założeniu, że SNP oddziałują tylko informacyjnie, ich straty możemy opisać zależnością:

$$M_{pu} = /N_o - M_{wb} - M_{wz}/ \cdot M_p \cdot \frac{T_{nu}}{T_c} \cdot /1 - W_{of}/ \quad /4.3.27./$$

$$W_{of} = \frac{P_{uf} \cdot N_{auf} + N_{ol} /1 - P_l/}{P_{wu} \cdot N_{au} + P_{uf} \cdot N_{auf} + N_{ol} /1 - P_l/} \quad /4.3.28./$$

gdzie:

T_{nu} - czas trwania nalotu grupy uderzeniowej,

W_{of} - prawdopodobieństwo oddziaływania do celów pozornych N_{auf} i własnych samolotów N_{ol} ,

P_l - prawdopodobieństwo poprawnej pracy układów odzewowych.

P_{uf} - prawdopodobieństwo wykrycia i wzięcia celu pozornego w grupie uderzeniowej za cel rzeczywisty.

P_{wu} - prawdopodobieństwo wykrycia SNP w grupie uderzeniowej.

Z przytoczonych propozycji zależności matematycznych widać, że sam proces obliczeń jest dość skomplikowany, a wyniki obliczeń zależą od przyjętych założeń wejściowych jak i wykorzystywanych postaci wyrażeń matematycznych. Jedne dają wyniki nieco zaniżone inne nieco zawyżone. Według zależności 4.3.3 uzyskamy większe wartości niż dla wzoru 4.3.4. Dla małych wartości P uzyskujemy wyniki bardzo zbliżone do siebie. Zaletą przytoczonych wzorów jest to, że dla przyspieszenia obliczeń możemy korzystać z tablic funkcji $W=1-1-p/n$.

Wyniki obliczeń należy traktować jako jeden z elementów oceny sytuacji pozwalający prognozowaną sytuację przedstawić w postaci ilościowej.

4.3.3. Wnioski

1. Różnorodność wariantów działania wymaga różnorodności modeli matematycznych do ich ilościowej analizy.
2. Współczesne środki rozpoznania w korzystniejszej sytuacji stawiają przeciwnika powietrznego.
3. Istotnym elementem jest dezinformacja prowadzona przez obie walczące strony.
4. Ilościowe wartości wariantów działania są wynikiem realizacji kolejnych kroków algorytmu symulacyjnego z Rys. I-6 dotyczących możliwości podsystemów niszczenia, a także kroku IV analizy systemowej.
5. Ilościowe wskaźniki wariantów działania muszą znaleźć odbicie w syntetycznym wskaźniku oceny efektywności działania.

5. KRYTERIUM EFEKTYWNOŚCI DZIAŁANIA PODSYSTEMU ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNEGO PRZECIWNIA

W uzasadnieniu tematu pracy jako problemu przytoczyłem przykłady stosowanego powszechnie kryterium oceny efektywności /I-1/ systemu obrony powietrznej oraz jego krytykę w literaturze. Uwagi te są także słuszne dla ŚNP, których zadaniem jest niszczenie obiektów a nie unikanie strat od systemu obrony powietrznej. Wskaźnik ten nie odpowiada celowi realizowanemu przez PSNP.

W rozdziale 3.1 zawarłem prakseologiczne uwagi dotyczące oceny sprawności działania. Warunkiem sprawności działania zgodnie z wzorem III-21 jest aby było skuteczne i ekonomiczne lub korzystne:

$$SD = \langle SK \wedge /EK \vee DK/ \rangle \quad /5.1./$$

gdzie:

oznaczenia jak w III-21.

Przedstawiłem tam także propozycję ogólnej postaci funkcji efektywności /III-24/, którą będę teraz konkretyzował. Funkcja efektywności ustala sposób pomiaru sprawności działania na skali liczb, co stwarza matematyczne ramy dla badania problemów decyzyjnych. W związku ze złożonym charakterem badanego systemu funkcję efektywności należy przedstawić w ujęciu probabilistycznym posługując się prawdopodobieństwami zajścia zdarzeń.

W rozdziale 4 przedstawiłem propozycję obliczania elementów funkcji efektywności postaci III-24, za wyjątkiem sformalizowanej postaci wskaźnika zamierzonych wartości użytecznych W i sformalizowanej postaci wskaźnika kosztów K . Dokonałem obliczeń skal wartości podsystemów systemu niszczenia, które ujmuje ogólna funkcja efektywności w postaci III-25. Teraz dokonam transformacji poszczególnych skal wartości w jedną wspólną skalę wartości funkcji globalnej użyteczności.

5.1. FUNKCJA GLOBALNEJ UŻYTECZNOŚCI PSNP JAKO KRYTERIUM OPTIMALIZACJI PROGNOZOWANYCH DZIAŁAŃ

Sposób działania jest to dobór zastosowanych w działaniu zasobów oraz dobór i kolejność stosowania środków. Każdy sposób stanowi wariant działania prowadzący do celu rozumianego jako pożądaný stan rzeczy.

Stanem rzeczy będzie główny, pozytywnie oceniany, przewidywany skutek działania.

Skutkiem tym jest wartość oczekiwana liczby zniszczonych obiektów. Przez analogię do systemów produkcyjnych jest ona odpowiednikiem wartości produkcji i oznaczę ją jako wartość ataku W_a .

Wartość ataku osiągana jest pewnymi kosztami, które oznaczę K_a . Mamy więc do czynienia z problemem dwukryteriowym, który możemy sprowadzić do problemu jednokryteriowego wprowadzając ekonomiczną funkcję rentowności ataku o postaci:

$$R_a = \frac{W_a}{K_a} \quad \text{dla } K_a > 0 \quad /5.2./$$

Wartość ataku możemy ilościowo przyjąć jako równą wartości oczekiwanej liczby SNP Naud, które pokonały POP i są zdolne do wykonania uderzeń na obiekty.

$$W_a = N_{aud} \quad /5.3./$$

Wartość N_{aud} zależy od kosztów ponoszonych w trakcie realizacji zadania, co możemy zapisać:

$$N_{aud} = N_{au}/K_a/ \quad /5.4./$$

gdzie:

N_{au} - liczba SNP w grupie uderzeniowej, którą dysponuje przeciwnik.

Wyrażenie 5.4 w inny nieco sposób uwzględnia wskaźniki W_a i K_a niż wzór 5.2.

W miarę ścisłej postaci wzór 5.4 będzie wyglądał:

$$N_{aud} = N_a \left[1 - \frac{M_{pl} + M_{pu} + N_z}{N_a} \right] \quad /5.5./$$

gdzie:

N_a - liczba SNP, która może być wydzielona do wykonania zadania,

N_z - liczba SNP w grupie zabezpieczenia,

M_{pl} , M_{pu} - straty grupy uderzeniowej od LM i POP naziemnego.

Nie uwzględniając strat grupy zabezpieczenia, to M_{pl} i M_{pu} stanowią koszty ataku.

Zamierzonym skutkiem działania SNP będzie wartość oczekiwana liczby rażonych obiektów L_o

$$L_o = \frac{N_{aud}}{N_{auw}} \quad /5.6./$$

gdzie:

N_{auw} - wymagana ilość SNP do zniszczenia typowego obiektu.

Przyjmując, że wartość oczekiwana liczby zniszczonych obiektów jest proporcjonalna do ilości SNP $/N_{audw}/$, które wykonają uderzenia na obiekty zadanie optymalizacyjne proponuję sprowadzić do zadania maksymalizacji funkcji:

$$E = \frac{N_{audw}}{N_a} \quad /5.6.a/$$

Będzie to zadanie odwrotne. Rozwiązanie będzie polegało na poszukiwaniu takiej wartości N_z^* , dla której $N_a = N_{amin}$, przy stałej wartości N_{audw} wynikającej z ilości obiektów zaplanowanych przez przeciwnika do zniszczenia. W dalszej części rozprawy przedstawię propozycję wykorzystania do tego celu metody symulacji grafodynamicznej.

5.2. PROGNOZOWANIE OPTIMALNEGO PODZIAŁU SNP NA GRUPĘ UDERZENIOWĄ I GRUPĘ ZABEZPIECZENIA

Optymalizacja jest działaniem, którego celem jest uzyskanie najlepszego rezultatu w danych warunkach i przy określonym kryterium oceny.

Zadanie optymalizacji - to określone zadanie matematyczne, a rozwiązanie optymalne to rozwiązanie za pomocą danej metody matematycznej określonego zadania optymalizacyjnego.

Rozwiązanie optymalne nie jest najlepszym rozwiązaniem "w ogóle" problemu, lecz najlepszym w sensie przyjętego kryterium i określonych ograniczeń przyjętych w matematycznym modelu problemu.

Kryterium wyboru wariantu działania R_a , L_0 czy N_{aud} /5.2, 5.5, 5.6/ jest funkcją zmiennych decyzyjnych. Należy dokonać wyboru pewnych wartości tych zmiennych z obszaru możliwych wyborów. Obszar ten jest określony ograniczeniami wiążącymi zmienne decyzyjne.

Zadanie optymalizacji możemy zapisać następująco:

$$\bigwedge_{x \in x_0} F /x^*/ \geq F /x/ \quad /5.7./$$

gdzie:

x - zbiór zmiennych decyzyjnych,

x_0 - obszar wyboru zmiennych decyzyjnych,

x^* - zbiór zmiennych decyzyjnych, dla których wartość kryterium osiąga optimum /w tym wypadku maksimum/.

Rozwiązanie zadania optymalizacyjnego prostego /kryterium 5.5 / czy też odwrotnego /kryterium 5.6.a/ będzie się różnić tylko kolejnością wykonywanych operacji matematycznych. W jednym i drugim przypadku polegało będzie na maksymalizacji funkcji kryterium.

Kryterium, według którego będą optymalizował proces pokonywania POP przedstawia wzór 5.5. W nawiasie kwadratowym zawarte jest prawdopodobieństwo dotarcia do obiektu każdego SNP jako uderzeniowego z ogólnej liczby N_a posiadanych przez przeciwnika samolotów. Na prawdopodobieństwo dotarcia do obiektu mają wpływ straty grupy uderzeniowej od $IM-M_{pl}$, straty od naziemnych środków POP-Mpu, oraz od ilości SNP w grupie zabezpieczenia - N_z .

Patrząc na zależność 5.8 zauważamy, że wzrost liczby N_z obniża liczbę SNP/samolotów, które mogą stanowić grupę uderzeniową, której skład wynosi:

$$N_{au} = N_a - N_z \quad /5.8./$$

Ogranicza ona wejściowy skład grupy uderzeniowej, która będzie przeprawiać się przez POP. N_z wynosiło 40-80 % N_a . Jest rzeczą oczywistą, że gdy mniej SNP wyleci do uderzeń to i mniej doleci.

Skład grupy zabezpieczenia korzystnie natomiast wpływa na drugi komponent prawdopodobieństwa dotarcia do obiektu jakim są straty doznawane przez grupę uderzeniową. Według zgodnej opinii im więcej SNP w grupie zabezpieczenia tym straty ponoszone przez SNP są mniejsze.

Widzimy więc, że N_z wpływa korzystnie jak i niekorzystnie w różnym stopniu. Możemy także przypuszczać, że istnieje proporcja korzyści i niekorzyści zapewniająca maksymalną wartość prawdopodobieństwa dotarcia do obiektów maksymalnej ilości SNP. Z zależności 5.5 widać także, że gdyby SNP nie doznały żadnych strat, to wejściowa liczba samolotów uderzeniowych przy istnieniu POP jest mniejsza niż gdyby POP nie było. Możemy powiedzieć, że sam fakt istnienia POP obniża potencjał uderzeniowy przeciwnika.

Wartość strat SNP to wartość oczekiwana liczby znisz-

czonych SNP, która do tej pory jest stosowanym powszechnie kryterium efektywności POP. Krytykę tego kryterium przytoczyłem na wstępie pracy, a teraz dokumentuję ją własnym spostrzeżeniem posługując się kryterium wartości oczekiwanej strat obiektów obrony, których uniknięto dzięki istnieniu POP. Przy braku POP wartość oczekiwana liczby rażonych obiektów wynosi:

$$L_{ob} = \frac{N_a}{N_{auw}} \quad /5.9./$$

Przy obecności POP wynosi ona:

$$L_{op} = \frac{N_a - N_z}{N_{auw}} \quad /5.10./$$

Wartość unikniętych strat w tym szczególnym przypadku wynosi:

$$W_{us} = L_{ob} - L_{op} = \frac{N_z}{N_{auw}} \quad /5.11./$$

W przypadku ogólnym będzie wynosić:

$$W_{us} = \frac{M_{pl} + M_{pu} + N_z}{N_{auw}} \quad /5.12./$$

Oznaczenia we wzorach identyczne jak w rozdziale 4.3.

W odniesieniu do POP kryterium to powinno podlegać maksymalizacji. Dla SNP kryterium to w procesie optymalizacji podlegać będzie minimalizacji. Jest to zadanie równoważne maksymalizacji proponowanej przeze mnie funkcji kryterium postaci 5.5.

Przy uwzględnieniu możliwości wielokrotnego użycia SNP średnia liczba lotów bojowych, które mogą wykonać SNP w K nalotach wynosi:

$$N_{sak} = N_a \left[1 - \frac{M_{pl} + M_{pu} + N_z}{N_a} \right] \frac{1 - \left[1 - \left(\frac{M_{pl} + M_{pu}}{N_a} \right)^K \right]}{\frac{M_{pl} + M_{pu}}{N_a}} \quad /5.13./$$

Wartość oczekiwaną liczby zniszczonych obiektów oblicza się z zależności:

$$L_{ok} = \frac{Nsak}{Nau} \quad /5.14./$$

Pewne analizy funkcji 5.13 i 5.14 prezentuje W. Fiedotekow /22/.

Domniemania o takim czy innym wpływie zmiennych decyzyjnych na wartość funkcji kryterium zostaną przeze mnie sformalizowane i przedstawione w postaci ilościowej.

5.2.1. Grafodynamiczna metoda maksymalizacji wartości oczekiwanej liczby SNP docierających do obiektów obrony KOPK

Metoda symulacji grafodynamicznej /graficzno-dynamicznej/ jako kompozycja metody graficzno-analitycznej i programowania dynamicznego pozwala na uwzględnienie dynamiki zmiennych decyzyjnych /opisujących/.

Dynamikę należy rozumieć jako dynamikę w przestrzeni i dynamikę w czasie.

Dynamika w przestrzeni to probabilistyczne wartości możliwości bojowych sił i środków KOPK w interesujących nas fragmentach rejonu działań bojowych /pasach niszczenia/ pod warunkiem pojawienia się w tych rejonach SNP.

Dynamika w czasie to określone poprzednio wartości możliwości bojowych w poszczególnych fragmentach ciągu chronologicznego działań SNP do momentu wykonania uderzenia na obiekty. Możliwości SNP do niszczenia obiektów też należy uwzględnić w dynamice-co uzasadnia rozdział 4.

Metoda programowania dynamicznego oparta jest na zasadzie optymalności Bellmana mówiącej /95, s. 132/ o własności

serii decyzji takiej, że niezależnie od decyzji poprzednich lub stanu wejściowego, następne decyzje tworzą politykę optymalną w sytuacji, która istniała po decyzji poprzedniej. Pozwala to w danej chwili analizować tylko jeden okres czasu i nie analizować wszystkich możliwych kombinacji zmiennych decyzyjnych.

Możemy więc analizować krok po kroku w procesie dynamicznym poszczególne fragmenty ciągu chronologicznego działań SNP. Wszystkie niecelowe kombinacje zmiennych decyzyjnych /opisujących/ w następnym etapie są pomijane.

Dla sformułowania problemu optymalizacyjnego wzór 5.6 zapiszę w ogólniejszej postaci:

$$L_0 = L / N_a, M_{pl}, M_{pu}, N_{auw}; N_z / \quad /5.17./$$

Natomiast pokonywanie FOP jako czynność optymalizowaną zapiszę jako:

$$\text{maks } N_{aud} = N_{aud} / N_z^*, M_{pl}, M_{pu} / \quad /5.18./$$

gdzie:

N_z^* - optymalna liczebność grupy zabezpieczenia spełniająca warunek 5.7.

Problem przedstawiony zależnością 5.18 jest problemem "zdegenerowanym" programowania dynamicznego /111, s. 122/ wymagającym optymalizowania każdego fragmentu ciągu chronologicznego działań.

W celu rozwiązania zadania optymalizacyjnego sformułowanego wzorem 5.13 przyjmuję i kolejno ustalone wartości N_z i dla obliczonych M_{pl} i M_{pu} obliczam N_{aud} . Rozwiązaniem zadania będzie wartość N_z , dla której N_{aud} przyjmie wartość maksymalną. Dla komunikatywności wyników obliczeń wartość N_z przyjmuję równą 0,5, 10 i td. % ogólnej dysponowanej przez przeciwnika liczby SNP = N_a .

Dodatkową informacją będą straty w LM i WR ponoszone przez POP dla optymalnego podziału sił przez przeciwnika. Musimy

rozegrać tyle pojedynków symulowanych ile mamy ustalonych wartości Nz %. Po uzyskaniu $N_{aud} = N_{aud} \max$ czynność przerywamy i tylko taki wariant przyjmujemy do dalszych rozważań, a pozostałe kombinacje jako niecelowe na następnym etapie pomijamy.

Krok algorytmu symulacji grafodynamicznej z rys. I.6 dotyczący oceny efektywności SOP dla poszczególnych wariantów działania SNP możemy teraz rozwinąć do dwóch dalszych kroków. Obejmować one będą obliczenie strat POP /Mw/ i strat grupy zabezpieczenia /Mpz/ w funkcji Nz oraz wartość oczekiwaną liczby SNP, które dotrą do obiektu /Naud/, co przedstawia rysunek V.1. dla jednej strefy obrony.

Dla kilku stref /pasów niszczenia/ algorytm musimy powtórzyć tyle razy ile jest stref biorąc jako wyjściową liczbę SNP równą $N_{aud} \max$ z poprzedniej strefy natomiast P_0, N_0, λ_n, T_c dla każdej strefy odpowiednio.

W obliczeniach korzystam z odpowiednich wzorów z rozdziału 4.3.2. Na podstawie doświadczeń z konfliktów lokalnych /paragraf 3.3.1/ przyjmuję upraszczające założenie, że każdy SNP z grupy zabezpieczenia jak i każdy środek obrony ze względu na krótki czas nalotu w tej fazie będą w stanie oddziaływać na siebie tylko raz.

Grupa uderzeniowa pokonywać będzie osłabiony POP w czasie T_n równym:

$$T_n = \frac{N_a - Nz}{\lambda_n} \quad /5.19./$$

gdzie:

λ_n - intensywność nalotu grupy uderzeniowej.

Przykładowe wyniki obliczeń dla jednej strefy tworzonej przez jednolite środki obrony przedstawia tabela 5.2.1, a graficznie ilustrują rys. V.2,3,4,5.

Obliczenia wykonałem dla dwóch odmiennych przypadków:

1. Gdy SNP grupy zabezpieczenia działają w strefach rażenia POP i wzajemne oddziaływanie POP-SNP jest równoprawdopodobne. Wyniki obliczeń przykładowego wariantu przedstawia Rys. V-2.3 i licznik tabeli.

2. Gdy SNP grupy zabezpieczenia działają spoza strefy działania POP nie ponosząc przy tym żadnych strat. Sytuacja taka może mieć miejsce gdy SNP stosują środki rażenia o dużym zasięgu lub też grupa zabezpieczenia składała się będzie ze środków bezpilotowych.

Do obliczeń przyjąłem następujące dane wejściowe:

Całkowita ilość SNP $N_a = 100$.

Całkowite prawdopodobieństwo wykonania zadania przez SNP z grupy zabezpieczenia $P_a = 0,3$ i $P_a = 0,45$.

Strefa POP liczy $N_s = 30$ środków, które mają prawdopodobieństwo wykonania zadania $P_o = 0,2 - 0,4$ w czasie $T_c = 1$ min.

Intensywność nalotu grupy uderzeniowej $\lambda_n = 10/\text{min}$.

5.2.1.a. Wnioski

1. Widać wyraźne korzyści jakie daje możliwość działania spoza strefy rażenia POP zwłaszcza przy silnej POP /większe prawdopodobieństwo wykonania zadania/.
2. Dla $P_o = 0,35$ i $P_o = 0,4$ dotarcie do obiektu bez grupy zabezpieczenia byłoby niemożliwe.
3. Dla $P_o = 0,2$ widzimy prawie poziomy przebieg wykresu, czyli $N_{aud} = \text{const}$ co oznacza, że procentowy przyrost N_z powoduje takie samo procentowe malenie strat grupy uderzeniowej.
Im więcej liczy grupa zabezpieczenia przy tym samym N_{aud} tym wariant jest lepszy.
4. W wypadku stosowania zakłóceń P_o maleje na przykład z $P_o = 0,4$ do $P_o = 0,2$. Daje to wzrost N_{aud} z 24 do 47 /Rys.V.4/ dla $N_z=30\%$.
Daje to wzrost prawdopodobieństwa dotarcia do obiektu samolotu grupy uderzeniowej z $P = 0,34$ do $P = 0,67$.
W wypadku działania w strefach POP dla tych samych P_o i P_a uzyskujemy inne wartości N_z . Obniżenie $P_o = 0,4$ do $P_o = 0,2$ daje przyrost N_{aud} z $N_{aud} = 2$ / $N_z = 20\%$ rys. V.2/ do $N_{aud} = 44$, a przyrost prawdopodobieństwa dotarcia do obiektu z $P = 0,02$ do $P = 0,44$.

Małe prawdopodobieństwa dotarcia do obiektów w wypadku tylko ogniowego oddziaływania grupy zabezpieczenia są przyczyną oddziaływania radioelektronicznego, którego wpływ na możliwości bojowe środków POP przedstawia tabela 10. Wpływ ten daje dla SNP wymierne korzyści o wartościach podanych wyżej.

Wymagane dane wejściowe udokładniamy analizując warunki zadania w szczególnej sytuacji.

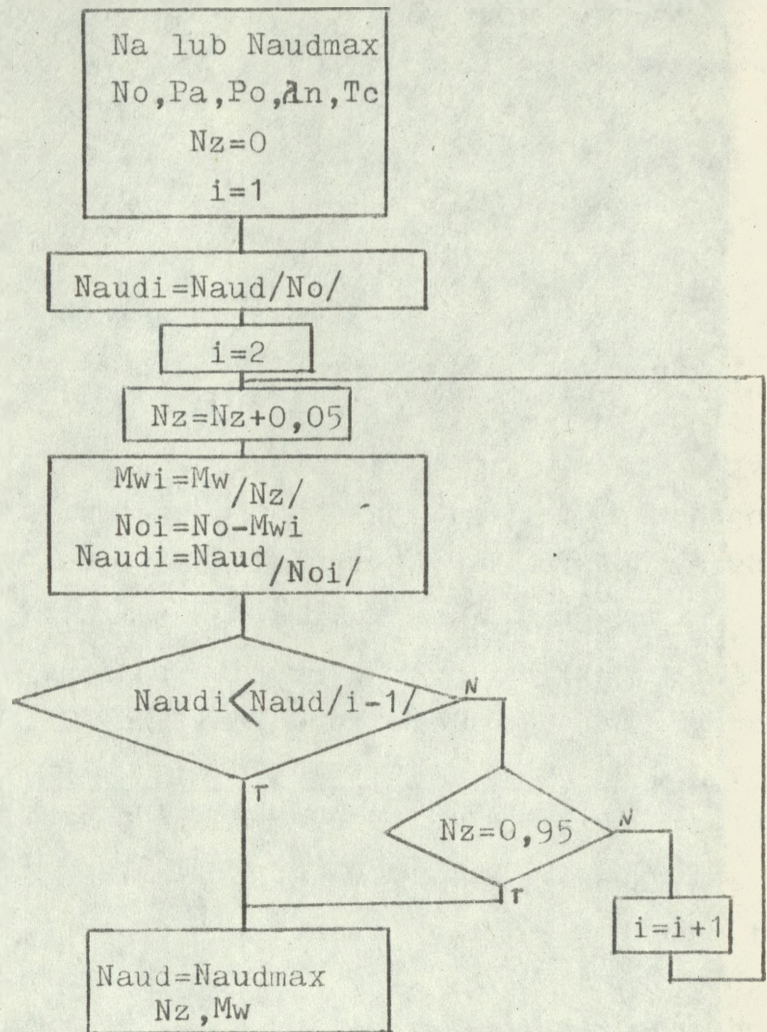
Bardzo istotnym parametrem nalotu jest jego intensywność λ_n , którą dla przykładu obliczeń przyjąłem $\lambda_n = 10$. Dla innej λ_n wyniki obliczeń wyglądać będą zupełnie inaczej. Gdy λ_n maleje to rośnie wpływ grup zabezpieczenia. Proponowaną metodą uzyskujemy odpowiedź na pytanie ile SNP będzie zdolnych do wykonania uderzeń na obiekty.

Pozostawiając stałe N_a , a zmieniając pozostałe dane wejściowe obliczamy $N_{aud\ mx}$ dla poszczególnych tras lotu SNP rozgrywając symulowane pojedynki SNP-POP. Przyjmując „i” wariantów działania na „j” trasach otrzymamy macierz ixj elementową o zawartości $N_{audmxij}$.

Dokonałem eksperymentów modelowych dla różnych kombinacji danych wejściowych korzystając w obliczeniach z załączonych programów na EMC. Otrzymane wyniki potwierdziły generalne tendencje zawarte we wnioskach, a ich graficzną ilustrację przytoczę przy optymalizacji według innego kryterium, które w dalszej części zaproponuję.

5. Stosowanie środków walki radioelektronicznej przez POP spowoduje zmalenie całkowitego prawdopodobieństwa wykonania zadania P_a przez SNP grupy zabezpieczenia. Gdy P_A zmaleje od wartości przykładowo $P_a=0,45$ do wartości $P_a=0,3$ dla $N_z=35\%$, N_{aud} zmaleje z $N_{aud}=8$ dla $P_o=0,4$ /rys.V.3/ do $N_{aud}=2$.

Wcześniej przygotowane wykresy i tabele zgodnie z proponowanym algorytmem uwzględniające prawdopodobne ilości SNP $/N_a/$, składy stref POP $/N_o/$ oraz całkowite prawdopodobieństwa wykonania zadania /do czego pomocne będą przytoczone



No-liczba środków obrony,

Na-liczba środków ataku,

Po-całkowite prawdopodobieństwo wykonania zadania przez jeden środek obrony,

Pa-całkowite prawdopodobieństwo zniszczenia środka obrony przez środek ataku z grupy zabezpieczenia,

λ_n -intensywność nalotu,

$$T_n = \frac{Na - Nz}{\lambda_n}$$

Tn-czas trwania nalotu,

Tc-czas cyklu wykonania zadania przez środek obrony.

Rys.V.1. Algorytm symulacyjny maksymalizacji Naud.

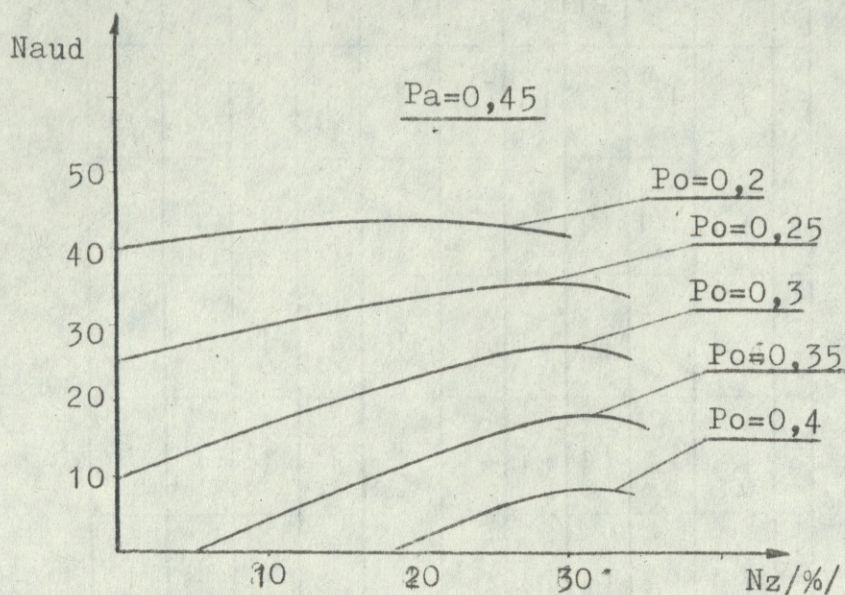
Tabela V.2.1.

Wyniki obliczeń wartości Naud=f/Nz, Po, Pa/ według algorytmu symulacyjnego z rys.V.1

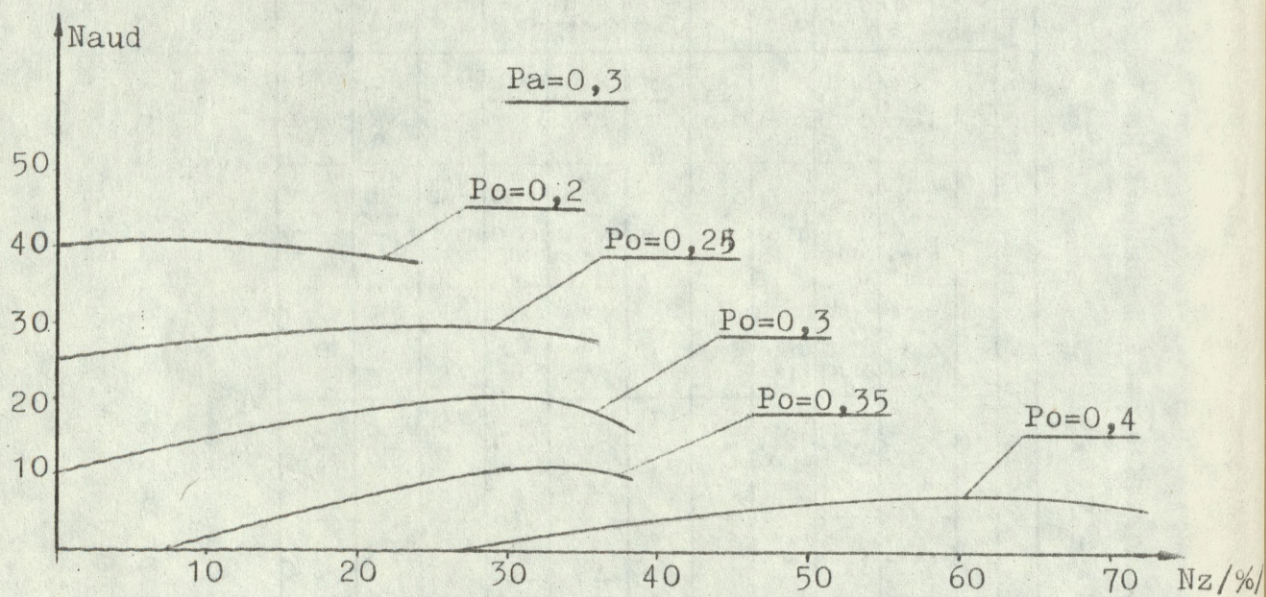
Pa	Po	Procentowy skład grupy zabezpieczenia										Nz / % /				
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	
0,3	0,20	40	40,2	40,3	40,1	39,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,25	40	40,8	41,4	41,6	41,6	41,2	40,6	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,30	25	26,4	27,5	28,4	29,0	29,2	29,3	27,5	—	—	—	—	—	—	—
	0,35	25	27,3	29,2	30,8	32,0	32,8	33,2	30,7	—	—	—	—	—	—	—
	0,40	10	12,5	14,6	16,5	18,8	19,3	20,2	19,2	—	—	—	—	—	—	—
0,45	0,20	10	13,7	17,1	19,9	22,4	24,3	25,9	23,8	—	—	—	—	—	—	—
	0,25	0	0,0	1,6	4,5	6,9	9,0	10,8	10,6	—	—	—	—	—	—	—
	0,30	0	0,2	4,9	9,1	12,8	15,9	18,5	16,9	—	—	—	—	—	—	—
	0,35	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,8	—	—	—	—	—	—	—
	0,40	0	0,0	0,0	0,0	3,2	7,5	11,2	9,9	3,4	4,6	5,8	6,2	6,5	7,0	—
0,45	0,20	40	41,4	42,5	43,2	43,5	43,5	43,1	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,25	40	42,2	44,1	45,5	46,4	46,8	46,9	42,0	—	—	—	—	—	—	—
	0,30	25	27,7	30,0	32,0	33,5	34,5	35,2	32,1	—	—	—	—	—	—	—
	0,35	25	29,0	32,6	35,6	38,0	39,8	41,1	36,2	—	—	—	—	—	—	—
	0,40	10	13,9	17,5	20,5	23,12	25,2	26,8	24,5	—	—	—	—	—	—	—
0,45	0,20	10	15,9	21,1	25,7	29,6	32,8	35,3	30,5	—	—	—	—	—	—	—
	0,25	0	0,1	4,7	9,0	12,4	15,4	18,1	16,3	—	—	—	—	—	—	—
	0,30	0	2,7	9,5	15,8	21,2	25,8	29,5	24,7	—	—	—	—	—	—	—
	0,35	0	0,0	0,0	0,0	1,3	5,2	8,7	8,1	—	—	—	—	—	—	—
	0,40	0	0,0	0,0	6,0	12,8	18,7	23,8	19,1	—	—	—	—	—	—	—

Dane wejściowe: Na=100, No=30, an=10, Tc=1

W liczniku podano wartości Naud dla grupy zabezpieczenia działającej w strefie rażenia środków POP, a w mianowniku gdy grupa zabezpieczenia działa spoza strefy rażenia środków POP.

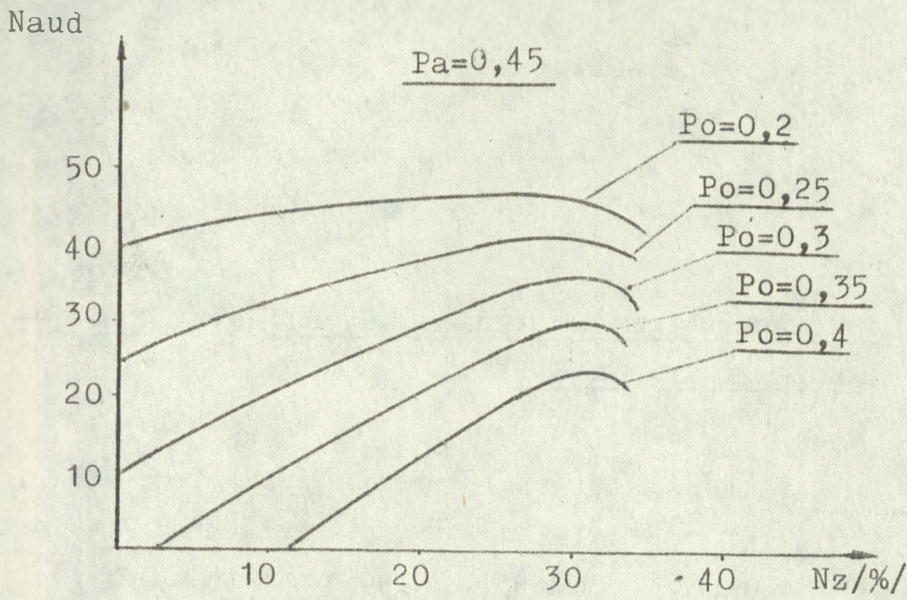


2/

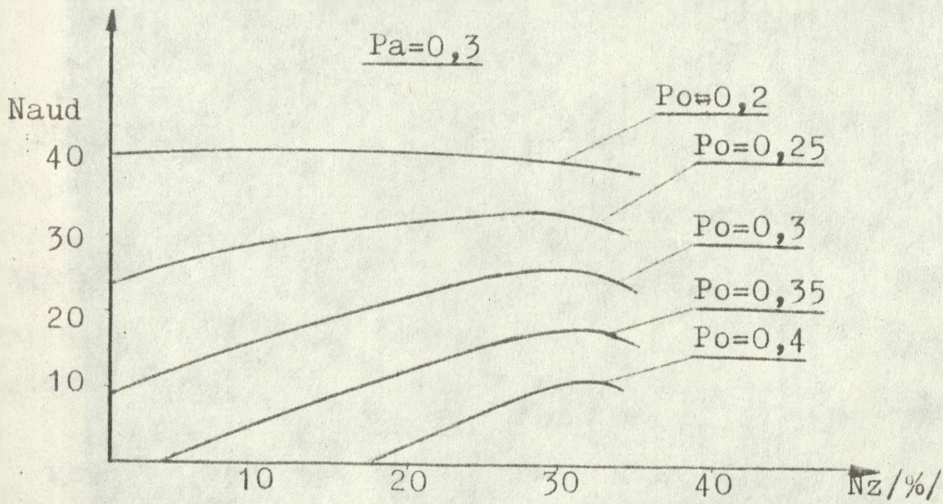


3/ $N_a=100, N_o=30, \lambda=10$

Rys.V-2.3. Wartości $N_{aud}=f/N_z$ dla podanych danych wejściowych gdy grupa zabezpieczenia działa w strefie rażenia POP



4/



5/ $N_a=100, N_o=30, \lambda=10$

Rys. V-4.5. Wartości $N_{aud}=f/N_z/$ dla podanych danych wejściowych gdy grupa zabezpieczenia działa spoza strefy rażenia POP.

w pracy tabele/ ułatwią i przyspieszą proces symulacji. Tabela 17 i 18 zawiera $P_o = M_p$ dla środków naziemnych, tabela 19 $P_o = P_{plt}$ i $P_o = P_{plm}$ dla samolotów LM, a dla poszczególnych kombinacji par LM-SNP tabela IV-3.1. Wartości P_a przyjmujemy z tabeli IV-2.7 lub IV-2.8 mnożąc przez prawdopodobieństwo wykrycia $P_w = 0,6-0,9$.

5.2.2. Grafodynamiczna metoda maksymalizacji rentowności działania SNP.

Propozycję takiego kryterium podają W. Tarabanow i P. Kartennikow/104/. Przedstawię sposób wykorzystania tej propozycji w oparciu o modele matematyczne rozdziału 4.3. Jako wartość ataku W_a przyjmuje się wartość oczekiwaną liczby SNP, które pokonają strefę OP = Naud. Koszty ataku przedstawia iloraz:

$$K_a = \frac{M_{pl} + M_{pz} + M_{pu}}{N_{aud}} \quad /5.20./$$

Wartość ataku jak i koszty ataku przekształca się na wartości relatywne o postaci:

$$N_{audw} = \frac{N_{aud}}{N_{aud\ opt}} \quad /5.21./$$

$$K_{aw} = \frac{K_a}{K_{a\ opt}} \quad /5.22./$$

gdzie:

$K_a\ opt$ - minimalny koszt dla $N_z = N_z\ opt$,

$N_{aud\ opt}$ - ilość SNP które dotrą do obiektu przy

$K_a = K_{a\ opt}$,

K_a, N_{aud} - koszt i wartość ataku dla $N_z = N_z\ opt$.

Kryterium rentowności przyjmie postać:

$$Ra_w = \frac{Naud_w}{Kaw} \quad /5.23./$$

Kryterium to bardziej eksponuje dążenie do ustalenia poziomu strat na dopuszczalnym poziomie czyniącym działanie ekonomiczne spełniające warunek $Ra > 1$ /wzór III-19/.

Wariantem optymalnym będzie wariant, dla którego $Ra = Ra_{max}$. Problem optymalizacyjny przedstawię w postaci wzoru:

$$\text{maks } Ra = Ra /Nz^*, M_{pl}, M_{pu}/ \quad /5.24./$$

$$\begin{matrix} \wedge \\ Nz^* \end{matrix} \quad \begin{matrix} \vee \\ Ra_{mx} \end{matrix} \quad Naud = Naud_{opt} \quad /5.25./$$

Wartość oczekiwana liczby zniszczonych obiektów wyniesie:

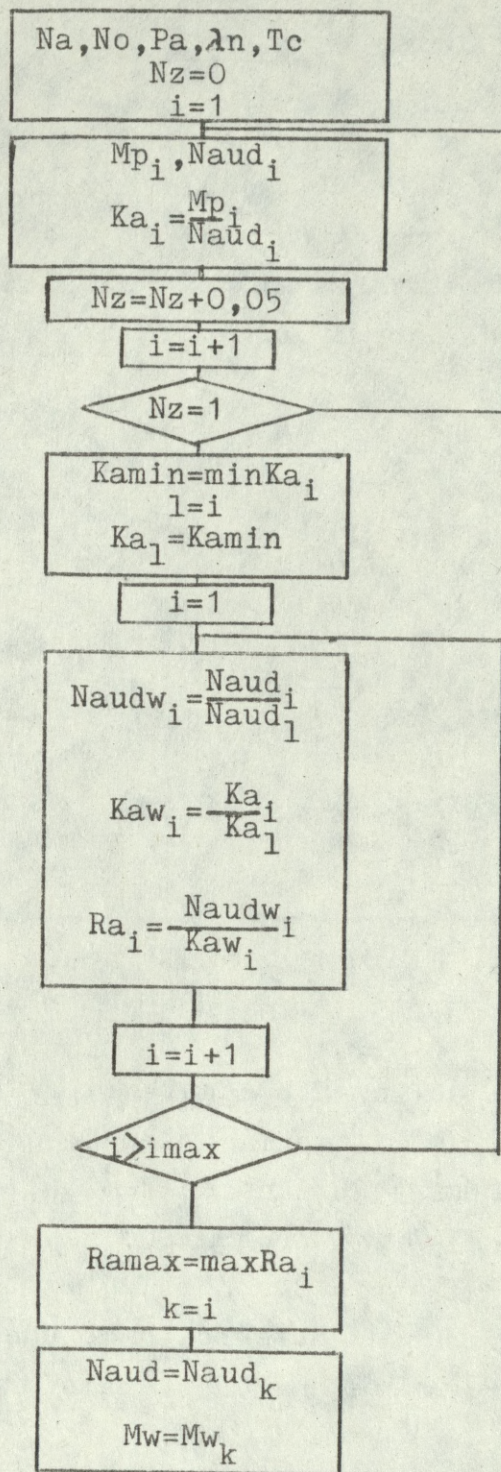
$$Lo = \frac{Naud_{opt}}{Nauw} \quad /5.26./$$

gdzie:

$Naud_{opt}$ - to wartość oczekiwana SNP, które dotrą do obiektów przy $Ra = Ra_{max}$.

Algorytm obliczeń przedstawia rys. V.6. Jest on nieco skomplikowany a obliczenia pracochłonne. Zaprogramowałem algorytm na EMC ODRA 1325 i dokonałem obliczeń dla różnych danych wejściowych. Algorytm programowo zapewnia możliwość obliczeń rentowności działania SNP /RENT/, wartości oczekiwanej liczby SNP docierających do obiektów jako uderzeniowe /NAUD/ i ilości elementów POP, które unikną rażenia przez SNP grupy zabezpieczenia /NWOB/.

W eksperymencie modelowym wprowadziłem wpływ liczebności grupy zabezpieczenia na długość T_c . Korzystając z danych w tabeli 10 przyjmuję, że dla $Nz = 80\%$ czas cyklu rośnie dwa razy. Przyjąłem uproszczone założenie o liniowej zależności $T_c = f /Nz/$.



Rys.V.6. Algorytm symulacyjny maksymalizacji wartości Ra i obliczania $Naud$.

Wprowadzam wartość czasu cyklu z zakłóceniami T_{cz} i obliczam go ze wzoru

$$T_{cz} = T_c / 1 + \frac{N_z}{0,8} / \quad /5.27/$$

Tak obliczoną wartość T_{cz} podstawiam do wzorów z rozdziału 4 w miejsce T_c , a wariant nazywam wariantem z zakłóceniami. Wyniki eksperymentu modelowego dla wybranych danych wejściowych zawierają tabele 25 i 26. Obliczenia wykonywane są przez program # JAN1 dla stałego czasu cyklu T_c i program # JAN2 dla zmiennego czasu cyklu T_{cz} . Graficznie wyniki obliczeń ilustrują rysunki V-7 - 12.

Taki układ danych wyjściowych umożliwia porównanie dwóch kryteriów efektywności działania PSNP i wyciągnięcie pewnych uogólnionych wniosków. Przyjęte dane wejściowe są zarazem testem wrażliwości modelu na zmianę parametrów.

Algorytm z rys. V-1. i V-6. odpowiada rozwiązywaniu zadania prostego. Obliczamy ilość SNP, które dotrą do obiektów jako uderzeniowe, z całkowitej ilości SNP wydzielonych do wykonania zadania. Tok postępowania można odwrócić i obliczyć ile przeciwnik musi posiadać SNP, jak dokonać podziału na grupę zabezpieczenia i grupę uderzeniową, aby do obiektów dotarła odpowiednia ilość SNP.

5.2.2.a. Wnioski

1. Optymalne wartości N_z^* dla kryteriów $R_a = R_{maks}$ i $N_{aud} = N_{audmaks}$ są inne. Spełnienie warunku optymalności dla R_a wymaga większej grupy zabezpieczenia niż kryterium N_{aud} .
2. Wzrost P_a przy $P_o = const$ powoduje malenie N_z^* i wzrost N_{aud} . Odpowiada to sytuacji wprowadzania doskonalszych środków rażenia. Odpowiednie przyrosty możemy ocenić analizując wyniki obliczeń. I tak z rys. V-7 widzimy, że wzrost P_a z wartości $P_a = 0,2$ do wartości $P_a = 0,4$ daje wzrost N_{aud} z wartości $N_{aud} = 3,5$ do wartości $N_{aud} = 6,7$, a zmalenie N_z z $N_z^* = 40\%$ do $N_z^* = 20\%$.

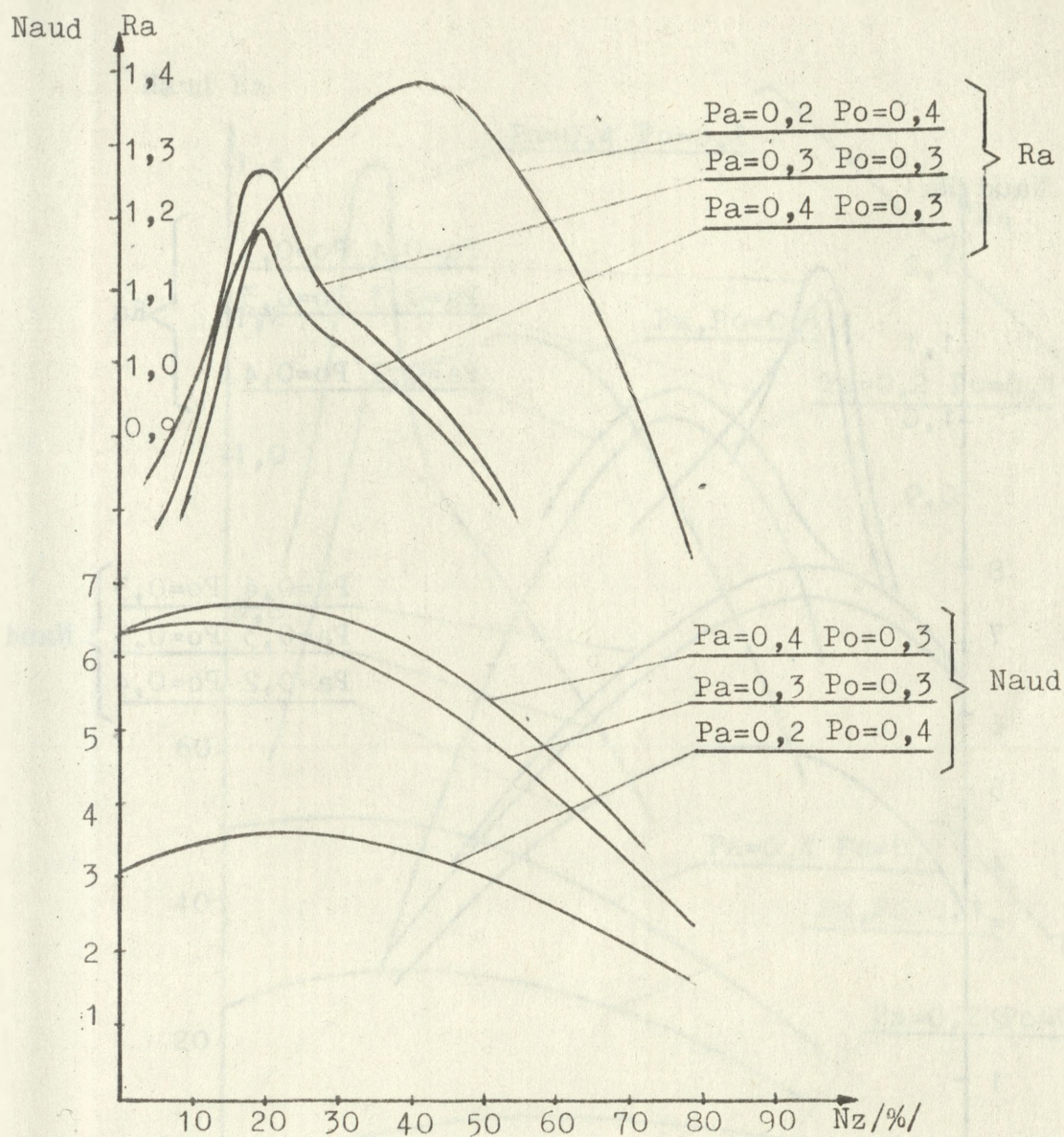
3. Z rys. V-9 i rys. V-10 widać, że intensywność nalotu λ malejąc powoduje maleńie Naud oraz wzrost Nz^* .
4. Uzmiennienie czasu cyklu wykonania zadania Tcz według zależności 5.27 daje wzrost wartości Naud i obniża wartość Nz^* . Wykresy mają bardziej zarysowane optima.

Wyniki obliczeń potwierdzają i jakoby sankcjonują obserwowane tendencje rozwoju środków rażenia i sposobów ich użycia.

5.3. WNIOSKI

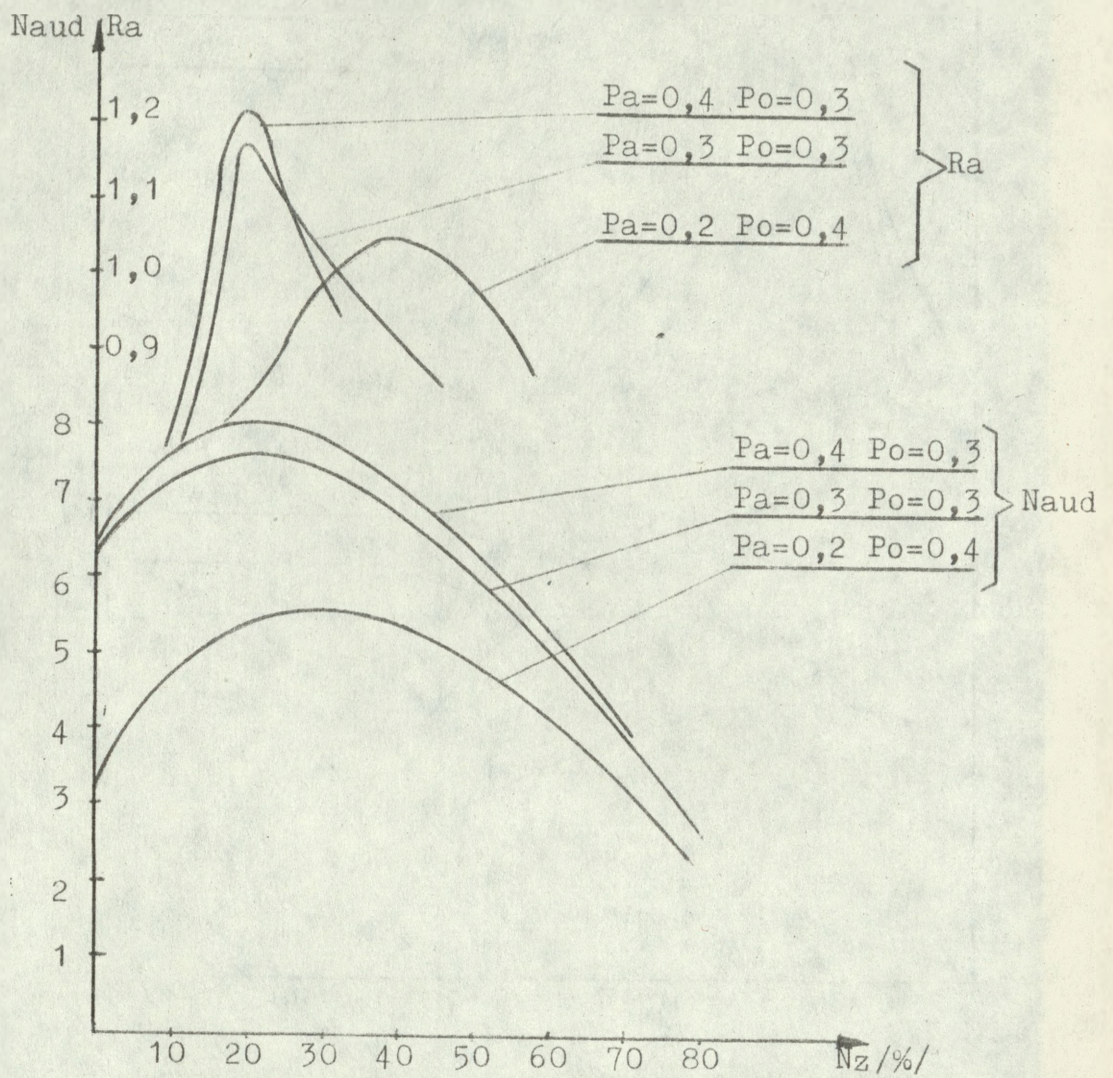
1. Proponowane kryteria i metodyka postępowania pozwalają uwzględniać najnowsze tendencje rozwoju środków rażenia, i sposobów ich użycia.
2. Działanie grupy zabezpieczenia spoza strefy rażenia POP jak też stosowanie zakłóceń zwiększa wartość Naud.
3. Przedstawiona metodyka i tabele z wynikami obliczeń pozwalają także spojrzeć na proces walki z przeciwnikiem powietrznym pod kątem ograniczenia strat SNP do strat uważanych za dopuszczalne /np. 3 %/.
4. Możliwość obliczeń prostych i odwrotnych ułatwia badanie szerokiej klasy problemów.
5. Wielokryteriowe spojrzenie ułatwia uzyskanie obiektywnych danych mimo stosowania dość uproszczonych zależności matematycznych.

Wartość kryterium jest wartością decyzji co do sposobu działania SNP na POP jak i obiekty /PO/. Ze strony POP zachodzi teraz pytanie, którą z decyzji do działania jako najbardziej prawdopodobną urzeczywistni przeciwnik w prognozowanej sytuacji. Problemem wyboru zajmę się w kolejnym rozdziale rozprawy.



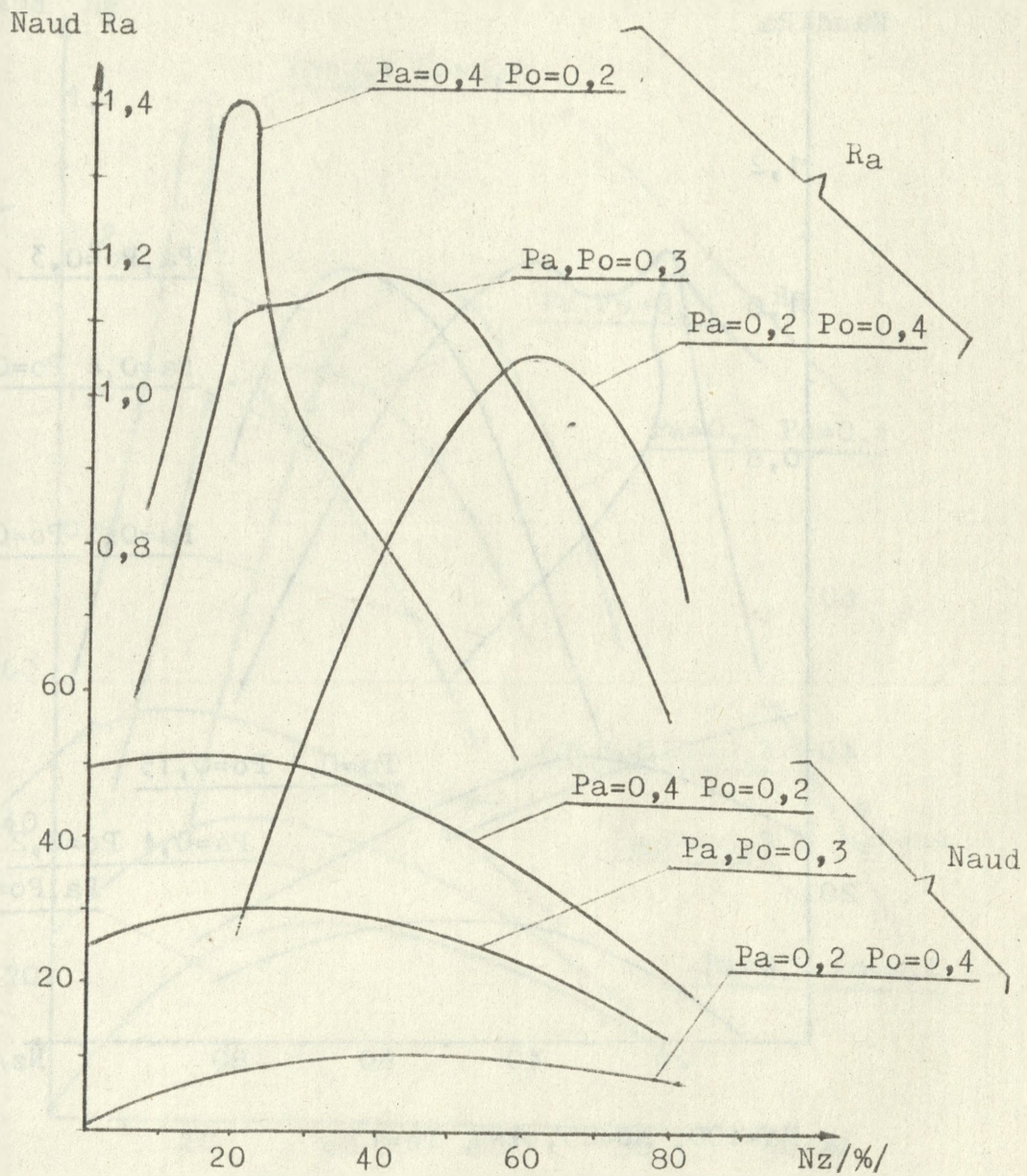
$$Na=16, No=4, \lambda=2 \quad Tc=1$$

Rys. V-7. Wartości $Naud, Ra=f/Nz/$ dla podanych danych wejściowych bez stosowania zakłóceń



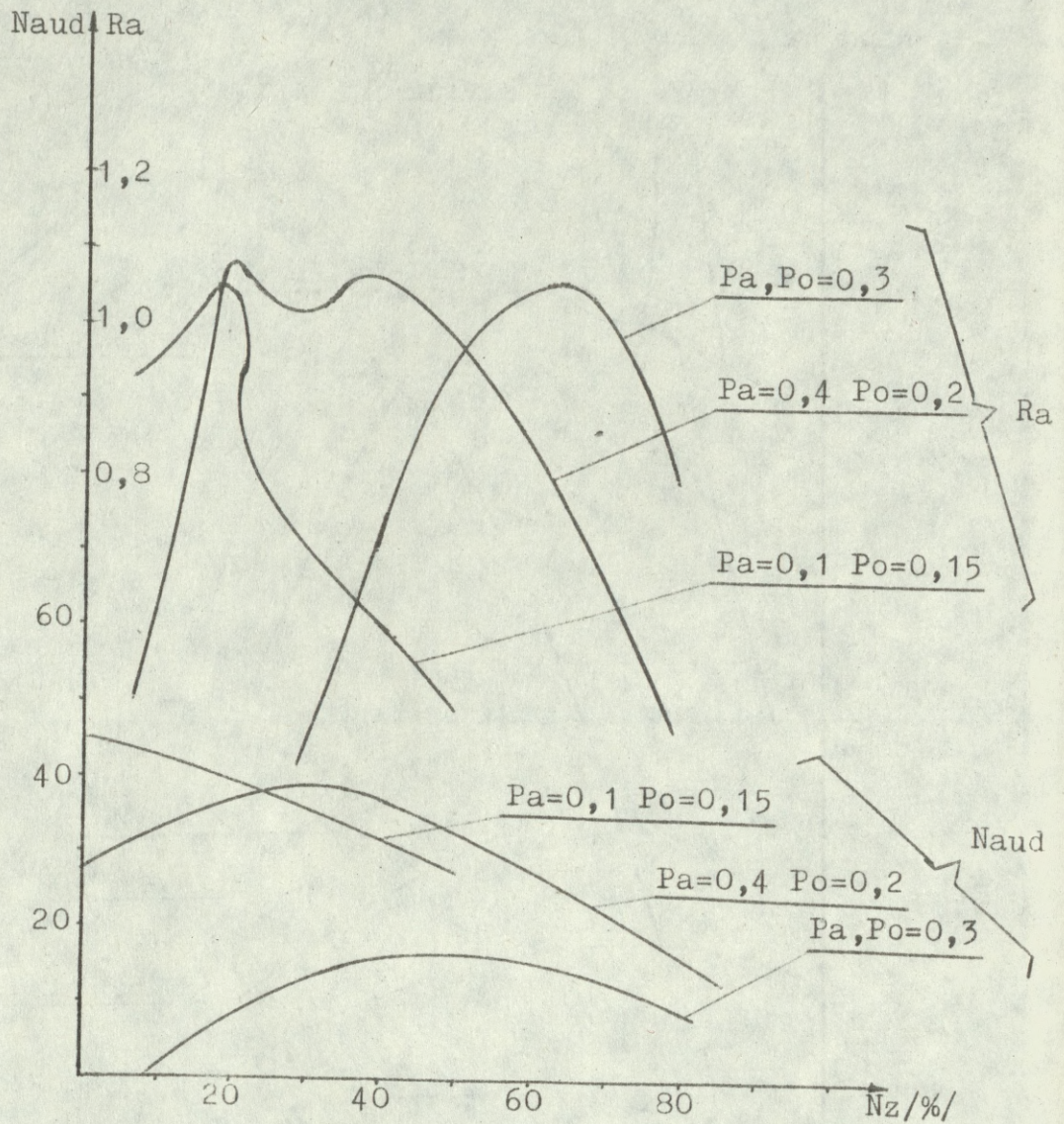
$$Na=16, No=4, \lambda=2 \quad Tcz=Tc/1+\frac{Nz}{0,8}/$$

Rys. V-3. Wartości $Naud, Ra=f/Nz/$ dla podanych danych wejściowych i stosowaniu zakłóceń



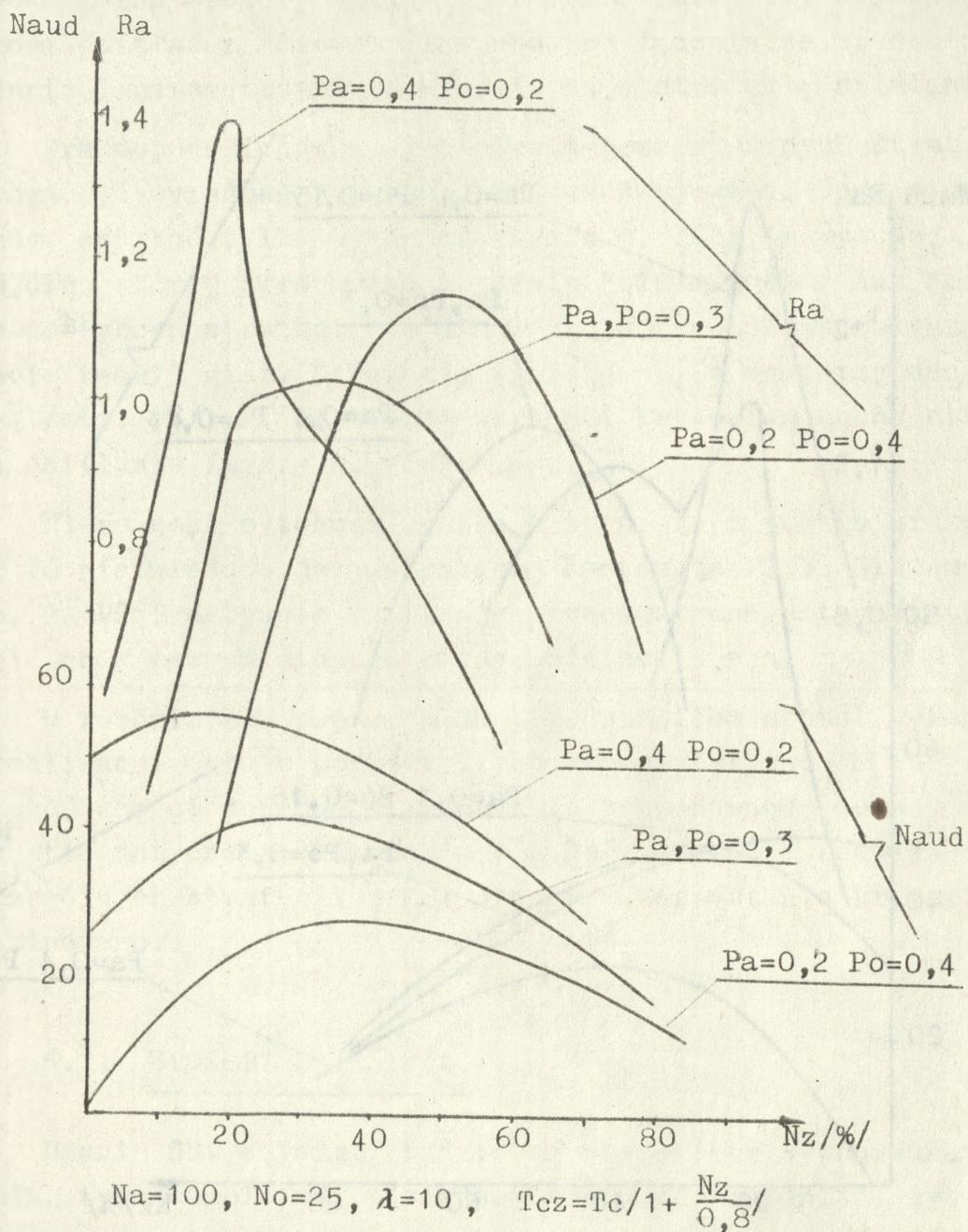
$Na=100, No=25, \lambda=10, Tc=1$

Rys. V-9. Wartości $Naud, Ra=f/Nz/$ dla podanych danych wejściowych bez stosowania zakłóceń

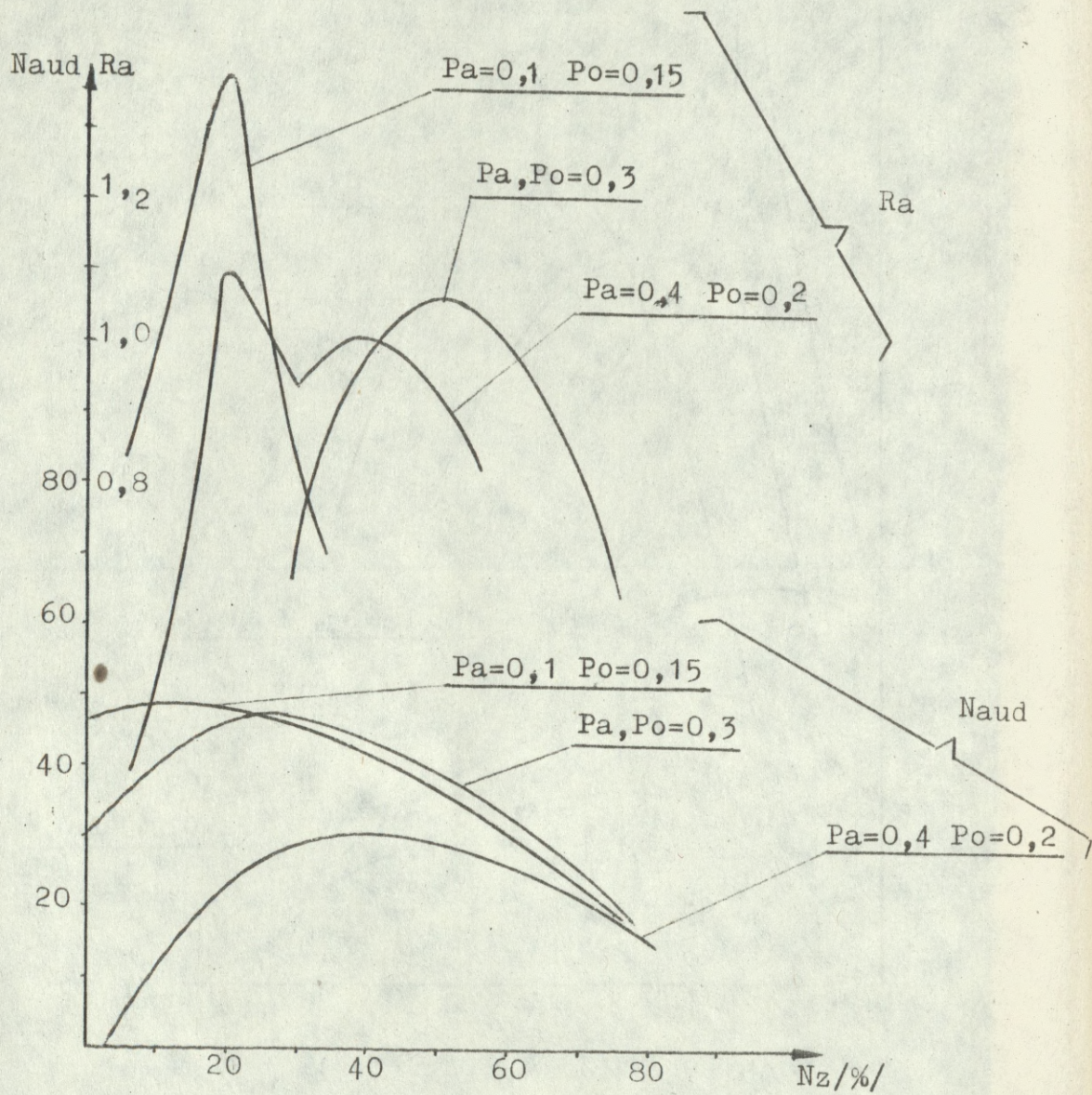


$Na=100, No=25, \lambda=7, Tc=1$

Rys.V-10. Wartości $Naud, Ra=f/Nz/$ dla podanych danych wejściowych bez stosowania zakłóceń.



Rys.V-11. Wartości $Naud, Ra=f/Nz/$ dla podanych danych wejściowych i stosowaniu zakłóceń.



$$Na=100, No=25, \lambda=7, Tcz=Ec/1 + \frac{Nz}{0,8}$$

Rys.V-12. Wartości $Naud, Ra=f/Nz/$ dla podanych danych wejściowych i stosowaniu zakłóceń.

6. SPOSOBY DZIAŁANIA I PARAMETRY UGRUPOWANIA ŚNP.

PSNP jest otoczeniem antagonistycznym, aktywnym POP jak i FO. Jako otoczenie może znajdować się w różnych stanach czyli stosować różne sposoby działania i różne parametry ugrupowania. ŚNP mogą działać z różnych kierunków co łącznie ze sposobem działania i parametrami ugrupowania daje strategię działania.

Prawdopodobieństwa wystąpienia poszczególnych strategii nie mogą być wyrażone liczbowo, ani uszeregowane. Same strategie mogą zaś być tylko wyrażone liczbowo. Jest to sytuacja niepewna, dla której opracowano kryteria "minimaksowe" lub "maksiminowe" wyboru strategii działania bazujące na matematycznym aparacie teorii gier. Strategie wybiera się z macierzy decyzyjnej /str. 42/, którą tworzą wartości kryterium oceny strategii działania /wzory 5.5 lub 5.6/.

Niepewność sytuacji wynika z tego, że z punktu widzenia POP i FO nie wiadomo jaką strategię zastosuje PSNP. Wiadomo tylko, że PSNP aktywnie realizuje przeciwstawne antagonistyczne cele, co w pewnym stopniu niepewność zmniejsza.

W rozdziałach poprzednich przedstawiłem sposób wyrażania realizacji celu w postaci liczb rzeczywistych. W dalszej części dokonam uzupełnienia proponowanej metody o sugestie dotyczące zachowania się ŚNP w trakcie realizacji poszczególnych strategii jak i sposób wykorzystania kryterium maksiminowego.

6.1. SPOSOBY DZIAŁANIA

Użycie ŚNP zależy będzie od charakteru wykonywanego zadania, typu samolotów, posiadanych środków rażenia i sytuacji operacyjno-taktycznej.

Przewidywane elementy taktyki działania wraz z podstawowymi zasadami podałem w rozdziale 3.3.1.

Przewiduje się, że ŚNP mogą działać w luźnych ugrupowaniach liczących 2-4-8, 8-12 samolotów stanowiących rzut przeła-

mania, rzut uderzeniowy i rzut rozpoznania.

Propozycję podziału SNP w rzutach podałem w rozdziale 5, a teraz chciałbym udokładnić problem zasygnalizowany w rozdziale 3.3.1. Każdy rzut będzie się składał z grupy zabezpieczenia i uderzeniowej. Rzut przełamania będzie obejmował POP mając w swoim składzie SNP do uderzeń na naziemne elementy POP, /70 %/ oraz samoloty osłony od LM 15 % jak i walki radioelektronicznej /5-10 %/. Przewidywane wartości podane w nawiasach możemy udokładnić proponowaną przeze mnie metodą. Rzut uderzeniowy może składać się z 70 % ogółu SNP biorących udział w naloce, z czego 10 % to samoloty WRE w takiej ilości by na jedno samodzielnie działające ugrupowanie przypadał jeden samolot WRE. POP jest albo obiektem ataku dla grupy przełamania albo strefą, którą trzeba pokonać przy minimalnych stratach.

Wykonanie zadania obejmować będzie dwa zasadnicze etapy: dołot do obiektu i wykonanie uderzenia.

6.1.1. Sposoby dołotu do obiektu

Etap pierwszy powinien zapewnić skrytość podlotu i zaskoczenie w wykonaniu uderzenia. Wykorzystuje się tu małe wysokości lotu, maskowanie na tle rzeźby terenu, wykorzystanie stref martwych w polu radiolokacyjnym, maskowanie ilości SNP w grupie przez dobór odpowiednich parametrów ugrupowania.

Każdy wylot poprzedzony będzie dokładnym rozpoznaniem sytuacji, na podstawie którego sporządza się plan rozmieszczenia elementów POP, RLP, punkty naprowadzania /PN/, strefy wykrywania i przechwytywania. Strefy rażenia WR i fragmenty tras gdzie może być oddziaływanie POP.

W celu skutecznego obezwładnienia radioelektronicznego określa się parametry RLS, które przed każdym wylotem są udokładniane. Grupa przełamania i uderzeniowa może być osłaniana radioelektronicznie ze stref przez specjalne samoloty, jak też może mieć w swoim składzie własny samolot.

By uniknąć rozpoznania środkami wizualnymi SNP będą latać na małych wysokościach z $V=0,8-0,9$ M z równomierną pracą silnika bez dymu. Właściwy kamuflaż barwny też jest bardzo istotny.

Skuteczność rozpoznania w podczerwieni będzie obniżana lotem na małej wysokości i prędkości dodźwiękowej. Wykorzystanie pokryć pochłaniających promieniowanie podczerwone, ekranowanie najbardziej rozgrzewających się elementów oraz wykorzystanie pułapek jest tu wskazane.

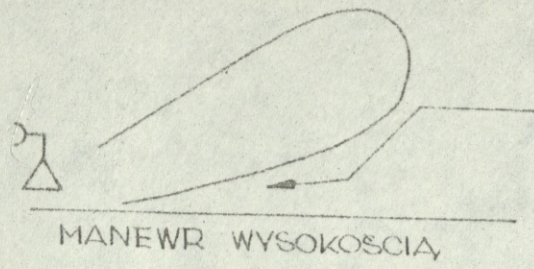
Zbyt wczesnemu wykryciu przez RLS zapobiega się lotem na małej wysokości, ograniczeniu skutecznej powierzchni odbicia dzięki stosowaniu odpowiednich pokryć pochłaniających energię elektromagnetyczną. Stosowanie zakłóceń /Rys. III-2, III-3/ daje bardzo dobre efekty.

Widzimy, że lot na małej wysokości jest najbardziej uniwersalny, ale ma on także swoje wady, które ograniczają minimalną wysokość.

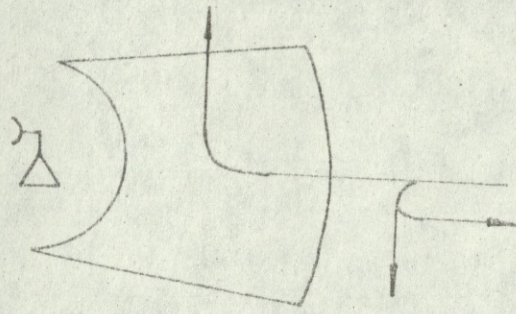
Zamiar działania i skład grupy maskuje się zacieśniając szyki tak, aby na ekranie RLS klucz dawał jeden znacznik. Wykonywane są także manewry przeciwradiolokacyjne /Rys. VI-1/. W strefach rażenia POP wykonywane będą manewry przeciwrakietowe /Rys. VI-2/, a trasa lotu powinna zapewnić duże prędkości kątowe w stosunku do naziemnego elementu POP. Wyjście do ataku powinno nastąpić z najbezpieczniejszego kierunku w najkrótszym czasie. Przykładowy sposób działania przedstawia rys. VI-3. Warianty ugrupowań SNP przedstawia rys. VI-4.

Lot do celu może odbywać się z różnym profilem zależnym od siły POP, charakteru zadania i możliwości samolotów. Przy dużej liczbie podwieszeń lot ma $H=100-300-500$ m i $V = 800$ km/h. W innym przypadku może być zmienny profil lotu. Początkowo na $H=5000-1000$, a 180 km przed celem zejście do małych H i atak celu też z małych H . Zwiększa to zasięg o około 20-30 %. Dalszy wzrost zasięgu możemy uzyskać tankowaniem w powietrzu.

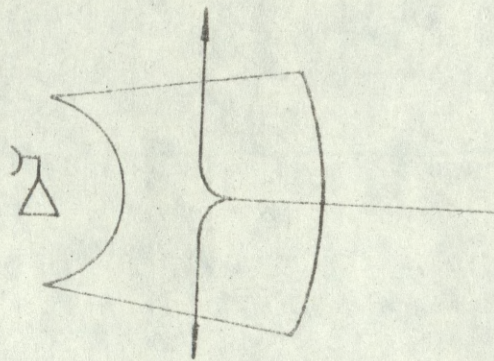
Na trasie lotu zapewniona musi być osłona od IM.



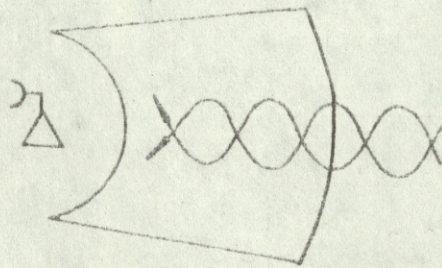
MANEWR WYSOKOŚCIA



MANEWR KURSEM



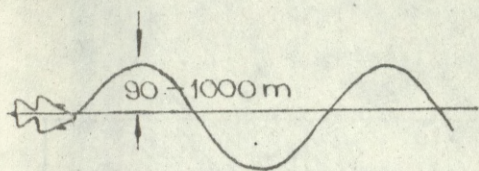
MANEWR „ROZDZIĘLENIE”



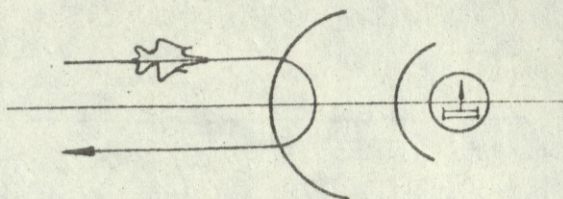
MANEWR „NOŻYCE”

Rys.VI.1. Rodzaje manewrów przeciwradiolokacyjnych

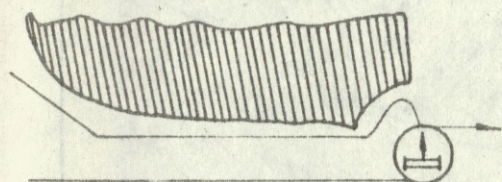
MANEWR ZMIANA, KURSU



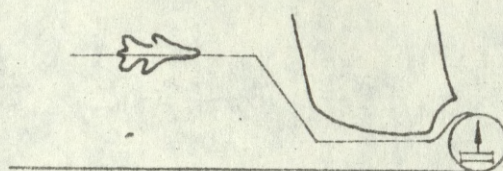
MANEWR LOT ZE ZNIZENIEM PRZED STREFĄ, I W STREFIE OGNI



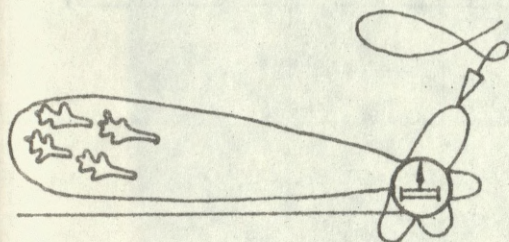
MANEWR LOT PONIZEJ DOLNEJ GRANICY STREFY OGNI



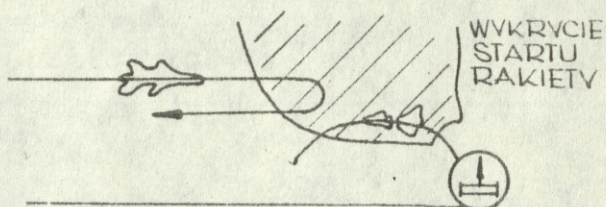
MANEWR ZNIZANIA PRZED STREFĄ, I W STREFIE OGNI



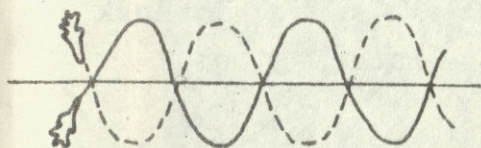
ODPALENIE POCISKU „SHRIHE” NA LISTEK BOCZNY CH-K PROM SNR



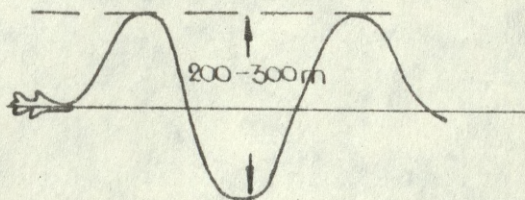
MANEWR - LOT NURKOWY Z JEDNOCZESNA ZMIANA, KIERUNKU



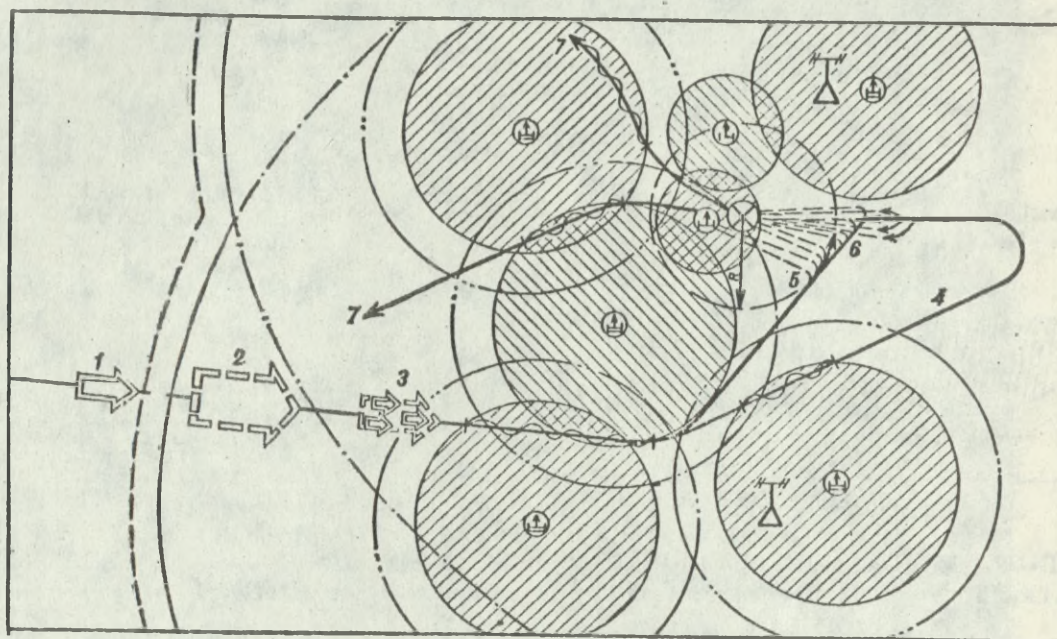
MANEWR - LOT PO PRZECINAJĄCYCH SIĘ, KURSACH



MANEWR - ZMIANA WYSOKOŚCI



Rys.VI.2. Rodzaje manewrów przeciwrakietowych



- rubież rozluźniania ugrupowań
- - - rubież wykrywania SNP przez RLS POP
- ~~~~~ wykonywanie manewru przeciwrakietowego

1-grupa w szyku normalnym

2-grupa w szyku rozczłonkowanym do odległości
równych przedziałowi widzialności

3-grupa w szyku zwartym

4-jeden klucz pozoruje przelot na fałszywy kierunek

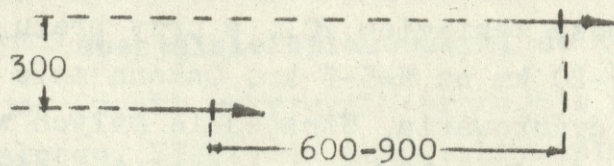
5-drugi klucz atakuje kolejno samolotami z lotu
nurkowego

6-trzeci klucz atakuje cel z lotu nurkowego kolejno
samolotami po wykonaniu zwrotu do celu

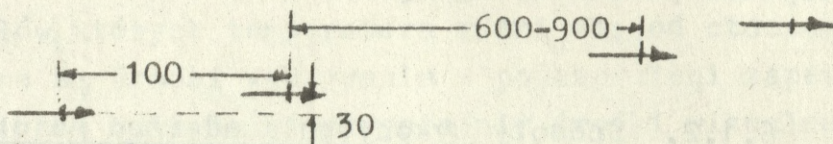
7-trasa odlotu od celu

Rys.VI.3. Przykład działania grupy uderzeniowej w
składzie trzech kluczy SNP

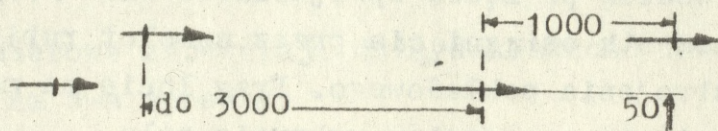
źródło: ZWO 1982 nr2, s.51



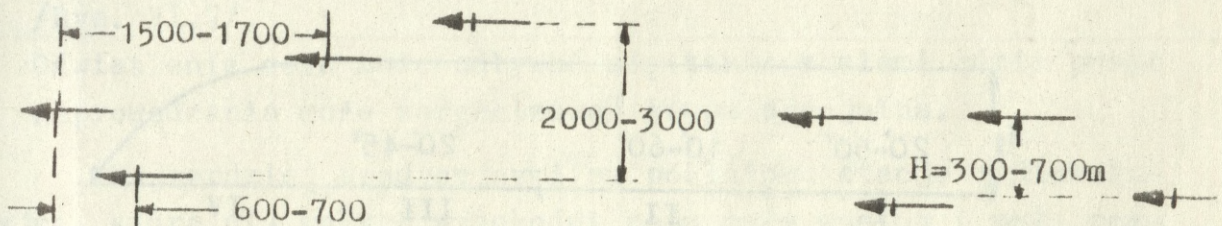
a. Para w ugrupowaniu „schody” .



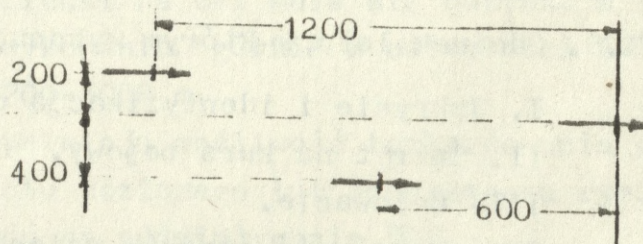
b. Klucz w ugrupowaniu „schody”.



c. Klucz w ugrupowaniu „kolumna par”.



d. Klucz w ugrupowaniu „klin”.



e. Trzy samoloty w ugrupowaniu „żmijka”.

Rys.VI.4. Warianty ugrupowań małych grup ŚNP.

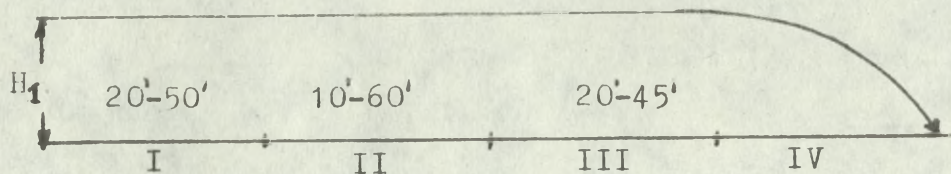
Odstępy i odległości podano w metrach.

Zapewniają ją grupy osłony bezpośredniej 5-10 km z tyłu i przewyższeniem 300-500 - 3000 m. W rejonie celu grupa osłony może działać poza zasięgiem POP, a przy braku POP na kręgu o promieniu 15-20 km na H=5-6 km. Osłona może być także pośrednia ze stref dyżurowania. Stosowanie małych wysokości lotu podniosło rolę środków lufowych, w zasięgu których ŚNP będą się teraz pojawiać.

Przewidywane parametry ugrupowań ŚNP zawiera tabela 22.

6.1.2. Sposoby wykonywania uderzeń na obiekty.

Według poglądów specjalistów NATO /41/ atak zaczyna się od momentu osiągnięcia przez samolot rubieży skutecznego ognia uzbrojenia pokładowego. Przy locie na małej wysokości pokrywa się to z momentem wykrycia celu. Odcinek lotu potrzebny do wykonania ataku składa się z fragmentów pokazanych na rys. VI.5.



Rys. VI.5. Odcinek lotu, w którym wykonuje się atak na cel.

- I. Wykrycie i identyfikacja obiektu.
 - II. Zakręt na kurs bojowy.
 - III. Celowanie.
 - IV. Donośność środków rażenia.
- H_1 - wysokość lotu.

Wymagana minimalna odległość wykrycia zapewniająca wykonanie ataku zależy od prędkości lotu. Dla $H = 60 - 80$ m i $V = 700 - 900$ km/h minimalna odległość wykrycia wynosi

około 2 km. Warunki lotu na małych wysokościach uniemożliwiają pilotowi wizualne wykrycie celu i musi się on posilkować środkami technicznymi specjalnie opracowanymi do tego celu.

Telewizyjne środki wykrywania pracują w zakresie promieniowania widzialnego. Efektywne przy wykrywaniu celów dostatecznie kontrastowych w dzień w znośnych warunkach atmosferycznych nawet przy słabym oświetleniu.

Do celów, których temperatura różni się od otoczenia bardzo skuteczne są środki wykrywania w podczerwieni zapewniające 3-6 razy większą odległość wykrycia niż środki wizualne. Działają w nocy, we mgle i w dymie jako pasywne nie demaskują samolotu.

Środki laserowe zapewniają dużą dokładność i mogą być wykorzystywane na dwa sposoby:

1. Samolot sam oświetla cel /rys. VI.6./.
2. Cel oświetlany jest przez jeden samolot z grupy lub też specjalnie wydzielonego samolotu do wskazania celu /Rys. VI.7/.

Oświetlenie celu może odbywać się także z ziemi gdzie punkt naprowadzania może zorganizować grupa specjalna.

Najbardziej tradycyjnymi są pokładowe stacje radiolokacyjne, które dla małych wysokości mają mały zasięg i małą rozdzielność. Stosowane do uaktualnienia danych nawigacyjnych przed wykryciem i identyfikacją celu.

Atak bezpośredni na cel może się odbywać z lotu nurkowego po uprzednim wykonaniu "górkę" w odległości 6-8 km od celu i wysokości 1200-3000 m.

Bomby specjalne zapewniają możliwość bombardowania celów powierzchniowych z lotu poziomego lub wznoszącego rys. VI.8.a,b, co obniża wrażliwość na oddziaływanie POP.

Środki rażenia o dużym zasięgu i z głowicami samonaprowadzania umożliwiają atak celu spoza strefy rażenia POP jak też atak z obejściem stref POP /Rys. VI.9/.

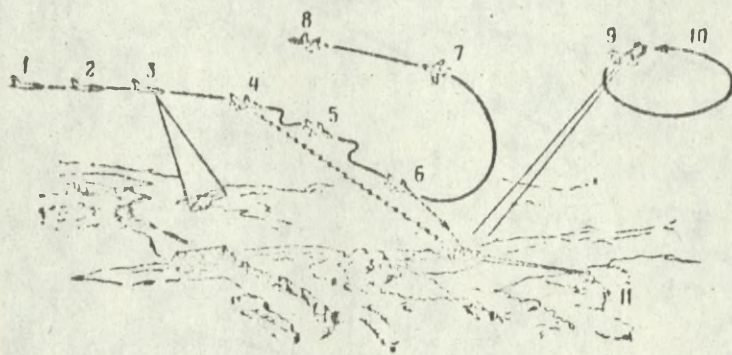
Problemem dużej wagi jest walka z naziemnymi elementami POP. Do jego rozwiązania wykorzystywane będą samoloty F4G



- 1-korekta nawigacji
- 2-wykrycie i rozpoznanie celu
- 3-śledzenie celu promieniem lasera
- 4-zrzut bomby kierowanej
- 5-ocena zadanych strat

Rys.VI.6.Uderzenie na obiekt przy indywidualnym
podświetleniu celu promieniem lasera

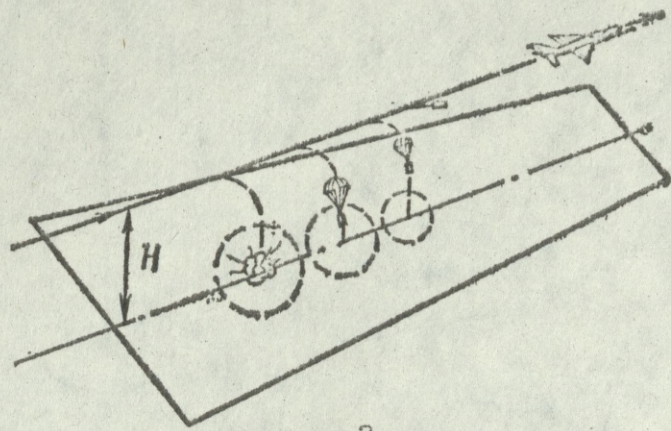
źródło:ZWO 1981 nr4,s.58



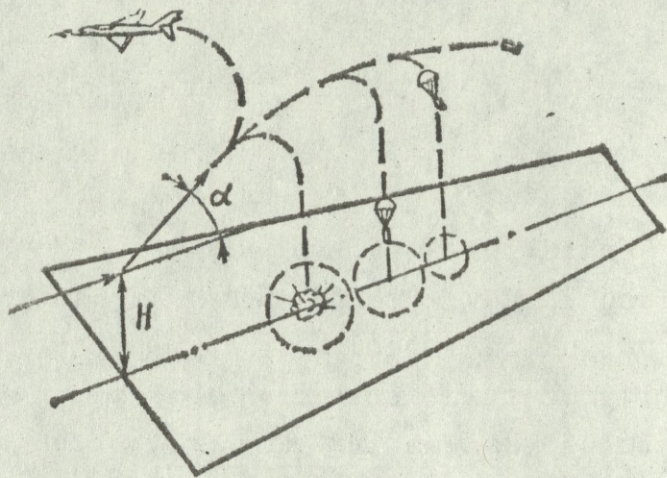
- 1-dolot do punktu korekty nawigacji.
- 2-początek współpracy z samolotem wskazującym cel
- 3-początek poszukiwania celu
- 4-wykrycie i początek śledzenia celu
- 5-lot do celu z wykonywaniem manewrów przeciwrakietowych
- 6-zrzut bomby
- 7-odlot od celu
- 8-poszukiwanie nowego celu
- 9-samolot wskazujący cel
- 10-ocena strat zadanych obiektowi
- 11-podświetlenie celu z ziemi

Rys.VI.7.Uderzenie środkami rażenia z naprowadzaniem laserowym przy wskazaniu celu przez specjalny samolot lub z ziemi

źródło:ZWO 1981 nr 4,s.57



a



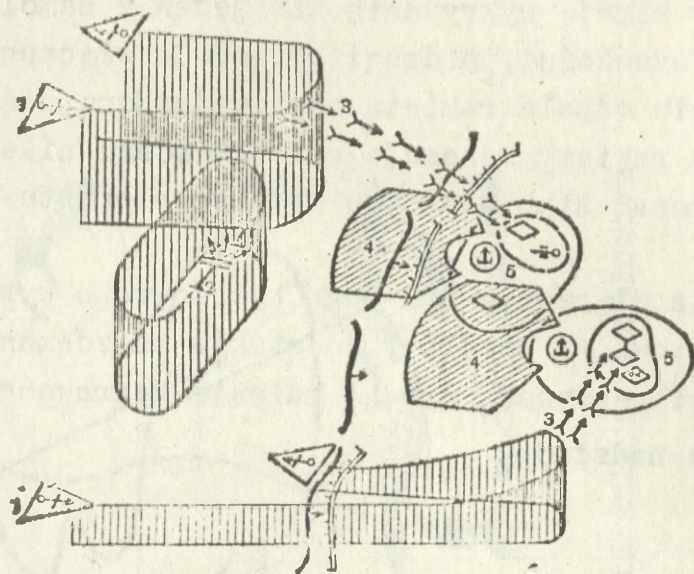
b

a-przelot nad celem na stałej wysokości

b-uderzenie ze wznoszenia pod kątem α

Rys.VI.8.Sposoby uderzeń na cele powierzchniowe
bombami specjalnymi

źródło: ZWO 1981 nr 9, s.44



- 1-grupa uderzeniowa
- 2-samoloty przeciwdziałania radioelektronicznego
- 3-tory lotu pocisków
- 4-przekroje poziome stref rażenia elementów POP
- 5-objekty uderzeń

Rys.VI.9.Sposoby uderzeń na cele naziemne samonaprowadzającymi się środkami rażenia

źródło:ZWO 1981 nr 9,s.44

"Wild Weasels" działające parami lub kluczami, których przykładowy sposób działania byłby następujący /102/.

Przy wejściu w strefę wykrywania RLS jeden z samolotów obniża lot do małych wysokości, a drugi prowokuje włączenie SNR.

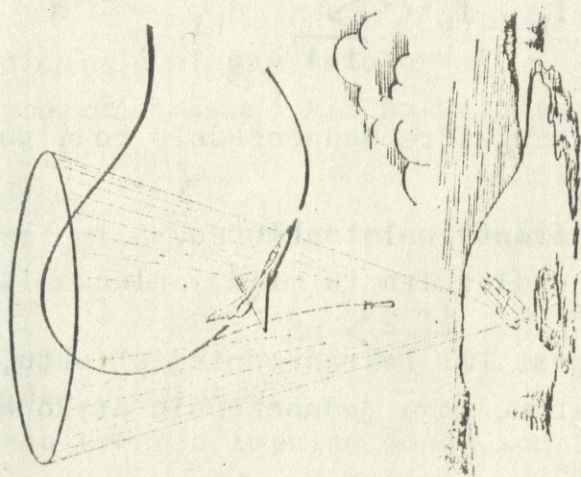
Po jej włączeniu odpala raketę naprowadzającą się na pracującą SNR. Wybuch rakiety wskazuje cel lejącemu niżej samolotowi który może wykonać atak w stożku martwym elementu POP /Rys. VI.10./.

Do prowokowania włączenia SNR mogą być szeroko wykorzystane środki bezpilotowe, a samoloty do ataków na zdenaskowane cele. Duże możliwości posiadają środki rażenia kierowane, z którymi wiąże się duże nadzieje.

6.1.3. Wnioski

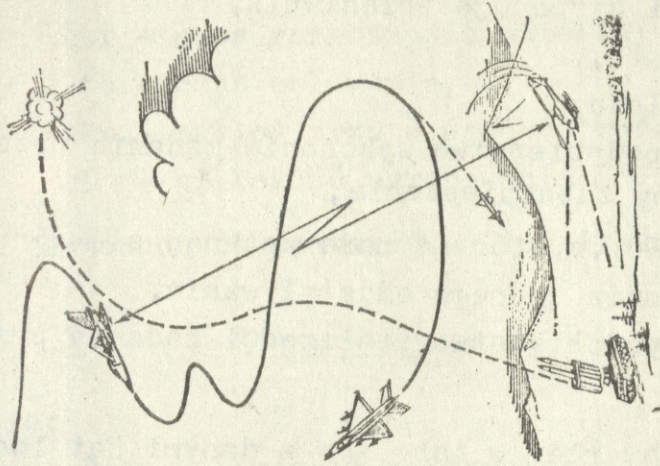
1. Istnieje bardzo dużo sposobów działania, które zależą od posiadanego wyposażenia ŚNP, środków rażenia, rodzaju obiektu i obrony powietrznej obiektu /POP/.
2. Efektywność sposobów zależy od trafności prognoz stanów otoczenia systemu ŚNP.

Przytoczyłem powszechnie obowiązujące poglądy bardzo ogólnie traktujące problem w kategoriach ilościowych nie uwzględniających konkretnych sytuacji. Zachodzi więc pytanie jak można uwzględnić specyfikę sytuacji w ilościowym wyrażeniu efektywności poszczególnych sposobów działania? Odpowiedź na to pytanie będzie treścią kolejnego rozdziału.



a

a-ze stożka martwego



b

b-we współdziałaniu ze śmigłowcem

Rys. VI.10. Sposoby uderzeń ŚNP na środki POP
 źródło: ZWO 1982 nr 1, s.56

6.2. PARAMETRY UGRUPOWAŃ SNP.

W rozdziale 5, badając wartość funkcji kryterium jako dane do obliczeń, użyłem:

N_a - ilość SNP którymi dysponuje przeciwnik,

T_n - czas trwania nalotu,

λ_n - intensywność nalotu,

P_a - całkowite prawdopodobieństwo wykonanie zadania przez jeden SNP z grupy zabezpieczenia,

N_o - ilość elementów POP, z którymi może zetknąć się grupa SNP,

T_c - czas cyklu wykonania jednego oddziaływania,

P_o - całkowite prawdopodobieństwo realizacji zadania przez jeden element POP.

Wartości P_a , P_o , T_c zawarłem w tabelach z danymi katalogowymi sprzętu po ich obliczeniu. Wartość N_a możemy ocenić na podstawie poglądów o przydziale SNP do wykonania pierwszego zmasowanego nalotu przedstawionych w rozdziale 6.1 i 3.3.1.

Pozostałe dane wejściowe mogą być obliczane dla aktualnej sytuacji przy pomocy zależności matematycznych, które przedstawię poniżej.

1. Ilość elementów POP N_o zależy będzie od frontu nalotu, który określa wzór:

$$F_n = I_k \cdot f_k + \sum_{i=1}^{I-1} d_{ki} \quad /6.2.1./$$

gdzie: I_k - liczba kluczy, które jednocześnie mogą pokonywać strefę OP,

f_k - szerokość frontu nalotu klucza,

d_k - odległość wzdłuż frontu między kluczami.

Gdy pokonywany jest POP bezpośrednio obiektu, to I_k jest liczbą kluczy /par/, które mogą jednocześnie atakować obiekt.

$$I_k = \frac{A}{f_k + d_k} \quad /6.2.2./$$

A - szerokość obliczeniowa obiektu uderzeń.

Ugrupowanie powinno być przyjęte w odległości D od obiektu równej:

$$D \geq Vc / t_r + t_c / + R_p + L \quad /6.2.3./$$

gdzie:

- t_r - czas rozpoznania obiektu,
- t_c - czas celowania,
- R_p - rubież zrzutu środków rażenia,
- L - głębokość ugrupowania SNP.

Dla jednorodnych zestawów WR ich ilość obliczymy ze wzoru:

$$N_o = \frac{F_n}{2 P_{max}} \quad /6.2.4./$$

gdzie:

- P_{max} - parametr maksymalny na danej wysokości.

Dla zestawów niejednorodnych:

$$F_n = \sum_{i=1}^{N_o} 2 P_{mxi} \quad /6.2.5./$$

Poprzednio stwierdziłem, że przewiduje się maskowanie składu ugrupowania /Rys. VI.3./ zmieniając odstęp i odległości między samolotami tak aby ugrupowanie dało jeden znacznik na wskaźniku RLS. Wymaga to spełnienia warunku:

$$d_s < d_{rls} \quad /6.2.6./$$

- d_s - odległość między samolotami,
- d_{rls} - rozróżnialność RLS na współrzędnych zgodnych z odległościami d_s .

Odległość między samolotami w głab szyku powinna wynosić:

$$d_s < \frac{c t_i}{2} + d_w \quad /6.2.7./$$

- c - prędkość światła,
- t_i - czas trwania impulsu sondującego RLS,
- d_w - rozróżnialność wskaźnika zobrazowania informacji.

Dla RLS z modulowanym wewnątrznie impulsem wartość ta wynosi:

$$ds \leq \frac{c \cdot t_i}{2n} + dw \quad /6.2.8./$$

n - ilość odcinków kodowych w czasie t_i .

Widzimy, że RLS z sygnałem złożonym zapewnia lepszą rozróżnialność w odległości i utrudnia maskowanie składu ugrupowania. Odstępy wszerek szylu jak i przewyższenia zależeć będą od szerokości charakterystyki promieniowania RLS w azymucie i kącie podniesienia.

Przewyższenie może wynosić:

$$Ph < 0,117 \cdot R \cdot \odot_{\epsilon} \quad /6.2.9./$$

gdzie:

\odot_{ϵ} - szerokość charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie pionowej.

Odstępy wzdłuż frontu nalotu:

$$dsw < 0,117 \cdot R \cdot \odot_B \quad /6.2.10./$$

gdzie: \odot_B - szerokość charakterystyki promieniowania RLS w płaszczyźnie poziomej

R - odległość do samolotu $/0,117 = \frac{\pi}{180}/$

Dla danych z tabeli 20 uzyskujemy:

$$ds < 0,5 - 2,5 \text{ km}$$

$$Ph < 2 \text{ km}$$

dla $R = 50 \text{ km}$

$$dsw < 2 \text{ km}$$

Wyniki obliczeń w porównaniu z tabelą VI-1 mówią, że zawarte w niej wartości pozwalają maskować ugrupowanie.

2. Czas trwania nalotu - T_n

$$T_n = \frac{L}{V_c} \quad /6.2.11./$$

gdzie:

L - głębokość nalotu,

V_c - prędkość lotu SPP

$$L = I_f \cdot L_f + \sum_{i=1}^{I_f} dg \quad /6.2.12./$$

gdzie:

- I_f - ilość fal w nalocie,
- L_f - długość fali
- dg - odległość między falami

Zamiast fal mogą być grupy, klucze, pary itd.

Odległości między falami, grupami powinny zapewniać odstęp czasowy mniejszy niż T_c

$$dg < V_c \cdot T_c \quad /6.2.13./$$

dla $V_c = 800 \text{ km/h}$ $T_c = 1 \text{ min}$ $dg < 13,3 \text{ km}$.

Odstęp bombardowania wymagany jest $\sim 15 \text{ km}$, co daje około 1 minuty lotu z prędkością dźwiękową.

Liczbę fal w nalocie możemy obliczyć ze wzoru:

$$I_f = \frac{Na}{I \cdot ns} \quad /6.2.14./$$

gdzie:

- I - liczba grup w jednej fali,
- ns - liczba samolotów tworzących grupę /klucz, parę/.

3. Intensywność nalotu - λ_n .

Mając obliczone poprzednio wartości λ_n obliczymy z wzorów:

$$\lambda_n = \frac{Nc \cdot Vc}{I} \quad /6.2.15./$$

gdzie:

Nc - ilość SNP w nalocie

$$\text{lub } \lambda_n = \frac{Nc}{Tn} \quad /6.2.16./$$

Intensywność nalotu jest odwrotnie proporcjonalna do czasu trwania nalotu i głębokości ugrupowania. Gdy zmniejszymy głębokość ugrupowania to dla zachowania odpowiednich odstępów i odległości musimy zwiększyć front nalotu, a tym samym wzros-

nie liczba elementów POP No, które mogą uczestniczyć w odparciu nalotu. Zgodnie ze wzorem 6.2.11 zmaleje T_n , co we wzorze 6.2.15 spowoduje wzrost λ_n .

Wzrost λ_n kompensuje w pewnym stopniu przyrost wartości No, a stosowanie intensywnych zakłóceń może zapewnić całkowitą kompensację. Wymaga to jednak wydzielenia więcej SNP do grupy zabezpieczenia i zmniejszenia liczebności grupy uderzeniowej. Czas trwania nalotu nie może być zbyt długi gdyż utracony zostanie atut zaskoczenia i uderzenie na obiekty może nie być skuteczne, gdyż mogą one zmienić miejsce dyslokacji i uruchomić środki obrony bezpośrednio.

Rozumowanie powyższe sugeruje, że istnieją pewne optymalne wartości wymienionych parametrów, które możemy obliczyć korzystając z wzorów rozdziału 3.3.1 i uwag tam zawartych.

6.2.1. Wnioski

1. Znajomość parametrów sprzętu POP pozwala przeciwnikowi dokładnie planować działanie.
2. Do wartości parametrów dostosowuje sposoby działania i parametry ugrupowania.

Przytoczone zależności matematyczne uzupełniają szacowane poprzednio dane wejściowe i pozwalają na całościowe ujęcie modelu nalotu z uwzględnieniem stanów otoczenia.

6.3. PROGNOZOWANIE PARAMETRÓW UGRUPOWANIA I SPOSOBÓW DZIAŁANIA ŚNP W OPARCIU O KRYTERIA PODEJMOWANIA DECYZJI W WARUNKACH NIEPEWNOŚCI

Zadanie, przed którym teraz stajemy jest zadaniem decyzyjnym /92,s.123/, które możemy sformułować następująco:

$$ZD = \langle A, S, E \rangle \quad 6-3.1$$

gdzie:

$A = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ -zbiór kierunków działania,
 $S = \{s_1, \dots, s_j, \dots, s_m\}$ -zbiór wariantów działania,
 E -funkcja efektywności określona na iloczynie kartezjańskim $A \times S$.

Na podstawie rozważań z poprzednich rozdziałów możemy obliczyć zbiór A i zbiór S oraz funkcję efektywności E_{ij} , która jest wynikiem działania a_i przy s_j wariacie. Wartości E_{ij} stanowią macierz decyzyjną / 5,s.38/, której analiza pozwoli wybrać działania a_i zgodnie z przyjętym kryterium optymalizacyjnym:

$$K_{opt} = \underset{i}{\text{opt}} \underset{j}{\text{opt}} K_i \rightarrow a_i^* \quad 6-3.2$$

Macierz decyzyjną tworzymy metodą symulacji grafodynamicznej wykorzystując proponowane wcześniej algorytmy.

Kierunek nalotu	Wariant działania				Ocena strategii
	S_1	S_2	S_j	S_m	
A_1	E_{11}	E_{12}	E_{1j}	E_{1m}	$\text{opt } K_1$
A_2	E_{21}	E_{22}	E_{2j}	E_{2m}	$\text{opt } K_2$
A_i	E_{i1}	E_{i2}	E_{ij}	E_{im}	$\text{opt } K_i$
A_n	E_{n1}	E_{n2}	E_{nj}	E_{nm}	$\text{opt } K_n$
$K_{opt} = \underset{i}{\text{opt}} \underset{j}{\text{opt}} K_i$					

Rys.VI-11. Macierz decyzyjna dla decyzji podejmowanych w warunkach niepewności.

6.3.1. Kryterium Walda

Działaniem optymalnym w sensie pesymistycznego kryterium Walda jest działanie A_r^* spełniające warunek

$$\min_j E_{rj} = \max_i \min_j E_{ij} \rightarrow A_r^* \quad 6-3.2$$

Kryterium to zaleca maksymalizację minimalnej korzyści możliwej do osiągnięcia danym działaniem.

Stosowane jest gdy przewidywany jest niekorzystny rozwój wydarzeń. Charakteryzuje decydenta "ostrożnego" i odpowiada wyborowi "maksiminowemu". Dla każdego wiersza macierzy wybieramy wartość najmniejszą i z tak utworzonego wektora kolumnowego wartość największa wskazuje optymalną strategię A_r^* .

W wariancie optymistycznym tego kryterium zakłada się najlepszy rozwój wydarzeń. W takim wypadku z każdego wiersza macierzy decyzyjnej wybiera się wyniki największe. Z utworzonego tak wektora kolumnowego wybieramy wartość maksymalną

$$\max E_{rj} = \max_i \max_j E_{ij} \rightarrow A_r^* \quad 6-3.3$$

Jest to wybór "maksimaksimowy".

6.3.2. Kryterium Laplace'a

W sensie tego kryterium optymalnym jest działanie A_r , dla którego średnia arytmetyczna korzyści jest największa

$$\frac{1}{n} \sum_j E_{rj} = \max_i \frac{1}{n} \sum_j E_{ij} \quad 6-3.4$$

Zakładamy równe prawdopodobieństwo wystąpienia stanów otoczenia, a następnie określamy wartość średnią dla każdego wiersza macierzy / strategii, działania /.

Strategia, dla której uzyskujemy wartość średnią największą jest strategią optymalną. Kryterium to cechuje decydenta "racjonalnego".

6.3.3. Kryterium Savage'a

W sensie tego kryterium optymalnym jest działanie zapewniające minimalne rozczarowanie stratą okazji. Rozczarowanie charakteryzowane jest kosztami okazji, które stanowią różnicę między najlepszym wynikiem danego stanu otoczenia a każdym wynikiem strategii.

Dokonując dla każdej kolumny macierzy odejmowania otrzymamy macierz "rozczarowania"/Rys.VI-12/

Kierunek nalotu	Wariant działania				Ocena strategii
	S ₁	S ₂	S _j	S _m	
A ₁	R ₁₁	R ₁₂	R _{1j}	R _{1m}	K ₁ =maks _j b _{1j}
A ₂	R ₂₁	R ₂₂	R _{2j}	R _{2m}	K ₂ =maks _j b _{2j}
A _i	R _{i1}	R _{i2}	R _{ij}	R _{im}	K _i =maks _j b _{ij}
A _n	R _{n1}	R _{n2}	R _{nj}	R _{nm}	K _n =maks _j b _{ij}
$K_w = \min_i K_i$					

$$R_{ij} = \max_k E_{kj} - E_{ij} : i, k=1, \dots, n \quad j=1, 2, \dots, m$$

Rys.VI.12. Macierz rozczarowań

Wyboru dokonujemy według kryterium "minimaksymowego"

$$\min_i R_{\max_j} = \min_i \max_j R_{ij} \rightarrow A_r^* \quad 6-3.5$$

Z każdego wiersza macierzy rozczarowań wybieramy wartość największą i z tak utworzonego wektora kolumnowego wybieramy wartość minimalną. Kryterium to charakteryzuje decydenta "nie lubiącego przegrywać".

6.3.4. Kryterium uogólnione.

Kryterium to jest liniową kombinacją poprzednio omówionych kryteriów

$$\max_i K_i = \max_i \left[c_1 E_i^{\max} + c_2 E_i^{\min} + c_3 E_i^1 + c_4 R_i^{\max} \right] \rightarrow A_r^*$$

$$c_1 + c_2 + c_3 + c_4 = 1$$

$$0 \leq c_1, c_2, c_3, c_4 \leq 1$$

6-3.6

gdzie:

c -współczynniki wag,

E_i^{\max} -wartość kryterium optymistycznego Walda,

E_i^{\min} -wartość kryterium pesymistycznego Walda,

E_i^1 -wartość kryterium Laplace'a,

R_i^{\max} -wartość kryterium Savage'a.

W zależności od przyjętych współczynników wagowych c możemy uzyskać dowolne kryterium indywidualne.

Dla $c_2 = c_3 = c_4 = 0, c_1 = 1$ mamy optymistyczne kryterium Walda.

W innym wypadku możemy uzyskać kombinację umożliwiającą jednoczesne uwzględnianie ocen z kilku kryteriów. Wartości wag c możemy dobierać w oparciu o doświadczenie i intuicję.

Możemy także korzystać z tabeli 21, porządkując kolejność kryteriów indywidualnych wybieramy wartości współczynników c spełniających warunek sumowalności do 1.

Przyjmując przykładowo, że przeciwnik dokona wyboru racjonalnego, ostrożnego i nie lubi przegrywać otrzymamy wagi $c_1 = 0,1$, $c_2 = 0,3$, $c_3 = 0,4$, $c_4 = 0,2$ /Ku1/.

Natomiast zakładając, że przeciwnik dokona wyboru racjonalnego, nie lubi przegrywać i jest ostrożny wagi będą wynosić: $c_1 = 0,1$, $c_2 = 0,2$, $c_3 = 0,4$, $c_4 = 0,3$ /Ku2/.

Przykładowe wyniki obliczeń wartości różnych kryteriów zawiera tabela VII-3.

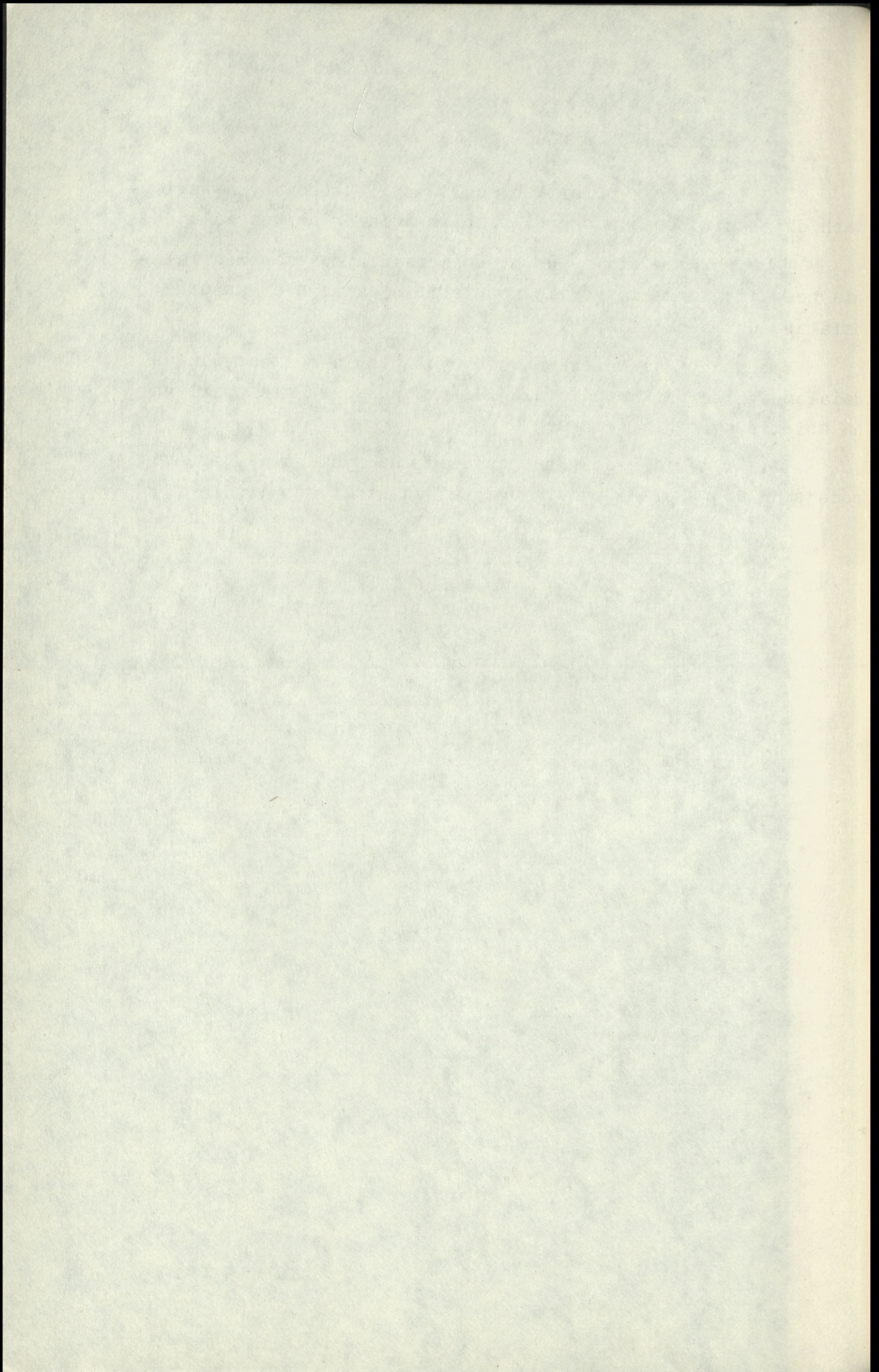
6.4. WNIOSKI

1. Wiedza " a priori" o możliwych i stosowanych wariantach działania pozwala określić zbiór działań dopuszczalnych.

2. Kryteria efektywności poszczególnych etapów działania pozwalają ograniczyć licznosc zbioru działań do zbioru działań sprawnych /wzór 5.1/.

3. Specyfika "niepewności" wystąpienia poszczególnych działań wymaga unikania intuicji i przypuszczeń nie opartych na obiektywnych przesłankach.

4. Kryteria decyzyjne pozwalają na systemowe , obiektywne podejście do wyboru i wyboru optymalnej strategii działania.



7. METODYKA PROGNOZOWANIA UDERZEŃ SNP PRZECIWNIKA NA OBIEKTY OBRONY KOPK

W poprzednich rozdziałach przedstawiłem propozycje prognozowania poszczególnych elementów składowych procesu walki z przeciwnikiem powietrznym. Z przedstawionych propozycji można korzystać z dowolnym stopniem szczegółowości, w zależności od szczebla prognozy. Na szczeblu taktycznym można bardzo szczegółowo rozpatrzyć możliwe warianty nalotu. Na szczeblu operacyjno-taktycznym szczegółowość może być mniejsza na tyle by nie pominąć istotnych faz procesu.

W rozdziale niniejszym przedstawię propozycję metodyki postępowania prognostycznego, wykorzystującego zawarte w rozdziałach poprzednich materiały pomocnicze. Model prognozowanego uderzenia zapiszę następująco :

$$M_{ij} = \left\{ \underbrace{A_{ij}; H_{ij}; U_{ij}/f_f, f_g, l_n}_{i}; \underbrace{T_{ij}; Nu_{ij}; Nz_{ij}}_j \right\} \quad /7-1/$$

gdzie:

i - typ kierunku, $i = 1, n$,

j - typ wariantu, $j = 1, m$,

A - kierunek nalotu,

H - wysokość nalotu,

U - ugrupowanie, f_f - front nalotu,

f_g - głębokość nalotu,

l_n - intensywność nalotu,

T - taktyka działania,

Nu - liczba samolotów uderzeniowych,

Nz - liczba samolotów zabezpieczenia.

Typy kierunków i wariantów nalotu odpowiadają oznaczeniom w macierzy decyzyjnej z rys. VI-11. Przykładowo rozwiążę zadanie prognostyczne odwrotne polegające na symulowaniu poszczególnych faz procesu zaczynając od obiektów uderzeń, a kończąc na dolocie do pierwszej strefy obrony KOPK.

Algorytm postępowania przedstawia rys. I-6. Macierz decyzyjną wypełnię wartościami funkcji efektywności o postaci 5.6.a /s.183/. Dla porządku przepiszę ją ponownie

$$E = \frac{N_{audw}}{N_a} \quad /7-2/$$

gdzie:

N_a i N_{audw} zgodnie z poprzednio stosowanymi oznaczeniami.

$N_{audw} = N_{u_{ij}}$ z zależności 7.1.

Realizując pierwszy krok algorytmu z rys. I-6 obliczam ilość SNP, które muszą uderzyć na poszczególne obiekty w j -wariancie. Wariant ten badam następnie na wszystkich wziętych pod uwagę kierunkach. Wprowadzając pewne uproszczenie przyjmuję zaprognozowaną ilość SNP N_{audw} jako stałą i metodą proponowaną symuluję poszczególne fazy walki POP-SNP zgodnie z uwagami rozdziału 5. W poszczególnych fazach symulowanego pojedynku uzupełniam skład zaprognozowanej uprzednio grupy uderzeniowej $/N_{audw}/$ o wymaganą ilość SNP grupy zabezpieczenia, a także SNP uderzeniowe do kompensacji strat. Dochodzę w ten sposób do całkowitej ilości SNP $/N_a/$, którą przeciwnik musi wydzielić do wykonania zadania.

$$N_a = N_{audw} + N_z + M_{pl} + M_{pu} \quad /7-3/$$

gdzie:

Oznaczenia jak we wzorze 5-5.

Tak uzyskana macierz decyzyjna pozwoli zastosować odpowiednie kryteria wyboru proponowane w rozdziale 6,3.

PRZYKŁAD

I. Sformułowanie zadania

Korpus OPK w ugrupowaniu przedstawionym na załączonym szkicu broni kierunku północno-zachodniego, zachodniego i południowo-zachodniego przed przenikaniem w głąb SNP przeciwnika.

Zaprognozować najbardziej prawdopodobny kierunek i wariant uderzenia SNP przeciwnika na cele:

- ④ - przeprawa wodna,
- ③ - przeprawa wodna,
- ③① - węzeł komunikacyjny,
- ④① - stanowisko dowodzenia,
- ② - zgrupowanie wojsk.

W obronie obiektów współdziałają dwa prplot małego zasięgu.

II. Rozwiązanie zadania

1. Na szkic ugrupowania nanoszę, wybrane z wielu możliwych, trzy przypuszczalne trasy dolotu SNP do obiektów. Wybierając trasy dolotu do obiektów korzystam z uwag rozdziału 3.1, 3.2 i 3.3. Szkice zawierają rys. 7.1, 7.2, 7.3. Ustaliłem w ten sposób $n = 3 / i = 1,3 /$ we wzorze 7-1.

Jako warianty /strategie/ działania przyjmuję przykładowo:

- A - nalot na wąskim froncie, małej H;
- B - nalot na wąskim froncie, średniej H;
- C - nalot na szerokim froncie, małej H;
- D - nalot na szerokim froncie, średniej H;

We wzorze 7-1 ustaliłem $m=4 / j = 1,4 /$.

W algorytmie z rys. I-6 zrealizowałem w ten sposób pierwszy krok i ustaliłem zakres zmienności i oraz j.

2. Prognozuję wymaganą ilość SNP / N_{audw} , N_u / do rażenia poszczególnych obiektów.

Korzystając z uwag i metodyk postępowania z rozdziałów 3.3, 3.4, 4.1, 4.2 i zawartych tam tabel, analizuję ugrupowanie POP, położenie i typy obiektów. Prognozuję przypuszczalne typy i ilość środków rażenia oraz typy i ilość samolotów do ich przeniesienia nad obiekt. Wyniki prognozy przedstawiam w tabeli VII-1.

Tabela VII-1.
Wymagane ilości SNP i typy środków rażenia

Nr celu	Nazwa celu	Typ SNP		Środek rażenia	
		F 16	F 4	B N	B K
4	Przeprawa	2	4	-	x
3	Przeprawa	2	4	-	x
31	Węzeł kom.	10	12	x	-
41	S D	6	8	-	x
2	Zgrup. woj.	16	20	x	-
	Razem	36	48		

Oznaczenia: BN- środki niekierowane,
BK- środki kierowane.

Cele bombardierskie stanowią sobą obiekty uderzeń.

3. Sporządzam "planszетkę" ugrupowania uderzeniowego na każdy obiekt.

Korzystając z rozdziału 3 prognozuję parametry przestrzenne ugrupowań uderzeniowych i nanoszę je na "planszетkę" /rys. 7.4 /.

4. Rozgrywam symulowane pojedynki grup SNP z ugrupowaniem POP.

SNP na drodze dolotu do obiektów będą pokonywały poszczególne strefy POP, co będzie miało miejsce w kolejnych przedziałach czasu Δt . Do pokonania, patrząc w kierunku od obiektów, jest obrona obiektowa i obrona strefowa.

Efekty oddziaływania POP - SNP obliczam według metodyki zawartej w rozdziale 4.3. Parametry ugrupowania SNP zapewniające optimum funkcji kryterium prognozuję według metodyki z rozdziału 5 i zawartych tam algorytmów.

Zasadnicze ugrupowanie uderzeniowe będzie uzupełniał o grupę zabezpieczenia w składzie wynikającym z obliczeń. Ustalę jednocześnie zadania i taktykę działania ugrupowania SNP w poszczególnych fazach nalotu. W formie przykładu rozpatrzę kierunek I w wariancie A.

Obiekt nr 1

Na kierunku nalotu /szkic 7.2/ obronę obiektową, w zasięgu której musiałyby działać grupa uderzeniowa, stanowią: 3 doar, kżrel i artyleria lufowa. Będą to obiekty do obezwładnienia przez grupę zabezpieczenia. Do strefy obrony obiektowej powinno więc dolecieć ugrupowanie uzupełnione o 4 x 2 SNP do obezwładnienia POP, 2 SNP rozpoznawcze i dwa SNP uderzeniowe na uzupełnienie ewentualnych strat / rys. 7.5.a/.

W czasie dolotu na ugrupowanie SNP może oddziaływać lotnictwo myśliwskie, co wymaga uzupełnienia grupy zabezpieczenia o klucz samolotów myśliwskich oraz o parę samolotów do blokowania lotniska /rys. 7.5.b/.

Wymagana ilość SNP $Na_1 = 30$ SNP.

Obiekt nr 2

Grupa uderzeniowa może się znaleźć w strefie rażenia 2 doar. Skład grupy zabezpieczenia to 4 SNP do obezwładnienia doar, 2 SNP do blokowania lotniska i 2 SNP rozpoznawcze. Ugrupowanie przedstawia rys. 7.5.c.

Wymagana ilość SNP $Na_2 = 30$ SNP.

Obiekt nr 3

W składzie grupy zabezpieczenia muszą się znaleźć dwa SNP do obezwładnienia doar, dwa do uderzenia na kżrel i dwa do blokowania lotniska /rys. 7.6.a/. Na takie ugrupowanie na trasie dolotu oddziaływać może lotnictwo myśliwskie, co wymaga dwóch kluczy osłony /rys. 7.6.b/.

Wymagana ilość SNP $Na_3 = 34$ SNP.

Otrzymane trzy ugrupowania pokonują pierwszą strefę obrony na wąskim froncie. Do zabezpieczenia potrzeba trzech kluczy samolotów myśliwskich, z czego dwa klucze wystąpią na czele całej grupy.

Wymagana ilość SNP $Nz_1 = 12$.

Podobnie postępuję ze wszystkimi kombinacjami wariant-kierunek nalotu. Otrzymane wyniki symulacji umieszczam w tabeli VII-2.

5. Dokonuję wyboru najbardziej prawdopodobnego kierunku i wariantu nalotu.

Postępując zgodnie z uwagami rozdziału 6.3 przepisuję wartości E z tabeli VII-2 do macierzy decyzyjnej i sporządzam macierz ryzyka dla kryterium Savage'a /tabela VII-3/. Z macierzy decyzyjnej wybieram optymalne kierunki według zaznaczonych w "główce" tabeli VII-3 kryteriów i zapisuję w rubryce "i". Dla tak wybranych kierunków szukam odpowiadających im wariantów, dla których wartość E jest największa /wariant C/. Warianty te wpisuję do rubryki "j" tabeli. Wybieram wariant i kierunek powtarzający się największą ilość razy /C3/ Rys.7.3.

Widać, że kierunek wybrany / 3 / nie jest kierunkiem, dla którego wartość E osiąga maksimum globalne / kierunek 1 /, co przeczy wyborowi "zdroworozsądkowemu". Po wyborze mogę dokładnie przeanalizować zaprognozowaną strategię działania. Znając środki rażenia mogę bliżej zająć się szczegółami taktyki uderzeń na obiekty itd.

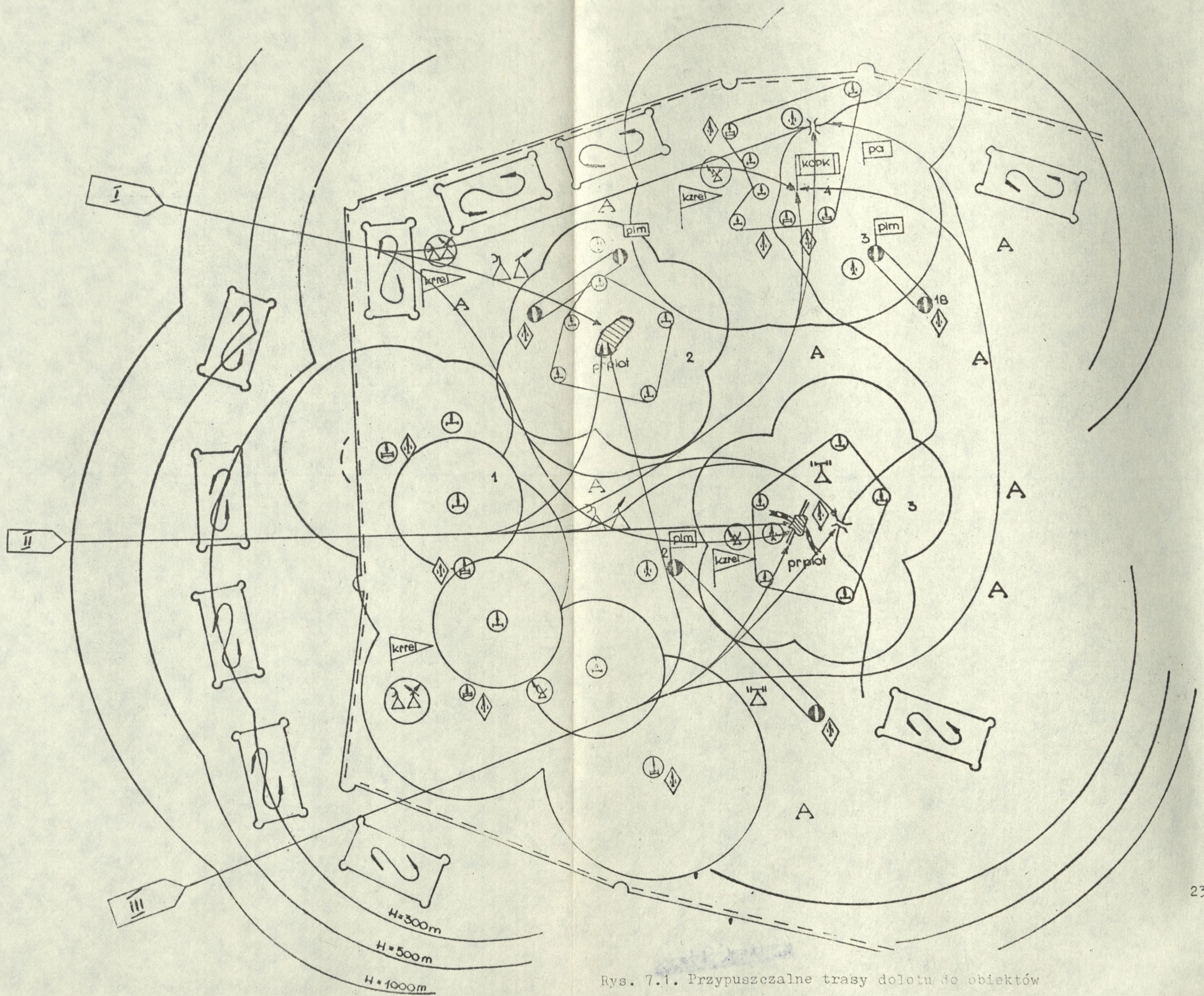
Można symulować działanie grup pozoracyjnych na innych kierunkach, użycie środków bezpilotowych zgodnie z rozdziałem 3.3.6 itp.

• Przedstawiony tok postępowania możemy powtórzyć rozwiązując zadanie proste symulując pojedynki zgodnie z kierunkiem nalotu SNP rozpoczynając od wartości N_a , a kończąc na N_{audw} .



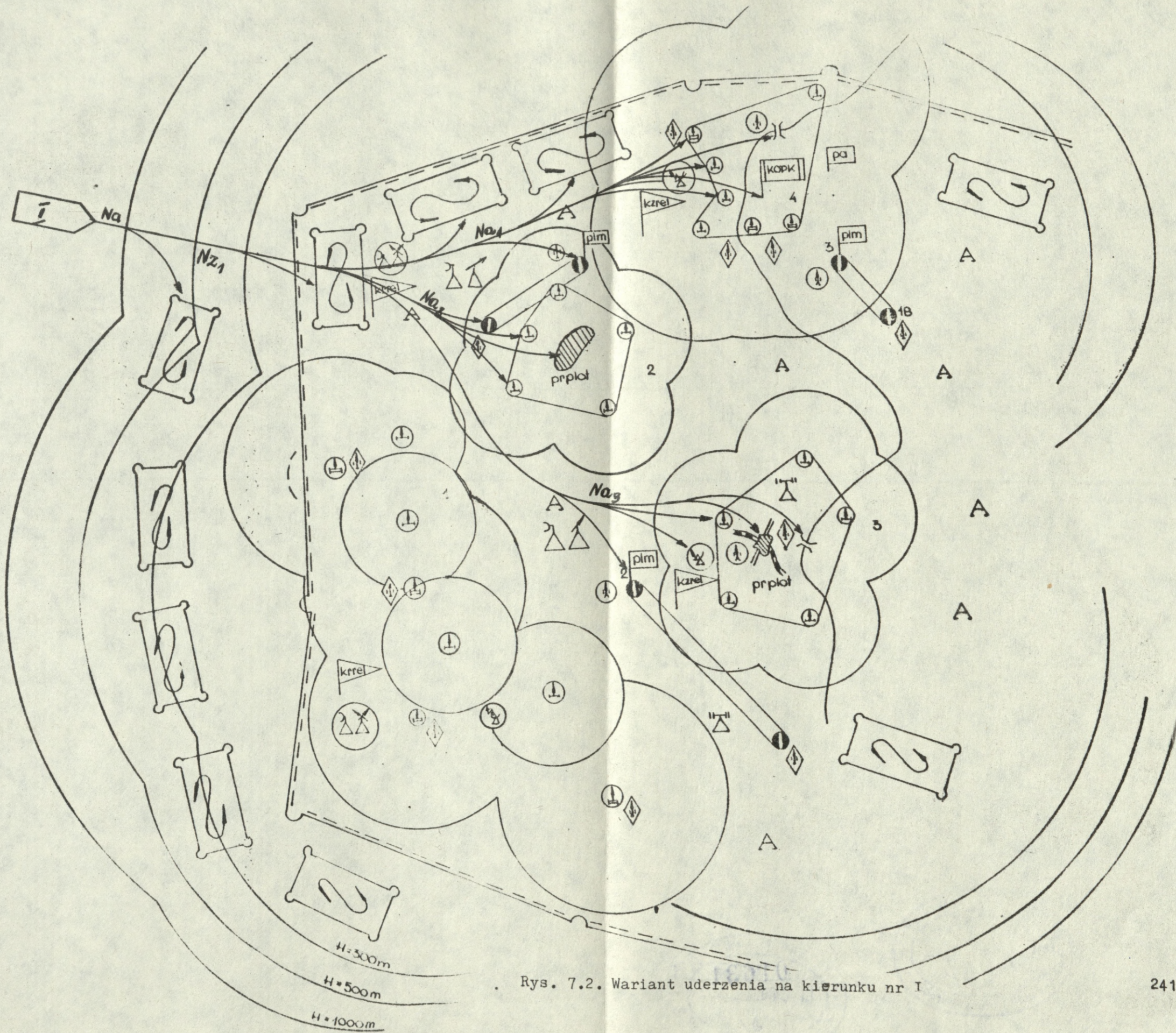
BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12167
Akademii Obrony Narodowej

BIBLIOTEKA NAUKOWA
~~XXXXXXXXXX~~
(III)
2

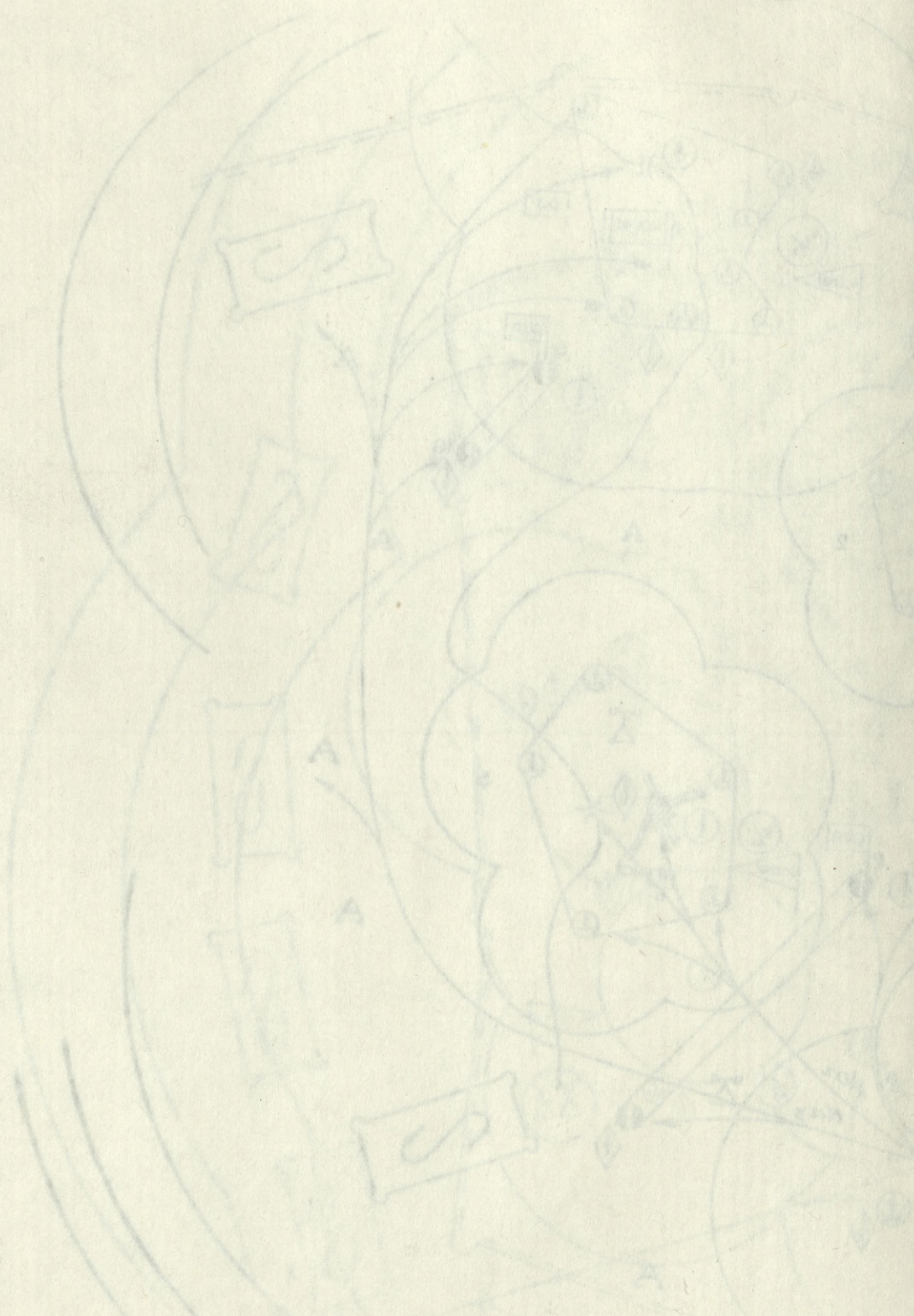


Rys. 7.1. Przepuszczalne trasy dolotu do obiektów



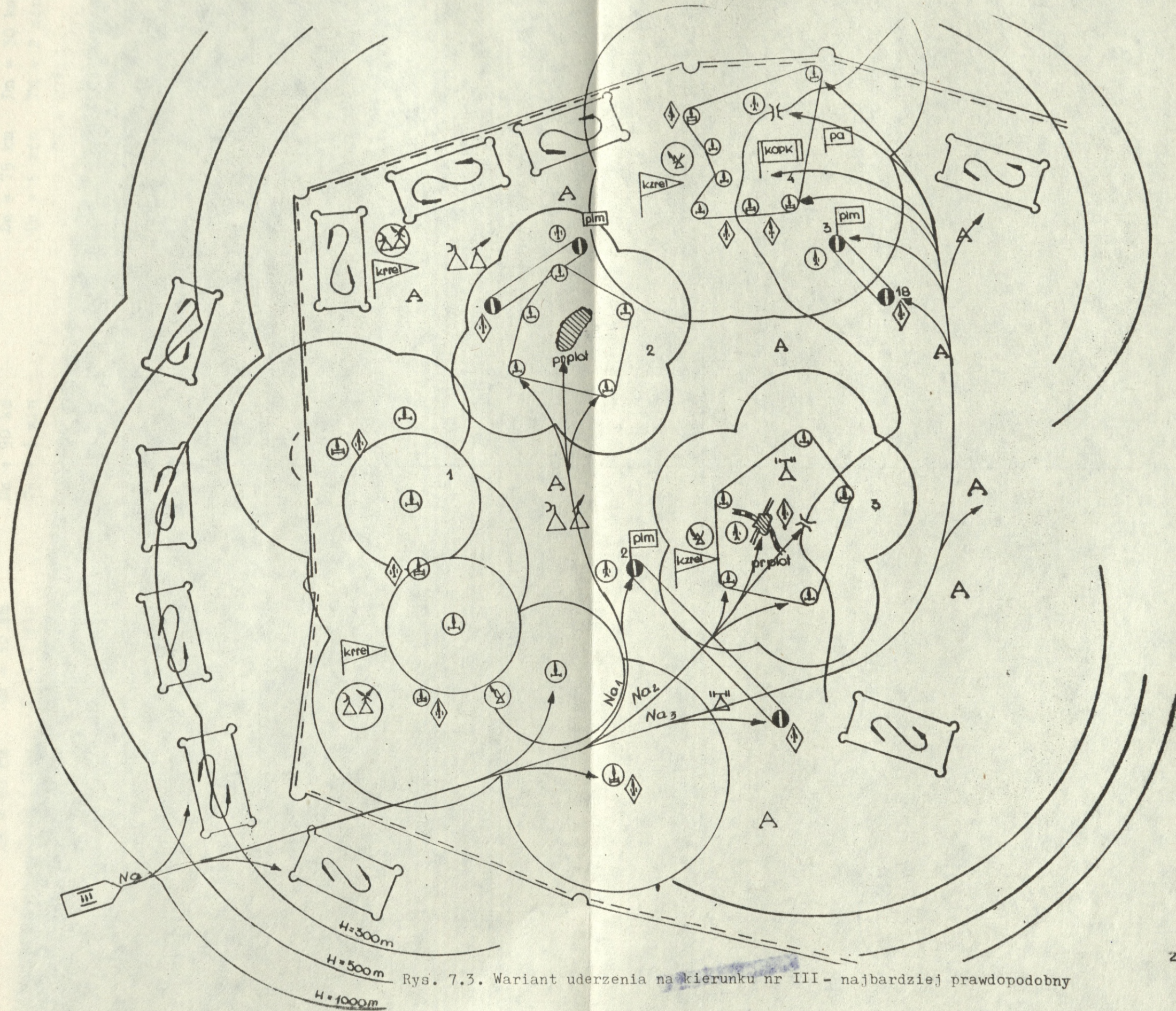


Rys. 7.2. Wariant uderzenia na kierunku nr I



BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
★ Nr ewid. 12167 ★
Akademii Obrony Narodowej

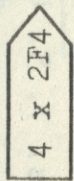
BIBLIOTEKA NAUKOWA ASP
★ Nr ewid. (iii) 2 ★
P. O. 241 Warszawa - Stary Janki



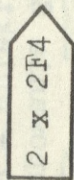
Rys. 7.3. Wariant uderzenia na kierunku nr III - najbardziej prawdopodobny

Wariant A,B

Obiekt nr 1



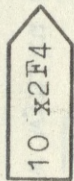
Dn = 90 km
Tn = 6 min



Dn = 30 km
Tn = 2 min

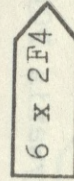
Tn = 9 min
Naudw = 12

Obiekt nr 2

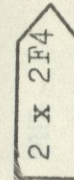


Dn = 90 km
Tn = 6 min
Naudw = 20

Obiekt nr 3



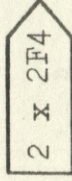
Dn = 75 km
Tn = 5 min



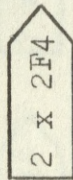
Dn = 30 km
Tn = 2 min
Tn = 9 min
Naudw = 16

Wariant C,D

Obiekt nr 1



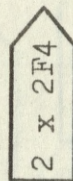
Dn = 30 km
Tn = 2 min



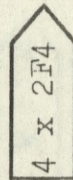
Dn = 30 km
Tn = 2 min

Tn = 5 min
Naudw = 12

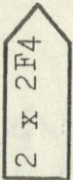
Obiekt nr 2



Dn = 30 km
Tn = 4 min

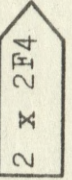


Dn = 50 km
Tn = 4 min

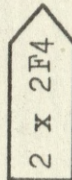
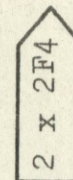


Dn = 30 km
Tn = 5 min

Obiekt nr 3

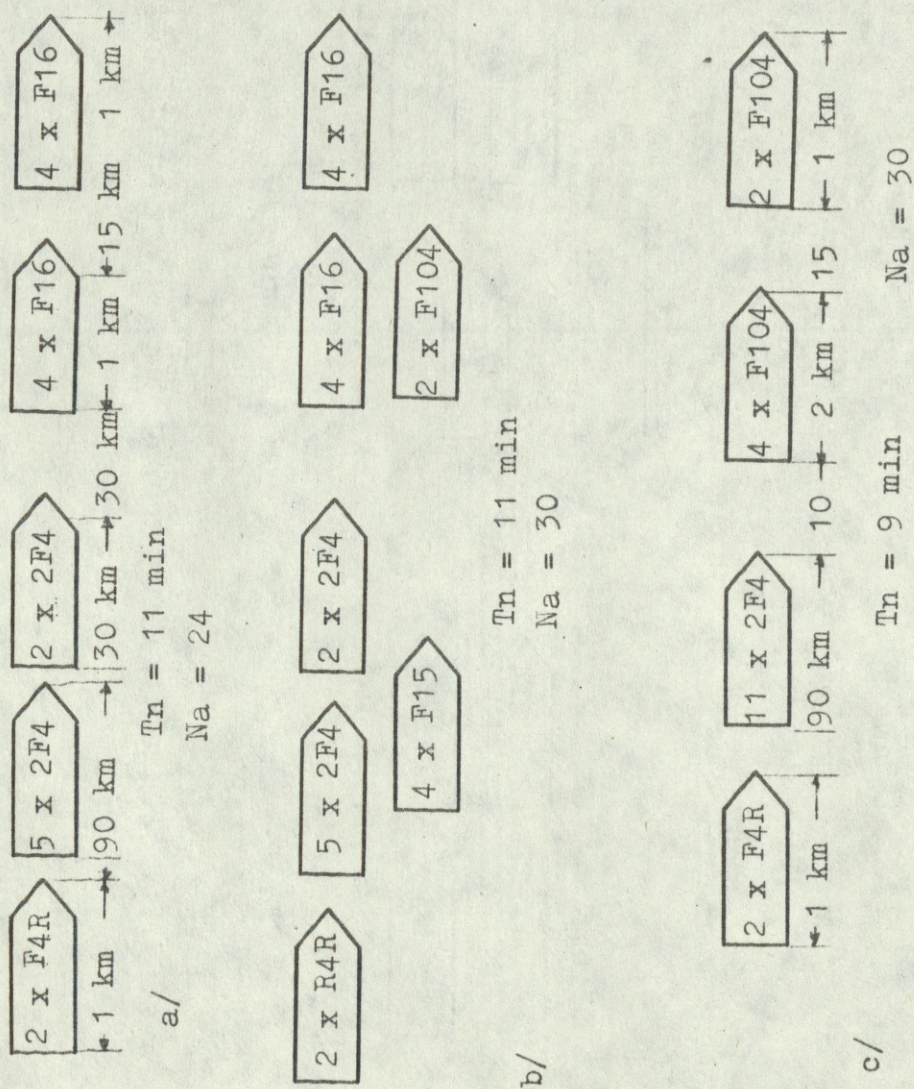


Dn = 30 km
Tn = 5 min

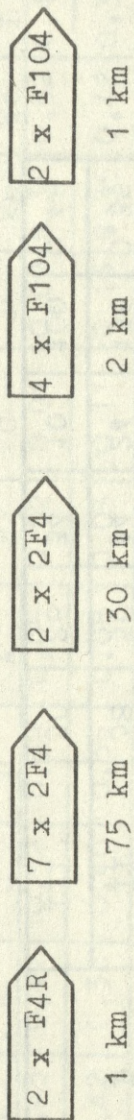


Dn = 30 km
Tn = 5 min
Naudw = 16

Rys. 7. 4. "Planszетка" ugrupowań uderzeniowych na poszczególne obiekty

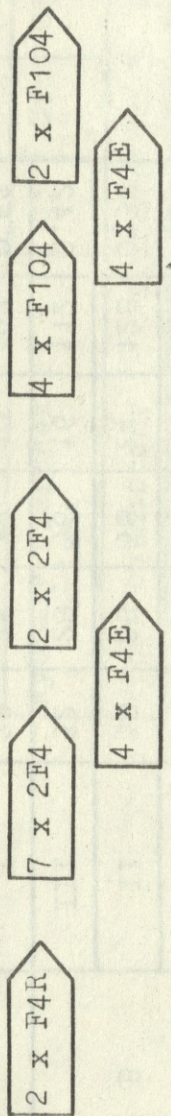


Rys. 7. 5. Ugrupowania SNP otrzymane w wyniku symulacji oddziaływania POP - SNP
 a, b - obiekt nr 1,
 c - obiekt nr 2.



Tn = 11 min
Na = 26 SNP

a/



Tn = 11 min
Na = 34 SNP

b/

Rys. 7. 6. "Planszетка" ugrupowania SNP na obiekt nr 3

Wariant j	Kierunek i	Ilość SNP				E	
		Na ₁	Na ₂	Na ₃	Nz ₁		Na
A	I	30	30	34	12	106	0,45
	II	34	24	38	20	114	0,42
	III	28	24	32	12	96	0,50
B	I	34	32	36	16	118	0,41
	II	38	28	38	24	128	0,38
	III	32	28	36	16	112	0,42
C	I	28	26	38	10	92	0,52
	II	32	26	36	24	120	0,40
	III	28	30	24	12	94	0,51
D	I	34	36	38	14	122	0,39
	II	38	30	44	24	136	0,35
	III	30	26	34	10	100	0,48

Tabela VII-2. Wyniki symulowanych pojedynków SNP - POP na poszczególnych kierunkach dla poszczególnych wariantów

Macierz wyboru decyzji

i	Macierz decyzyjna				Macierz Savage'a				Kryterium wyboru						
	A	B	C	D	A	B	C	D	Wp	Wo	L	S	Ku1	Ku2	
1	0,45	0,41	0,52	0,39	0,05	0,02	0,01	0,09	0,39	0,52	0,44	0,09	0,35	0,33	
2	0,42	0,38	0,40	0,35	0,08	0,05	0,11	0,13	0,35	0,42	0,39	0,13	0,32	0,28	
3	0,50	0,42	0,51	0,48	0,0	0,0	0,0	0,0	0,42	0,51	0,48	0,0	0,37	0,31	
Wybór									E _{max}	0,42	0,52	0,48	0,0	0,37	0,33
									i	3	1	3	3	3	1
									j	C	C	C	C	C	C
Wybrany kierunek i wariant									C3	C1	C3	C3	C3	C1	
Wybór ostateczny									Kierunek nr 3. Wariant C						

Wp - kryterium Walda pesymistyczne, L - Kryterium Iaplace'a,

Wo - Kryterium Walda optymistyczne, S - Kryterium Savage'a,

Ku1 - Kryterium uogólnione z roz. 6.3.4,

Ku2 - Kryterium uogólnione z roz. 6.3.4,

Istotnym novum postępowania jest propozycja metody wyboru najbardziej prawdopodobnego kierunku i wariantu nalotu. Wielokryteriowa ocena możliwych wariantów działania SNP przeciwnika podwyższa wiarygodność prognozy. Jest też materiałem obiektywnie uzasadniającym wybór. Pozwala to na łatwiejsze pokonywanie barier szablonu i rutyny w postępowaniu. Metoda symulacji jako test bezpieczeństwa pozwala zweryfikować nawet najbardziej śmiałe decyzje, nadać im znamiona racjonalności i prawdopodobieństwa skuteczności realizacji.

Zamieszczone szkice mają za zadanie prezentację toku postępowania, który od obowiązującego obecnie modelowania różni się merytorycznie procedurami algorytmizacji i optymalizacji badanego procesu. Procedury te, zdaniem autora, powinny stać się przesłanką torującą drogę informatyzacji i komputerowemu wspomaganie procesu badawczego i decyzyjnego, przesłanką ułatwiającą udział w tym procesie potencjalnych użytkowników systemów informatycznych.

Z A K O Ń C Z E N I E

Rozprawa jest kontynuacją wysiłku badawczego S. Taborowskiego, J. Smotera, E. Kukuły i podjęciem sygnalizowanych tam problemów badawczych czekających na rozwiązanie. Realizacja celu rozprawy wiodła drogą, na której autor musiał przyjąć szereg założeń upraszczających i idealizujących hipotetyczną rzeczywistość. Uproszczenia takie przewiduje i dopuszcza stosowana metodyka badawcza, obejmująca badanie modelu hipotetycznej rzeczywistości.

Rozprawa jest próbą zastosowania ściśle zalgorytmizowanych procedur badawczych z wykorzystaniem racjonalnej formalizacji i matematyzacji podejmowanych problemów. Postępowanie takie, zdaniem autora, pozwoliło osiągnąć cel rozprawy na miarę możliwości warsztatu badawczego. Autor zdaje sobie sprawę z wielu niedoskonałości proponowanych rozwiązań i konieczności doskonalenia metodyki prognozowania.

Interdyscyplinarne spojrzenie na badane problemy i korzystanie z dorobku innych nauk jest próbą spełnienia jednej z zasad systemowej metodyki badawczej. Wspomaganie komputerowe pozwoliło na wielowariantowe i wielokryterialne porównanie efektywności procesu walki z przeciwnikiem powietrznym.

Symulacja manualna jaką jest symulacja grafodynamiczna mimo wad posiada, zdaniem autora, szereg istotnych zalet, których ranga rośnie. Przygotowuje ona potencjalnych użytkowników zautomatyzowanych stanowisk dowodzenia do właściwego widzenia swej roli. Opanowując prosty z konieczności sposób postępowania, łatwiej jest zgłosić potrzeby projektantom systemów informatycznych i ustalić warunki jakim nowo projektowane systemy powinny odpowiadać.

Brak więzi użytkownika z projektantem jest przyczyną wielu niedoskonałości użytkowanych systemów informatycznych i w znacznej mierze nie spełnionych nadziei wiązanych z komputeryzacją. Konieczność dokonania wielu analiz ułatwia zrozumienie działania systemu i pozwala szukać sposobów poprawy jego efektywności.

Zaproponowana funkcja kryterium daje możliwości precyzyjnego określenia parametrów systemu walki z przeciwnikiem powietrznym, a tym samym precyzyjniejszego prognozowania. Stwarza możliwość korzystania z osiągnięć teorii podejmowania decyzji i doskonalenia samej procedury badawczej dzięki jej obiektywizacji.

Sam autor widząc szereg możliwości doskonalenia metodyki przychyła się do opinii, że problematyką tą powinien się zająć zespół interdyscyplinarny. Żywi jednocześnie nadzieję, że rozprawa wypełni istniejącą lukę, a spełnienie tej nadziei dało by dużą satysfakcję i rekompensatę włożonego trudu.

Jako zwolennik informatyzacji autor za celowe uważał w miarę ścisłe algorytmizowanie czynności badawczych, dyscyplinujące tok postępowania, zmuszające do ścisłego, ilościowego wyrażania efektów realizacji poszczególnych etapów procesu badawczego. Zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej i udoskonalenie algorytmów pozwoliłoby na dalsze udoskonalenie metody prognozowania. Wymaga to jednak opanowania specyficznego sposobu myślenia i wyrażania myśli. Specyfikę tę sygnalizuję w rozprawie, dając konkretny przykład postępowania.

Autor ma nadzieję, że mimo mankamentów rozprawa stanowić będzie cegiełkę włożoną w rozbudowę potencjału obronnego Ojczyzny w roku jej jubileuszu 40-lecia pokojowego rozwoju.

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

1. Achromiejew S.: Doktryna agresji, a doktryna obrony kraju. Żołnierz Wolności nr 154 /10059/ 1.07.1983 r.
2. Adler K.: Lotnicze kasetowe środki rażenia. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 4, 1978 r. s. 127-133.
3. Afanasjew W.: Matematyčeskiye modeli bojowych diejstwij grupirowok wojsk PWO. Wojennaja Myśl, nr 7, 1973 r. s. 64-69.
4. Anspach P.: Bomba lotnicza BAP-100. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 5, 1981 r. s. 124-127.
5. Bielajew L.: Rieszienije słożnych optyimizacjonnych zadacz w usłowjach nieopriedielienosti. Wyd. nauka Nowosybirsk 1978 r.
6. Boduch W.: Problema wyżiwajemosti awiacji. Wojennaja Myśl nr 12 1980 r. s. 33-37.
7. Borys T.: Elementy teorii jakości. Wyd. PWN, Warszawa 1980.
8. Botin M. Iwanow P.: Opriedielienije efektiwnosti grupirowok sriedstw protivowozdusznoj oborony wojsk. Wojennaja Myśl nr 4, 1973 r. s. 67-76.
9. Buslenszo N. Kałasznikow W. Kowalenko N.: Teoria systemów złożonych. WNT, Warszawa 1977.
10. Butowski P.: Rozwój lotniczej broni strzeleckiej i artyleryjskiej. PWL i WOPK nr 12, 1980.
11. Buturlin F. Bieglarian C.: Ob ocenkie sootnoszenija sił protivostojaszczych sriedstw wozdusznowo napadienija i wojsk PWO. Wojennaja Myśl nr 6, 1978 r. s. 41-48.

12. Charakterystyka i zastosowanie bojowe raketowych pocisków lotniczych i przeciwlotniczych państw NATO. Wyd. DWOPK, Warszawa 1976.
13. Ciesielski M.: Taktyka działania małych grup uderzeniowych sił powietrznych NATO. Wyd. ASG WP, Warszawa 1977.
14. Cyklis J.: Optymalne decyzje w procesach produkcyjnych. Wyd. Politechnika Krakowska, Kraków 1981.
15. Cz. G.: Bomby lotnicze państw NATO. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 6, 1980 r. s. 117-121.
16. Dmitriew A.: Rol obszczenaucznych metod w isledowaniju wojennych jawlenij. Wojennaja Mysl nr 12, 1978 r. s. 51-58.
17. Dolnikow T.: Istriebitieli w borbie za priewoschodstwo w wozdachie, Wojennaja Myal nr 4, 1979.
18. Dubownikow W.: Podstawy naukowej organizacji i kierowania jakością. PWN, Warszawa 1969.
19. Dźygadło Z.: Srodki rażenia na 33 Salonie Lotniczym i Kosmonautycznym w Paryżu. PWL i WOPK nr 6, 1980 r. s. 58-64.
20. Encyklopedia PWN, Warszawa 1966.
21. Fiedorenko P.: Problemy planowania i prognozowania. PWE, Warszawa 1978.
22. Fiedotenkow M.: Wybor pokazatiela efektiwnosti diejstwii protiwo borstwu juszczich storon. Wajennaja Mysl nr 11, 1979.
23. Gasparski W. Lewicki A.: Problematyka badań systemowych - próba charakterystyki. Prakseologia nr 2/46/, 1973.
24. Głuszkow W.: Sowierszenstwowanije uprawlenija narodnym choziajstwom na osnowie ekonomiko-matiematiceskich mietodow i wyczislennoj techniki. Moskwa 1971.
25. Gordon J.: Zarys ekonomiki postępu technicznego. PWN. Warszawa 1965.

26. Greczko A.: Siły zbrojne państwa radzieckiego. Wyd. MON. Warszawa 1974.
27. Grigoriew G.: Ispożzowanije kriteriew efektiwnosti borby s wozdusznym protiwnikom. Wajennaja Mysl nr 1, 1981.
28. Gulczyński M.: Bariera aspiracji. Wyd. MON. Warszawa 1982.
29. Gulczyński M.: Determinanty polityki zagranicznej USA. Warszawa 1976.
30. Informator o środkach bezpilotowych armii państw kapitalistycznych. MON. Sztab Gen. WP - Zarząd II. Warszawa 1982.
31. Jabłoński B.: Podstawowe koncepcje strategiczno-operacyjne NATO. Wyd. ASG WP, Warszawa 1977.
32. Jagielski J.: Analiza systemowa w prognozowaniu działań SNP. PWL i WOPK nr 6, 1983.
33. Jagielski J.: Modelowanie systemowe potencjału bojowego wojsk. Praca kursowa ASG WP 1980.
34. Jagielski J.: Metody zwiększenia niezawodności systemów elektronicznych. PWL i WOPK. nr 3, 1983.
35. Jagieło K. Wiśniewski E.: Metodyka wojskowych badań naukowych. Wyd. ASG WP, Warszawa 1981.
36. Jaworski J.: Niektóre problemy i właściwości użycia lotnictwa w konfliktach zbrojnych po drugiej wojnie światowej. Wyd. ASG WP, Warszawa 1979.
37. Katalog broni raketowej państw NATO. Wyd. MON Sztab Gen. Zarząd II, Warszawa 1982.
38. Katalog sprzętu lotniczego państw NATO. Wyd. MON. Sztab. Gen. Zarząd II, Warszawa 1980.
39. Kierowane bomby lotnicze. Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 5, 1981.

40. Kimbal G. Morse P.: Metody badania operacji. Wys. ASG WP, Warszawa 1962.
41. Kiryłow S.: Ataka s małoj wysoty. Zarubieżnoje Wajennoje Obozrienije, nr 5, 1980 r.
42. Kiryłow S.: Sowriemiennyj istriebitiel w wozdusznom boju. Zarubieżnoje Wajennoje Obozrienije nr 3, 1979.
43. Kieżun W.: Podstawy organizacji i zarządzania. KIW. Warszawa 1980.
44. Klimowicz P.: Bezpiłotnyje sriedstwa NATO. Wiestnik Protiwowozdusznoj Oborony. nr 3, 1982.
45. Kompendium sił zbrojnych państw NATO. Wyd. MON Sztab Gen. Zarząd II. Warszawa 1983.
46. Kołodziński E.: Symulacyjne metody badania systemów. Zeszyt 5. Wyd. WAT, Warszawa 1979.
47. Kołodziński E.: Metodologia badania systemów metodą symulacji cyfrowej. Wyd. WAT, Warszawa 1977.
48. Konarzewska - Gubała E.: Programowanie przy wielorakości celów. PWN. Warszawa 1980.
49. Kotarbiński T.: Traktat o dobrej robocie. Wyd. VI. Warszawa 1975.
50. Kotowicz Z.: Określanie wartości bojowej jednostek lotniczych państw NATO metodą jakościowo-ilościową. PWL i WOPK nr 3, 1979.
51. Koźmiński A.: Decyzje. Analiza systemowa organizacji. PWN. Warszawa 1979.
52. Krasnow A.: Dostizienije wniezapnosti awiacji w Sowriemiennoj wojnie. Wajennaja Mysl nr 8, 1976.

53. Krysanow W.: Ispożzowanije apyta łokalnych woın w taktikie WWS NATO. Zarubieźnoje Wajennoje Obozrienije nr 2, 1982.
54. Kukuła E. Smoter J.: Odpieranie pierwszego nalotu środków napadu powietrznego NATO w granicach PRL. Wyd. ASG WP, Warszawa 1980.
55. Kulczycki R.: Zastosowanie symulacji komputerowej do doskonalenia ugrupowania i kierowania ogniem ZT WR OPK. Wyd. ASG WP, Warszawa 1980.
56. Kulczycki R.: Model wypracowania decyzji w procesie organizacji działań bojowych w wojskach OPK.PWL i WOPK nr 12, 1982.
57. Kulikowski R.: Analiza systemowa i jej zastosowania. PWN. Warszawa 1977.
58. Leksykon wiedzy wojskowej. Wyd. MON Warszawa 1979.
59. Łozowski L.: WOPK w Służbie Socjalistycznej Ojczyzny. PWL i WOPK. nr 10, 1982 r.
60. Łuniachin W.: Primienienije bortowych sredstw REB w WWS S SZA. Zarubieźnoje Wajennoje Obozrienije nr 7, 1981.
61. Materiały do szkolenia zbiorowego kierowniczej kadry wojsk OPK. Wyd. DWOPK Warszawa 1982.
62. Mazur M.: Cybernetyka i charakter. PIW, Warszawa 1976.
63. Matwiejczuk F.: Sprawocznik po isledowaniju operacji. Wajennoje Izdatielstwo Moskwa 1978.
64. Metodyka obliczeń operacyjno-taktycznych obezwładniania radioelektronicznego. Wyd. Sztab Gen. Warszawa 1979.
65. Metodologia prognozowania rozwoju nauk wojskowych. Wyd. ASG WP, Warszawa 1979.
66. Mikielawicz G.: Usprawnianie procesu doskonalenia. Myśl Wojskowa nr 5, 1982 r.

67. Milewski.: Metodologia określania niezbędnych sił i środków OPL doosłony wybranych obiektów. Rozprawa doktorska ASG WP. Warszawa 1981.
68. Mirowski T.: Metodyka oceny możliwości ogniowych i efektywności systemu /środków/ obrony przeciwlotniczej wojsk operacyjnych. Wyd. ASG WP. Warszawa 1980.
69. Mitchell G.: Badania operacyjne. WNT Warszawa 1977.
70. Natarcie radioelektroniczne nieprzyjaciela i jego wpływ na działanie bojowe wojsk OPK. Wyd. DWOPK Warszawa 1981.
71. Notatki wykładów ze sztuki operacyjnej wojsk OPK.
72. Orędzie o stanie państwa Ronalda Reagana. Życie Warszawy. 28.01.1982 r.
73. Osipow T.: Naraszcziwanije moszczi WWS stron NATO. Zarubieźnoje wojennoje obozrienije. nr 1, 1980 r.
74. Paliz A.: Rozwicie sposobow i taktiki radioelektronnoj borby. Wajennaja Mysl nr 4, 1976 r.
75. Paradowski R.: Informator taktyczno-techniczny WROPK. Wyd. ASG WP, Warszawa 1980.
76. Pawlak T.: Wybrane problemy zastosowania konwencjonalnych bombardierskich środków rażenia przez samoloty LMSz i LMB na obiekty pola walki. Wyd. ASG WP. Warszawa 1977.
77. Pawłowski S.: Wybór i uzasadnienie racjonalnych środków rażenia, warunków i sposobów ich zastosowania podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych. Wyd. ASG WP. Warszawa 1973.
78. Piekarczyk J.: Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych LM i WR KOPK na kierunku południowo-zachodnim PRL. Rozprawa doktorska ASG WP 1980 r.

79. Pietuchował.: Biespiłotnyje samoliety i osobiennosti borby s nimi. Wajennaja Mysl nr 10, 1977 r.
80. Poglądy państw NATO na pokonywanie obrony powietrznej na podstawie doświadczeń z wojen lokalnych. Wyd. DWOPK Oddział II, Warszawa 1983 r.
81. Pokonywanie obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela przez lotnictwo frontowe. Poznań 1978.
82. Pokruszyński W.: Zasady sztuki operacyjnej na obecnym etapie jej rozwoju. PWL i WOPK nr 7-8, 1983.
83. Pokruszyński W.: Wstęp do teorii sztuki operacyjnej wojsk OPK. PWL i WOPK nr 12, 1982 r.
84. Potrzeby i możliwości oraz uwarunkowania wykonywania przez WSO zadań naukowo-badawczych jako podstawy doskonalenia procesu dydaktyczno-wychowawczego.
Wyd. Zarząd Szkolnictwa Wojskowego, Warszawa 1982.
85. Problemy doskonalenia systemu OPK w świetle prognostycznego rozwoju środków walki. Wyd. ASG WP, Warszawa 1980.
86. Przeniczny A.: Siły i straty w działaniach powietrznych. Wyd. ASG WP, Warszawa 1976.
87. Pszczołowski T.: Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji. Ossolineum 1978.
88. Regulamin walki WR OPK /brygada, dywizja, pułk/. Wyd. DW OPK, Warszawa 1980.
89. Rogucki A.: Analiza systemów w planowaniu obrony. Wyd. MON, Warszawa 1975.
90. Semenow N.: Uprawlamyje rakiety klasa wozduch - wozduch. Zarubiežnoje Wojennoje Obozrienije nr 3, 1979.

91. Siedlecki R.: Zbiór danych taktyczno-technicznych, tabel i wykresów z zastosowania bojowego uzbrojenia bombardierskiego samolotów. Wyd. ASG WP, Warszawa 1971.
92. Sienkiewicz P.: Inżynieria systemów. Wyd. MON, Warszawa 1983.
93. Smoter J.: Określanie jakościowego stosunku sił OPK i SNP przeciwnika w dynamice. PWL i WOPK nr 5, 1981 r.
94. Smoter J.: Określanie jakościowego stosunku sił w wojskach OPK. PWL i WOPK nr 4, 1981.
95. Steenbrink P.: Optymalizacja sieci transportowych. WKiŁ, Warszawa 1978.
96. Subbotin A.: Sootnoszenije sił w borbie s wozdusznyjmi protivnikami. Wajennaja Mysl, nr 1, 1977.
97. Stoff W.: Modelowanie i filozofia. PWN. Warszawa 1971.
98. Szestierin F.: Borba za gosudarstwo w wozduchie w naczale wojny. Wajennaja Mysl nr 2, 1979 r.
99. Taborowski S.: Modelowanie nalotów przeciwnika powietrznego dla potrzeb planowania działań bojowych Korpusu OPK. Rozprawa doktorska. ASG Warszawa 1977.
100. Taktyka WR OPK. Wyd. DWOPK, Warszawa 1980.
101. Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego /IMSz/. Wyd. ASG WP. Warszawa 1979.
102. Tarabanow W. Kortennikow J.: Protiwoborstwo awiacji i naziemnyh sriedstw PWO. Zarubiežnoje Wojennoje Obozrienije. nr 1, 1982.
103. Tarabanow W.: Kriterii efektiwnosti borby s wozdusznyjmi protivnikami. Wojennaja Mysl nr 3, 1979.

104. Tarabanow W. Kartennikow J.: Raspriedielienije sił awiacji w borbie za gosudarstwo w wozduchie. Wojennaja Mysl nr 6, 1980.
105. Tisajew A.: Zenitnyje podrozdielienija w boju. Wojenizdat. Moskwa 1974.
106. Truchajew R.: Modieli priniatia rieszenii w usłowjach nieopriedialiennosti. Wyd. Nauka Moskwa 1981.
107. Wakin A. Szustow L.: Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego. Wyd. MON. Warszawa 1970.
108. Waśniowski R.: Systemowa analiza przyszłości. Wyd. Politechnika Wrocławska. Wrocław 1983.
109. Welfe W.: Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną. PWE. Warszawa 1981.
110. Wencel E.S.: Wstęp do badań operacyjnych. Wyd. MON. Warszawa 1968.
111. Wencel E.S.: Elementy dynamiczeskowo programowanija. Wyd. Nauka Moskwa 1964.
112. Wybrane problemy techniki bojowej w siłach zbrojnych państw NATO. Wyd. DWOPK, Warszawa 1981.
113. Wybrane zagadnienia armii obcych do szkolenia wojsk OPK w 1983 r. Wyd. DWOPK. Warszawa 1983.
114. Zabłocki E.: Metoda oceny efektywności wykorzystania lotnictwa myśliwskiego Korpusu OPK. Wyd. ASG WP. Warszawa 1979.
115. Zastosowanie lotniczych bombardierskich środków rażenia. Wyd. ASG, Warszawa 1969.

116. Zbiór podstawowych terminów z zakresu nauki i doktryny wojennej. Wyd. SAG WP, Warszawa 1980.
117. Ziemia S. Jarominek W. Staniszewski R.: Problemy teorii systemów. Wyd. PAN, Warszawa 1980.
118. Żarski Z.: Wybrane problemy sztuki operacyjnej wojsk OPK. Wyd. ASG WP, Warszawa 1979.
119. Żarski Z.: Problemy współczesnej OPK wymagające realizacji w procesie dydaktyczno-naukowym Wydziału Wojsk Lotniczych i OPK. Wyd. ASG WP, Warszawa 1979.
120. Żarski Z.: Współczesne poglądy na walkę o panowanie w powietrzu oraz formy i sposoby operacyjnego zastosowania w niej sił powietrznych. Wyd. ASG WP, Warszawa 1979.
121. Żarski Z. Uchanski J.: Organizacja i prowadzenie operacji powietrznej na TDW. Wyd. ASG WP. Warszawa 1982.
122. Żebrowski M.: Wykorzystanie bojowe pododdziałów OPK. Wyd. ASG. Warszawa 1980.

ZAŁĄCZNIKI

Tabela 1

Niekierowane bomby lotnicze

Oznaczenie	Masa	Ładunek	Rr	Sroz	Rrg	Srg
	kg	kg	m	m ²	m	m ²
		bomby burzące				
MK-81	1152	46,2	2,51	19,79	2,72	23,3
MK-82	227	87	3,81	45,60	3,36	35,4
M-117	380	117	4,76	67,34	3,70	43,14
MK-83	447	215	7,15	160,50	4,53	64,50
MK-84	894	430	10,94	375,99	5,70	101,90
M-118	1382	860	17,29	939,15	7,15	161,00

bomby zapalające

BLU-10	115	napalm
M - 76	230	biały fosfor
BLU-11	230	napalm
BLU-27	340	napalm

E = 15 - 35 m

Źródło: Vademecum z armii obcych. DWOPK Warszawa 1980.
Rr i Rrg obliczono z wzorów IV-2.10,
IV-2.12.

Tabela 2

Kasetowe środki rażenia

Typ kasety	Masa kg	Wymiary mm	Prędkość zrzutu km/h	Wysokość zrzutu /m/	Pas rażenia m
MW - 1	4000	5500x1500x x70	-	50	500x2000 /0,5kg/200m ² / 225x250 /9,5kg/22,5m ² /
Beluga	285	3330x550	650-1020 km/h	60-120	40 x 120 40 x 240
BL 755	273	2400x40	-	30-150	40 x 120
Rockeye II	226	-	-	-	247 bomb MK-18 mod 0
APAM	-	-	-	-	717 bomb
SUU-54	907	3750x 400	-	-	1480 bomb BLU 63 A/B 370 bomb BLO 86/B

Opracowano na podstawie:

1. K.Adler: Lotnicze kasetowe środki rażenia, WPZ nr 4/78 s. 127-137.
2. Wybrane zagadnienia armii obcych do szkolenia Wojsk OPK w 1983 r. DWOPK 1983.

Tabela 3

Bomby specjalne

Typ	Masa kg	Ładunek kg	Prędkość zrzutu km/h	Wysokość zrzutu m	Pas rażenia
BAP - 100	36	20	630 - 1000	80	Rrg = 2m Srg = 13,7 m ²
BAT - 120	36	26	630 - 1000	50	Rr=20, Sr=1256 4 bomby 40 x 150
Durandal	195	100	650 1000	50-80	Rrg=7 m Srg = 150 - 200

Tabela opracowana na podstawie:

1. Wybrane zagadnienia armii obcych do szkolenia wojsk OPK w 1983 r.
DWOPK 1983.
2. A. Dzygadzko: Środki rażenia na 33 Salonie Lotniczym i Kosmonautycznym w Paryżu. PWL i WOPIK nr 6/80 s. 58-64.
3. P. Arspach: Bomba lotnicza BAP-100. WPZ 5/81 s. 124-127.

Tabela 4

Kierowane bomby lotnicze

Nazwa i oznaczenie	Masa		Ład. boj.	Zasięg lotu		Wymiary di. x ø x rozp.		Wysokość zrzutu	Nu ba- zie bom- by	Hr	Hrg	Sr	Srg
	kg	kg		km	km	m	m						
Walleye:													
MK 1 mod 0	500	385		25		3,4 x 0,38 x 1,14		2 - 9		10,5	5,49	346,2	94,6
MK 5 mod 4	1100	900		40		4,04x0,45x1,3		do 9		18,6	7,26	1089,1	165,5
MK 13 mod 0	1100	900		65		4,04x0,45x1,725				18,6	7,26	1089,1	165,5
GBU - 8	970	430		7-20		3,65x0,45x1,110		do 9		10,94	5,70	375,9	101,9
GBU - 9	1545	896		7-20		4,0x0,61x1,15				17,29	7,15	939,15	161,0
GBU-10-1	930	430		5-12		4,15x0,45x1,32		5,5 - 6,5					
GBU-10-2	930	430		65		4,9x0,45x1,12		0,15 - 6,0					
GBU - 11	1400	896		5-12		4,18x0,61x1,7		5 - 6					
GBU-15-k	1110-1185 1147,5	430		50				0,060-13,0					
GBU-15-r	1260-1350 1305	430		70		4,0x0,45x2,4		13					
SAMP-400	550	165		20		2,5x0,4x1,2		0,1 - 15,0		5,99	4,15	112,6	54,0

E = 3-6 m dla układu naprowadzania telewizyjnego.

Ź r ó d ł o : Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 5/81 s. 119-120.

Wybrane zagadnienia armii obcych do szkolenia Wojsk OPK w 1983 r. DWOPK Warszawa 1983.

Hr i Hrg obliczono na podstawie wzorów IV-2.10, IV-2.12.

T a b e l a 5

Odległość uchwycenia celu z prawdopodobieństwem
95 % dla głowicy z naprowadzaniem telewizyjnym

Typ celu	Odl. uchwycenia /km/
Samolot na stoisku	7,5
Most 6 x 18 m	7,5
Most 90 x 12 m	11
Pas startowy lotniska	15
Hangary na lotnisku	35-40

Z r ó d ł o : Wybrane problemy techniki bojowej
w siłach powietrznych państwa NATO.
DWOPK Warszawa 1980.

Tabela 6

Pociski kierowane klasy powietrze-ziemia

Nazwa i oznaczenia	Masa /kg/		Prędkość m/s	Zasięg km	Uchylenie E/m/	Rrg m	Rr m	Srg m ²	Sr m ²
	całkowita	głowicy							
AGM - 12 B, E BULLPUPA	260	114	650	11	9	3,67	4,68	42,2	68,7
AGM - 12 C, D BULLPUPB	310	454	650	16,5	9	5,9	11,8	109,5	437,2
MAVERICK: AGM-65A AGM-65C	209 209	95 95	320 320	13 22,5	1,2 1,2	3,50	4,03	38,4	51,0
MARTEL AJ 16R AS 20 AS 30	550 143 520	320 30 230	320 450 500	40 7 12	3 10 10	5,2 2,36 4,63	9,34 1,93 7,48	34,9 17,5 67,3	273,9 11,7 175,6
SHRIKE AGM-45A STANDARD ARM AGM-76	177 635	68 245	700 700	16 25	6-9 3	3,13 4,80	3,32 7,8	30,7 72,3	34,6 191,0
HARM AGM-88 MARTEL AS-37	370 520	142 150	850 500	18,5 30	2-3 3	4,01 4,08	5,44 5,64	50,5 52,2	93,0 99,9

Z r ó d ł o : Katalog broni raketowej głównych państw NATO, Sztab. Gen. 93S/79. Warszawa 1979.
Zarządzenie Wojskowej Obozowni z dnia 1978-82.

Charakterystyka i zastosowanie bojowe rakietowych pocisków lotniczych i przeciw-
lotniczych państw NATO. DWOPEK Warszawa 1976.

Rrg i Rr obliczono według wzoru IV-2.10, IV-2.12.

Tabela 7

Pociąki kierowane klasy powietrze-powietrze

Nazwa i oznaczenie	Masa /kg/		Wysokość zastosowania /km/		Prędkość m/s	Zasięg km
	całkowita	głównica	min	maks		
SIDEWINDER:						
AIM - 9 C	91	11	0,3	24,5	800	18
AIM - 9 D	84	11	0	24,5	800	18
AIM - 9 J	76	11	0	24,5	900	18
AIM - 9 L	84,5	11	0	24,5	900	18
SPARROW:						
AIM-7E	205	30	0,3	24,5	1300	25
AIM-7F	230	39	0,1	24,5	1400	50
SKY FLARM	193	30	0,08	25	1350	35
MAGIC R.550	90	12,5	0	18	600	10
PHOENIX AIM-54A	443	60	0,015	32,0	2000	160

Z r ó d ł o : Katalog broni raketowej głównych państw kapitalistycznych.
Sztab Gen. Warszawa 1979.
Zarządzenie Wojennoje Obozrenije nr 9/80 s. 56-58.

Tabela 8

DZIAŁKA MONTOWANE NA SAMOLOTACH NATO

Oznaczenie działka	Liczba luf	Prędkość początko- wa pocis- ku /m/s/	Szybkość strzelności strz./min	Ciężar pocisku /kg/	Ciężar działka /kg/	Długość /m/	Kaliber /mm/
Aden Mk-4	1	600	1200	0,276	90	1,66	30
DEFA-552	1	815	1100	0,244	80	1,56	30
DEFA-553	1	815	1200	0,244	85	1,58	30
M-61 Vulcan	6	1036	6000	0,120	115	1,88	20
GAU-4	6	1036	6000	0,104	133	1,88	20
Mauser Mk-27	1	-	-	-	100	2,31	27

Z r ó d ł o : FWL i WOPK nr 10/79

Tabela 9

SREDNIA KONIECZNA LICZBA TRAFIEŃ Z DZIAŁKA
DLA CELU POWIETRZNEGO

Kaliber	Masa pocisku-g	Masa celu powietrznego /Mg/			
		5-6	20	70	150
20	100	3,5	12	15	-
23	175	2,5	8	12	-
30	276	2,0	3,5	9,0	14
30	410	1,3	2,5	5	9

Z r ó d ł o : PWL i WOPK nr 10/79.
Skuteczna odległość rażenia: 600-1000 m

Tabela 10

Wpływ zakłóceń na możliwości Rodzajów Wojsk Korpusu

Rodzaje wojsk	Oddziaływanie	Efekty oddziaływania	
		Na średnich H	o 60 % o 80 %
WRT	Zmniejszenie pola radiolokacyjnego	Na małych H	o 35%
	Zmniejszenie informacyjnych możliwości WRT	o 40-50 %	o 40-50 %
	Obniżenie możliwości radiolokacyjnego zabezpieczenia WR i LM	o 40-50 %	o 40-50 %
	Łączne zmniejszenie możliwości WRT ZO	o 40-50 %	o 40-50 %
WR	Zmniejszenie prawdopodobieństwa rażenia celu zestawem rakiet przeciwlotniczych	0,3-0,6	o 40 %
	Zmniejszenie możliwości całego ugrupowania WR	o 40 %	o 40 %
LM	Zmniejszenie promienia skutecznego działania	Na małych H do 10 %	Na średnich H do 30-40 %
	Zmniejszenie prawdopodobieństwa rażenia celu	o 30-40 %	o 40-50 %
	Zmniejszenie zasięgu dowodzenia i naprowadzania	do 50 %	do 50 %
	Zerwanie pracy celowników radiolokacyjnych łącznie zmniejszenie możliwości bojowych	do 50 %	do 50 %
Łączności	Zmniejszenie przepustowości przesyłania informacji: KF łączności radiowej	do 50 %	do 40 %
	UKF łączności radiowej	do 40 %	do 40 %

Z r ó d ł o : Natarcie radioelektroniczne i jego wpływ na działanie bojowe wojsk OPK. Wyd. DW OPK Warszawa 1981 r.

Tabela 11

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SAMOLOTÓW MYSLIWSKO-BOMBOWYCH, MYSLIWSKICH I SZTURMOWYCH

Typ na uzbroj.	Zakres silnik	Prędkość km/h			Wzrost operacyj- ny /m/	Zasięg dot. /km/	Długość dziurzenia /km/		Maks. wzrost otworu /kg/	Ilość punktów podwie- szenia	Uzbrojenie						Warianty uzbrojenia warianty							
		Długość towa	na małej H	na dużej H			na małej H	na dużej H			Strzeleckie		Rakietowe		Bombowe									
											Stare	Nowe- szenie	Nierowane	Nierowa- ne	Jądrowe	Wielow. kg		Wzrost kg						
F-44A	2 2-TW	870	4287	2335	15500	6600	900	2500	42700	9	-	4x VULCAN	-	-	4x 3000T 2x 200T	4-38x 48-43604 46 PBU-50	AN/ALQ-87V AN/ALQ-109 404 449 434 AN/ALQ-23 28							
F-44B			4390	2655							48290	43640	4x VULCAN	4x MAVE DIK	4x 600-15 4x 4000- 4500									
F-44E			4472																					
F-44F			4472																					
F-4C	2 2x10	925	4646	2550	24640	3550	245	800	6800	9	-	9x 162mm 3x VULCAN	6x SPARROW 4x SIDEWINDER 2x BULLDOG	4x 3000T 4x 200T	2x 300- 4500	3-24x 100-4500	AN/ALQ-173T 454 AN/ALQ-158 449 AN/ALQ-153A 60 AN/ALQ-23							
F-4D			2444								3700	240	870	7250	4x VULCAN	4x SIDEWINDER 2x BULLDOG 4x MAVE DIK	45x FFAR 45x JMW							
F-4E			2444								3550	225	840		3x VULCAN	4x SIDEWINDER 2x BULLDOG								
F-4F			2444								3550	225	840		4x VULCAN	4x SIDEWINDER 2x BULLDOG								
F-44	2 2x10	744	4470	2486	45240	3950	330	745	6577	40	4x VULCAN	4x SIDEWINDER 6x SPARROW 6x BULLDOG	4x FFAR	4x 4000	4-4x 244- 900	AN/ALQ-158 456 AN/ALQ-159								
F-45	2 2x10	900	4472	2655	48900	5560	500	4400	7251	43	4x VULCAN	4x SPARROW 4x SIDEWINDER 2x BULLDOG		3x 40-450T 4x 3000T 2x 800-45	3-10-150 100 1500-52 1500-52	AN/ALQ-127 454 435								
F-46	4 4x10	900	4472	2428	45240	3750	450	930	6894	44	4x VULCAN	6x SIDEWINDER 4x SPARROW 6x BULLDOG 6x MAVE DIK		4-40 450T 4-3000T	4-600 45 4-40-118 900	AN/ALQ-118 454 AN/ALQ-140								
F-48	4 2x10	890	4472	4945	45000	3750	380	755	6244	9	4x VULCAN	4x SIDEWINDER 4x SPARROW 6x MAVE DIK			4-40 400	AN/ALQ-126 AN/ALQ-159								
TORRADO IDS	2	900	4480	2053	45000	4830	388	4470	7251	7	2-27mm	2x SPARROW 2x SIDEWINDER 4x BOMBARD	18-25	2-300 4-80 4	8-264 467									
TORRADO ADV	2-TW										4-27mm	2x SIDEWINDER 2-4 SPARROW												
MIRAGE F-4	4 4x10	850	4472	2334	48500	3300	260	780	4000	7	2-30mm	2-30mm 2-162	4x SNEB	4-MATRA 60L	6-45-450 6-MATRA 60									
MIRAGE 2000	4 4x10	900	4472	2495	48840	3600	280	840	9000	9	2-30mm	2-30mm	4x SNEB	4-MATRA 60L	4-40 100 6-MATRA 60 6-MATRA 60 6-MATRA 60	AN/ALQ-127 454								
Kfir C-2	4 4x10	860	4350	2440	45240	4000	345	960	4000	7	4x 30mm	2x SPARROW 2x SIDEWINDER 4x BULLDOG 2x MAVE DIK 2x SNEB		2-4000	2-8x 244- 467									
F 400	4 4x10		4390	43720	2446	260	800	3400	6	4x 20mm	2x SIDEWINDER 2x BULLDOG		4-400T											
F-404G	4 4x10		2330	47680	3045	480	4000	4800	7	4x 20mm	4x SIDEWINDER 4x SPARROW 2x BULLDOG 2x BOMBARD 4x MATRA 2x SIDEWINDER 3x AS-38 2x SIDEWINDER 2x MATRA 2x MAVE DIK 2x AS 38 37		4-200T											
MIRAGE III E	4 4x10		2350	47000	4000	900	4200	4200	3	2-30mm	4x SIDEWINDER 4x SPARROW 2x BULLDOG 2x BOMBARD 4x MATRA 2x SIDEWINDER 3x AS-38 2x SIDEWINDER 2x MATRA 2x MAVE DIK 2x AS 38 37		4-200T											
MIRAGE 5	4 4x10		2350	47000	4000	650	4300	4200	7	2-30mm	4x SIDEWINDER 4x SPARROW 2x BULLDOG 2x BOMBARD 4x MATRA 2x SIDEWINDER 3x AS-38 2x SIDEWINDER 2x MATRA 2x MAVE DIK 2x AS 38 37		4-200T											
A-7	4 4x10	780	4066	4423	45600	4620	335	4460	6800	8	4x VULCAN	2-162 2x VULCAN	4x SPARROW 4x BULLDOG 6x MAVE DIK	45-11AB 45-100T 2-3000T	2x MAVE DIK 2-600 45 2-300 4000	8-24-448 900	AN/ALQ-23 454 AN/ALQ-158 AN/ALQ-159							
A-40	4 4x10	634	834	834	6000				7251	44	4x 30mm	2x VULCAN	6x MAVE DIK		4-300 000	2-70-24 600 8-24-448 18-200	AN/ALQ 410 AN/ALQ 434							
HARRIER	4 4x10	800	4486	4350	45250	3650	270	785	2270	9		2x ABLN	4x SNEB	2-300	3-745-455									
JAGUAR	4 4x10	850	4350	4593	45000	3650	520	4200	4535	7	4x 30mm	2x SIDEWINDER 4x BULLDOG 2x AS 38	2x SNEB	4-200T	4-MATRA 6-24-448 3-MATRA 3-MATRA	AN/ALQ 410 AN/ALQ 434								
BURANIER	4 4x10		4038	40000	3700				7251	8		4x MATEL		4-200T										
EDWA 101	4 4x10		971	44000	2430	430	900	2250	5		8-60 mm 4-50 mm 4-27 mm	MAVE DIK 2x SIDEWINDER			5-40-450									

Z r ó d Ź o : Katalog sprzętu lotniczego państw NATO.
Wyd. MON Sztab Gen. Zarząd II, Warszawa 1980.

Tabela 13

URZĄDZENIA DO STOBOMANIA ZAKŁOŚCI ANTUCYJNYCH

TYP ODZĄBIENIA	OPISANIE	ROZMIAR SYGNAŁU ZAKŁOŚCI	CIĘSIĘNOŚĆ	MOC	NOŚCIEL
AN/AIQ 16	NADAJNIK ZAKŁOŚCI STACJI D/LON, OD 8/101	SZUMOWY	26 58 GHz		EA 6, A 4
AN/AIQ 87	NADAJNIK ZAKŁOŚCI STACJI D/LON	SZUMOWY	4 20 GHz		FB 44, F-4
AN/AIQ 92	NADAJNIK ZAKŁOŚCI PRACY RADIOSTACJI	SZUMOWY	100 162 MHz		EA 6B mont wzm s tu
AN/AIQ 94	URZĄDZENIE MVIACE DZIECI STACJI D/LON	EMIT TAKSYFONOWY SŁUCH	2 47 GHz	40 W KIN WIND	1B 44, F 44, EF 44
AN/AIQ 99	URZĄDZENIE ZAKŁOŚCI STACJI D/LON WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON KODOWANIE DOKUMENTÓW DOKUMENTÓW	SZUMOWY, KODOWANIE WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON KODOWANIE DOKUMENTÓW	84 4 GHz, 85 4 GHz, 84 2 GHz, 76-85 GHz, 83-16 GHz, 7-40 GHz, 40-48 GHz	2 kW	EA 6A, EF 44
AN/AIQ 400	URZĄDZENIE MVIACE DZIECI STACJI D/LON	EMIT TAKSYFONOWY SŁUCH	45 8 GHz	50 W KIN WIND	A 7, F 4, F 14
AN/AIQ 404	URZĄDZENIE ZAKŁOŚCI KANAŁOWYCH D/LON	SZUMOWY, KODOWANIE	2 47 GHz		1B USA, 1 41, 1 42, 1 43, 1 44, 1 45
AN/AIQ 441	NADAJNIK ZAKŁOŚCI STACJI D/LON	SZUMOWY	82 424 GHz		B 52 GHz, P 430
AN/AIQ 444	NADAJNIK ZAKŁOŚCI STACJI DZIECI D/LON KANAŁOWYCH D/LON (EMIT)	SZUMOWY, MVIACE	2 40 GHz		1 4, 1 41, A 7, A 40
AN/AIQ 427	URZĄDZENIE TAKSYFONOWE STACJI D/LON WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON	SZUMOWY			B 52 GHz
AN/AIQ 426	URZĄDZENIE MVIACE DZIECI STACJI D/LON	EMIT TAKSYFONOWY SŁUCH	2 20 GHz	4 kW	SHV WDS USA, 1 404
AN/AIQ 429	URZĄDZENIE ZAKŁOŚCI STACJI D/LON	"	8 70 GHz	4 kW	1 24, A 7
AN/AIQ 434	MODUŁY KODOWANIA STACJI D/LON WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON (EMIT)	SZUMOWY, MVIACE	83 6 GHz		1 4, A 7, A 40, 1 44, 1 45
AN/AIQ 435	NADAJNIK ZAKŁOŚCI PRACY STACJI D/LON SUST OR				1 45
AN/AIQ 437	URZĄDZENIE MVIACE ZE SYGNAŁEM KODOWANYM	MVIACE	2 5 GHz	100 W KIN WIND	1B 44, EF 44
ALIGATOR 00 344	URZĄDZENIE TAKSYFONOWE STACJI D/LON WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON (EMIT)	SZUMOWY	5 40 GHz		MIDAGI
BIWONA	URZĄDZENIE DO KODOWANIA I DEKODOWANIA SYGNAŁÓW DZIECI STACJI D/LON WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON (EMIT)				1 40, 1 41, 1 42, 1 43, 1 44, 1 45
BADUFI	URZĄDZENIE DO KODOWANIA I DEKODOWANIA SYGNAŁÓW DZIECI STACJI D/LON WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON (EMIT)				MIDAGI 5, 1 46
A TAX	URZĄDZENIE ZAKŁOŚCI STACJI D/LON	SZUMOWY	8 70 GHz		TAKSYFONOWY SŁUCH
TIWS	TAKSYFONOWY SŁUCH WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA DŁUGI DZIECI STACJI D/LON (EMIT)				1 45
AN/AIF 6 B	NADAJNIK ZAKŁOŚCI DZIECI D/LON	SZUMOWY	835 405 GHz	450 W	B 52 GHz
AN/AIF 43	"	"	26 58 GHz	450 300 W	"
AN/AIF 45	"	SZUMOWY SŁUCHOWY	835 405 GHz	120 200	1B 44
AN/AIF 27	"	"	835 405 GHz	200	1 404, 1 41, 1 42
AN/AIF 78	"	SZUMOWY WRAZ Z SYSTEMEM OSIĄGANIA	26 6 GHz		
AN/AIF 17	"	"	835 405 GHz		

Z r ó d ł o : Katalog sprzętu lotniczego państw NATO.
Wyd. MON Sztab Gen. Zarząd II, Warszawa 1980.

Tabela 14

1. URZĄDZENIA DO STOSOWANIA ZAŁOŚCEN PASYWNYCH					
TYP URZĄDZENIA	CHARAKTERYSTYKA URZĄDZ.	ZAKRES CZĘSTOTLIW.	POJEMNOŚĆ ŁAD.	NOSICIEL	
AN/ALE-29	WYRZUTNIA DO WYSTRZELIWANIA DIPOLI I FLOR	35-10cm	30 ŁAD. DIPOLI LUB FLOR	SIŁY LOTNICZWA MORSKIEGO U.S.A.	
AN/ALE-38	WYRZUTNIA DO WYSTRZELIWANIA PASWÓW FOLII LUB WŁÓKNIEN SZTUCZNYCH	3-300cm	6 ŁADUNKÓW DO 25 KG	ADM-346/H, F-4 F-105	
AN/ALE-39	WYRZUTNIA PRZEZNACZONA DO OSTRONY INDYWIDUALNEJ S-10W, DANE MOŻLIWOŚĆ UŻYCIA DIPOLI, PULSAKÓW PODCZERWONYCH ORAZ SZUMOWYCH URZĄDZEŃ ZAKŁÓCAJĄCYCH JEDNORAZOWEGO UŻYTIU URZĄDZ. STEROWANIA I KONROLI POZWAJA NA REALIZ. 3 PROGÓW. (DOJED. SERWAMI W RÓŻNYM OŚC. CZASÓW, I RÓŻNEJ ILOŚCI ŁAD.)	35,10 cm	10 ŁADUNKÓW DIPOLI PULSAKÓW PODCZERW. LUB ZAŁOŚCACY SZUMOWYCH = 30 ŁADUNKÓW	A-4, A-6, A-7, F-4, EA-6B, F-14 (DO DWA URZĄDZ. NA S-CL)	
AN/ALE-40	WYRZUTNIA DO WYSTRZELIWANIA DIPOLI LUB PULSAKÓW PODCZERWONYCH STOS. JAKO PODSTAWOWY ŚRODEK OSTRONY INDYWIDUALNEJ.	2-10cm	30 ŁAD. DO 8 DANCZÓW = 3120.000 DIPOLI	F-4, F5, F-104, F-16 (NA F-4-4 WYRZUTNIE) 2 DO WYRZUC. DIPOLI-60 ŁAD 2 DO WYRZUC. PULSAKÓW-50 ŁAD	
AN/ALE-41	WYRZUTNIA DO WYSTRZELIWANIA PASWÓW FOLII	3-300cm	6 ŁADUNKÓW FOLII DO 20 KG	A-6, A-7, EA-6A	
M-130	WYRZUTNIA DO WYSTRZELIWANIA DIPOLI LUB FLOR	15-5 cm	30 ŁAD. DO 14 DANCZÓW O TRZECI TRUGÓŚCACH DIPOLI	SAMOLOTY I SMIGŁ. SIŁY LĄDOW. U.S.A.	
2. MINIATUROWE NADAJNIKI ZAŁOŚCEN					
TYP URZĄDZ.	PRZEZNACZENIE	ZAKRES CZĘSTOTL.	MOC	CZAS PRACY	NOSICIEL
AN/AGLT-3	NADAJNIK ZAŁOŚCEN ŚRODKÓW R/ELITRON. /ZBZUT NA SPADOCHRONIE /	75-10cm 40-15cm		60min.	SIŁY LT
T-1219	NADAJNIK ZAŁOŚCEN SZUMOWYCH /ZBZUT NA SPADOCHRONIE /	12-10 m	10W	5min	SIŁY POSIAD. WYRZ. AN/ALE 29 i 39
	NADAJNIK ZAŁOŚCEN SIACZI R/LDW.	6-20cm	1kW wimp	10	SIŁY LT
		1-10 m	20		SIŁY BEZPEŁ.
		30-60cm	90		MAXI DECORY 1
		5-75cm	250		MAXI DECORY 2
		10-15 cm 75-10 cm		5	DECORY PROPELED MAXI DECORY 2
3. FLARY - PULSAKI TYPU A, B, C PASYWNE ŚRODKI PRZECIWDZIAŁANIA PRZECIWKÓD PODCISKOM WIEROWANYM NA PODCZERWIEN. KSZTAŁT - CYLINDRYCZNE KAPSULE WYPEŁNIONE MIESZANKĄ PALIWOWĄ, KTÓRE DO SPALENIU POSIADAJĄ BARDZIEJ INTENSYWNE ŹRÓDŁO PROMIENIOWANIA, NIŻ GAZY WYLOTOWE SAMOLOTU.					

Z r ó d ł o : Katalog sprzętu lotniczego państw NATO.
Wyd. MON Sztab Gen. Zarząd II, Warszawa 1980.

ŚRODKI BEZPILOTOWE PAŃSTW NATO

Oznaczenie	Masa		Parametry taktyczne				Wymiary	
	startowa	ładunku	Prędkość	pułap	zasięg	czas lotu	Długość	rozpiętość
	kg	kg	km/h	m	km		m	m
YQM - 94	5990	500	0, 5-0, 6M	21000	10000	30 h	12, 8	27, 4
FIREBRAND	2676	113	2300	20-7600				
YQM - 93	6490	318	0, 5-0, 6M	21000	10000	30 h	11, 4	24, 7
FIREBEE I	1130		1140	15-18300	1280	75 min	7, 0	3, 9
FIREBEE II	1027		2130	15-18300	1430	14 min	8, 73	2, 71
YQM - 107A	460	113	920	12000		3 h	5, 13	3, 0
FIREBOLT	519	38	M-4	30000		5 min	5, 08	1, 02
Epervier	142	20	500	4000	75-95	25	2, 38	1, 72
C 22	550	75	1120	14000		90-150min	5, 1	2, 5
Aquila	65	18	220	3600	20	3 h	1, 96	3, 76
WIDEVE	91	20	195	2000	40	1 h		3, 0
ARGUS	280	150		300	75	24		3, 0

Z r ó d ł o : 1. Informator o środkach bezpilotowych armii państw kapitalistycznych.
MON Warszawa 1982.

2. Bezpilotny je średstwa NATO, Wiestnik Protinowozdusznoj Oborony 3/82, s.69-72.

Tabela 16

Wymiary wybranych obiektów rażenia

Nazwa obiektu	Wymiary m
Samoloty w obwałowaniach: 6 samolotów 18 samolotów	200 x 200 300 x 600
Samoloty na stoiskach bez obwałowań: 6 samolotów 12 samolotów	400 x 200 600 x 300
Drogi startowe	1800 - 2500 x 40 - 60
RSWP, SNR	100 x 100
RLS + wysokościomierz	200 x 200
SD w skł...	00
Artyleria plot: pluton 3-4 dział	100 x 100
Antena RLS	10 x 10
Schrony na lotnisku	30 x 15
Most	6 x 18 12 x 90

Z r ó d ł o : Pawlak T: Wybrane problemy zastosowania konwencjonalnych
 środków rażenia przez samoloty LMSZ i LMB na obiekty pola
 walki: ASS - 1977.

Tabela 17

Przeciwlotnicze zestawy rakietowe WR OPK i W OPL.

Typ	Hmin m	Hmax km	Dmin km	Dmax km	Vcmax m/s	2Pmax km	Pr 2-3 rak	Tc / s /			Kw
								1 R	2 R	3 R	
S-125	20	18	6	25	700	16-24	0,2-0,9	50-60	70-140	-	0,3
S-75M	100	30	7	43	1100	34-40	0,3-0,9	90	110	165	0,25
S-200	300	40	17	240	1200	236	0,76	120	150	165	0,3
KRUG	250	23	6	56	800/450	50	0,8-0,9	90	120	-	0,15
KUB M	60	10	3,5	18	600	16	0,7-0,9	60	90	-	0,15
KUBM3	25	14	3,5	24	600/300	22	0,8-0,9	60	90	-	0,11
CSAAK	25	5	1,5	10	500/300	9	0,6-0,8	60	-	-	0,11
S 2 M	50	3	1,5	4,2	310/240	-	0,3-0,5	30	-	-	0,1
S 1 M	50	0,5 2,3	0,08 0,25	2,8 4,2	150/260	-	0,2-0,3	60	-	-	0,08

Kw-wpływ warunków działania

$$M_p = K_w \cdot P_r$$

Z r ó d ł o : Żebrowski M: Wykorzystanie bojowe oddziałów wojsk OPK. Wyd. ASG WP 1980 r.

Mirowski T: Metodyka oceny możliwości ogniowych i efektywności systemu

/środków/ obrony przeciwlotniczej wojsk operacyjnych. Wyd. ASG WP 1980 r.

Lufowe środki OPL

Typ środków	Skład jed.kalk.	K szt	Hmax m	Dmax m	Vcm m/s	Pr	Mp szt.	Tc s	Kw
PKM-2	3 karab.	12	1500	2000	300	0,05	0,01	30	0,23
ZU23-2 23 mm	2 armaty 6 armat	12 12	1500	2500	300	0,13 0,31	0,03 0,08	30 30	0,26 0,26
ZSU23-4 23 mm	wóz boj. 2 wozy	10 10	1500	2500	450	0,30 0,44	0,05 0,07	30	0,15 0,15
S-60 57 mm	6 armat 6 a.zZRP	8 8	4500 5500	4800 6000	300 560	0,10 0,34	0,02 0,04	60 60	0,15 0,15

Kw-wpływ warunków działania,

K-ilość oddziaływań posiadanym zapasem amunicji,

Mp-wartość oczekiwana ilości trafień przy jednym oddziaływaniu,

$Mp=Kw \cdot Pr$

Z r ó d ł o : Mirowski T. Metodyka oceny możliwości ogniowych i efektywności systemu /środków/ obrony przeciwlotniczej wojsk operacyjnych. Wyd. ASG WP 1980 r.

Tabela 19

Samoloty LM OPK

Typ	Vmax km/h	Hop m	Pokładowa RLS		Rtakt km	Pplt	Ttcp min	Pplm
			zasięg	Hzast				
MiG-21pfm	2175	18000	20 km	800 m	230	0,2-0,4	5-7	-
MiG-21M	2175	18000	20 km	800 m	230	0,2-0,4	5-7	-
MiG-21bis	2175	21000	30 km	500 m	230	0,3-0,5	5-7	0,07-0,17
MiG-23MF	2500	24000	40 km	40 m	250	0,4-0,6	5-7	0,1-0,2

Pplt-prawdopodobieństwo przechwycenia SNP lotnictwa taktycznego;

Pplm-prawdopodobieństwo przechwycenia SNP lotnictwa myśliwskiego : H mała-H średnia

Z r ó d ł o : Pokonywanie obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela przez lotnictwo frontowe. Wyd. D W Lot. Poznań 1978 r.

Żebrowski M: Wykorzystanie bojowe oddziałów wojsk OPK. Wyd.ASG WP Warszawa 1980 r.

Tabela 20

Stacje radiolokacyjne WRT OPK i ich parametry

TypRLS	Zakres fal	Rozróżnialność			Moc nad. kW	Zasięg wykrywania dla $\sigma = 1\text{m}^2$						Górny pułap wykryw.
		ΔD km	ΔB %	ΔH		50	100	300	500	1000	10000	
K-66	cm	1,7	1,0	-	2,20		40	70	90	120	280	54
P-40	cm	1,5	1,5	-	1,60		40	60	80		220	30
P-35M	cm	0,5	1,0	-	0,9			40	50	80	180	16
P-37	cm	0,5	1,0	-	0,7			40	50	80	180	18
P-15M	dcm	2,5	8,0	-	0,27		30	50	70	90		3
P-14	m	3,5	8,0	-	0,8		35	60	80	120	300	35
P-12MP	m	2,0	11	800	0,18		30	30	40	50	160	22
P-18	m	2,0	8,0	-	0,18		30	50	60	80	250	33
NAREW	cm	0,5	3,0	-	0,7	43	50	70	90	100		1,5
JAWORM	dcm	0,6	2,0	-	2,0		35	60	70	85	180	23
JAWORM2	dcm	1,5	1,5	-	2 x 5		40	50	60	90	160	33
PRW-9	cm	1,5	2,5	0,50	2,5		35	70				45
PRW-16	cm	1,5	2,5	0,50	0,7			150				
PRW-11	cm	2,0	3,0	1°	1,2	32	45	70	90		310	85
PRW-13	cm	2,0	3,0	1°	1,3		46	77	90			85
NIDA	cm	1,0	3,0	0,80	2,2		40	65	85		240	85

Z r ó d ł o : Informator podstawowych wiadomości o sprzęcie radiolokacji i automatyzacji. Wyd. DW OPK Warszawa 1979 r.

Tabela 21

Wagi cech

Ranga	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Waga	0,20	0,17	0,14	0,12	0,11	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02
Cechy	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,08	0,05	0,07	-	-
	0,30	0,23	0,19	0,14	0,09	0,05	-	-	-	-
	0,35	0,26	0,2	0,13	0,06	-	-	-	-	-
	0,40	0,3	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-
	0,5	0,34	0,16	-	-	-	-	-	-	-
	0,56	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-

Wagi obliczono z zależności: $W_c = \frac{2}{K-1+1/K}$

K - liczba cech,

l - ranga cechy

Z r ó d ł o : Konarzewska-Gubała E: Promozowanie przy wielorakości celów. PWN Warszawa 1980.

Parametry ugrupowania ŚNP

Rodzaj ugrupowania	Para		Klucz	
	Odstęp	Odległość	Odstęp w parach	Odległość w parach
Zwarte	30-50m	Do 300 m	200-300	Do 800
Normalne	120-150	300-500	300-500	Do 1000
Rozczłonkowane	Do 500	900-1500	900-1500	Do 3000

Zródło: Ciesielski M. Taktyka działania małych grup uderzeniowych taktycznych sił powietrznych NATO. Wyd. ASG Warszawa 1977.

Tabela 23

Wyniki obliczeń zależności IV-2.14

```
*****
*
*          PRAWDOPODOBIEŃSTWO          *
* TRAFIENIA DO CEŁU O KSZTAŁCIE *
* PRÓSTOKĄTA , OBLICZENIOWYCH *
* DŁUGOŚCIACH BOKÓW A,B I OD- *
* CHYLENIACH ŚRODKOWYCH EA,EB, *
*          ODPOWIEDNIO DO BOKÓW      *
*
*****
```


Tabela 24

Wyniki obliczeń zależności IV-2.17. i IV-2.18

```
*****  
*                                     *  
* PRAWDOPODOBIEŃSTWO *  
*   RAZENIA CEŁU     *  
* POWIERZCHNIOWEGO  *  
* RR-PROMIEN RAZENIA *  
* A,B-WYMIARY CEŁU  *  
* EA,EB-ODCHYLENIE  *  
*       ŚRODKOWE     *  
*                                     *  
*****
```

RR#15.00 EA#15.00 EB#10.00

IAYB	I	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0	140.0	160.0	180.0	200.0	220.0	240.0	260.0	280.0	300.0	320.0	340.0	360.0	380.0	400.0	41
I	20.0	0.203	0.172	0.138	0.109	0.088	0.074	0.063	0.055	0.049	0.044	0.041	0.037	0.035	0.032	0.030	0.028	0.026	0.025	0.024	0.024	0.0221
I	40.0	0.186	0.158	0.126	0.100	0.081	0.067	0.058	0.050	0.045	0.041	0.037	0.034	0.032	0.029	0.027	0.026	0.024	0.023	0.021	0.020	0.0181
I	60.0	0.163	0.139	0.111	0.088	0.071	0.059	0.051	0.044	0.039	0.036	0.033	0.030	0.026	0.024	0.023	0.021	0.019	0.018	0.017	0.016	0.0151
I	80.0	0.148	0.120	0.095	0.075	0.061	0.050	0.043	0.038	0.034	0.031	0.028	0.026	0.024	0.022	0.021	0.019	0.018	0.015	0.015	0.014	0.0131
I	100.0	0.138	0.110	0.085	0.068	0.054	0.044	0.036	0.031	0.027	0.024	0.022	0.020	0.019	0.017	0.016	0.015	0.014	0.012	0.012	0.011	0.0111
I	120.0	0.131	0.103	0.078	0.061	0.047	0.038	0.031	0.027	0.024	0.021	0.019	0.017	0.016	0.015	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009	0.0081
I	140.0	0.126	0.098	0.073	0.056	0.042	0.033	0.026	0.022	0.019	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.0061
I	160.0	0.121	0.093	0.068	0.051	0.037	0.028	0.021	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.0051
I	180.0	0.116	0.088	0.063	0.046	0.032	0.023	0.016	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.0031
I	200.0	0.111	0.083	0.058	0.041	0.027	0.018	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.0031
I	220.0	0.106	0.078	0.053	0.036	0.022	0.013	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	240.0	0.101	0.073	0.048	0.031	0.017	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	260.0	0.100	0.071	0.046	0.029	0.015	0.006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	280.0	0.099	0.070	0.045	0.028	0.014	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	300.0	0.098	0.069	0.044	0.027	0.013	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	320.0	0.097	0.068	0.043	0.026	0.012	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	340.0	0.096	0.067	0.042	0.025	0.011	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	360.0	0.095	0.066	0.041	0.024	0.010	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	380.0	0.094	0.065	0.040	0.023	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	400.0	0.093	0.064	0.039	0.022	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	420.0	0.092	0.063	0.038	0.021	0.007	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	440.0	0.091	0.062	0.037	0.020	0.006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	460.0	0.090	0.061	0.036	0.019	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	480.0	0.089	0.060	0.035	0.018	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	500.0	0.088	0.059	0.034	0.017	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	520.0	0.087	0.058	0.033	0.016	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	540.0	0.086	0.057	0.032	0.015	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	560.0	0.085	0.056	0.031	0.014	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	580.0	0.084	0.055	0.030	0.013	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	600.0	0.083	0.054	0.029	0.012	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	620.0	0.082	0.053	0.028	0.011	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	640.0	0.081	0.052	0.027	0.010	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	660.0	0.080	0.051	0.026	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	680.0	0.079	0.050	0.025	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	700.0	0.078	0.049	0.024	0.007	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	720.0	0.077	0.048	0.023	0.006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	740.0	0.076	0.047	0.022	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	760.0	0.075	0.046	0.021	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	780.0	0.074	0.045	0.020	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	800.0	0.073	0.044	0.019	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	820.0	0.072	0.043	0.018	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	840.0	0.071	0.042	0.017	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	860.0	0.070	0.041	0.016	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	880.0	0.069	0.040	0.015	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	900.0	0.068	0.039	0.014	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	920.0	0.067	0.038	0.013	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	940.0	0.066	0.037	0.012	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	960.0	0.065	0.036	0.011	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	980.0	0.064	0.035	0.010	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011
I	1000.0	0.063	0.034	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0011

RR=20.00 EARTS.UU EB=10.00

I A/B	I	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0	140.0	160.0	180.0	200.0	220.0	240.0	260.0	280.0	300.0	320.0	340.0	360.0	380.0	400.0
I 20.01	0.410	0.561	0.299	0.242	0.197	0.165	0.141	0.124	0.110	0.100	0.091	0.084	0.078	0.072	0.067	0.062	0.058	0.055	0.052	0.049	0.0471
I 40.01	0.580	0.554	0.277	0.224	0.183	0.153	0.131	0.114	0.102	0.091	0.082	0.075	0.069	0.064	0.059	0.055	0.052	0.049	0.046	0.044	0.0411
I 60.01	0.537	0.297	0.246	0.199	0.162	0.135	0.116	0.102	0.091	0.082	0.075	0.069	0.064	0.059	0.055	0.052	0.049	0.046	0.044	0.0411	0.0361
I 80.01	0.292	0.257	0.212	0.172	0.140	0.117	0.100	0.088	0.078	0.071	0.065	0.060	0.055	0.051	0.047	0.044	0.041	0.038	0.036	0.034	0.0311
I 100.01	0.250	0.217	0.182	0.147	0.120	0.100	0.086	0.075	0.067	0.061	0.055	0.051	0.047	0.044	0.040	0.037	0.035	0.033	0.031	0.029	0.0261
I 120.01	0.214	0.180	0.150	0.126	0.103	0.086	0.074	0.064	0.056	0.050	0.045	0.041	0.038	0.035	0.032	0.030	0.028	0.027	0.025	0.024	0.0231
I 140.01	0.165	0.165	0.135	0.109	0.089	0.074	0.064	0.056	0.048	0.042	0.036	0.033	0.031	0.029	0.028	0.027	0.025	0.024	0.022	0.021	0.0201
I 160.01	0.162	0.145	0.118	0.096	0.078	0.065	0.056	0.048	0.042	0.036	0.033	0.031	0.029	0.028	0.027	0.025	0.024	0.022	0.021	0.020	0.0181
I 180.01	0.144	0.127	0.105	0.085	0.069	0.058	0.050	0.043	0.039	0.035	0.032	0.029	0.027	0.026	0.024	0.023	0.022	0.021	0.020	0.019	0.0181
I 200.01	0.150	0.114	0.094	0.076	0.062	0.052	0.045	0.039	0.035	0.031	0.029	0.029	0.026	0.024	0.023	0.021	0.020	0.019	0.018	0.017	0.0161
I 220.01	0.118	0.104	0.080	0.069	0.057	0.047	0.041	0.035	0.032	0.029	0.026	0.024	0.022	0.021	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	0.015	0.0141
I 240.01	0.108	0.095	0.079	0.064	0.052	0.043	0.037	0.033	0.029	0.026	0.024	0.022	0.020	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	0.014	0.014	0.0131
I 260.01	0.100	0.086	0.075	0.059	0.048	0.040	0.034	0.030	0.027	0.024	0.022	0.020	0.019	0.018	0.016	0.015	0.014	0.014	0.013	0.013	0.0121
I 280.01	0.095	0.082	0.068	0.055	0.045	0.037	0.032	0.028	0.025	0.023	0.021	0.019	0.018	0.016	0.015	0.014	0.013	0.013	0.012	0.012	0.0111
I 300.01	0.087	0.077	0.063	0.051	0.042	0.035	0.030	0.026	0.023	0.021	0.019	0.018	0.016	0.015	0.014	0.013	0.013	0.012	0.011	0.011	0.0101
I 320.01	0.082	0.072	0.060	0.048	0.039	0.033	0.028	0.025	0.022	0.020	0.018	0.017	0.016	0.014	0.013	0.012	0.012	0.011	0.011	0.010	0.0101
I 340.01	0.078	0.068	0.056	0.046	0.037	0.031	0.027	0.023	0.021	0.019	0.017	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.011	0.010	0.010	0.009	0.0091
I 360.01	0.075	0.065	0.053	0.043	0.035	0.029	0.025	0.022	0.020	0.018	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.011	0.010	0.010	0.009	0.0091
I 380.01	0.070	0.061	0.051	0.041	0.033	0.028	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.0081
I 400.01	0.066	0.056	0.046	0.039	0.032	0.027	0.023	0.020	0.018	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.0081
I 420.01	0.063	0.055	0.046	0.037	0.030	0.025	0.022	0.019	0.017	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.0071
I 440.01	0.060	0.055	0.044	0.034	0.028	0.023	0.020	0.017	0.016	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.0071
I 460.01	0.057	0.050	0.042	0.034	0.028	0.023	0.020	0.017	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.0071
I 480.01	0.055	0.048	0.040	0.032	0.026	0.022	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.0061
I 500.01	0.053	0.046	0.038	0.031	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.0061
I 520.01	0.051	0.045	0.037	0.030	0.024	0.020	0.017	0.015	0.014	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.0061
I 540.01	0.049	0.045	0.036	0.029	0.024	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.0061
I 560.01	0.047	0.042	0.034	0.028	0.023	0.019	0.016	0.014	0.013	0.011	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.0061
I 580.01	0.046	0.040	0.035	0.027	0.022	0.018	0.016	0.014	0.012	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.0061
I 600.01	0.044	0.039	0.032	0.026	0.021	0.018	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.0051

HR=13.00 EA=40.00 ER=50.00

I 175	I	20.0	0.031	0.030	0.029	0.028	0.028	0.024	0.022	0.020	0.019	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	
I 140	I	40.0	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.044	0.042	0.040	0.038	0.036	0.034	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.022	0.020	0.018	0.016	0.014	0.012	0.010	0.008	0.006	0.004	0.002
I 105	I	60.0	0.069	0.068	0.067	0.066	0.064	0.062	0.060	0.058	0.056	0.054	0.052	0.050	0.048	0.046	0.044	0.042	0.040	0.038	0.036	0.034	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.022	0.020
I 70	I	80.0	0.088	0.087	0.086	0.085	0.083	0.081	0.079	0.077	0.075	0.073	0.071	0.069	0.067	0.065	0.063	0.061	0.059	0.057	0.055	0.053	0.051	0.049	0.047	0.045	0.043	0.041	0.039
I 35	I	100.0	0.107	0.106	0.105	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.094	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.082	0.080	0.078	0.076	0.074	0.072	0.070	0.068	0.066	0.064	0.062	0.060	0.058
I 0	I	120.0	0.126	0.125	0.124	0.123	0.121	0.119	0.117	0.115	0.113	0.111	0.109	0.107	0.105	0.103	0.101	0.099	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.087	0.085	0.083	0.081	0.079	0.077
I 35	I	140.0	0.145	0.144	0.143	0.142	0.140	0.138	0.136	0.134	0.132	0.130	0.128	0.126	0.124	0.122	0.120	0.118	0.116	0.114	0.112	0.110	0.108	0.106	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096
I 0	I	160.0	0.164	0.163	0.162	0.161	0.159	0.157	0.155	0.153	0.151	0.149	0.147	0.145	0.143	0.141	0.139	0.137	0.135	0.133	0.131	0.129	0.127	0.125	0.123	0.121	0.119	0.117	0.115
I 35	I	180.0	0.183	0.182	0.181	0.180	0.178	0.176	0.174	0.172	0.170	0.168	0.166	0.164	0.162	0.160	0.158	0.156	0.154	0.152	0.150	0.148	0.146	0.144	0.142	0.140	0.138	0.136	0.134
I 0	I	200.0	0.202	0.201	0.200	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191	0.189	0.187	0.185	0.183	0.181	0.179	0.177	0.175	0.173	0.171	0.169	0.167	0.165	0.163	0.161	0.159	0.157	0.155	0.153
I 35	I	220.0	0.221	0.220	0.219	0.218	0.216	0.214	0.212	0.210	0.208	0.206	0.204	0.202	0.200	0.198	0.196	0.194	0.192	0.190	0.188	0.186	0.184	0.182	0.180	0.178	0.176	0.174	0.172
I 0	I	240.0	0.240	0.239	0.238	0.237	0.235	0.233	0.231	0.229	0.227	0.225	0.223	0.221	0.219	0.217	0.215	0.213	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191
I 35	I	260.0	0.259	0.258	0.257	0.256	0.254	0.252	0.250	0.248	0.246	0.244	0.242	0.240	0.238	0.236	0.234	0.232	0.230	0.228	0.226	0.224	0.222	0.220	0.218	0.216	0.214	0.212	0.210
I 0	I	280.0	0.278	0.277	0.276	0.275	0.273	0.271	0.269	0.267	0.265	0.263	0.261	0.259	0.257	0.255	0.253	0.251	0.249	0.247	0.245	0.243	0.241	0.239	0.237	0.235	0.233	0.231	0.229
I 35	I	300.0	0.297	0.296	0.295	0.294	0.292	0.290	0.288	0.286	0.284	0.282	0.280	0.278	0.276	0.274	0.272	0.270	0.268	0.266	0.264	0.262	0.260	0.258	0.256	0.254	0.252	0.250	0.248
I 0	I	320.0	0.316	0.315	0.314	0.313	0.311	0.309	0.307	0.305	0.303	0.301	0.299	0.297	0.295	0.293	0.291	0.289	0.287	0.285	0.283	0.281	0.279	0.277	0.275	0.273	0.271	0.269	0.267
I 35	I	340.0	0.335	0.334	0.333	0.332	0.330	0.328	0.326	0.324	0.322	0.320	0.318	0.316	0.314	0.312	0.310	0.308	0.306	0.304	0.302	0.300	0.298	0.296	0.294	0.292	0.290	0.288	0.286
I 0	I	360.0	0.354	0.353	0.352	0.351	0.349	0.347	0.345	0.343	0.341	0.339	0.337	0.335	0.333	0.331	0.329	0.327	0.325	0.323	0.321	0.319	0.317	0.315	0.313	0.311	0.309	0.307	0.305
I 35	I	380.0	0.373	0.372	0.371	0.370	0.368	0.366	0.364	0.362	0.360	0.358	0.356	0.354	0.352	0.350	0.348	0.346	0.344	0.342	0.340	0.338	0.336	0.334	0.332	0.330	0.328	0.326	0.324
I 0	I	400.0	0.392	0.391	0.390	0.389	0.387	0.385	0.383	0.381	0.379	0.377	0.375	0.373	0.371	0.369	0.367	0.365	0.363	0.361	0.359	0.357	0.355	0.353	0.351	0.349	0.347	0.345	0.343
I 35	I	420.0	0.411	0.410	0.409	0.408	0.406	0.404	0.402	0.400	0.398	0.396	0.394	0.392	0.390	0.388	0.386	0.384	0.382	0.380	0.378	0.376	0.374	0.372	0.370	0.368	0.366	0.364	0.362
I 0	I	440.0	0.430	0.429	0.428	0.427	0.425	0.423	0.421	0.419	0.417	0.415	0.413	0.411	0.409	0.407	0.405	0.403	0.401	0.399	0.397	0.395	0.393	0.391	0.389	0.387	0.385	0.383	0.381
I 35	I	460.0	0.449	0.448	0.447	0.446	0.444	0.442	0.440	0.438	0.436	0.434	0.432	0.430	0.428	0.426	0.424	0.422	0.420	0.418	0.416	0.414	0.412	0.410	0.408	0.406	0.404	0.402	0.400
I 0	I	480.0	0.468	0.467	0.466	0.465	0.463	0.461	0.459	0.457	0.455	0.453	0.451	0.449	0.447	0.445	0.443	0.441	0.439	0.437	0.435	0.433	0.431	0.429	0.427	0.425	0.423	0.421	0.419
I 35	I	500.0	0.487	0.486	0.485	0.484	0.482	0.480	0.478	0.476	0.474	0.472	0.470	0.468	0.466	0.464	0.462	0.460	0.458	0.456	0.454	0.452	0.450	0.448	0.446	0.444	0.442	0.440	0.438
I 0	I	520.0	0.506	0.505	0.504	0.503	0.501	0.499	0.497	0.495	0.493	0.491	0.489	0.487	0.485	0.483	0.481	0.479	0.477	0.475	0.473	0.471	0.469	0.467	0.465	0.463	0.461	0.459	0.457
I 35	I	540.0	0.525	0.524	0.523	0.522	0.520	0.518	0.516	0.514	0.512	0.510	0.508	0.506	0.504	0.502	0.500	0.498	0.496	0.494	0.492	0.490	0.488	0.486	0.484	0.482	0.480	0.478	0.476
I 0	I	560.0	0.544	0.543	0.542	0.541	0.539	0.537	0.535	0.533	0.531	0.529	0.527	0.525	0.523	0.521	0.519	0.517	0.515	0.513	0.511	0.509	0.507	0.505	0.503	0.501	0.499	0.497	0.495
I 35	I	580.0	0.563	0.562	0.561	0.560	0.558	0.556	0.554	0.552	0.550	0.548	0.546	0.544	0.542	0.540	0.538	0.536	0.534	0.532	0.530	0.528	0.526	0.524	0.522	0.520	0.518	0.516	0.514
I 0	I	600.0	0.582	0.581	0.580	0.579	0.577	0.575	0.573	0.571	0.569	0.567	0.565	0.563	0.561	0.559	0.557	0.555	0.553	0.551	0.549	0.547	0.545	0.543	0.541	0.539	0.537	0.535	0.533
I 35	I	620.0	0.601	0.600	0.599	0.598	0.596	0.594	0.592	0.590	0.588	0.586	0.584	0.582	0.580	0.578	0.576	0.574	0.572	0.570	0.568	0.566	0.564	0.562	0.560	0.558	0.556	0.554	0.552
I 0	I	640.0	0.620	0.619	0.618	0.617	0.615	0.613	0.611	0.609	0.607	0.605	0.603	0.601	0.599	0.597	0.595	0.593	0.591	0.589	0.587	0.585	0.583	0.581	0.579	0.577	0.575	0.573	0.571
I 35	I	660.0	0.639	0.638	0.637	0.636	0.634	0.632	0.630	0.628	0.626	0.624	0.622	0.620	0.618	0.616	0.614	0.612	0.610	0.608	0.606	0.604	0.602	0.600	0.598	0.596	0.594	0.592	0.590
I 0	I	680.0	0.658	0.657	0.656	0.655	0.653	0.651	0.649	0.647	0.645	0.643	0.641	0.639	0.637	0.635	0.633	0.631	0.629	0.627	0.625	0.623	0.621	0.619	0.617	0.615	0.613	0.611	0.609
I 35	I	700.0	0.677	0.676	0.675	0.674	0.672	0.670	0.668	0.666	0.664	0.662	0.660	0.658	0.656	0.654	0.652	0.650	0.648	0.646	0.644	0.642	0.640	0.638	0.636	0.634	0.632	0.630	0.628
I 0	I	720.0	0.696	0.695	0.694	0.693	0.691	0.689	0.687	0.685	0.683	0.681	0.679	0.677	0.675	0.673	0.671	0.669	0.667	0.665	0.663	0.661	0.659	0.657	0.655	0.653	0.651	0.649	0.647
I 35	I	740.0	0.715	0.714	0.713	0.712	0.710	0.708	0.706	0.704	0.702	0.700	0.698	0.696	0.694	0.692	0.690	0.688	0.686	0.684	0.682	0.680	0.678	0.676	0.674	0.672	0.670	0.668	0.666
I 0	I	760.0	0.734	0.733	0.732	0.731	0.729	0.727	0.725	0.723	0.721	0.719	0.717	0.715	0.713	0.711	0.709	0.707	0.705	0.703	0.701	0.699	0.697	0.695	0.693	0.691	0.689	0.687	0.685
I 35	I	780.0	0.753	0.752	0.751	0.750	0.748	0.746	0.744	0.742	0.740	0.738	0.736	0.734	0.732	0.730	0.728	0.726	0.724	0.722	0.720	0.718	0.716	0.714	0.712	0.710	0.708	0.706	0.704
I 0	I	800.0	0.772	0.771	0.770	0.769	0.767	0.765	0.763	0.761	0.759	0.757	0.755	0.753	0.751	0.749	0.747	0.745	0.743	0.741	0.739	0.737	0.735	0.733	0.731	0.729	0.727	0.725	0.723
I 35	I	820.0	0.791	0.790	0.789	0.788	0.786	0.784	0.782	0.780	0.778	0.776	0.774	0.772	0.770	0.768	0.766	0.764	0.762	0.760	0.758	0.756	0.754	0.752	0.750	0.748	0.746	0.744	0.742
I 0	I	840.0	0.810	0.809	0.808	0.807	0.805	0.803	0.801																				

Tabela 25

```
*****  
*  
* WARTOSCI NAUD W ZALEZNOSCI *  
* OD PROCENTOWEGO SKLADU *  
* GRUPY ZABEZPIECZENIA *  
* DZIALAJACEJ W STREFIE *  
* RAZENIA POP *  
* *  
* BEZ ZAKLOCEN *  
*  
*****
```

Wyniki obliczeń według algorytmu V-6

Dane wejściowe:

- NA - ilość SNP, które mogą uczestniczyć w wykonaniu zadania,
- PA - prawdopodobieństwo rażenia jednego elementu POP przez jeden SNP z grupy zabezpieczenia,
- IA - intensywność nalotu,
- TC - czas cyklu oddziaływania jednego elementu POP,
- NO - ilość elementów POP biorących udział w odpieraniu nalotu,
- PZ - procentowy skład SNP w grupie zabezpieczenia /procent NA/,
- PO - prawdopodobieństwo rażenia jednego SNP przez jeden element POP.

Wyniki obliczeń:

- NAUD - ilość SNP, które pokonają strefę POP jako uderzeniowe,
- RENT - wartość Raw z zależności 5.23,
- NWOB - ilość nie zniszczonych elementów POP z wartości NO.

NA= 16.00 PA=0.500 LA= 2.00 TCE 1.0 NO= 4.00 FA= 0.00

I	PZ % I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPD=, U>INAUDI	15.77	15.12	12.47	11.81	11.14	10.45	9.75	9.04	8.52	7.59	6.86	6.11	5.37	4.61	3.85	3.09
I	I	IRENTI	0.882	0.937	1.000	1.070	0.243	0.200	0.166	0.138	0.115	0.096	0.080	0.066	0.054	0.044	0.026
I	I	INWOBI	5.77	5.54	3.52	3.09	2.86	2.67	2.50	2.34	2.19	2.04	1.91	1.79	1.67	1.56	1.37
I	I	IPD=, U>INAUDI	14.32	11.83	11.52	10.79	10.25	9.66	9.06	8.44	7.80	7.15	6.48	5.80	5.11	4.40	3.69
I	I	IRENTI	0.868	0.929	1.000	1.079	0.433	0.373	0.321	0.276	0.237	0.202	0.171	0.143	0.119	0.097	0.058
I	I	INWOBI	5.78	5.57	3.35	3.14	2.92	2.74	2.57	2.42	2.27	2.13	2.00	1.88	1.76	1.66	1.46
I	I	IPD=, U>INAUDI	10.87	10.52	10.14	9.74	9.52	8.84	8.33	7.80	7.25	6.67	6.07	5.45	4.82	4.17	3.50
I	I	IRENTI	0.850	0.919	1.000	1.090	0.590	0.528	0.470	0.416	0.365	0.318	0.275	0.234	0.197	0.162	0.130
I	I	INWOBI	5.80	5.59	3.39	3.18	2.98	2.81	2.65	2.50	2.35	2.22	2.09	1.97	1.86	1.75	1.56
I	I	IPD=, U>INAUDI	9.41	9.19	8.94	8.66	8.35	7.98	7.57	7.14	6.65	6.15	5.63	5.08	4.50	3.91	3.30
I	I	IRENTI	0.828	0.907	1.000	1.104	0.724	0.672	0.617	0.561	0.505	0.449	0.395	0.343	0.292	0.244	0.198
I	I	INWOBI	5.81	5.62	3.42	3.23	3.04	2.88	2.72	2.58	2.44	2.31	2.19	2.07	1.96	1.85	1.66
I	I	IPD=, U>INAUDI	7.94	7.85	7.72	7.55	7.35	7.08	6.76	6.41	6.02	5.60	5.15	4.66	4.16	3.62	3.07
I	I	IRENTI	0.799	0.892	1.000	1.122	0.846	0.812	0.769	0.718	0.662	0.603	0.541	0.477	0.413	0.350	0.287
I	I	INWOBI	5.82	5.64	3.46	3.28	3.10	2.95	2.80	2.66	2.53	2.40	2.28	2.17	2.06	1.96	1.77
I	I	IPD=, U>INAUDI	6.46	6.49	6.47	6.41	6.31	6.14	5.91	5.65	5.35	5.00	4.63	4.22	3.78	3.31	2.82
I	I	IRENTI	0.846	0.969	1.112	1.274	1.073	1.065	1.040	1.000	0.946	0.882	0.808	0.727	0.641	0.552	0.460
I	I	INWOBI	5.85	5.66	3.50	3.33	3.16	3.01	2.88	2.74	2.62	2.50	2.38	2.27	2.17	2.07	1.88
I	I	IPD=, U>INAUDI	4.97	5.11	5.19	5.24	5.24	5.16	5.03	4.85	4.63	4.37	4.07	3.74	3.37	2.97	2.54
I	I	IRENTI	0.715	0.852	1.013	1.197	1.111	1.144	1.155	1.145	1.115	1.066	1.000	0.920	0.827	0.724	0.614
I	I	INWOBI	5.84	5.69	3.53	3.38	3.22	3.08	2.95	2.85	2.71	2.59	2.48	2.38	2.28	2.18	2.09
I	I	IPD=, U>INAUDI	5.48	5.71	3.90	4.03	4.13	4.14	4.10	4.01	3.87	3.70	3.48	3.22	2.93	2.60	2.24
I	I	IRENTI	0.562	0.721	0.910	1.129	1.155	1.245	1.309	1.347	1.355	1.335	1.288	1.215	1.118	1.000	0.864
I	I	INWOBI	5.86	5.71	3.57	3.42	3.28	3.15	3.03	2.91	2.80	2.69	2.58	2.48	2.39	2.29	2.21
I	I	IPD=, U>INAUDI	1.97	2.50	2.57	2.80	2.98	3.08	3.13	3.15	3.08	2.98	2.84	2.66	2.45	2.19	1.90
I	I	IRENTI	0.230	0.550	0.501	0.685	0.790	0.911	1.015	1.098	1.154	1.182	1.181	1.150	1.089	1.000	0.885
I	I	INWOBI	5.87	5.74	3.60	3.47	3.34	3.22	3.11	3.00	2.89	2.79	2.69	2.59	2.50	2.41	2.33
I	I	IPD=, U>INAUDI	0.46	0.86	1.22	1.54	1.80	1.98	2.12	2.20	2.23	2.22	2.16	2.07	1.93	1.75	1.54
I	I	IRENTI	0.018	0.071	0.162	0.293	0.422	0.558	0.691	0.815	0.916	0.996	1.048	1.067	1.051	1.000	0.913
I	I	INWOBI	5.88	5.76	3.64	3.52	3.40	3.29	3.19	3.08	2.99	2.89	2.80	2.71	2.62	2.54	2.46

NAE 16.00 PA=0.400 LA= 2.00 TC= 1.0 NO= 4.00 FA= 0.00

I	PZ %	1	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	PO=,05INAUDI	15.80	15.18	12.55	11.91	11.26	10.57	9.87	9.15	8.43	7.69	6.95	6.20	5.44	4.67	3.90	3.15	
I	IRENTI	0.835	0.909	1.000	1.107	0.230	0.190	0.157	0.131	0.109	0.091	0.076	0.063	0.051	0.041	0.032	0.024	
I	INWOBI	5.70	5.39	3.09	2.78	2.48	2.25	2.05	1.86	1.69	1.54	1.40	1.27	1.15	1.05	0.95	0.87	
I	PO=,10INAUDI	12.38	11.93	11.47	10.98	10.46	9.89	9.29	8.66	8.01	7.34	6.66	5.96	5.25	4.52	3.79	3.05	
I	IRENTI	0.814	0.899	1.000	1.119	0.422	0.364	0.314	0.269	0.231	0.196	0.166	0.139	0.115	0.093	0.073	0.056	
I	INWOBI	5.71	5.42	3.14	2.85	2.56	2.34	2.14	1.96	1.79	1.64	1.50	1.37	1.25	1.15	1.05	0.96	
I	PO=,15INAUDI	10.95	10.67	10.55	10.00	9.62	9.16	8.66	8.12	7.55	6.95	6.35	5.69	5.03	4.35	3.66	2.95	
I	IRENTI	0.791	0.887	1.000	1.133	0.586	0.528	0.471	0.417	0.366	0.318	0.273	0.232	0.194	0.159	0.127	0.098	
I	INWOBI	5.75	5.46	3.18	2.91	2.64	2.43	2.24	2.06	1.89	1.74	1.60	1.48	1.36	1.25	1.15	1.06	
I	PO=,20INAUDI	9.51	9.38	9.20	8.99	8.74	8.38	7.98	7.55	7.04	6.52	5.97	5.39	4.78	4.15	3.50	2.85	
I	IRENTI	0.764	0.872	1.000	1.150	0.731	0.684	0.632	0.576	0.518	0.460	0.404	0.349	0.296	0.246	0.198	0.155	
I	INWOBI	5.74	5.49	3.23	2.98	2.72	2.52	2.33	2.16	2.00	1.85	1.71	1.59	1.47	1.36	1.26	1.16	
I	PO=,25INAUDI	8.06	8.06	8.02	7.94	7.80	7.55	7.24	6.89	6.48	6.04	5.56	5.04	4.49	3.92	3.31	2.69	
I	IRENTI	0.845	0.985	1.155	1.353	1.000	0.972	0.927	0.870	0.803	0.730	0.653	0.574	0.495	0.417	0.341	0.266	
I	INWOBI	5.76	5.52	3.28	3.04	2.80	2.61	2.43	2.26	2.10	1.96	1.83	1.70	1.58	1.47	1.37	1.28	
I	PO=,30INAUDI	6.59	6.73	6.81	6.84	6.82	6.67	6.46	6.19	5.88	5.51	5.10	4.65	4.17	3.65	3.10	2.55	
I	IRENTI	0.689	0.832	1.004	1.206	1.005	1.014	1.000	0.967	0.917	0.854	0.781	0.700	0.614	0.525	0.435	0.344	
I	INWOBI	5.78	5.55	3.33	3.10	2.88	2.70	2.53	2.36	2.21	2.07	1.94	1.82	1.70	1.59	1.49	1.40	
I	PO=,35INAUDI	5.11	5.37	5.57	5.70	5.78	5.74	5.62	5.45	5.22	4.93	4.60	4.23	3.81	3.35	2.87	2.35	
I	IRENTI	0.545	0.690	0.868	1.080	0.999	1.049	1.072	1.071	1.046	1.000	0.936	0.857	0.767	0.667	0.561	0.451	
I	INWOBI	5.79	5.58	3.38	3.17	2.96	2.79	2.62	2.47	2.33	2.19	2.06	1.94	1.83	1.72	1.62	1.55	
I	PO=,40INAUDI	5.62	5.99	6.29	6.53	6.70	6.75	6.73	6.65	6.50	6.30	6.05	5.75	5.41	5.02	4.60	4.14	
I	IRENTI	0.599	0.753	0.945	0.977	1.002	1.102	1.175	1.218	1.230	1.211	1.165	1.094	1.000	0.888	0.760	0.621	
I	INWOBI	5.81	5.62	3.42	3.23	3.04	2.88	2.72	2.58	2.44	2.31	2.19	2.07	1.96	1.85	1.76	1.66	
I	PO=,45INAUDI	4.12	4.58	4.98	5.31	5.58	5.72	5.79	5.79	5.74	5.62	5.45	5.23	4.96	4.65	4.29	3.90	
I	IRENTI	0.182	0.507	0.472	0.683	0.791	0.928	1.045	1.135	1.194	1.220	1.212	1.172	1.100	1.000	0.875	0.729	
I	INWOBI	5.82	5.65	3.47	3.30	3.12	2.97	2.82	2.69	2.56	2.43	2.32	2.20	2.10	1.99	1.90	1.81	
I	PO=,50INAUDI	0.61	1.15	1.63	2.05	2.40	2.63	2.79	2.88	2.91	2.88	2.79	2.65	2.47	2.25	1.95	1.65	
I	IRENTI	0.019	0.079	0.182	0.334	0.470	0.616	0.756	0.881	0.982	1.055	1.095	1.099	1.067	1.000	0.899	0.768	
I	INWOBI	5.84	5.68	3.52	3.36	3.20	3.06	2.93	2.80	2.68	2.56	2.45	2.34	2.24	2.14	2.05	1.96	

NA= 100.00 PA=0.500 LA= 7.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PO=	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IRENTI	79.00	75.76	72.42	68.97	65.42	61.64	57.74	53.74	49.63	45.44	41.16	36.81	32.39	27.91	23.37	18.78
I	INWOBI	0.852	0.921	1.000	1.089	1.369	0.516	0.270	0.231	0.197	0.168	0.142	0.118	0.098	0.079	0.063	0.048
I	PO=	25.57	22.15	20.73	19.30	17.87	16.72	15.63	14.62	13.67	12.78	11.95	11.18	10.45	9.77	9.14	8.55
I	IRENTI	62.90	61.53	59.56	57.60	55.45	52.86	50.06	47.05	43.85	40.48	36.96	33.29	29.48	25.56	21.53	17.51
I	INWOBI	0.806	0.896	1.000	1.118	1.623	0.572	0.520	0.469	0.418	0.369	0.322	0.277	0.235	0.195	0.157	0.122
I	PO=	23.65	22.50	20.95	19.60	18.25	17.14	16.09	15.11	14.19	13.32	12.51	11.75	11.03	10.36	9.73	9.15
I	IRENTI	46.70	46.70	46.43	45.89	45.07	43.66	41.94	39.93	37.65	35.13	32.38	29.43	26.28	22.95	19.46	15.82
I	INWOBI	0.898	1.046	1.217	1.414	1.021	1.000	0.963	0.915	0.852	0.782	0.707	0.629	0.547	0.465	0.384	0.305
I	PO=	23.75	22.45	21.18	19.90	18.63	17.56	16.56	15.61	14.72	13.88	13.08	12.33	11.63	10.96	10.34	9.75
I	IRENTI	50.40	51.89	53.05	53.83	54.29	54.03	53.38	52.37	51.03	49.37	47.43	45.21	42.75	40.06	37.16	34.06
I	INWOBI	0.598	0.762	0.959	1.192	1.041	1.094	1.123	1.126	1.105	1.062	1.000	0.921	0.829	0.725	0.614	0.496
I	PO=	25.80	22.60	21.40	20.20	19.00	17.99	17.02	16.12	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.39
I	IRENTI	14.00	16.87	19.55	21.43	23.10	23.97	24.38	24.37	23.96	23.19	22.07	20.63	18.89	16.88	14.61	12.10
I	INWOBI	0.205	0.341	0.524	0.757	0.814	0.950	1.064	1.152	1.208	1.231	1.220	1.176	1.102	1.000	0.874	0.727
I	PO=	23.87	22.75	21.63	20.50	19.57	18.41	17.50	16.65	15.80	15.02	14.27	13.56	12.89	12.25	11.64	11.06
I	IRENTI	0.00	1.67	5.40	8.69	11.52	13.48	14.93	15.91	16.45	16.57	16.30	15.66	14.68	13.39	11.79	9.92
I	INWOBI	0.000	0.005	0.055	0.168	0.289	0.435	0.585	0.729	0.855	0.956	1.024	1.056	1.048	1.000	0.913	0.790
I	PO=	22.90	21.85	20.80	19.75	18.84	17.97	17.15	16.36	15.60	14.88	14.20	13.54	12.92	12.33	11.76	11.21
I	IRENTI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.55	5.03	6.99	8.47	9.50	10.10	10.29	10.11	9.57	8.70	7.51
I	INWOBI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.121	0.259	0.422	0.591	0.747	0.875	0.962	1.000	0.981	0.902
I	PO=	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	1.97	3.46	4.51	5.15	5.41	5.31	4.86
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.077	0.266	0.515	0.775	1.000	1.153	1.201
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.49	16.81	16.16	15.53	14.92	14.34	13.78	13.25
I	PO=	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	PO=	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NA= 100.00 PA=0.400 LA= 7.00 TC= 1.0 MO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ % I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPO= .05INAUDI	79.35	76.37	73.28	70.06	66.70	62.96	59.06	55.01	50.85	46.57	42.19	37.73	33.20	28.60	23.94	19.23
I	IRENTI	0.797	0.890	1.000	1.132	0.359	0.308	0.263	0.225	0.192	0.162	0.137	0.114	0.094	0.076	0.060	0.046
I	INWOBI	25.10	21.20	19.30	17.40	15.50	14.09	12.80	11.64	10.57	9.61	8.73	7.94	7.21	6.50	5.96	5.41
I	IPO= .10INAUDI	65.51	62.49	61.20	59.66	57.86	55.37	52.57	49.51	46.20	42.69	38.98	35.11	31.08	26.95	22.66	18.29
I	IRENTI	0.742	0.859	1.000	1.169	0.630	0.582	0.531	0.478	0.426	0.374	0.325	0.279	0.235	0.194	0.155	0.120
I	INWOBI	23.20	21.40	19.60	17.80	16.00	14.63	13.38	12.24	11.20	10.24	9.37	8.57	7.83	7.17	6.55	5.99
I	IPO= .15INAUDI	47.57	48.34	48.75	48.80	48.48	47.22	45.54	43.47	41.05	38.33	35.34	32.10	28.63	24.98	21.15	17.17
I	IRENTI	0.766	0.941	1.154	1.412	1.009	1.000	0.969	0.920	0.857	0.784	0.705	0.622	0.538	0.453	0.370	0.290
I	INWOBI	23.30	21.60	19.90	18.20	16.50	15.18	13.97	12.86	11.83	10.89	10.02	9.22	8.49	7.81	7.19	6.61
I	IPO= .20INAUDI	51.49	53.94	55.94	57.49	58.57	58.52	57.94	56.80	55.38	53.49	51.24	48.68	45.83	42.72	39.39	35.84
I	IRENTI	0.449	0.617	0.629	1.094	0.962	1.027	1.062	1.068	1.046	1.000	0.934	0.852	0.758	0.656	0.548	0.438
I	INWOBI	23.40	21.80	20.20	18.60	17.00	15.74	14.57	13.49	12.49	11.56	10.70	9.91	9.17	8.49	7.86	7.28
I	IPO= .25INAUDI	13.27	19.29	22.77	25.71	28.12	29.26	29.78	29.74	29.16	28.12	26.67	24.83	22.64	20.15	17.34	14.30
I	IRENTI	0.150	0.281	0.466	0.717	0.778	0.918	1.032	1.115	1.158	1.168	1.142	1.085	1.000	0.892	0.767	0.627
I	INWOBI	23.50	22.00	20.50	19.00	17.50	16.30	15.17	14.15	13.16	12.25	11.41	10.62	9.89	9.21	8.57	7.98
I	IPO= .30INAUDI	0.00	4.57	9.23	13.49	17.14	19.43	21.03	21.99	22.38	22.23	21.60	20.52	19.04	17.19	15.00	12.51
I	IRENTI	0.000	0.019	0.100	0.255	0.398	0.564	0.727	0.872	0.990	1.073	1.115	1.116	1.077	1.000	0.889	0.750
I	INWOBI	0.00	22.20	20.80	19.40	18.00	16.86	15.78	14.78	13.84	12.96	12.14	11.36	10.64	9.96	9.33	8.74
I	IPO= .35INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.80	5.62	9.03	11.70	13.67	15.02	15.77	16.00	15.73	15.00	13.86	12.34	10.46
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.001	0.060	0.172	0.320	0.485	0.649	0.796	0.912	0.988	1.078	1.000	0.933	0.820
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	19.80	18.50	17.42	16.40	15.44	14.54	13.69	12.89	12.14	11.43	10.76	10.13	9.54
I	IPO= .40INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	4.75	7.06	8.74	9.85	10.43	10.50	10.15	9.32	8.15
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.103	0.256	0.440	0.629	0.798	0.927	1.000	1.008	0.944
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.02	16.12	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.39
I	IPO= .45INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	3.13	4.59	5.22	5.95	5.93	5.49
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.179	0.439	0.752	1.000	1.191	1.267
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.21	14.47	13.77	13.10	12.47	11.86	11.29
I	IPO= .50INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.32	2.14	2.51
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	3.193	5.509
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	13.38	12.80

NAE 100,00 PAEU,200 LAE 10,00 TCE 1,0 NOE 25,00 FAE 0,00

I	PZ % I	0,050	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800
I	IPO=,05INAUDI	85,58	79,61	75,59	71,52	67,41	63,20	58,95	54,65	50,30	45,90	41,46	36,98	32,47	27,92	23,34	18,73
I	IRENTI	0,921	0,959	1,000	1,044	0,297	0,247	0,207	0,174	0,146	0,123	0,103	0,085	0,070	0,057	0,045	0,034
I	INWOBI	24,05	25,10	22,15	21,20	20,25	19,41	18,61	17,84	17,11	16,40	15,73	15,08	14,45	13,86	13,29	12,74
I	IPO=,10INAUDI	74,10	69,12	66,04	62,88	59,62	56,21	52,69	49,08	45,38	41,60	37,75	33,79	29,78	25,70	21,55	17,35
I	IRENTI	0,906	0,950	1,000	1,054	0,503	0,440	0,384	0,334	0,290	0,250	0,214	0,181	0,151	0,124	0,099	0,076
I	INWOBI	24,10	25,20	22,50	21,40	20,50	19,70	18,94	18,20	17,49	16,81	16,16	15,53	14,92	14,34	13,78	13,23
I	IPO=,15INAUDI	60,59	58,54	56,38	54,08	51,66	49,01	46,22	43,50	40,25	37,08	33,80	30,41	26,91	23,32	19,64	15,87
I	IRENTI	0,885	0,938	1,000	1,067	0,661	0,602	0,545	0,490	0,437	0,387	0,338	0,292	0,249	0,207	0,168	0,131
I	INWOBI	24,15	25,30	22,45	21,60	20,75	19,99	19,26	18,50	17,88	17,22	16,59	15,99	15,40	14,84	14,29	13,77
I	IPO=,20INAUDI	49,02	47,88	46,58	45,12	43,50	41,61	39,54	37,30	34,91	32,36	29,67	26,84	23,88	20,79	17,59	14,28
I	IRENTI	0,855	0,922	1,000	1,084	0,795	0,752	0,704	0,655	0,600	0,544	0,488	0,430	0,373	0,317	0,261	0,206
I	INWOBI	24,20	25,40	22,60	21,80	21,00	20,28	19,59	18,91	18,27	17,64	17,04	16,45	15,89	15,34	14,82	14,31
I	IPO=,25INAUDI	37,41	37,12	36,66	36,00	35,16	34,00	32,64	31,09	29,34	27,42	25,33	23,07	20,66	18,10	15,40	12,57
I	IRENTI	0,959	1,063	1,184	1,316	1,093	1,074	1,043	1,000	0,946	0,883	0,812	0,734	0,651	0,564	0,473	0,380
I	INWOBI	24,25	25,50	22,75	22,00	21,25	20,57	19,91	19,28	18,66	18,06	17,48	16,93	16,38	15,86	15,35	14,86
I	IPO=,30INAUDI	25,74	26,28	26,60	26,72	26,62	26,19	25,53	24,65	23,56	22,26	20,78	19,11	17,27	15,25	13,07	10,74
I	IRENTI	0,971	1,135	1,524	1,534	1,425	1,468	1,488	1,485	1,455	1,404	1,351	1,238	1,127	1,000	0,858	0,704
I	INWOBI	24,30	25,60	22,90	22,20	21,50	20,86	20,24	19,64	19,06	18,49	17,94	17,41	16,89	16,39	15,90	15,43
I	IPO=,35INAUDI	14,04	15,34	16,43	17,28	17,91	18,18	18,20	17,99	17,55	16,89	16,02	14,94	13,68	12,25	10,60	8,79
I	IRENTI	0,596	0,528	0,687	0,871	0,923	1,023	1,104	1,165	1,203	1,215	1,200	1,160	1,092	1,000	0,883	0,744
I	INWOBI	24,35	25,70	23,05	22,40	21,75	21,15	20,57	20,01	19,46	18,92	18,40	17,90	17,41	16,93	16,46	16,01
I	IPO=,40INAUDI	2,28	4,52	6,12	7,68	9,00	9,95	10,65	11,10	11,51	11,28	11,03	10,57	9,90	9,05	7,96	6,71
I	IRENTI	0,017	0,069	0,157	0,282	0,398	0,527	0,656	0,775	0,880	0,963	1,020	1,048	1,041	1,000	0,922	0,808
I	INWOBI	24,40	25,80	23,20	22,60	22,00	21,44	20,90	20,38	19,86	19,36	18,87	18,39	17,93	17,48	17,04	16,61
I	IPO=,45INAUDI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	2,88	3,98	4,83	5,44	5,82	5,98	5,92	5,65	5,17	4,50
I	IRENTI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,117	0,244	0,396	0,557	0,711	0,844	0,944	1,000	1,002	0,942
I	INWOBI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,74	21,24	20,75	20,27	19,80	19,35	18,90	18,47	18,04	17,62	17,22
I	IPO=,50INAUDI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	1,17	1,73	2,08	2,22	2,16
I	IRENTI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,235	0,593	1,000	1,367	1,611
I	INWOBI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,63	19,41	19,01	18,61	18,22

NA= 100.00 PA=0.500 LA= 10.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ %	I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPOF,05INAUDI	I	85.80	80.03	76.19	72.28	68.50	64.15	59.92	55.64	51.24	46.80	42.31	37.76	33.17	28.55	23.86	19.15
I	I	I	0.871	0.932	1.000	1.077	0.286	0.238	0.200	0.168	0.141	0.119	0.099	0.082	0.068	0.054	0.043	0.032
I	I	I	25.57	22.15	20.73	19.30	17.87	16.72	15.63	14.64	13.67	12.78	11.95	11.18	10.45	9.77	9.14	8.52
I	IPOF,10INAUDI	I	72.55	69.95	67.19	64.32	61.51	58.00	54.54	50.95	47.20	43.34	39.37	35.30	31.14	26.89	22.57	18.17
I	I	I	0.848	0.919	1.000	1.091	0.499	0.439	0.385	0.336	0.291	0.251	0.215	0.182	0.152	0.124	0.099	0.076
I	I	I	25.65	24.30	20.95	19.60	18.25	17.14	16.09	15.11	14.19	13.32	12.51	11.75	11.03	10.36	9.73	9.15
I	IPOF,15INAUDI	I	61.19	59.69	58.00	56.12	54.05	51.56	48.86	45.95	42.86	39.59	36.17	32.60	28.89	25.07	21.12	17.08
I	I	I	0.818	0.903	1.000	1.110	0.671	0.619	0.565	0.511	0.457	0.405	0.354	0.306	0.260	0.216	0.175	0.135
I	I	I	25.75	22.45	21.18	19.90	18.63	17.56	16.56	15.61	14.72	13.88	13.08	12.33	11.63	10.96	10.34	9.72
I	IPOF,20INAUDI	I	49.78	49.52	48.62	47.68	46.50	44.82	42.87	40.60	38.22	35.56	32.70	29.65	26.43	23.04	19.51	15.84
I	I	I	0.778	0.881	1.000	1.135	0.823	0.793	0.753	0.705	0.651	0.593	0.532	0.469	0.407	0.344	0.282	0.222
I	I	I	25.80	22.60	21.40	20.20	19.00	17.99	17.02	16.12	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.32
I	IPOF,25INAUDI	I	58.50	58.81	59.05	59.00	58.67	57.78	56.57	55.06	53.27	51.23	48.95	46.44	43.72	40.82	37.73	34.47
I	I	I	0.765	0.900	1.059	1.242	1.055	1.042	1.030	1.000	0.954	0.896	0.826	0.747	0.661	0.571	0.477	0.381
I	I	I	25.87	22.75	21.63	20.50	19.57	18.41	17.50	16.65	15.80	15.02	14.27	13.56	12.89	12.25	11.64	11.06
I	IPOF,30INAUDI	I	26.74	28.17	29.28	30.08	30.56	30.43	29.95	29.14	28.01	26.60	24.91	22.96	20.78	18.37	15.76	12.94
I	I	I	0.572	0.724	0.907	1.119	1.057	1.121	1.160	1.175	1.164	1.131	1.075	1.000	0.908	0.802	0.685	0.556
I	I	I	25.95	22.90	21.85	20.80	19.75	18.84	17.97	17.15	16.36	15.60	14.88	14.20	13.54	12.92	12.33	11.76
I	IPOF,35INAUDI	I	15.12	17.59	19.55	20.92	22.17	22.79	23.02	22.89	22.43	21.65	20.57	19.20	17.58	15.70	13.59	11.26
I	I	I	0.274	0.412	0.587	0.801	0.870	0.993	1.095	1.171	1.218	1.235	1.220	1.175	1.101	1.000	0.875	0.730
I	I	I	24.02	25.05	22.07	21.10	20.12	19.27	18.45	17.67	16.92	16.20	15.51	14.85	14.22	13.62	13.04	12.42
I	IPOF,40INAUDI	I	5.42	6.48	9.18	11.52	13.50	14.83	15.77	16.34	16.52	16.38	15.92	15.16	14.11	12.79	11.22	9.40
I	I	I	0.019	0.077	0.178	0.324	0.450	0.592	0.729	0.852	0.955	1.030	1.075	1.085	1.060	1.000	0.905	0.776
I	I	I	24.10	25.20	22.50	21.40	20.50	19.70	18.94	18.20	17.49	16.81	16.16	15.53	14.92	14.34	13.78	13.25
I	IPOF,45INAUDI	I	0.00	0.00	0.00	1.88	4.55	6.57	8.19	9.44	10.27	10.78	10.95	10.81	10.56	9.65	8.63	7.36
I	I	I	0.000	0.000	0.000	0.014	0.084	0.193	0.328	0.477	0.626	0.763	0.877	0.958	1.001	1.000	0.951	0.854
I	I	I	0.00	0.00	0.00	21.70	20.87	20.14	19.42	18.75	18.07	17.43	16.81	16.22	15.64	15.09	14.55	14.04
I	IPOF,50INAUDI	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	2.17	3.69	4.84	5.66	6.15	6.53	6.21	5.81	5.14
I	I	I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.058	0.187	0.359	0.550	0.735	0.891	1.000	1.045	1.014
I	I	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.91	19.28	18.66	18.06	17.48	16.93	16.58	15.86	15.35

NAE 100.00 PA=0.400 LA= 10.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ %	I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	I
I	PO=, USINAUDI	I	84.05	80.46	76.80	73.04	69.19	65.07	60.84	56.51	52.09	47.60	43.03	38.41	33.74	29.02	24.26	19.46	I
I	I	IRENTI	0.820	0.903	1.000	1.115	0.274	0.228	0.191	0.161	0.135	0.113	0.094	0.078	0.064	0.052	0.040	0.031	I
I	I	INWOBI	25.10	21.20	19.30	17.40	15.50	14.09	12.80	11.64	10.57	9.61	8.73	7.94	7.21	6.56	5.96	5.41	I
I	PO=, TUINAUDI	I	74.96	70.74	68.54	65.76	63.00	59.76	56.30	52.66	48.84	44.88	40.79	36.57	32.26	27.85	23.36	18.80	I
I	I	IRENTI	0.791	0.887	1.000	1.134	0.492	0.434	0.381	0.335	0.288	0.248	0.211	0.178	0.148	0.121	0.096	0.075	I
I	I	INWOBI	25.20	21.40	19.60	17.80	16.00	14.63	13.38	12.24	11.20	10.24	9.37	8.57	7.83	7.17	6.55	5.99	I
I	PO=, 15INAUDI	I	61.80	60.84	59.63	58.16	56.44	54.06	51.38	48.45	45.24	41.83	38.24	34.47	30.54	26.49	22.30	18.02	I
I	I	IRENTI	0.755	0.867	1.000	1.157	0.677	0.629	0.577	0.526	0.467	0.412	0.360	0.309	0.261	0.216	0.174	0.134	I
I	I	INWOBI	25.30	21.60	19.90	18.20	16.50	15.18	13.97	12.86	11.83	10.89	10.02	9.22	8.49	7.81	7.19	6.61	I
I	PO=, 20INAUDI	I	50.54	50.76	50.66	50.24	49.50	47.97	46.06	43.81	41.26	38.44	35.37	32.07	28.58	24.91	21.07	17.09	I
I	I	IRENTI	0.855	0.992	1.180	1.402	1.000	0.975	0.932	0.875	0.808	0.734	0.656	0.576	0.496	0.417	0.340	0.266	I
I	I	INWOBI	25.40	21.80	20.20	18.60	17.00	15.74	14.57	13.49	12.49	11.56	10.70	9.91	9.17	8.49	7.86	7.28	I
I	PO=, 25INAUDI	I	59.19	60.50	61.44	62.00	62.19	61.48	60.34	58.81	56.91	54.69	52.17	49.38	46.35	43.09	39.64	36.01	I
I	I	IRENTI	0.631	0.789	0.981	1.211	1.005	1.027	1.025	1.000	0.955	0.895	0.821	0.738	0.649	0.556	0.461	0.365	I
I	I	INWOBI	25.50	22.00	20.50	19.00	17.50	16.30	15.17	14.15	13.16	12.25	11.41	10.62	9.89	9.21	8.57	7.98	I
I	PO=, 30INAUDI	I	27.74	30.06	31.96	33.44	34.50	34.60	34.22	33.40	32.16	30.56	28.62	26.36	23.83	21.05	18.00	14.76	I
I	I	IRENTI	0.425	0.578	0.771	1.008	0.956	1.032	1.081	1.100	1.091	1.057	1.000	0.924	0.852	0.728	0.615	0.496	I
I	I	INWOBI	25.60	22.20	20.80	19.40	18.00	16.86	15.78	14.78	13.84	12.96	12.14	11.36	10.64	9.96	9.33	8.74	I
I	PO=, 35INAUDI	I	16.20	19.44	22.25	24.56	26.44	27.32	27.69	27.57	27.01	26.04	24.70	23.01	21.00	18.70	16.14	13.32	I
I	I	IRENTI	0.219	0.365	0.560	0.812	0.890	1.032	1.147	1.230	1.277	1.288	1.262	1.203	1.115	1.000	0.864	0.711	I
I	I	INWOBI	25.70	22.40	21.10	19.80	18.50	17.42	16.40	15.44	14.54	13.69	12.89	12.14	11.43	10.76	10.13	9.54	I
I	PO=, 40INAUDI	I	4.56	8.64	12.24	15.36	18.00	19.64	20.74	21.54	21.44	21.12	20.40	19.30	17.85	16.09	14.03	11.69	I
I	I	IRENTI	0.021	0.087	0.203	0.578	0.513	0.669	0.815	0.942	1.040	1.105	1.134	1.126	1.080	1.000	0.889	0.750	I
I	I	INWOBI	25.80	22.60	21.40	20.20	19.00	17.99	17.02	16.14	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.39	I
I	PO=, 45INAUDI	I	0.00	0.00	2.00	5.84	9.19	11.55	13.36	14.64	15.44	15.78	15.69	15.21	14.56	13.17	11.65	9.84	I
I	I	IRENTI	0.000	0.000	0.007	0.073	0.186	0.523	0.476	0.630	0.772	0.890	0.978	1.027	1.055	1.000	0.922	0.804	I
I	I	INWOBI	0.00	0.00	21.70	20.60	19.50	18.55	17.66	16.80	15.98	15.21	14.47	13.77	13.10	12.47	11.86	11.29	I
I	PO=, 50INAUDI	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.06	5.55	7.52	8.99	10.00	10.57	10.73	10.51	9.92	9.00	I
I	I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.137	0.279	0.443	0.610	0.762	0.886	0.968	1.000	0.976	0.895	I
I	I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.13	18.29	17.49	16.73	16.00	15.30	14.63	14.00	13.38	12.80	I

Tabela 26

```
*****  
* WARTOSCI NAUD W ZALEZNOSCI *  
* OD PROCENTOWEGO SKLADU *  
* GRUPY ZABEZPIECZENIA *  
* DZIALAJACEJ W STREFIE *  
* RAZENIA POP *  
* Z ZAKLOCENIAMI *  
*****
```

Wyniki obliczeń według algorytmu V-6

Dane wejściowe:

- NA - ilość SNP, które mogą uczestniczyć w wykonaniu zadania,
- PA - prawdopodobieństwo rażenia jednego elementu POP przez jeden SNP z grupy zabezpieczenia,
- LA - intensywność nalotu,
- TC - czas cyklu oddziaływania jednego elementu POP,
- NO - ilość elementów POP biorących udział w odpieraniu nalotu,
- PZ - procentowy skład SNP w grupie zabezpieczenia /procent NA/,
- PO - prawdopodobieństwo rażenia jednego SNP przez jeden element POP.

Wyniki obliczeń:

- NAUD - ilość SNP, które pokonają strefę POP jako uderzeniowe,
- RENT - wartość R_{aw} z zależności 5.23,
- NWOB - ilość nie zniszczonych elementów POP z wartości NO.

NA= 16.00 PA=0.400 LA= 2.00 TC= 1.0 NO= 4.00 FA= 0.00

I	PZ	Z	I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPO=	1,0>INAUDI	I	15.82	15.22	12.59	11.93	11.26	10.57	9.86	9.14	8.41	7.68	6.93	6.18	5.42	4.66	3.89	3.12
I	I	IRENTI	I	0.831	0.913	1.000	1.090	0.252	0.190	0.157	0.131	0.109	0.091	0.075	0.062	0.051	0.041	0.032	0.024
I	I	INWOBI	I	5.85	5.70	3.54	3.39	3.24	3.11	2.98	2.86	2.74	2.62	2.52	2.41	2.31	2.22	2.13	2.04
I	IPO=	1,0>INAUDI	I	12.44	12.02	11.56	11.05	10.50	9.92	9.30	8.67	8.01	7.34	6.65	5.95	5.23	4.51	3.77	3.03
I	I	IRENTI	I	0.806	0.899	1.000	1.104	0.425	0.365	0.313	0.268	0.228	0.193	0.163	0.136	0.112	0.091	0.072	0.054
I	I	INWOBI	I	5.86	5.71	3.57	3.42	3.28	3.15	3.03	2.91	2.80	2.69	2.58	2.48	2.39	2.29	2.21	2.12
I	IPO=	1,0>INAUDI	I	11.05	10.82	10.51	10.15	9.72	9.25	8.73	8.17	7.59	6.98	6.35	5.70	5.03	4.34	3.65	2.94
I	I	IRENTI	I	0.775	0.883	1.000	1.122	0.593	0.531	0.470	0.415	0.360	0.311	0.266	0.225	0.188	0.155	0.122	0.095
I	I	INWOBI	I	5.86	5.73	3.59	3.46	3.32	3.20	3.08	2.97	2.86	2.76	2.65	2.56	2.46	2.37	2.29	2.20
I	IPO=	1,2>INAUDI	I	9.66	9.61	9.46	9.23	8.93	8.56	8.13	7.66	7.15	6.61	6.04	5.44	4.81	4.17	3.51	2.85
I	I	IRENTI	I	0.738	0.863	1.000	1.143	0.745	0.693	0.635	0.575	0.511	0.450	0.392	0.336	0.283	0.234	0.188	0.145
I	I	INWOBI	I	5.87	5.74	3.62	3.49	3.36	3.24	3.13	3.03	2.92	2.82	2.73	2.63	2.54	2.45	2.37	2.29
I	IPO=	1,2>INAUDI	I	8.26	8.38	8.59	8.29	8.11	7.85	7.52	7.15	6.70	6.22	5.71	5.16	4.59	3.99	3.37	2.72
I	I	IRENTI	I	0.691	0.839	1.000	1.171	0.891	0.861	0.815	0.756	0.690	0.620	0.549	0.477	0.408	0.340	0.276	0.214
I	I	INWOBI	I	5.88	5.76	3.64	3.52	3.40	3.29	3.19	3.08	2.99	2.89	2.80	2.71	2.62	2.54	2.46	2.38
I	IPO=	1,5>INAUDI	I	6.86	7.15	7.51	7.34	7.28	7.12	6.89	6.58	6.22	5.82	5.36	4.87	4.35	3.79	3.21	2.61
I	I	IRENTI	I	0.605	0.772	0.956	1.154	0.996	1.000	0.977	0.935	0.873	0.801	0.722	0.638	0.552	0.466	0.381	0.299
I	I	INWOBI	I	5.89	5.78	3.66	3.55	3.44	3.34	3.24	3.14	3.05	2.96	2.87	2.79	2.70	2.62	2.54	2.47
I	IPO=	1,5>INAUDI	I	5.45	5.91	6.21	6.38	6.43	6.38	6.23	6.01	5.73	5.39	5.00	4.57	4.09	3.59	3.05	2.48
I	I	IRENTI	I	0.441	0.607	0.793	0.997	0.960	1.004	1.016	1.000	0.960	0.901	0.827	0.744	0.653	0.558	0.462	0.366
I	I	INWOBI	I	5.90	5.79	3.69	3.58	3.48	3.38	3.29	3.20	3.11	3.03	2.94	2.86	2.78	2.71	2.63	2.56
I	IPO=	1,4>INAUDI	I	4.05	4.65	5.10	5.39	5.56	5.61	5.56	5.45	5.22	4.95	4.62	4.25	3.83	3.37	2.87	2.35
I	I	IRENTI	I	0.288	0.446	0.652	0.840	0.899	0.984	1.035	1.053	1.040	1.000	0.938	0.859	0.766	0.664	0.556	0.445
I	I	INWOBI	I	5.90	5.81	3.71	3.62	3.52	3.43	3.34	3.26	3.18	3.10	3.02	2.94	2.87	2.80	2.73	2.66
I	IPO=	1,4>INAUDI	I	2.61	3.39	3.97	4.40	4.68	4.83	4.87	4.82	4.69	4.49	4.23	3.91	3.55	3.14	2.69	2.21
I	I	IRENTI	I	0.150	0.294	0.475	0.688	0.821	0.951	1.048	1.107	1.128	1.115	1.071	1.000	0.908	0.800	0.679	0.549
I	I	INWOBI	I	5.91	5.82	3.74	3.65	3.56	3.48	3.40	3.32	3.24	3.17	3.10	3.02	2.95	2.89	2.82	2.75
I	IPO=	1,5>INAUDI	I	1.18	2.11	2.85	3.38	3.77	4.02	4.16	4.19	4.14	4.01	3.82	3.56	3.25	2.89	2.49	2.06
I	I	IRENTI	I	0.037	0.136	0.288	0.482	0.659	0.822	0.959	1.060	1.122	1.145	1.129	1.079	1.000	0.896	0.772	0.634
I	I	INWOBI	I	5.92	5.84	3.76	3.68	3.60	3.52	3.45	3.38	3.31	3.24	3.17	3.11	3.04	2.98	2.92	2.86

NA= 16,00 PA=0,500 LA= 2,00 TC= 1,0 NO= 4,00 FA= 0,00

I	PZ X I	0,050	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800
I	IPO=,05INAUDI	15,85	15,27	12,65	12,01	11,35	10,66	9,95	9,25	8,49	7,75	7,00	6,24	5,47	4,70	3,92	3,15
I	IRENTI	0,789	0,889	1,000	1,120	0,220	0,180	0,149	0,124	0,103	0,086	0,071	0,058	0,048	0,038	0,030	0,022
I	INWOBI	5,77	5,54	5,32	5,09	2,86	2,67	2,50	2,34	2,19	2,04	1,91	1,79	1,67	1,56	1,46	1,37
I	IPO=,10INAUDI	12,49	12,12	11,68	11,19	10,67	10,08	9,47	8,85	8,16	7,48	6,77	6,06	5,33	4,59	3,84	3,08
I	IRENTI	0,761	0,874	1,000	1,136	0,410	0,352	0,301	0,257	0,219	0,185	0,156	0,130	0,107	0,086	0,068	0,051
I	INWOBI	5,78	5,57	5,35	5,14	2,92	2,74	2,57	2,42	2,27	2,13	2,00	1,88	1,76	1,66	1,56	1,46
I	IPO=,15INAUDI	11,15	10,95	10,69	10,35	9,96	9,48	8,96	8,40	7,81	7,18	6,53	5,86	5,17	4,46	3,74	3,01
I	IRENTI	0,728	0,857	1,000	1,156	0,580	0,520	0,461	0,404	0,351	0,303	0,258	0,218	0,181	0,147	0,117	0,089
I	INWOBI	5,80	5,59	5,39	5,18	2,98	2,81	2,65	2,50	2,35	2,22	2,09	1,97	1,86	1,75	1,65	1,56
I	IPO=,20INAUDI	9,75	9,77	9,68	9,49	9,22	8,86	8,43	7,93	7,43	6,86	6,27	5,64	4,99	4,33	3,64	2,93
I	IRENTI	0,689	0,836	1,000	1,179	0,737	0,688	0,630	0,568	0,506	0,444	0,385	0,328	0,276	0,227	0,181	0,139
I	INWOBI	5,81	5,62	5,42	5,23	3,04	2,88	2,72	2,58	2,44	2,31	2,19	2,07	1,96	1,85	1,76	1,66
I	IPO=,25INAUDI	8,57	8,58	8,65	8,60	8,46	8,20	7,87	7,47	7,02	6,52	5,98	5,41	4,80	4,17	3,52	2,85
I	IRENTI	0,722	0,911	1,125	1,359	1,000	0,971	0,920	0,855	0,777	0,695	0,612	0,530	0,451	0,374	0,302	0,235
I	INWOBI	5,82	5,64	5,46	5,28	3,10	2,95	2,80	2,66	2,53	2,40	2,28	2,17	2,06	1,96	1,86	1,77
I	IPO=,30INAUDI	6,98	7,57	7,59	7,69	7,67	7,52	7,28	6,97	6,59	6,16	5,68	5,15	4,60	4,01	3,39	2,75
I	IRENTI	0,555	0,737	0,947	1,180	0,990	1,000	0,979	0,935	0,872	0,797	0,715	0,628	0,541	0,454	0,370	0,288
I	INWOBI	5,85	5,66	5,50	5,33	3,16	3,01	2,88	2,74	2,62	2,50	2,38	2,27	2,17	2,07	1,97	1,88
I	IPO=,35INAUDI	5,58	6,14	6,52	6,75	6,85	6,80	6,66	6,45	6,13	5,77	5,35	4,88	4,37	3,82	3,25	2,64
I	IRENTI	0,398	0,575	0,781	1,013	0,952	1,002	1,017	1,000	0,957	0,895	0,817	0,730	0,657	0,542	0,446	0,351
I	INWOBI	5,84	5,69	5,53	5,38	3,22	3,08	2,95	2,85	2,71	2,59	2,48	2,38	2,28	2,18	2,09	2,00
I	IPO=,40INAUDI	4,17	4,90	5,43	5,79	6,00	6,06	6,02	5,87	5,65	5,35	4,99	4,58	4,12	3,65	3,09	2,52
I	IRENTI	0,249	0,408	0,601	0,824	0,861	0,949	1,000	1,016	1,000	0,957	0,893	0,812	0,719	0,620	0,515	0,410
I	INWOBI	5,86	5,71	5,57	5,42	3,28	3,15	3,03	2,91	2,80	2,69	2,58	2,48	2,39	2,29	2,21	2,12
I	IPO=,45INAUDI	2,75	3,64	4,31	4,80	5,13	5,30	5,34	5,28	5,14	4,91	4,62	4,26	3,86	3,41	2,92	2,39
I	IRENTI	0,129	0,268	0,449	0,669	0,780	0,906	0,998	1,051	1,067	1,048	1,000	0,927	0,856	0,731	0,616	0,495
I	INWOBI	5,87	5,74	5,60	5,47	3,34	3,22	3,11	3,00	2,89	2,79	2,69	2,59	2,50	2,41	2,33	2,25
I	IPO=,50INAUDI	1,52	2,57	3,18	3,79	4,23	4,50	4,64	4,67	4,60	4,44	4,22	3,92	3,58	3,18	2,73	2,25
I	IRENTI	0,038	0,144	0,308	0,524	0,694	0,864	1,003	1,102	1,159	1,174	1,148	1,089	1,000	0,888	0,760	0,618
I	INWOBI	5,88	5,76	5,64	5,52	3,40	3,29	3,19	3,08	2,99	2,89	2,80	2,71	2,62	2,54	2,46	2,38

NA= 16.00 PA=0.400 LA= 2.00 TC= 1.0 NO= 4.00 FA= 0.00

I	PZ % I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPO=,05INAUDI	15.88	15.31	12.72	12.09	11.43	10.74	10.03	9.30	8.56	7.81	7.05	6.28	5.51	4.75	3.95	3.171
I	I IRENTI	0.745	0.863	1.000	1.157	0.207	0.169	0.139	0.116	0.096	0.080	0.066	0.054	0.044	0.035	0.028	0.0211
I	I INWOBI	5.70	5.39	3.09	2.78	2.48	2.25	2.05	1.86	1.69	1.54	1.40	1.27	1.15	1.05	0.95	0.871
I	IPO=,10INAUDI	12.54	12.21	11.80	11.34	10.83	10.25	9.63	8.97	8.30	7.60	6.88	6.15	5.41	4.65	3.89	3.121
I	I IRENTI	0.716	0.848	1.000	1.174	0.393	0.337	0.288	0.245	0.208	0.175	0.147	0.122	0.100	0.081	0.063	0.0481
I	I INWOBI	5.71	5.42	3.14	2.85	2.56	2.34	2.14	1.96	1.79	1.64	1.50	1.37	1.25	1.15	1.05	0.961
I	IPO=,15INAUDI	11.20	11.08	10.87	10.56	10.19	9.72	9.19	8.61	8.00	7.36	6.69	6.00	5.29	4.56	3.82	3.071
I	I IRENTI	0.682	0.829	1.000	1.195	0.564	0.505	0.447	0.391	0.338	0.290	0.246	0.207	0.171	0.139	0.110	0.0851
I	I INWOBI	5.73	5.46	3.18	2.91	2.64	2.43	2.24	2.06	1.89	1.74	1.60	1.48	1.36	1.25	1.15	1.061
I	IPO=,20INAUDI	9.84	9.94	9.90	9.75	9.51	9.15	8.71	8.22	7.67	7.09	6.47	5.82	5.15	4.45	3.74	3.011
I	I IRENTI	0.642	0.808	1.000	1.220	0.725	0.678	0.620	0.557	0.493	0.431	0.371	0.315	0.263	0.216	0.172	0.1311
I	I INWOBI	5.74	5.49	3.23	2.98	2.72	2.52	2.33	2.16	2.00	1.85	1.71	1.59	1.47	1.36	1.26	1.161
I	IPO=,25INAUDI	8.48	8.77	8.90	8.91	8.80	8.55	8.20	7.79	7.32	6.79	6.23	5.62	4.99	4.35	3.65	2.941
I	I IRENTI	0.674	0.885	1.152	1.416	1.000	0.973	0.920	0.850	0.770	0.686	0.600	0.517	0.437	0.361	0.289	0.2221
I	I INWOBI	5.76	5.52	3.28	3.04	2.80	2.61	2.43	2.26	2.10	1.96	1.83	1.70	1.58	1.47	1.37	1.281
I	IPO=,30INAUDI	7.10	7.58	7.88	8.03	8.05	7.90	7.66	7.35	6.93	6.47	5.96	5.40	4.81	4.19	3.54	2.861
I	I IRENTI	0.509	0.708	0.945	1.218	0.987	1.000	0.978	0.931	0.864	0.785	0.699	0.610	0.522	0.435	0.352	0.2751
I	I INWOBI	5.78	5.55	3.33	3.10	2.88	2.70	2.53	2.36	2.21	2.07	1.94	1.82	1.70	1.59	1.49	1.401
I	IPO=,35INAUDI	5.71	6.37	6.83	7.12	7.26	7.23	7.08	6.83	6.51	6.11	5.66	5.16	4.61	4.05	3.41	2.771
I	I IRENTI	0.358	0.541	0.764	1.024	0.934	0.987	1.000	0.980	0.933	0.866	0.786	0.697	0.604	0.510	0.416	0.3251
I	I INWOBI	5.79	5.58	3.38	3.17	2.96	2.79	2.62	2.47	2.33	2.19	2.06	1.94	1.83	1.72	1.62	1.531
I	IPO=,40INAUDI	4.50	5.14	5.76	6.18	6.44	6.51	6.46	6.30	6.05	5.73	5.33	4.89	4.39	3.85	3.27	2.671
I	I IRENTI	0.229	0.395	0.604	0.854	0.869	0.959	1.010	1.024	1.000	0.950	0.880	0.794	0.698	0.596	0.492	0.3891
I	I INWOBI	5.81	5.62	3.42	3.23	3.04	2.88	2.72	2.58	2.44	2.31	2.19	2.07	1.96	1.85	1.76	1.661
I	IPO=,45INAUDI	2.89	3.89	4.65	5.21	5.58	5.76	5.80	5.75	5.56	5.30	4.98	4.59	4.14	3.65	3.12	2.551
I	I IRENTI	0.116	0.255	0.459	0.670	0.760	0.884	0.970	1.017	1.026	1.000	0.946	0.870	0.777	0.674	0.563	0.4491
I	I INWOBI	5.82	5.65	3.47	3.30	3.12	2.97	2.82	2.69	2.56	2.43	2.32	2.20	2.10	1.99	1.90	1.811
I	IPO=,50INAUDI	1.47	2.62	3.52	4.20	4.69	4.97	5.11	5.12	5.03	4.85	4.59	4.26	3.87	3.43	2.94	2.421
I	I IRENTI	0.037	0.140	0.304	0.525	0.673	0.833	0.962	1.050	1.095	1.098	1.065	1.000	0.910	0.801	0.679	0.5481
I	I INWOBI	5.84	5.68	3.52	3.36	3.20	3.06	2.93	2.80	2.68	2.56	2.45	2.34	2.24	2.14	2.05	1.961

NA= 100.00 PA=0.500 LA= 10.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ %	I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	I
I	IPO=, 05INAUDI	I	84.46	81.14	77.58	73.82	69.89	65.75	61.47	57.08	52.59	48.03	43.41	38.72	33.99	29.22	24.41	19.57	I
I	I	I	0.775	0.881	1.000	1.131	0.261	0.216	0.181	0.151	0.126	0.106	0.088	0.073	0.059	0.048	0.037	0.028	I
I	I	I	23.57	22.15	20.75	19.30	17.87	16.72	15.63	14.62	13.67	12.78	11.95	11.18	10.45	9.77	9.14	8.55	I
I	IPO=, 10INAUDI	I	75.85	72.16	70.00	67.46	64.57	61.28	57.72	53.96	50.01	45.90	41.66	37.32	32.87	28.34	23.75	19.09	I
I	I	I	0.734	0.860	1.000	1.154	0.478	0.420	0.366	0.317	0.273	0.233	0.198	0.166	0.137	0.111	0.088	0.067	I
I	I	I	23.65	22.50	20.95	19.60	18.25	17.14	16.09	15.11	14.19	13.32	12.51	11.75	11.03	10.36	9.73	9.15	I
I	IPO=, 15INAUDI	I	65.18	65.06	62.26	60.90	59.04	56.59	53.77	50.65	47.23	43.60	39.77	35.77	31.63	27.37	23.00	18.54	I
I	I	I	0.686	0.834	1.000	1.184	0.671	0.621	0.565	0.506	0.448	0.392	0.338	0.288	0.241	0.198	0.158	0.121	I
I	I	I	23.75	22.45	21.18	19.90	18.63	17.56	16.56	15.61	14.72	13.88	13.08	12.33	11.63	10.96	10.34	9.75	I
I	IPO=, 20INAUDI	I	52.44	55.84	54.56	54.14	53.29	51.69	49.60	47.11	44.26	41.11	37.71	34.09	30.27	26.29	22.17	17.92	I
I	I	I	0.751	0.935	1.168	1.428	1.000	0.972	0.921	0.855	0.778	0.697	0.614	0.531	0.451	0.375	0.302	0.235	I
I	I	I	25.80	22.60	21.40	20.20	19.00	17.99	17.02	16.12	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.39	I
I	IPO=, 25INAUDI	I	41.65	44.50	46.50	47.20	47.52	46.57	45.22	43.37	41.10	38.45	35.49	32.25	28.78	25.10	21.25	17.24	I
I	I	I	0.518	0.715	0.944	1.203	0.990	1.012	1.000	0.961	0.902	0.829	0.746	0.657	0.567	0.477	0.389	0.304	I
I	I	I	25.87	22.75	21.65	20.50	19.57	18.41	17.50	16.65	15.80	15.02	14.27	13.56	12.89	12.25	11.64	11.06	I
I	IPO=, 30INAUDI	I	30.76	35.04	38.08	40.06	41.14	41.23	40.62	39.45	37.73	35.60	33.09	30.26	27.15	23.80	20.23	16.47	I
I	I	I	0.524	0.506	0.726	0.981	0.928	0.999	1.033	1.032	1.000	0.944	0.870	0.782	0.687	0.586	0.484	0.382	I
I	I	I	23.95	22.90	21.85	20.80	19.75	18.84	17.97	17.15	16.36	15.60	14.88	14.20	13.54	12.92	12.33	11.76	I
I	IPO=, 35INAUDI	I	19.82	25.46	29.70	32.74	34.75	35.66	35.80	35.26	34.16	32.55	30.52	28.12	25.59	22.37	19.11	15.63	I
I	I	I	0.151	0.299	0.495	0.729	0.788	0.903	0.982	1.025	1.028	1.000	0.945	0.870	0.778	0.675	0.565	0.452	I
I	I	I	24.02	23.05	22.07	21.10	20.12	19.27	18.45	17.67	16.92	16.20	15.51	14.85	14.22	13.62	13.04	12.49	I
I	IPO=, 40INAUDI	I	8.81	15.76	21.15	25.22	28.14	29.88	30.75	30.88	30.37	29.31	27.77	25.80	23.47	20.82	17.89	14.70	I
I	I	I	0.057	0.140	0.303	0.522	0.657	0.816	0.943	1.035	1.081	1.069	1.060	1.000	0.914	0.808	0.688	0.557	I
I	I	I	24.10	23.20	22.50	21.40	20.50	19.70	18.94	18.20	17.49	16.81	16.16	15.53	14.92	14.34	13.76	13.25	I
I	IPO=, 45INAUDI	I	0.00	5.94	12.45	17.50	21.52	23.87	25.48	26.28	26.58	25.87	24.82	23.32	21.41	19.14	16.55	13.68	I
I	I	I	0.000	0.026	0.137	0.327	0.512	0.713	0.896	1.045	1.150	1.208	1.217	1.181	1.107	1.000	0.867	0.714	I
I	I	I	0.00	25.35	22.52	21.70	20.87	20.14	19.42	18.75	18.07	17.43	16.81	16.22	15.64	15.09	14.55	14.04	I
I	IPO=, 50INAUDI	I	0.00	0.00	3.58	9.60	14.29	17.64	19.98	21.45	22.16	22.21	21.69	20.66	19.18	17.31	15.09	12.57	I
I	I	I	0.000	0.000	0.013	0.108	0.262	0.447	0.638	0.815	0.956	1.058	1.112	1.118	1.079	1.000	0.886	0.743	I
I	I	I	0.00	0.00	22.75	22.00	21.25	20.57	19.91	19.28	18.66	18.06	17.48	16.93	16.58	15.86	15.35	14.86	I

NA= 100.00 PA=0.200 LA= 10.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ % I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPO=, 05INAUDI	84.25	80.76	77.07	73.22	69.21	65.06	60.79	56.45	51.99	47.48	42.90	38.28	33.60	28.89	24.14	19.361
I	IRENTI	0.816	0.905	1.000	1.099	0.274	0.227	0.190	0.159	0.133	0.112	0.095	0.077	0.063	0.051	0.040	0.0301
I	INWOBI	24.05	25.10	22.15	21.20	20.25	19.41	18.61	17.84	17.11	16.40	15.73	15.08	14.45	13.86	13.29	12.741
I	IPO=, 10INAUDI	75.45	71.44	69.04	66.30	63.29	59.97	56.44	52.72	48.84	44.83	40.69	36.45	32.12	27.71	23.22	18.681
I	IRENTI	0.780	0.886	1.000	1.120	0.491	0.431	0.377	0.327	0.282	0.241	0.205	0.172	0.143	0.116	0.092	0.0701
I	INWOBI	24.10	25.20	22.30	21.40	20.50	19.70	18.94	18.20	17.49	16.81	16.16	15.53	14.92	14.34	13.78	13.251
I	IPO=, 15INAUDI	62.61	62.04	60.90	59.26	57.21	54.73	51.94	48.87	45.56	42.05	38.36	34.52	30.54	26.44	22.23	17.951
I	IRENTI	0.734	0.862	1.000	1.146	0.678	0.626	0.570	0.511	0.454	0.398	0.345	0.295	0.248	0.204	0.164	0.1261
I	INWOBI	24.15	25.30	22.45	21.60	20.75	19.99	19.26	18.56	17.88	17.22	16.59	15.99	15.40	14.84	14.29	13.771
I	IPO=, 20INAUDI	51.72	52.56	52.65	52.10	51.00	49.35	47.29	44.87	42.14	39.14	35.91	32.48	28.86	25.09	21.18	17.141
I	IRENTI	0.791	0.972	1.171	1.383	1.000	0.968	0.916	0.851	0.778	0.699	0.619	0.539	0.460	0.384	0.311	0.2421
I	INWOBI	24.20	25.40	22.60	21.80	21.00	20.28	19.59	18.91	18.27	17.64	17.04	16.45	15.89	15.34	14.82	14.311
I	IPO=, 25INAUDI	40.79	45.00	44.29	44.80	44.64	43.82	42.49	40.72	38.58	36.11	33.34	30.33	27.09	23.66	20.05	16.281
I	IRENTI	0.575	0.757	0.962	1.184	0.998	1.013	1.000	0.965	0.907	0.837	0.758	0.672	0.584	0.494	0.405	0.3181
I	INWOBI	24.25	25.50	22.75	22.00	21.25	20.57	19.91	19.28	18.66	18.06	17.48	16.93	16.38	15.86	15.35	14.861
I	IPO=, 30INAUDI	29.82	35.36	55.83	37.38	38.14	38.14	37.54	36.45	34.88	32.93	30.65	28.06	25.22	22.15	18.84	15.371
I	IRENTI	0.565	0.537	0.738	0.964	0.928	0.994	1.027	1.027	1.000	0.950	0.881	0.798	0.706	0.607	0.505	0.4021
I	INWOBI	24.30	25.60	22.90	22.20	21.50	20.86	20.24	19.64	19.06	18.49	17.94	17.41	16.89	16.39	15.90	15.431
I	IPO=, 35INAUDI	18.60	25.64	27.25	29.82	31.50	32.31	32.44	31.99	31.03	29.62	27.82	25.68	23.24	20.52	17.57	14.401
I	IRENTI	0.760	0.527	0.517	0.740	0.815	0.931	1.013	1.059	1.070	1.049	1.000	0.928	0.858	0.734	0.620	0.4991
I	INWOBI	24.35	25.70	23.05	22.40	21.75	21.15	20.57	20.01	19.46	18.92	18.40	17.90	17.41	16.95	16.46	16.011
I	IPO=, 40INAUDI	7.75	15.84	18.57	22.14	24.71	26.33	27.19	27.40	27.04	26.17	24.87	23.18	21.15	18.81	16.21	13.361
I	IRENTI	0.058	0.145	0.306	0.519	0.671	0.836	0.973	1.074	1.154	1.154	1.135	1.082	1.000	0.894	0.768	0.6291
I	INWOBI	24.40	25.80	23.20	22.60	22.00	21.44	20.90	20.38	19.86	19.36	18.87	18.39	17.93	17.48	17.04	16.611
I	IPO=, 45INAUDI	0.00	5.96	9.79	14.34	17.79	20.20	21.79	22.65	22.89	22.58	21.78	20.56	18.95	17.01	14.77	12.251
I	IRENTI	0.000	0.014	0.104	0.266	0.442	0.632	0.809	0.960	1.073	1.143	1.169	1.151	1.093	1.000	0.878	0.7311
I	INWOBI	0.00	25.90	23.35	22.80	22.25	21.74	21.24	20.75	20.27	19.80	19.35	18.90	18.47	18.04	17.62	17.221
I	IPO=, 50INAUDI	0.00	0.00	0.89	6.40	10.71	13.92	16.23	17.76	18.60	18.85	18.56	17.81	16.65	15.11	13.24	11.081
I	IRENTI	0.000	0.000	0.001	0.061	0.190	0.358	0.541	0.716	0.867	0.982	1.055	1.081	1.062	1.000	0.899	0.7651
I	INWOBI	0.00	0.00	23.50	25.00	22.50	22.03	21.57	21.12	20.68	20.25	19.83	19.41	19.01	18.61	18.22	17.841

NA= 100.00 PA=0.400 LA= 10.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ % I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPO=, 05INAUDI	84.07	81.52	78.09	74.43	70.57	66.41	62.11	57.67	53.14	48.52	43.84	39.09	34.30	29.48	24.62	19.75
I	IRENTI	0.729	0.855	1.000	1.169	0.247	0.205	0.170	0.142	0.119	0.099	0.082	0.068	0.055	0.044	0.035	0.026
I	INWOBI	25.10	21.20	19.50	17.40	15.50	14.09	12.80	11.64	10.57	9.61	8.73	7.94	7.21	6.56	5.96	5.41
I	IPO=, 10INAUDI	74.26	72.88	70.97	68.61	65.86	62.55	58.95	55.10	51.06	46.85	42.50	38.04	33.49	28.85	24.15	19.40
I	IRENTI	0.688	0.832	1.000	1.195	0.463	0.407	0.354	0.305	0.261	0.222	0.188	0.157	0.129	0.104	0.082	0.062
I	INWOBI	25.20	21.40	19.00	17.80	16.00	14.63	13.38	12.24	11.20	10.24	9.37	8.57	7.83	7.17	6.55	5.99
I	IPO=, 15INAUDI	65.75	64.08	63.03	62.53	60.86	58.40	55.52	52.28	48.75	44.97	40.99	36.84	32.54	28.13	23.61	19.01
I	IRENTI	0.638	0.805	1.000	1.227	0.662	0.612	0.555	0.495	0.436	0.379	0.325	0.275	0.229	0.187	0.149	0.113
I	INWOBI	25.30	21.60	19.90	18.20	16.50	15.18	13.97	12.86	11.83	10.89	10.02	9.22	8.49	7.81	7.19	6.61
I	IPO=, 20INAUDI	55.16	55.12	56.08	56.19	55.57	53.98	51.82	49.21	46.21	42.89	39.29	35.47	31.46	27.28	22.97	18.54
I	IRENTI	0.677	0.903	1.171	1.484	1.000	0.973	0.920	0.850	0.769	0.684	0.598	0.514	0.454	0.358	0.287	0.221
I	INWOBI	25.40	21.80	20.20	18.60	17.00	15.74	14.57	13.49	12.49	11.56	10.70	9.91	9.17	8.49	7.86	7.28
I	IPO=, 25INAUDI	42.47	46.00	48.52	49.60	50.00	49.26	47.85	45.87	43.42	40.58	37.40	33.93	30.23	26.32	22.23	18.00
I	IRENTI	0.465	0.675	0.925	1.223	0.977	1.000	0.986	0.944	0.880	0.802	0.716	0.626	0.556	0.447	0.362	0.281
I	INWOBI	25.50	22.00	20.50	19.00	17.50	16.30	15.17	14.15	13.16	12.25	11.41	10.62	9.89	9.21	8.57	7.98
I	IPO=, 30INAUDI	31.70	36.72	40.53	42.75	44.14	44.26	43.59	42.26	40.58	38.04	35.29	32.21	28.84	25.22	21.39	17.38
I	IRENTI	0.285	0.468	0.700	0.981	0.905	0.976	1.007	1.000	0.962	0.900	0.822	0.733	0.657	0.559	0.441	0.346
I	INWOBI	25.60	22.20	20.80	19.40	18.00	16.86	15.78	14.78	13.84	12.96	12.14	11.36	10.64	9.96	9.53	8.74
I	IPO=, 35INAUDI	20.85	27.28	32.14	35.65	38.00	38.96	39.04	38.38	37.09	35.26	32.97	30.29	27.28	25.97	20.42	16.66
I	IRENTI	0.141	0.295	0.504	0.769	0.812	0.930	1.007	1.042	1.038	1.000	0.936	0.852	0.754	0.648	0.537	0.425
I	INWOBI	25.70	22.40	21.10	19.80	18.50	17.42	16.40	15.44	14.54	13.69	12.89	12.14	11.43	10.76	10.13	9.54
I	IPO=, 40INAUDI	9.88	17.68	23.75	28.29	31.57	33.58	34.21	34.22	33.52	32.23	30.42	28.17	25.54	22.58	19.34	15.84
I	IRENTI	0.056	0.139	0.307	0.538	0.658	0.812	0.931	1.009	1.044	1.040	1.000	0.932	0.842	0.736	0.619	0.497
I	INWOBI	25.80	22.60	21.40	20.20	19.00	17.99	17.02	16.12	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.39
I	IPO=, 45INAUDI	0.00	7.92	15.10	20.67	24.86	27.49	29.08	29.76	29.68	28.94	27.63	25.84	23.61	21.02	18.11	14.92
I	IRENTI	0.000	0.035	0.154	0.355	0.527	0.718	0.886	1.016	1.101	1.138	1.130	1.082	1.000	0.892	0.763	0.621
I	INWOBI	0.00	22.80	21.70	20.60	19.50	18.55	17.66	16.80	15.98	15.21	14.47	13.77	13.10	12.47	11.86	11.29
I	IPO=, 50INAUDI	0.00	0.00	6.26	12.80	17.86	21.31	23.64	25.01	25.55	25.38	24.60	23.28	21.49	19.29	16.74	13.88
I	IRENTI	0.000	0.000	0.032	0.162	0.356	0.538	0.737	0.912	1.047	1.133	1.168	1.154	1.096	1.000	0.873	0.725
I	INWOBI	0.00	0.00	22.00	21.00	20.00	19.13	18.29	17.49	16.73	16.00	15.30	14.63	14.00	13.38	12.80	12.24

NA= 100.00 PA=0.500 LA= 7.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ % I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IPO=,USINAUDI	79.94	77.34	74.40	71.18	67.70	63.92	59.95	55.82	51.56	47.19	42.72	38.18	33.56	28.88	24.16	19.391
I	IRENTI	0.746	0.866	1.000	1.150	0.342	0.292	0.248	0.211	0.179	0.151	0.127	0.105	0.086	0.070	0.055	0.0411
I	INWOBI	25.57	22.15	20.75	19.30	17.87	16.72	15.63	14.62	13.67	12.78	11.95	11.18	10.45	9.77	9.14	8.551
I	IPO=,10INAUDI	64.79	64.51	63.28	62.08	60.10	57.54	54.61	51.37	47.87	44.14	40.23	36.16	31.96	27.65	23.21	18.701
I	IRENTI	0.677	0.829	1.000	1.192	0.614	0.565	0.511	0.456	0.402	0.350	0.302	0.256	0.214	0.175	0.140	0.1071
I	INWOBI	25.65	22.30	20.95	19.60	18.25	17.14	16.09	15.11	14.19	13.32	12.51	11.75	11.05	10.36	9.73	9.151
I	IPO=,15INAUDI	49.54	51.51	52.52	52.71	52.19	50.84	48.96	46.62	43.90	40.85	37.52	33.96	30.19	26.24	22.14	17.911
I	IRENTI	0.675	0.897	1.153	1.446	1.000	0.987	0.947	0.888	0.815	0.734	0.650	0.565	0.482	0.401	0.324	0.2511
I	INWOBI	25.75	22.45	21.18	19.90	18.63	17.56	16.56	15.61	14.72	13.88	13.08	12.33	11.63	10.96	10.34	9.751
I	IPO=,20INAUDI	34.20	38.34	41.23	43.06	43.98	43.84	43.01	41.58	39.66	37.31	34.59	31.55	28.24	24.70	20.95	17.051
I	IRENTI	0.370	0.568	0.809	1.094	0.956	0.994	1.014	1.000	0.959	0.896	0.818	0.730	0.656	0.540	0.443	0.3481
I	INWOBI	25.80	22.60	21.40	20.20	19.00	17.99	17.02	16.12	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.391
I	IPO=,25INAUDI	16.76	25.00	29.72	35.14	35.46	36.52	36.74	36.25	35.14	33.50	31.41	28.93	26.11	23.00	19.64	16.051
I	IRENTI	0.129	0.279	0.484	0.743	0.771	0.893	0.976	1.021	1.027	1.000	0.945	0.868	0.776	0.672	0.562	0.4481
I	INWOBI	25.87	22.75	21.65	20.50	19.37	18.41	17.50	16.65	15.80	15.02	14.27	13.56	12.89	12.25	11.64	11.061
I	IPO=,30INAUDI	5.25	11.49	17.97	22.95	26.63	28.89	30.17	30.61	30.53	29.43	27.99	26.09	23.79	21.14	18.18	14.961
I	IRENTI	0.005	0.071	0.215	0.427	0.560	0.731	0.875	0.982	1.047	1.069	1.052	1.000	0.919	0.816	0.697	0.5661
I	INWOBI	25.95	22.90	21.85	20.80	19.75	18.84	17.97	17.15	16.36	15.60	14.88	14.20	13.54	12.92	12.33	11.761
I	IPO=,35INAUDI	0.00	0.00	5.99	12.68	17.50	20.95	23.28	24.66	25.22	25.08	24.32	23.02	21.27	19.10	16.59	13.761
I	IRENTI	0.000	0.000	0.031	0.163	0.329	0.528	0.726	0.900	1.036	1.123	1.161	1.150	1.094	1.000	0.875	0.7261
I	INWOBI	0.00	0.00	22.07	21.10	20.12	19.27	18.45	17.67	16.92	16.20	15.51	14.85	14.22	13.62	13.04	12.491
I	IPO=,40INAUDI	0.00	0.00	0.00	1.74	8.06	12.68	16.07	18.40	19.82	20.44	20.38	19.72	18.55	16.89	14.84	12.451
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.004	0.082	0.229	0.414	0.606	0.781	0.922	1.018	1.062	1.055	1.000	0.902	0.7661
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	21.40	20.50	19.70	18.94	18.20	17.49	16.81	16.16	15.53	14.92	14.34	13.78	13.251
I	IPO=,45INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	8.54	11.85	14.11	15.52	16.18	16.17	15.58	14.48	12.93	10.971
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.149	0.322	0.515	0.699	0.851	0.956	1.007	1.000	0.938	0.8251
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.14	19.42	18.75	18.07	17.43	16.81	16.22	15.64	15.09	14.55	14.041
I	IPO=,50INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	4.95	8.09	10.50	11.70	12.37	12.40	11.87	10.85	9.381
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.079	0.241	0.443	0.645	0.819	0.941	1.000	0.989	0.9081
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.91	19.28	18.66	18.06	17.48	16.93	16.58	16.35	15.86	15.481

NA= 100.00 PA=0.100 LA= 7.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ %	I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	PO=	USINAUDI	79.54	76.26	72.95	69.44	65.77	61.94	57.98	53.91	49.75	45.50	41.18	36.79	32.34	27.84	23.29
I	I	IRENTI	0.835	0.916	1.000	1.085	0.366	0.312	0.266	0.226	0.193	0.163	0.137	0.115	0.094	0.076	0.060
I	I	INWOBI	24.52	24.05	23.57	23.10	22.62	22.18	21.74	21.31	20.89	20.48	20.07	19.67	19.29	18.90	18.53
I	PO=	10INAUDI	65.64	62.46	60.82	58.79	56.43	53.76	50.85	47.74	44.59	40.90	37.26	33.49	29.60	25.61	21.53
I	I	IRENTI	0.777	0.886	1.000	1.117	0.623	0.569	0.514	0.460	0.407	0.357	0.309	0.264	0.223	0.184	0.147
I	I	INWOBI	24.55	24.10	23.65	23.20	22.75	22.32	21.91	21.50	21.10	20.70	20.32	19.94	19.56	19.20	18.84
I	PO=	15INAUDI	47.92	48.60	48.61	48.05	46.99	45.48	43.61	41.41	38.93	36.20	33.25	30.11	26.79	23.32	19.70
I	I	IRENTI	0.820	0.996	1.183	1.379	1.000	0.974	0.930	0.875	0.805	0.731	0.654	0.574	0.495	0.417	0.340
I	I	INWOBI	24.57	24.15	23.73	23.30	22.87	22.47	22.08	21.69	21.31	20.93	20.56	20.20	19.84	19.49	19.15
I	PO=	20INAUDI	52.16	54.69	56.53	57.21	57.45	57.10	56.26	55.00	53.36	51.40	49.14	46.63	43.90	40.95	37.82
I	I	IRENTI	0.506	0.693	0.901	1.126	0.989	1.034	1.049	1.036	1.000	0.944	0.874	0.791	0.700	0.603	0.502
I	I	INWOBI	24.60	24.20	23.80	23.40	23.00	22.62	22.25	21.88	21.52	21.16	20.81	20.47	20.13	19.79	19.47
I	PO=	25INAUDI	16.37	20.71	23.97	26.29	27.81	28.61	28.80	28.47	27.69	26.49	24.94	23.07	20.92	18.52	15.88
I	I	IRENTI	0.184	0.345	0.547	0.782	0.830	0.952	1.043	1.098	1.119	1.108	1.067	1.000	0.912	0.807	0.689
I	I	INWOBI	24.63	24.25	23.87	23.50	23.13	22.77	22.41	22.07	21.73	21.39	21.06	20.73	20.41	20.10	19.79
I	PO=	30INAUDI	0.54	6.69	11.53	15.27	18.06	20.00	21.23	21.84	21.90	21.49	20.64	19.42	17.87	16.01	13.88
I	I	IRENTI	0.000	0.051	0.178	0.370	0.523	0.706	0.871	1.007	1.105	1.163	1.179	1.155	1.094	1.000	0.878
I	I	INWOBI	24.65	24.30	23.95	23.60	23.25	22.91	22.58	22.26	21.94	21.62	21.31	21.00	20.70	20.40	20.11
I	PO=	35INAUDI	0.00	0.00	0.00	4.16	8.21	11.29	13.55	15.10	16.01	16.38	16.25	15.68	14.73	13.45	11.82
I	I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.034	0.140	0.295	0.471	0.645	0.802	0.927	1.012	1.053	1.049	1.000	0.910
I	I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	23.70	23.57	23.06	22.75	22.45	22.15	21.86	21.56	21.28	20.99	20.71	20.44
I	PO=	40INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.48	5.76	8.24	10.01	11.16	11.75	11.85	11.51	10.78	9.69
I	I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.124	0.283	0.466	0.646	0.802	0.919	0.987	1.000	0.957
I	I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.21	22.93	22.64	22.37	22.09	21.82	21.55	21.28	21.02	20.76
I	PO=	45INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	3.91	5.84	7.16	7.93	8.21	8.05	7.50
I	I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.122	0.307	0.521	0.726	0.893	1.000	1.034
I	I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.84	22.58	22.33	22.07	21.83	21.58	21.34	21.10
I	PO=	50INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	2.46	3.91	4.82	5.24
I	I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.142	0.410	0.719	1.000
I	I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.56	22.33	22.10	21.88	21.66

NA= 100.00 PA=0.400 LA= 7.00 TC= 1.0 NO= 25.00 FA= 0.00

I	PZ % I	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800
I	IP0=.05INAUDI	80.25	77.89	75.13	72.05	68.67	64.88	60.87	56.68	52.34	47.89	43.34	38.70	34.01	29.22	24.45	19.61
I	IRENTI	0.701	0.838	1.000	1.191	0.329	0.279	0.237	0.201	0.170	0.143	0.119	0.099	0.081	0.063	0.051	0.039
I	INWOBI	25.10	21.20	19.30	17.40	15.50	14.09	12.80	11.64	10.57	9.61	8.73	7.94	7.21	6.56	5.96	5.41
I	IP0=.10INAUDI	65.37	65.54	64.96	63.73	61.94	59.36	56.35	53.00	49.37	45.50	41.43	37.20	32.84	28.36	23.79	19.14
I	IRENTI	0.629	0.799	1.000	1.238	0.606	0.557	0.502	0.446	0.391	0.339	0.290	0.245	0.203	0.166	0.131	0.100
I	INWOBI	25.20	21.40	19.60	17.80	16.00	14.63	13.38	12.24	11.20	10.24	9.37	8.57	7.83	7.17	6.55	5.94
I	IP0=.15INAUDI	50.36	52.97	54.48	55.04	54.80	53.44	51.46	48.98	46.07	42.82	39.27	35.48	31.49	27.32	23.01	18.58
I	IRENTI	0.616	0.855	1.145	1.465	1.000	0.988	0.944	0.880	0.801	0.716	0.629	0.542	0.459	0.379	0.304	0.234
I	INWOBI	25.30	21.60	19.90	18.20	16.50	15.18	13.97	12.86	11.83	10.89	10.02	9.22	8.49	7.81	7.19	6.61
I	IP0=.20INAUDI	35.22	40.14	43.69	45.99	47.24	47.11	46.18	44.58	42.44	39.84	36.85	33.53	29.94	26.12	22.10	17.92
I	IRENTI	0.326	0.528	0.787	1.108	0.927	0.984	1.000	0.979	0.930	0.860	0.777	0.686	0.592	0.497	0.404	0.315
I	INWOBI	25.40	21.80	20.20	18.60	17.00	15.74	14.57	13.49	12.49	11.56	10.70	9.91	9.17	8.49	7.86	7.28
I	IP0=.25INAUDI	19.96	27.14	32.59	36.57	39.29	40.37	40.50	39.82	38.46	36.54	34.14	31.33	28.18	24.74	21.05	17.15
I	IRENTI	0.116	0.266	0.480	0.763	0.776	0.895	0.972	1.006	1.000	0.961	0.896	0.812	0.716	0.615	0.506	0.394
I	INWOBI	25.50	22.00	20.50	19.00	17.50	16.30	15.17	14.13	13.16	12.25	11.41	10.62	9.89	9.21	8.57	7.98
I	IP0=.30INAUDI	4.57	15.89	21.19	26.79	30.92	33.22	34.41	34.60	34.12	32.91	31.15	28.87	26.19	23.17	19.84	16.26
I	IRENTI	0.007	0.080	0.252	0.465	0.590	0.757	0.891	0.984	1.031	1.034	1.000	0.935	0.845	0.739	0.622	0.498
I	INWOBI	25.60	22.20	20.80	19.40	18.00	16.86	15.78	14.78	13.84	12.96	12.14	11.36	10.64	9.96	9.33	8.74
I	IP0=.35INAUDI	0.00	0.40	0.48	16.64	22.14	25.66	27.92	29.12	29.41	28.94	27.81	26.13	23.97	21.39	18.46	15.25
I	IRENTI	0.000	0.000	0.057	0.218	0.388	0.587	0.774	0.928	1.038	1.098	1.108	1.073	1.000	0.897	0.771	0.629
I	INWOBI	0.00	22.40	21.10	19.80	18.50	17.42	16.40	15.44	14.54	13.69	12.89	12.14	11.43	10.76	10.13	9.54
I	IP0=.40INAUDI	0.00	0.00	0.00	6.13	12.96	17.68	21.01	23.10	24.32	24.61	24.17	23.10	21.49	19.40	16.91	14.06
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.035	0.164	0.348	0.553	0.751	0.917	1.038	1.106	1.119	1.082	1.000	0.882	0.736
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	20.20	19.00	17.99	17.02	16.12	15.25	14.44	13.67	12.94	12.25	11.59	10.97	10.39
I	IP0=.45INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	9.28	13.68	16.80	18.83	19.91	20.19	19.76	18.75	17.18	15.16
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.113	0.280	0.476	0.670	0.837	0.959	1.028	1.041	1.000	0.911	0.780
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	19.50	18.55	17.66	16.80	15.98	15.21	14.47	13.77	13.10	12.47	11.86	11.29
I	IP0=.50INAUDI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	5.92	10.02	12.94	14.84	15.85	16.11	15.70	14.70	13.20
I	IRENTI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.219	0.413	0.612	0.787	0.917	0.989	1.000	0.949	0.842	0.741
I	INWOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.13	18.29	17.49	16.73	16.00	15.30	14.63	14.00	13.38	12.80	12.24

```

LIST
PROGRAM(CPUD)
OUTPUT2=LP7/160
TRACE
END

C   OBLICZANIE PRAWDOPODOBIEŃSTWA
C   TRAFIENIA DO CEŁU O ZADANYCH
C   WYMIARACH BOKÓW A, B I
C   UDCHYLENIACH ŚRODKOWYCH EA, EB.
MASTER
DIMENSIONP(20),IA(20)
WRITE(2,30)
30  FORMAT(1H1,10(/),39X,33(1H*)/39X,1H*,31X,1H*/39X,
11H*,7X,16HPRAWDOPODOBIEŃSTWO,6X,1H*/
339X,33H* TRAFIENIA DO CEŁU O KSZTAŁCIE *,
4/39X,33H* PRÓSIKATA , OBLICZENIOWYCH *,
5/39X,33H* DŁUGOŚCIACH BOKÓW A, B I OD- *,
6/39X,33H* CHYLENIACH ŚRODKOWYCH EA, EB, *,
7/39X,33H* ODPOWIEDNIO DO BOKÓW *,
8/39X,1H*,31X,1H*/39X,33(1H*))
IK=0
DO 5 I=1,20
IK=IK+5
IA(I)=IK
5   B=0,
E=0,001
IND=2
PC=2*0,476936/(SQRT(3,14159))
DO 10 N=1,2
GO TO (15,0),N
I1,I3=5
I2=45
15  GO TO 20
I1,I3=2
I2=10
20  DO 10 I=I1,I2,I3
JJ=1
R1,R2=FLOAT(1)
IF(N.EQ.2)R2=I/1,5
100  WRITE(2,100)R1,R2,(IA(L),L=1,20)
FORMAT(1H1,5(/),20X,5HEA=,F5,2,1X,5HEB=,F5,1/
15X,126(1H=)/5X,
25HIA/B ,20(1H1,14,2X),1HI/
55X,126(1H=))
DO 10 J=1,20
A1=IA(J)/(2,*R1)
EXTERNAL FUNK
CALL F4INTSMP(B,A1,FUNK,E,IND,R)
CA=PC*R
DO 35 K=1,20
B1=IA(K)/(2,*R2)
CALL F4INTSMP(B,B1,FUNK,E,IND,RX)
CB=PC*RX
35  P(K)=CA*CB
WRITE(2,110)IA(J),(P(L),L=1,20)
110  FORMAT(5X,1HI,15,1HI,20(F6,3),1HI)
JJ=JJ+1
IF(JJ.LT.21)GO TO 10
WRITE(2,200)
200  FORMAT(75X,126(1H=))
10  CONTINUE
PAUSE'OK'
END

```

END OF SEGMENT, LENGTH 294, NAME NUNN

```

FUNCTION FUNK(X)
RETURN
END

```

END OF SEGMENT, LENGTH 15, NAME FUNK

LIBRARY
FINISH

PROGRAM NAME #CPUD, CORE 4784, LOWER AREA 581, PROGRAM 3614

END OF COMPILATION - NO ERRORS

```

LIST
PROGRAM(CPOW)
INPUT1=CR2
OUTPUT2=LPU/160
TRACE
END

C   OBLICZANIE PRAWDOPODOBIEŃSTWA RAZENIA
C   CELU POWIERZCHNIOWEGO
MASTER
DIMENSION A(30),B(20),EA(2),EB(2),RR(4),WI(20)
BB=0.
E=0.001
IND=2
PC=2.*0.476936/(SQRT(3.14159))
PD=1./((0.476936)*SQRT(3.14159))
PE=0.476936**2
S=0.
DO 5 I=1,20
S=S+20.
5   A(I),B(I)=S
DO 6 I=21,50
S=S+20.
6   A(I)=S
READ(1,100)(EA(N),N=1,2),(EB(N),N=1,2),(RR(N),N=1,4)
100 FORMAT(8F0,U)
WRITE(2,50)
30  FORMAT(1H1,1U(/),45X,22(1H*)/45X,1H*,20X,1H*/45X,1H*,1X,
220HPRAWDOPODOBIEŃSTWO */45X,1H*,
33X,12HRAZENIA CELU,5X,1H*/
445X,1H*,1X,16HPOWIERZCHNIOWEGO,3X,1H*/
545X,1H*,1X,20HRR=PRUMIEN RAZENIA */
645X,1H*,1X,16HA,B=WYMIARY CELU,5X,1H*/
745X,1H*,1X,16HEA,EB=ODCHYLENIE,5X,1H*/
845X,1H*,1X,8HSRUDKOWE,5X,1H*/
945X,1H*,20X,1H*/
P45X,22(1H*)
DO 40 I=1,2
E=EA(I)*EB(I)
DO 45 J=1,4
110 WRITE(2,110)RR(J),EA(I),EB(I),(B(N),N=1,20)
FORMAT(1H1,5(/),20X,3HRR=,F5,2,1X,3HEA=,F5,2,1X,
13HEB=,F5,2/4X,128(1H=)/
24X,1H1,6HA/B 1,20(1X,F5,1),1H1/
34X,128(1H=))
DO 10 K=1,30
X1=(A(K)-1.772*RR(J))/2.
X1=ABS(X1)
X2=(A(K)+1.772*RR(J))/2.
A1=X1/EA(I)
A2=X2/EA(I)
EXTERNAL FUNK
CALL F4INTSMP(BB,A1,FUNK,E,IND,R1)
CALL F4INTSMP(BB,A2,FUNK,E,IND,R2)
A3=PE*(A1*A1)
A4=PE*(A2*A2)
S1=A1*R1*PC-PD*(1.-EXP(-A3))
S2=A2*R2*PC-PD*(1.-EXP(-A4))
SA=F*(S2-S1)
DO 15 L=1,20
Y1=(B(L)-1.772*RR(J))/2.
Y1=ABS(Y1)
Y2=(B(L)+1.772*RR(J))/2.
B1=Y1/EB(I)
B2=Y2/EB(I)
CALL F4INTSMP(BB,B1,FUNK,E,IND,R3)
CALL F4INTSMP(BB,B2,FUNK,E,IND,R4)
B3=PE*(B1*B1)
B4=PE*(B2*B2)
S3=R1*R3*PC-PD*(1.-EXP(-B3))
S4=R2*R4*PC-PD*(1.-EXP(-B4))
SP=SA*(S4-S3)
15  WI(L)=SP/(A(K)*B(L))
10  WRITE(2,120)A(K),(WI(N),N=1,20)
120 FORMAT(4X,1H1,F5,1,1H1,20(F6.5),1H1)
45  CONTINUE
WRITE(2,111)
111 FORMAT(10X,126(1H=))
40  CONTINUE
PAUSE'OK'
END

END OF SEGMENT, LENGTH 527, NAME NUNM

FUNCTION FUNK(X)
A2=(0.476936**2)*(X*X)
FUNK=EXP(-A2)
RETURN
END

END OF SEGMENT, LENGTH 30, NAME FUNK

LIBRARY
FINISH

PROGRAM NAME #CPOW, CORE 5552,LOWER AREA 671,PROGRAM 4123
END OF COMPILATION - NO ERRORS

```

```

LIST
PROGRAM(JAN1)
INPUT1=CK0
OUTPUT2=LPU/160
TRACE
END

C   SNP GRUPY ZABEZPIECZENIA
C   DZIAŁAJA W STREFACH RAZENIA POP
C   BEZ ZAKŁOCEN
MASTER
REAL LA
DIMENSION PO(10),P2(16),PA(10)
DIMENSION YNA(16),POP(16),PXNA(16)
DIMENSION WSCG(16),CGOP(16),CGUD(16),
1  CCG(16),EF(16),CWGUD(16),SWGUD(16)
READ(1,100)XNA,XNO,LA,TC1,FA
100  FORMAT(5F0,U)
WRITE(2,50)
50   FORMAT(1H1,10(/),45X,50(1H*)/
145X,1H*,28X,1H*/
245X,50H* WARTOSCI NAUD W ZALEZNOSCI */
345X,50H* OD PROCENTOWEGU SKŁADU */
445X,50H* GRUPY ZABEZPIECZENIA */
545X,1H*,4X,21HDZIAŁAJACEJ W STREFIE,3X,1H*/
645X,1H*,8X,11HRAZENIA POP,9X,1H*/
845X,1H*,28X,1H*/
745X,1H*,8X,12HBEZ ZAKŁOCEN,8X,1H*/
945X,50(1H*))
S=0
DO 5 I=1,10
S=S+U,05
PO(I),P2(I)=S
5   PA(I)=S
DO 6 I=1,16
S=S+U,05
6   P2(I)=S
DO 10 J=1,10
WRITE(2,110)XNA,PA(I),LA,TC1,XNO,FA
110  FORMAT(1H1,///15X,5HNA=,F7,2,2X,5HPA=,F5,5,
12X,5HLA=,F7,2,2X,5HTC=,F5,1,2X,5HNO=,F7,2,
22X,5HFA=,F7,2//6X,111(1H=))
WRITE(2,120)(P2(L),L=1,16)
120  FORMAT(6X,1H1,6X,7HP2 X I ,16(F6,5),1HI/
16X,1H1,109(1H-),1HI)
DO 10 J=1,10
L=16
A=0
DO 20 K=1,16
PXNA(K),POP(K),YNA(K),CGOP(K),
1  CGUD(K),WSCG(K),CGOP(K),EF(K)=0,
X1NA=P2(K)*XNA
BA=XNA-X1NA
IF(X1NA.LT.XNO)GOTO15
W1NA=XNO*PO(J)*(1-PA(I))
GOTO16
15  W1NA=X1NA*((1-PO(J))*(1-PA(I)))+(XNO/X1NA)
CONTINUE
IF(X1NA.GT.XNO)GOTO22
WNO=XNO-X1NA*PA(I)*(1-PO(J))
GOTO12
22  WNO=XNO*((1-(1-PO(J))*PA(I))+(X1NA/XNO))
12  TN=BA/LA
TC=TC1
W2NA=WNO*TN*PO(J)/TC
IF(W2NA.GE.BA)W2NA=BA
YNA(K)=BA-W2NA
POP(K)=W1NA/XNA
IF(YNA(K).EQ.U.)GO TO20
PXNA(K)=WNO
WSCG(K)=100*(XNA-W1NA-YNA(K))/XNA
CGOP(K)=WSCG(K)/(100*W1NA/X1NA)
CGUD(K)=WSCG(K)/(YNA(K)*100/BA)
CCG(K)=WSCG(K)/(YNA(K)+W1NA*100/XNA)
IF(K.EQ.1.OR.K.EQ.16)GOTO20
IF(CGUD(K-1).GT.CGUD(K))GO TU18
GO TO 20
18  A=CGUD(K-1)
L=K-1
20  CONTINUE
IF(A.EQ.U.)A=CGUD(16)+1.E-10
DO21 K=1,16
IF(YNA(L).EQ.U.)GOTO21
CWGUD(K)=(CGUD(K))/A
IF(CWGUD(K).EQ.U.)GO TO 21
SWGUD(K)=YNA(K)/YNA(L)
EF(K)=SWGUD(K)/CWGUD(K)
CONTINUE
21  WRITE(2,130)PO(J),(YNA(L),L=1,16),(FF(L),L=1,16),
1  (PXNA(L),L=1,16)
130  FORMAT(6X,4HIPO=,F5,2,1HI,
16HNAUDI ,16(F6,2),1HI/
26X,1HI,6X,7HIRENTI ,16(F6,5),1HI/
36X,1HI,6X,7HINWUBI ,16(F6,2),1HI/
46X,1HI,109(1H-),1HI)
PAUSE'KONIEC'
END

```

END OF SEGMENT, LENGTH 724, NAME NONM

FINISH

PROGRAM NAME #JAN1, CORE 5550, LOWER AREA 595, PROGRAM 4037

END OF COMPILATION - NO ERRORS

```

LIST
PROGRAM(JAN2)
INPUT1=CKO
OUTPUT2=LPU/16U
TRACE
END

C   SNP GRUPY ZABEZPIECZENIA
C   DZIAŁAJA W STREFACH RAZENIA POP
C   SILNE ZKŁOCENIA
MASTER
REAL LA
DIMENSION PU(10),P2(16),PA(10)
DIMENSION YNA(16),POP(16),PXNA(16)
DIMENSION WSCG(16),CGUP(16),CGUD(16),
100 CCG(16),EF(16),CWGUD(16),SWGUD(16)
    READ(1,100)XNA,XNO,LA,TC1,FA
    FORMAT(3F0,0)
    WRITE(2,30)
50   FORMAT(1H1,10(/),45X,50(1H*))
    145X,1H*,28X,1H*/
    245X,50H* WARTOSCI NAUD W ZALEZNOSCI */
    345X,50H*   OD PROCENTOWEGO SKŁADU */
    445X,50H*   GRUPY ZABEZPIECZENIA */
    545X,1H*,4X,21HDZIAŁAJACEJ W STREFIE,3X,1H*/
    645X,1H*,8X,11HRAZENIA POP,9X,1H*/
    845X,1H*,28X,1H*/
    745X,1H*,7X,14HZ ZAKŁOCENIAMI,7X,1H*/
    945X,50(1H*))
    S=0
    DO 5 I=1,10
    S=S+U,05
    P2(I)=S
5   PA(I)=S
    DO 6 I=11,16
    S=S+U,05
    P2(I)=S
6   DO 10 I=1,10
    WRITE(2,110)XNA,PA(I),LA,TC1,XNO,FA
110  FORMAT(1H1,11/15X,5HNA=,F7,2,2X,5HPA=,F5,5,
    12X,5HLA=,F7,2,2X,5HTC=,F5,1,2X,5HNO=,F6,2,
    22X,5HFA=,F7,2/16X,111(1H*))
120  WRITE(2,120)(P2(L),L=1,16)
    FORMAT(6X,1H1,6X,7HP2 X I ,16(F6,3),1H1/
    16X,1H1,109(1H-),1H1)
    DO 10 J=1,10
    L=16
    A=0
    DO 20 K=1,16
    PXNA(K),POP(K),YNA(K),CGUP(K),
100 CGUD(K),WSCG(K),CGUP(K),EF(K)=0,
    X1NA=P2(K)*XNA
    BA=XNA-X1NA
    IF(X1NA.LT.XNO)GOTO15
    W1NA=XNO*PU(J)*(1-PA(I))
    GOTO16
15   W1NA=X1NA*((1-PU(J))*(1-PA(I)))*(XNO/X1NA)
16   CONTINUE
    IF(X1NA.GT.XNO)GOTO22
    WNO=XNO-X1NA*PA(I)*(1-PU(J))
    GOTO12
22   WNO=XNO*((1-(1-PU(J))*PA(I)))*(X1NA/XNO)
12   TN=FA/LA
    TC=TC1+P2(K)/0.8
    W2NA=WNO*TN*PU(J)/TC
    IF(W2NA.GE.BA)W2NA=BA
    YNA(K)=BA-W2NA
    POP(K)=W1NA/XNA
    IF(YNA(K).EQ.0.)GOTO20
    PXNA(K)=WNO
    WSCG(K)=100*(XNA-W1NA-YNA(K))/XNA
    CGUP(K)=WSCG(K)/(100*W1NA/X1NA)
    CGUD(K)=WSCG(K)/(YNA(K)*100/BA)
    CCG(K)=WSCG(K)/(YNA(K)+W1NA*100/XNA)
    IF(Y.EQ.1.OR.K.EQ.16)GOTO20
    IF(CGUD(K-1).GT.CGUD(K))GOTO18
    GO TO 20
18   A=CGUD(K-1)
    LEK=1
20   CONTINUE
    IF(A.EQ.0.)A=CGUD(16)+1.E-10
    DO 21 K=1,16
    IF(YNA(L).EQ.0.)GOTO21
    CWGUD(K)=CGUD(K)/A
    IF(CWGUD(K).EQ.0.)GO TO 21
    SWGUD(K)=YNA(K)/YNA(L)
    EF(K)=SWGUD(K)/CWGUD(K)
21   CONTINUE
10   WRITE(2,130)PU(J),(YNA(L),L=1,16),(EF(L),L=1,16),
130  1(PXNA(L),L=1,16)
    FORMAT(6X,4H1PU=,F5,2,1H1,
    16HNAUDI ,16(F6,2),1H1/
    26X,1H1,6X,7HIRENTI ,16(F6,3),1H1/
    36X,1H1,6X,7HINWUBI ,16(F6,2),1H1/
    46X,1H1,109(1H-),1H1)
    PAUSE 'KONIEC'
END

```

END OF SEGMENT, LENGTH 729, NAME NUNH

FINISH

PROGRAM NAME #JAN2, CORE 5558, LOWER AREA 597, PROGRAM 4044

END OF COMPILATION - NO ERRORS

314

Nr dz. ksero: 035 data: 13.03.84.
 WOSR Ego. nr: 2

Wydr. w 1 egz. - a/a
 Wyk. mjr Jagielski
 Dr. RL, dnia 28.02.84r.
 Nr 062/W

