R G B WH GR BL Grey Scale #13 C M Y K
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

[redacted]

Egz. Nr 2

Ppłk mgr inż. Grzegorz NAKIELSKI

WSPOMAGANIE PROCESÓW DECYZYJNYCH W SYSTEMIE DOWODZENIA OBRONĄ POWIETRZNĄ RP

Rozprawa doktorska

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej
57718
09-057718-000-0

57718

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/3585
05-003585-002-0

ewid.

WARSZAWA 1997

Colour Chart #13
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Inches Centimetres
DANES-PICTA.COM

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

BIBLIOTEKA GŁÓWNA – ARCHIWUM Akademii Obrony Narodowej Nr 57718

~~Do użytku służbowego~~

Egz. Nr .....2.

ppłk mgr inż. Grzegorz NAKIELSKI

WSPOMAGANIE PROCESÓW DECYZYJNYCH W SYSTEMIE DOWODZENIA OBRONĄ POWIETRZNĄ RP

Rozprawa doktorska

Promotor
płk dr hab. inż. Czesław FLANEK

WARSZAWA **1997**

BIBLIOTEKA GŁÓWNA Nr ewid. .....

Spis treści

Wstęp 7

Wykaz używanych skrótów i oznaczeń 15

Rozdział 1. Założenia metodologiczne 21

1.1. Sformułowanie problemu, celu głównego i celów szczegółowych badań, problemy badawcze 21

1.1.1. Sytuacja problemowa 21

1.1.2. Cel główny i cele szczegółowe rozprawy (badań) 33

1.1.3. Problemy badawcze 34

1.2. Hipoteza robocza 35

1.3. Przebieg badań, metody i techniki badawcze 36

1.4. Liczebność badanej populacji i teren badań 43

1.5. Istota i treści wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej 45

1.5.1. Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie 45

1.5.2. Systemy wspomagania decyzji 48

1.5.3. Teoria podejmowania decyzji 55

1.5.4. Procesy informacyjno-decyzyjne w podsystemie dowodzenia 65

1.5.5. Procesy informacyjno-decyzyjne w dowodzeniu 72

Rozdział 2. Charakterystyka systemów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) RP 79

2.1. Funkcje i zadania Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej w ramach systemu OP RP (SZ RP) 79

2.2. System dowodzenia obroną powietrzną RP 80

2.2.1. System dowodzenia obroną powietrzną WLOP - stan aktualny 82

2.2.2. Struktura systemu dowodzenia obroną powietrzną RP 86

2.2.3. Organy dowodzenia OP RP i ich podstawowe zadania 87

2.2.4. System dowodzenia OP RP - okres przejściowy 88

2.2.5. Koncepcja perspektywicznej OP (po 2010r.) 91

2.2.6. System dowodzenia OP RP - stan docelowy 92

2.2.7. Współpraca systemu OP RP z systemem państw zachodnich 93

2.3. System dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych 94

2.3.1. Podstawowe pojęcia 94

2.3.2. Podsystem dowodzenia wojskami OPL wojsk lądowych 97

2.3.3. Stanowiska (punkty) i organa dowodzenia wojsk OPL wojsk lądowych 98

2.4. System dowodzenia obroną przeciwlotniczą MW 102

2.4.1. Struktura dowodzenia OPL MW na tle struktury dowodzenia marynarką wojenną 102

2.4.2. System OPL MW, struktura organizacyjna i funkcjonalna 106
2.4.3. Siły i środki OPL MW 113
2.4.4. Powszechna obrona przeciwlotnicza w MW 113
2.4.5. Współdziałanie systemu OPL MW z WLOP 114
2.4.6. Wspomaganie dowodzenia OPL MW w okresie planowania oraz w czasie bezpośredniego użycia środków ogniowych 118
2.5. Wybrane elementy dowodzenia w systemie OP państw zachodnich 121
2.5.1. Ogólne zasady dowodzenia siłami powietrznymi NATO 121
2.5.2. Dowodzenie lotnictwem taktycznym wykonującym zadania wsparcia lotniczego wojsk lądowych (OAS) 131
2.5.3. Procedury stosowane w działaniach lotnictwa taktycznego wykonującego zadania wsparcia lotniczego 134

Rozdział 3. Efektywność systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą) 135
3.1. Kryteria oceny efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą) 135
3.1.1. Kryteria i metody oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych 135
3.1.2. Kryteria oceny efektywności podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego 142
3.1.3. Kryteria oceny efektywności podsystemu rakietowo-artyleryjskiego osłony 151
3.1.4. Kryteria oceny efektywności podsystemu dowodzenia 162
3.1.5. Kryteria oceny efektywności podsystemu zabezpieczenia techniczno-specjalnego 179
3.1.6. Problem kompleksowej oceny efektywności systemu obrony przeciwlotniczej wojsk lądowych 181
3.2. Wpływ automatyzacji systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą) na ich efektywność 193
3.2.1. Teoretyczne podstawy oceny efektywności zautomatyzowanych systemów dowodzenia 193
3.2.2. Wpływ zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności na efektywność dowodzenia 209
3.2.3. Wymagania stawiane zautomatyzowanym systemom dowodzenia i łączności 210
3.2.4. Wskaźniki oceny efektywności systemu łączności i ZtSD 212
3.2.5. Analiza operatywności dowodzenia jako głównego wskaźnika efektywności dowodzenia 213
3.3. Zakres funkcjonalny automatyzacji 216

Rozdział 4. Zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) SZ RP 229
4.1. Zautomatyzowane systemy dowodzenia OP WLOP 233
4.1.1. Klasyfikacja zautomatyzowanych systemów dowodzenia WLOP 233
4.1.2. Właściwości funkcjonalne zautomatyzowanych systemów

dowodzenia WLOP 237
4.1.3. Ogólne zasady zbierania i przetwarzania informacji o sytuacji powietrznej w WLOP przez obiekty automatyzacji 250
4.1.4. Ogólne zasady wspomagania dowodzenia aktywnymi środkami obrony przez obiekty automatyzacji 252
4.2. Zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych 254
4.2.1. Ogólna charakterystyka zautomatyzowanego systemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych ADAM 256
4.2.2. Charakterystyka obiektu ADAM-4 259
4.2.3. Charakterystyka obiektu ADAM-2 262
4.2.4. Charakterystyka obiektu ADAM-1 268
4.2.5. Zautomatyzowany wóz dowodzenia obrony przeciwlotniczej szczebla taktycznego ZWD-10R 271
4.3. Zautomatyzowany system dowodzenia OPL MW 272
4.3.1. Ogólna charakterystyka zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW 272
4.3.2. Przeznaczenie zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW ŁEBA 279
4.3.3. Struktura zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW 281
4.3.4. Zautomatyzowane stanowisko wielkoformatowego zobrazowania sytuacji 287
4.3.5. Wybrane procesy decyzyjne rozwiązywane w ZtSD MW 289
4.4. Stan prac i kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) SZ RP 294
4.4.1. Kierunki doskonalenia organizacji i struktur dowodzenia obroną powietrzną wynikające z przyjętej koncepcji restrukturyzacji OP RP ..294
4.4.2. Stan prac i kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów obroną powietrzną WLOP 300
4.4.3. Kierunki zmian automatyzacji systemów dowodzenia OPL wojsk lądowych 310
4.4.4. Stan aktualny i kierunki automatyzacji dowodzenia MW 320

Rozdział 5. Wybrane modele i algorytmy wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) 327
5.1. Modele i algorytmy na okres planowania i organizowania obrony powietrznej 331
5.2. Modele i algorytmy na okres odpierania nalotów ŚNP (pracujących w czasie rzeczywistym) 341
5.2.1. Metoda optymalnego przydziału środków OP do zwalczania celów powietrznych 341

Rozdział 6. Tendencje rozwojowe zautomatyzowanych systemów C3I2/WE...349
6.1. Charakterystyka systemów C3I2/WE 349
6.1.1. Elementy rozwojowe systemów C3I2 349

6.1.2. Struktura i dotychczasowy stan systemów C3I 351
6.1.3. Najbliższe perspektywy 356
6.1.4. Tendencje rozwojowe 357
6.1.5. C4I2/WE - model perspektywicznego systemu dowodzenia 362
6.2. Przykłady wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej państw NATO 368
6.2.1. System dowodzenia strategicznych sił powietrznych 465L SACCS 369
6.2.2. Zautomatyzowany system dowodzenia siłami powietrznymi USA - 474L 374
6.2.3. Połączony system dowodzenia obrony powietrznej kontynentu północnoamerykańskiego NORAD - 425L 375
6.2.4. System dowodzenia obroną powietrzną SAGE i BUICK - 3 378
6.2.5. Zautomatyzowany system wczesnego ostrzegania przed uderzeniami międzykontynentalnych pocisków rakietowych BMEWS - 474L 379
6.2.6. System dowodzenia obroną powietrzną 412L 379
6.2.7. System dowodzenia obroną powietrzną LINESMAN 380
6.2.8. System dowodzenia lotnictwem taktycznym 407L 380
6.2.9. Zintegrowany system dowodzenia obroną powietrzną NATO-NADGE 382
6.2.10. Powietrzny system wykrywania i naprowadzania AWACS - NIMROD 386
6.2.11. Francuski podsystem obrony powietrznej STRIDA 390
6.2.12. Zestaw rakietowy ADATS do zwalczania celów powietrznych i naziemnych 394

Rozdział 7. Badania ankietowe 397
7.1. Cel badań ankietowych 397
7.2. Charakterystyka badanej populacji 398
7.3. Opis programu SFAN 399
7.4. Wyniki badań ankietowych 400
7.5. Wnioski z badań ankietowych 417

Wnioski i zakończenie 423
Bibliografia 433
Wykaz załączników 437
Załączniki 439

Wstęp

Trudno wyobrazić sobie dzisiaj skuteczne funkcjonowanie systemu obronnego Rzeczypospolitej Polski w tym także systemu obrony powietrznej bez sprawnego i efektywnego dowodzenia[1]. Doświadczenia wojen lokalnych, a w szczególności konfliktu w rejonie Zatoki Perskiej utwierdzają w przekonaniu, że obrona powietrzna jest tym elementem potencjału militarnego państwa, od którego w decydującej mierze zależy przebieg całej strategicznej operacji obronnej.

Zasadniczym ogniwem w procesie dowodzenia są ludzie (dowódcy), stąd też od ich przygotowania do realizacji zadań w działaniach bojowych, zależeć będzie sprawne oraz efektywne wykorzystanie sił i środków na współczesnym polu walki[2]. Od dowódców wymaga się sprawnego i skutecznego działania, a to jest kluczem do prowadzenia efektywnych działań tak bardzo pożądanych w czasie prowadzenia walki. Złożoność i dynamika współczesnego pola walki oraz poczucie odpowiedzialności dowódców za realizację zadań powoduje, że podejmowane w warunkach ciągłego zagrożenia zdrowia i życia ludzkiego decyzje obarczone będą dużymi błędami, a w konsekwencji prowadzą do małej skuteczności działań bojowych dowodzonych jednostek. Badania empiryczne, podczas których analizowano strukturę procesów podejmowania decyzji dowiodły, że zdecydowaną większość decyzji podejmuje się jedynie na podstawie doświadczenia i intuicji kierowników[3] (dowódców). Przyczynami takiego stanu jest zbyt niski stan badań teorii i praktyki, a także systematycznych studiów problemu, przede wszystkim w szkolnictwie i instytucjach naukowych, również wojskowych. W praktyce objawia się to tym, że dowódcy w tym również dowódcy wojsk obrony powietrznej (obrony przeciwlotniczej) nie mają do dyspozycji odpowiednich narzędzi wspomagających procesy decyzyjne, tak w czasie poprzedzającym działania bojowe jak i w trakcie ich prowadzenia. Uważa się, że w nowoczesnej armii nie powinno być miejsca dla systemów dowodzenia, w których dowódcy podejmują decyzje przede wszystkim na podstawie doświadczenia czy intuicji, a w coraz szerszym stopniu po-

---

[1] Zespół pod kierunkiem S. Antczaka, Podstawy dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej, Warszaw, AON, 1993r.

[2] Tamże.

[3] B Wawrzyniak, Decyzje kierownicze w teorii i praktyce zarządzania. PWE, 1977r.

miejsca dla systemów dowodzenia, w których dowódcy podejmują decyzje przede wszystkim na podstawie doświadczenia czy intuicji, a w coraz szerszym stopniu powinno stosować się wszelkiego rodzaju narzędzia informatyczne tak, aby w procesie podejmowania decyzji mieć do czynienia z profesjonalizmem i umiejętnością.

Skuteczność obrony powietrznej w dużej mierze uzależniona jest od organizacji i funkcjonowania systemu dowodzenia wojskami obrony powietrznej, w szczególności sprawności procesu decyzyjnego. Wymóg znacznego usprawnienia procesu dowodzenia, w tym także procesu decyzyjnego jest możliwy do osiągnięcia poprzez wspomaganie tego procesu poprzez informatyzację i automatyzację.

Wspomaganie dowodzenia stanowi trwałą tendencję rozwojową wszystkich nowoczesnych armii, bez względu na bieżącą sytuację polityczną. Jest on czynnikiem wzmacniania potencjału bojowego wojsk. Wspomaganie dowodzenia oparte jest o najbardziej zaawansowane technologie i metody.

Stąd też w Siłach Zbrojnych RP od kilkudziesięciu lat prowadzone są prace w tym zakresie - z różnym zresztą skutkiem. Głównym celem tych prac jest zwiększenie operatywności dowodzenia na wszystkich szczeblach dowodzenia w stopniu zapewniającym spełnienie wymagań operacyjno - taktycznych wynikających z rozmachu i dynamiki współczesnego pola walki.

Zaawansowanie prac nad wspomaganiem dowodzenia w poszczególnych rodzajach Sił Zbrojnych RP jest dość zróżnicowane. Najbardziej zaawansowane są prace dotyczące systemów dowodzenia i kierowania środkami walki w WLOP, Marynarce Wojennej i Wojskach OPL Wojsk Lądowych.

Dlatego celowym i zasadnym było podjęcie próby usystematyzowania niektórych pojęć i treści związanych z wspomaganiem procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia wojskami obrony powietrznej (przeciwlotniczej). W pracy podjęto również badania mające na celu zdiagnozowanie obecnego stanu automatyzacji dowodzenia oraz określenie dalszego kierunku rozwoju systemów wspomagających dowódcę w procesie podejmowania decyzji.

Bezpośrednim powodem podjęcia rozprawy doktorskiej pt. „Wspomaganie procesów decyzyjnych w systemie dowodzenia obroną powietrzną[4] RP" były:

- zainteresowania osobiste i zawodowe;
- inspiracja środowiska zawodowego (przełożonych i kolegów);
- zapotrzebowanie wojsk na syntetyczne i kompleksowe uporządkowanie problematyki dotyczącej wspomagania dowodzenia w systemie obrony powietrznej RP;
- rozwój techniki (informatyki i elektroniki) zapewniający możliwość efektywnego wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia;
- wpływ restrukturyzacji Sił Zbrojnych RP na koncepcje tzw. automatyzacji dowodzenia.

Znane mi prace dotyczące wspomagania dowodzenia w systemach OP dotyczyły przede wszystkim problematyki związanej z automatyzacją zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej, problem wspomagania procesu decyzyjnego traktowały wycinkowo oraz marginalnie i tak:

- rozprawa doktorska J. Banasia na temat: „Kompleksowe wykorzystanie sił i środków radiolokacyjnych w jednolitym systemie rozpoznania OP" zawiera bardzo ogólnie, sposób wykorzystania sił i środków radiolokacyjnych w jednolitym systemie rozpoznania OP. W pracy tej autor zajmuje się głównie prowadzeniem rozpoznania radiolokacyjnego w wojskach radiotechnicznych WLOP oraz zabezpieczeniem działań bojowych aktywnych środków walki OP, nie uwzględniając sposobu realizacji opracowania informacji o sytuacji powietrznej, a tym bardziej problemu jego automatyzacji;
- w rozprawie doktorskiej M. Adamczyka na temat: „Informacja radiolokacyjna w procesie dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej na terytorium kraju", mimo sprecyzowania koncepcji obiegu informacji o sytuacji powietrznej w systemie OP, nie rozwiązano problemu kompleksowo. Autor skupił się głównie na pozyskaniu tej informacji i jej wykorzystaniu w procesie dowodzenia siłami i środkami OP, natomiast sposób jej opracowania zwłaszcza w kontekście automatyzacji został potraktowany marginalnie;

[4] Do wojsk obrony powietrznej (OP) autora zalicza: Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej, wojska obrony przeciwlotniczej Wojsk Lądowych oraz wojska obrony przeciwlotniczej Marynarki Wojennej.

- w rozprawie doktorskiej Z. Andrzejczaka na temat: „Doskonalenie rozpoznania radiolokacyjnego w operacji obronnej armii", rozpatrzone zostały głównie problemy dotyczące podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego WLOP, traktując zbiór i opracowanie informacji jedynie w aspekcie potrzeb obrony powietrznej ogólnowojskowego związku operacyjnego;
- w sposób bardziej obszerny problem automatyzacji zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej został potraktowany w rozprawie doktorskiej J. Kwiatkowskiego na temat: „Rozpoznanie radiolokacyjne dla potrzeb dowodzenia obroną przeciwlotniczą frontu w świetle rozwoju środków automatyzacji", lecz nie został ujęty kompleksowo, a jedynie ograniczony do zabezpieczenia środków WOPL;
- w rozprawie doktorskiej D. Jankiewicza i L. Winsztala na temat: „Potrzeby informacyjne stanowiska dowodzenia związku operacyjno - taktycznego obrony powietrznej" w sposób szczegółowy przeanalizowane zostały potrzeby informacyjne stanowiska dowodzenia związku operacyjno - taktycznego OP, jednak ze względu na tak określoną tematykę i zawężenie obszaru badań do jednego szczebla dowodzenia nie można wnioskować o kompleksowym wykorzystaniu i rozwoju urządzeń zautomatyzowanych;
- w rozprawie habilitacyjnej Z. Groszka na temat: „Rozpoznanie w systemie obrony powietrznej RP", autor ujął problem głównie w zakresie integracji systemu rozpoznania radiolokacyjnego i radioelektronicznego. Rozprawa zawiera warianty przyszłościowego systemu rozpoznania OP, a także rolę środków automatyzacji, jednak szczegółowe problemy ich wykorzystania i rozwoju nie są podejmowane;
- podobnie w rozprawie doktorskiej M. Grzybowskiego, na temat: „Doskonalenie zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej w systemie rozpoznania radiolokacyjnego", autor w sposób wyczerpujący przedstawił możliwe warianty struktury systemu zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej, jednak generalnie nie zajmował się urządzeniami realizującymi ten proces.

W innych opracowaniach naukowych[5] jedynie wskazano na potrzebę rozpatrzenia problemów zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej w aspekcie wykorzystania urządzeń, które realizują ten proces w sposób zautomatyzowany.

W publikacjach ukazujących się na łamach różnych czasopism wojskowych, dotyczących automatyzacji dowodzenia, a w szczególności automatyzacji zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej formułowane są ogólne poglądy, potwierdzające potrzebę i konieczność tego procesu, nie stanowią one jednak konkretnych,ani tym bardziej szczegółowych w tym zakresie rozwiązań.

Rozprawa składa się z siedmiu rozdziałów, wniosków i zakończenia oraz załączników.

W rozdziale pierwszym: **Założenia metodologiczne** zawarto uzasadnienie wyboru tematu, cel badań, problemy badawcze i hipotezę roboczą oraz charakterystykę metod zastosowanych w procesie badawczym. Przedstawiono w nim także zakres i etapy badań. Rozdział ten spełnia funkcję systematyzującą z punktu widzenia zgromadzonych doświadczeń, jak również procesu prowadzonych badań. Następne rozdziały stanowią kolejne fazy poszukiwań odpowiedzi na pytania zawarte w problemach badawczych.

W rozdziale drugim: **Charakterystyka systemów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą)** przedstawiono identyfikację i analizę istniejącego systemu dowodzenia obroną powietrzna WLOP oraz obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych i MW. W rozdziale tym ponadto opisano wybrane elementy dowodzenia siłami powietrznymi państw NATO.

W rozdziale trzeci: **Efektywność systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą)** zawarto kryteria oceny efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) w tym problem kompleksowej oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych. Ponadto przedstawiono wpływ automatyzacji sys-

[5] K. Kowalski, Organizacja wykrywania i śledzenia rakiet skrzydlatych na małych wysokościach w wybranych rejonach PRL, rozprawa doktorska, ASG WP, Warszawa 1989.
M. Koselski, Jakość informacji radiolokacyjnej i jej wpływ na działania bojowe wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego w świetle prognozowania rozwoju ŚNP, rozprawa doktorska, AON WP, Warszawa 1993.

temów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) na ich efektywność oraz zakres funkcjonalny automatyzacji systemów dowodzenia.

W rozdziale czwartym: **Zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną SZ RP** przedstawiono ogólną charakterystykę zautomatyzowanych systemów dowodzenia WLOP, WOPL i MW, a ponadto dodatkowo ujęto w nim stan prac i kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą).

W rozdziale piątym: **Wybrane modele i algorytmy wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia obrona powietrzną (przeciwlotniczą)** zaproponowano przykłady modeli i algorytmów mogących mieć zastosowanie w czasie planowania i organizowania obrony powietrznej (przeciwlotniczej) jak również w czasie odpierania nalotów ŚNP (pracujące w czasie rzeczywistym).

W rozdziale szóstym: **Tendencje rozwojowe zautomatyzowanych systemów dowodzenia - C3 I2/WE** przedstawiono charakterystykę i tendencje rozwojowe systemów C3 I2/WE oraz przykłady wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej państw NATO, na podstawie wybranych zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą).

W rozdziale siódmym: **Badania ankietowe** ujęto strukturę oraz najistotniejsze rezultaty badań empirycznych. W podrozdziale „Cel badań ankietowych" dokonano uzasadnienia oraz potrzebę zastosowania w badaniach społecznych metody ankietowej. W końcowej części rozdziału sformułowano wnioski z analizy otrzymanych wyników badań ankietowych opartych również na rezultatach konsultacji z oficerami Akademii Obrony Narodowej, Wojskowej Akademii Technicznej, Wyższej Oficerskiej Szkoły Radiotechnicznej oraz Dowództw WLOP, WOPL i MW. Zawarte w rozdziale wyniki były między innymi podstawą do weryfikacji przyjętej hipotezy roboczej oraz sformułowania wniosków końcowych pracy.

Wnioski i zakończenie obejmują podsumowanie zawartych w rozprawie rozważań w aspekcie ważności poruszanych problemów, będących uogólnioną sumą wniosków z przeprowadzonego procesu badawczego. Przedstawiona teoria, zasady, metody i środki wspomagania procesów decyzyjnych oraz propozycje rozwiązań

badanych problemów powinny być pomocne w szkoleniu dowództw i sztabów WLOP, OPL wojsk lądowych, OPL Marynarki Wojennej oraz kadry i studentów uczelni wojskowych.

W końcowej części rozprawy zamieszczono **załączniki** z wybranymi wynikami badań, które ilustrują przedstawioną problematykę.

Przeprowadzenie badań nie byłoby możliwe bez życzliwego klimatu, pomocy merytorycznej i warunków stworzonych przez: kadrę Dowództwa Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, przedstawicieli Dowództwa Marynarki Wojennej, oficerów Szefostwa Wojsk Obrony Przeciwlotnicze, Komendę Wyższej Oficerskiej Szkoły Radiotechnicznej obecnie Centrum Szkolenia Radioelektronicznego, którym tą drogą składam serdeczne podziękowania. Dziękuję także: Komendantowi Wydziału Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej płk. pil. prof. dr. hab. Eugeniuszowi Zabłockiemu, Szefowi Katedry Systemów Kierowania i Zabezpieczenia płk. prof. dr. hab. Stefanowi Antczakowi, Szefowi Katedry Eksploatacji Systemów Radiotechnicznych płk. dr. hab. Franciszkowi Mroczko oraz ekspertom i kolegom za wszechstronną pomoc, cenne rady i profesjonalne wskazówki. Szczególnie serdecznie dziękuję promotorowi płk. dr. hab. Czesławowi Flankowi za naukową pomoc i kierowanie tą pracą.

Wykaz używanych skrótów i oznaczeń

ACCS	- zautomatyzowany system dowodzenia SP NATO;
ACUS	- Area Common User System;
ADDS	- Army Data Distribution System;
ADOC	- ośrodek operacyjny rejonu OP;
AFATDS	- Advanced Field Artillery Tactical Data System;
ALCE	- zespół kierowania transportem powietrznym;
AOCC	- ośrodek dowodzenia działaniami bojowymi LT;
AON	- Akademia Obrony Narodowej;
APN	- aparatura przyrządowego naprowadzania;
ASAS	- All Source Analysis and Control System;
ASOC	- ośrodek bezpośredniego wsparcia lotniczego (Air Support Operations Center);
ASOC	- ośrodek nadzoru przestrzeni powietrznej (Air Soverenity Operations Center);
ATCCS	- Army Tactical Command and Control System;
ATOC	- ośrodek kierowania lotnictwem taktycznym;
AWACS	- powietrzny system wykrywania i naprowadzania;
baplot	- bateria armat przeciwlotniczych;
BAS	- Battlefield Automated System;
BD	- baza danych;
BFA	- Battlefield Functional Area;
BICES	- polowy system gromadzenia i wykorzystania danych dowódcy NATO na ETW;
BIS	- Battlefield Information System;
BL	- baza lotnicza;
BL MW	- bygada lotnicza Marynarki Wojennej;
BM	- baza metod;
BR	- brygada rakiet;
brel	- batalion radioelektroniczny;
BRPlot	- brygada rakiet przeciwlotniczych;
brplot	- bateria rakiet przeciwlotniczych;
BRt	- brygada radiotechniczna;
brt	- batalion radiotechiczny;
BZ	- brygada zmechanizowana;
bzrel	- batalion zakółceń radioelektronicznych;
CAOC	- połączone stanowisko dowodzenia lotnictwem taktycznym i obroną powietrzną rejonu OP;
CBH	- Centralne Biuro Hydrometeorologiczne;
CDAO	- dowództwo Obrony Powietrznej i Operacji Powietrznych SP Francji;
CDK	- centrala dyspozytosko - konferencyjna;
CD	- centrum dowodzenia;
CD i P	- centrum dowodzenia i planowania;
CHS	- Common Hardware and Software;
CIR	- centrum informacji rozpoznawczej;

CK	- centrum kierowania;
CNPI	- Communication Navigation Positioning Integration;
CNR	- Combat Net Radio;
COKRL	- Centralny Ośrodek Koordynacji Ruchu Lotniczego;
COMAIRCENT	- Naczelny Dowódca Połączonych Sił Powietrznych NATO Europy Środkowej;
CP	- posterunek naprowadzania;
CP OP i WL	- centrum planowania obrony powietrznej i wojsk lotniczych;
CRC	- ośrodek wykrywania i naprowadzania;
CRI	- centrum rozpoznawczo - informacyjne;
CRP	- posterunek wykrywania i naprowadzania;
CSD	- centralne stanowisko dowodzenia;
CSSCS	- Combat Service Support Control System;
CYBER - WA	- ZtSD stanowiska dowodzenia KOP;
DAC	- ruchomy komponent dowodzenia systemu ACCS (Deployable ACCS Component) ;
DL	- dywizja lotnicza;
DLMB	- dywizja lotnictwa myśliwsko - bombowego;
DLT	- dywizja lotnictwa taktycznego;
DMW	- dowództwo Marynarki Wojennej;
DOL	- drogowy odcinek lądowania;
dr	- dywizjon rakietowy;
DSL	- dowództwo Sił Lądowych;
DUNAJ	- perspektywicznyzautomatyzowany system dowodzenia obroną powietrzną szczebla taktycznego;
DWLOP	- dowództwo Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej;
EMC -	- elektroniczna maszyna cyfrowa;
EP - 10	- urządzenie sprzęgające podsystemy RPT - 20 i WEKTOR-2WE;
EPLRS	- Enhanced Position Location Reporting System;
ESWD	- eksperckie systemy wspomagania decyzji;
ETW	- europejski teatr wojny;
EWRP	- posterunek wczesnego (dalekiego) wykrywania;
FAADS C3I	- Forward Area Air Defense System C3I;
FACP	- wysunięty posterunek wykrywania, powiadamiania i naprowadzania;
FO	- flotylla okrętów;
FOW	- flotylla obrony wybrzeża;
GB	- gotowość bojowa;
GDL	- grupa dowodzenia lotnictwem;
GK	- grupa kierowania;
GO	- grupa operacyjna;
GPN	- główny punkt naprowadzania;
GW	- grupa współdziałania;
IHFR	- Improved High Freguency Radio;
IMA	- Information Mission Area;
JCOC	- ośrodek działań połączonych;

JTIDS - zautomatyzowany system wymiany danych NATO (Joint Tactical Information Distribution System) ;
KL - korpus lotniczy;
KOP - korpus obrony powietrznej;
krrel - kompania rozpoznania radioelektronicznego;
krt - kompania radiotechniczna;
KSWD - klasyczny system wspomagania decyzji;
KZ - korpus zmechanizowany;
kzrel - kompania zakłóceń radioelektronicznych;
LABCOM - U. S Army Laboratory Command;
LAN - lokalna sieć komputerowa;
LM - lotnictwo myśliwskie;
LMB - lotnictwo myśliwsko - bombowe;
LOTNIA - terytorialny SI KL;
LR - lotnictwo rozpoznawcze;
LSM - lotniskowa stacja meteorologiczna;
LT - lotnictwo transportowe;
LWL - lotnictwo wojsk lądowych;
ŁEBA-20 (ŁB-20) - wyposażenie techniczne SD FOW;
ŁEBA-10M (ŁB-10M) - wyposażenie techniczne POWTiŁ.
M - liczba Macha;
MCS - Maneuver Control System;
MIKOŁAJEK - terytorialny SI WLOP;
MIMIC - Microwave/Milimeter Wave Monolithic Integrated Circuit;
MON - Ministerstwo Obrony Narodowej;
MSE - Mobile Subscriber Eguipment;
MSW - Ministerstwo Spraw Wewnętrznych;
MW - Marynarka Wojenna;
NADGE - zautomatyzowany system dowodzenia obroną powietrzną NATO;
NAEWFC - dowództwo powietrznych sił wykrywania i naprowadzania NATO;
NDI - Nondevelopmental Items;
NATO - Organizacja Paktu Północnoatalantyckiego;
NICS - zintegrowanym systemem łączności NATO;
NOTEĆ (L,W,C) - podsystem kontroli ruchu lotniczego:
NW - naczelny wódz;
NWPN - niezautomatyzowany wysunięty punkt naprowadzania;
OAS - ośrodek analizy skażeń;
OBRAZ - urządzenie zobrazowania sytuacji powietrznej;
OC - obrona cywilna;
ODL - ośrodek dowodzenia lotnictwem;
ODN - ośrodek dowodzenia i naprowadzania;
OKRL - ośrodek kierowania ruchem lotniczym;
OP - obrona powietrzna;
OPDiN - okrętowy punkt dowodzenia i naprowadzania;
OPK - obrona powietrzna kraju;
OPiL - obrona powietrzna i lotnictwo;

OPL - obrona przeciwlotnicza;
ORrel - ośrodek rozpoznania radioelektronicznego;
OSET - urządzenie wielkoformatowego zobrazowania;
O-T - operacyjno - taktyczny;
OW - okręg wojskowy;
OWAL - 2A - podsystem automatyzacji dowodzenia pr WLOP;
paplot - pułk armat przeciwlotniczych;
PD - punkt dowodzenia;
PIT - Przemysłowy Instytut Telekomunikacji;
plm - pułk lotnictwa myśliwskiego;
plmb - pułk lotnictwa myśliwsko - bombowego;
plot - przeciwlotniczy;
PłSD - połączone stanowisko dowodzenia;
PN - punkt naprowadzania;
POWTiŁ - posterunek obserwacji wzrokowo - technicznej i łączności;
pplot - pułk przeciwlotniczy;
PPWN - powietrzny punkt wykrywania i naprowadzania;
pr - pułk rakiet;
PRRel - punkt rozpoznania radioelektronicznego;
prt - pułk radiotechniczny;
PSM - polowa stacja meteorologiczna;
PSP - połączone Siły Powietrzne;
PTSP - połączone taktycze siły powietrzne;
PW - posterunek wykrywania
PWN - posterunek wykrywania i naprowadzania;
PWLOP - Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej;
PZR - przeciwlotniczy zestaw rakietowy;
PZRel - posterunek zakłóceń radioelektronicznych;
RADOC - Ośrodek operacyjny strefy OP;
RBM - rejonowe biuro meteorologiczne;
r/el - radioelektroniczny;
RL - ruch lotniczy;
r/lok - radiolokacyjny;
RLP - posterunek radiolokacyjny;
RLS - radiolokacyjna stacja;
ROKRL - rejonowy ośrodek kierowania ruchem lotniczym;
RP - Rzeczpospolita Polska;
RPT -10, RPT - 20 (DUNAJEC) - obiekty automatyzacji dowodzenia brt WLOP;
RSK - rozległa sieć komputerowa;
RSWP - radiolokacyjna stacja wstępnego poszukiwania;
RSZ - zestaw automatyzacji dowodzenia bzrel WLOP;
RW - rodzaj wojsk;
SACEUR - główny dowódca NATO w Europie,
SC - szczebel centralny;
SCOTT - Single Channel Objective Tactical Terminal;
SD - stanowisko dowodzenia;

SDO	- stanowisko dowódczo - obserwacyjne;
SG	- sztab generalny;
SI	- system informatyczny;
SINCGARS	- Single Channel Ground and Airborne Radio System;
SIZ	- systemy informatyczne zarzadzania;
SK	- system kierowania;
SL	- siły lądowe;
SLWN	- skrzydło lotnictwa wykrywania i naprowadzania;
SMK - 10	- terminal podystemu OWAL-2A lub RUDNIA;
SOC	- ośrodek operacyjny sektora OP;
SOP	- system obrony powietrznej;
SRL	- stacja radiolokacyjna;
ST	- systemy transakcyjne;
STRIDA-II	- system OP Francji;
SZ	- siły zbrojne;
SZBM	- systemy zarządzania bazą metod;
S - 125	- PZR małego zasięgu WLOP;
S - 75	- PZR średniego zasięgu WLOP;
S - 200	- PZR dalekiego zaięgu WLOP;
SWD	- system wspomagania decyzji;
ŚNP	- środki napadu powietrznego;
TACC	- ośrodek dowodzenia lotnictwem taktycznym;
TACP	- grupa kierowania lotnictwem taktycznym;
TP SA	- Telekomunikacja Polska - spółka akcyjna;
TRITAC	- Tri Service Tactical Communicotion;
TT	- taktyczno - techniczne;
TUOC	- SD jednostki lotniczej;
UKADGE	- system OP Wielkiej Brytanii;
UKF	- fale ultra krótkie;
ULC	- Unit Level Computer;
UW	- Układ Warszawski;
WAT	- Wojskowa Akademia Techniczna;
WARTA - B	- ZtSD dywizją LMB;
WEKTOR - 2WE	- podsystem automatyzacji dowodzenia BR WLOP;
WIDŁAK	- ZtSD CSD WLOP;
WL	- Wojska Lotnicze;
WLOP	- Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej;
WOPK	- Wojska Obrony Powietrznej Kraju;
WOPL	- Wojska Obrony Przeciwlotniczej;
WPZ	- Wojskowy Przegląd Zagraniczny;
WP - 11	- aparatura przyrządowego naprowadzania;
WR	- wojska rakietowe;
WR i A	- wojska rakietowe i artylerii;
WRe	- walka radioelektroniczna;
WRLP	- wysunięty posterunek radiolokacyjny;
WRt	- wojska radiotechniczne;

WSD	- wyższe stany gotowości bojowej;
WSyD	- wojenny system dowodzenia;
WZR RAWAR	- Warszawskie Zakłady Radiowe RAWAR;
VHSIC	- very high speed integrated circuit
ZCSD	- zapasowe centalne stanowisko dowodzenia;
ZD	- zespół dowodzenia;
ZENIT - 40	- ZtSD centrum dowodzenia SD WOPL SC lub ZO;
ZENIT - 20	- ZtSD SD prt lub brt WOPL;
ZENIT - 10	- ZtSD krt WOPL;
ZI	- zespół informatyki;
ZO	- związek operacyjny;
ZO-T	- związek operacyjno - taktyczny;
ZPN	- zautomatyzowany punkt naprowadzania;
ZPiW	- zespół planowania i współdziałania;
ZSD	- zapasowe stanowisko dowodzenia;
ZtSD	- zautomatyzowany system dowodzenia;
ZT	- związek taktyczny;
ZWPN	- zautomatyzowany wysunięty punkt naprowadzania;
5F24	- kabina sprzężenia dr z ZtSD WEKTOR - 2WE.

Rozdział 1. Założenia metodologiczne

1.1. Sformułowanie problemu, celu głównego i celów szczegółowych badań, problemy badawcze

1.1.1. Sytuacja problemowa

Dowodzenie wojskami uważane jest za jedną ze specyficznych form kierowania zespołami ludzkimi. Jest podporządkowane celom walki zbrojnej i ma zapewnić efektywne, racjonalne, o ile możliwe optymalne wykorzystanie sił i środków, czasu, terenu i wszelkich możliwości dla pomyślnego zrealizowania postawionych wojsku zadań. Dowodzenie sprawują dowódcy, a zabezpieczają je podległe im sztaby, stanowiące zasadnicze ogniwa w systemie dowodzenia.

Dowodzenie jako szczególny rodzaj kierowania jest procesem, na który składa się kierowanie programowe (opracowanie programu, planu działania) oraz kierowanie bieżące w toku realizacji programu (na przykład w czasie trwania walki). Wysunięta na wstępie teza, że dowodzenie jest szczególnym rodzajem kierowania potwierdza się oraz wynika z niej również, że każde dowodzenie jest kierowaniem, chociaż nie każde kierowanie jest dowodzeniem. Zasadniczym celem kierowania jest realizacja zadań społecznie użytecznych, a więc konstruktywnych, natomiast w przypadku dowodzenia, oprócz szeregu cech tożsamych, mamy do czynienia najczęściej z realizacją zadań niszczących (destrukcyjnych). Poza tym, decyzje w procesie dowodzenia, w zasadzie są niepowtarzalne, co często wyklucza możliwość stosowania schematów.

Dowodzenie stanowi również pewien złożony proces informacyjno-zasileniowy. Podstawowymi funkcjami tego procesu według teoretyków organizacji i zarządzania są: **ewidencjonowanie, analizowanie, prognozowanie, normowanie, kontrolowanie, organizowanie, planowanie, programowanie, koordynowanie oraz decydowanie.**

Ewidencjonowanie - polega na rejestrowaniu wszystkich zaszłości dla ustalenia stanu systemu obrony powietrznej. Ewidencjonowanie obejmuje : zbieranie informacji o sytuacji powietrznej i naziemnej, wstępne opracowanie informacji, opracowanie zestawień, dokonywanie elementarnych operacji logicznych i numerycznych, wydawanie informacji w różnych przekrojach rodzajowych. Finalnym produktem ewidencjonowania jest sprawozdawczość i statystyka (np. sprawozdanie z wykonania zadania bojowego, meldunek o stanie sił i środków obrony powietrznej).

Analizowanie - obejmuje opracowanie informacji dla ustalenia zależności istniejących między zmianami w elementach systemu, a oddziaływanie na system. W wyniku analizy otrzymujemy informacje o stanie rzeczywistym systemu w postaci np. modelu obiegu informacji w systemie obrony powietrznej, organizacji wykorzystania sił i środków obrony powietrznej na polu walki, organizacji łączności, organizacji logistycznego zabezpieczenia.

Prognozowanie - polega na opracowaniu informacji w celu określenia przyszłych, możliwych kierunków działania systemu obrony powietrznej oraz na określeniu prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Prognozowanie powinno dostarczać danych np. o oczekiwanych stratach w ludziach i sprzęcie, zużyciu środków materiałowych itp.

Normowanie - polega na opracowaniu zbioru dopuszczalnych wartości istniejących zmiennych, dla których system funkcjonuje normalnie oraz zasad, reguł i ustaleń normujących użycie pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych wojsk OP (obrony przeciwlotniczej) w działaniach bojowych.

Kontrolowanie - polega na zbieraniu informacji, na podstawie których można określić odchylenia od stanu normalnego funkcjonowania systemu. Dotyczy

najczęściej stanu gotowości bojowej wojsk OP (obrony przeciwlotniczej), sprawności technicznej sił i środków tych wojsk, znajomości postawionych zadań oraz sposobu ich realizacji, stopnia logistycznego zabezpieczenia itp.

Organizowanie - to tworzenie nowych struktur systemu lub doskonalenie struktur istniejących. W ramach funkcji organizowania dokonuje się budowy modeli struktur organizacyjnych. Organizowanie może również obejmować opracowanie aktów normatywnych, określających zasady projektowania, algorytmizacji, produkcji oprogramowania dla systemów informatycznych. Zaliczyć do organizowania trzeba również tak złożone przedsięwzięcia jak organizacja współdziałania wojsk z bronionymi (osłanianymi) obiektami, wybór najkorzystniejszego ugrupowania itp.

Planowanie - obejmuje opracowanie nowego (pożądanego) modelu działania systemu obrony powietrznej oraz dokonanie podziału sił i środków dla zbudowania tego systemu, w oparciu o informację analityczną i prognostyczną. Obejmuje także wybór celu (celów) działania systemu i kryterium (kryteriów) wg. którego oceniana jest (będzie) efektywność systemu obrony powietrznej.

Programowanie - polega na opracowaniu programu opisującego kolejność i wzajemne powiązanie czynności, które należy wykonać dla realizacji planu. W wyniku programowania osiąga się obraz czynności i przedsięwzięć, które należy wykonać dla osiągnięcia ściśle określonego celu. Programowanie cechuje się dłuższym przedziałem czasowym realizacji przedsięwzięć i zamierzeń i może dotyczyć: szkolenia wojsk w zakresie opanowania nowych środków obrony powietrznej, wyposażenia wojsk w nowe typy środków walki, badań możliwości bojowych elementów systemów w warunkach poligonowych itp.

Koordynowanie - obejmuje zbiór czynności podejmowanych przez wszystkie szczeble dowodzenia dla zapewnienia harmonijnego współdziałania poszczególnych podsystemów funkcjonalnych lub poszczególnych elementów systemu w celu osiągnięcia założonego efektu całościowego.

Decydowanie - jest podstawową funkcją dowodzenia. Można z pewnym uproszczeniem oczywiście stwierdzić, że nie ma dowodzenia bez decydowania.

Przedstawione funkcje przenikają się wzajemnie i tworzą w sprawnie funkcjonującym systemie jednolity i ciągły proces dowodzenia.

Dowodzenie zatem jest to proces planowania, organizowania, przewodzenia i kontrolowania działań wojsk oraz wykorzystania przydzielonych im zasobów dla osiągnięcia określonych celów, związanych w czasie pokoju - z przygotowaniem, a w czasie wojny - z bezpośrednim prowadzeniem walki. Dowodzenie bowiem zarówno w czasie przygotowania jak i prowadzenia walki stanowi (w ramach spełnianych funkcji) ciągłą realizację procesów informacyjno-decyzyjnych, jest permanentnym procesem decydowania (rozwiązywania procesów decyzyjnych). W praktyce mamy do czynienia z nieskończonym ciągiem decydowanie. Można zatem jednoznacznie stwierdzić, że istotą dowodzenia jest decydowania. Czynności decydowania zawsze powinny uwzględniać zasady logiki, metody, procedury, a nie sprowadzać się tylko do intuicji, przeczucia czy wyczucia co niejednokrotnie ma miejsce w praktyce.

Dowodzenie określa się również, jako sztukę realizowania zadań za pośrednictwem innych żołnierzy, jednostek wojskowych. Dowódca ponosi odpowiedzialność za skuteczną realizację powierzonych mu zadań. Dlatego też efektywność jego działań najczęściej oceniana jest przez pryzmat skuteczności zrealizowanych przez daną jednostkę zadań. Dowódca odczuwa więc niepokój związany z odpowiedzialnością za realizację zadań, szczególnie tych, które wymykają się spod jego bezpośredniej kontroli. Niepokój jest tym większy, im bardziej ważne jest realizowane zadanie. Podejmowanie w takich okolicznościach decyzji może być obarczone dużymi błędami. Dlatego też w poważnym stopniu na wartość takich decyzji wywiera osobowość decydenta (dowódcy). Decyzje wojskowe, szczególnie te podejmowane w czasie prowadzenia walki należą do skrajnie trudnych, wiążą się bowiem z realizacją zadań w warunkach ciągłego zagrożenia zdrowia i życia ludzkiego. Można zatem stwierdzić, że efektywność realizacji zadań, w tym efektywność działań bojowych jednostki w dużej mierze zależy również od osobowości dowódcy, od jego predyspozycji i przygotowania, a także umiejętności ich wykorzystania w procesie dowodzenia.

Przyjmując, że dowodzenie to permanentny proces decydowania, nasuwa się pytanie czym w takim przypadku jest podejmowanie decyzji, sztuką czy umiejętnością? Z analizy dostępnej literatury przedmiotu, a także obserwacji i doświadczeń własnych wynika że, podejmowanie decyzji dowódczych jest wciąż, prawie tylko lub tylko sztuką. Racjonalność metodologiczna podejmowania decyzji, zależy nie tylko od ilości i jakości informacji o stanie systemu i otoczenia, ale także od umiejętności podmiotu w zakresie rozwiązywania problemów decyzyjnych. Występujący brak systematycznych badań (jednoznacznej koncepcji) teorii dowodzenia, w tym szczególnie teorii procesów decyzyjnych powoduje, że dowódcy wciąż jeszcze podejmując decyzje zdani są głównie na swoją intuicję, zdrowy rozsądek i nabyte w praktyce doświadczenie. Jest to tylko część prawdy, gdyż ci sami dowódcy narzekający na brak efektywnych zasad, narzędzi i procedur usprawniających procesy decyzyjne, bardzo niechętnie bądź też nieumiejętnie stosują zaproponowane im zasady i metody rozwiązywania problemów decyzyjnych. Jedną z istotnych przyczyn takich zachowań wydaje się być właśnie to, że prawie zawsze podejmowanie decyzji było wyłącznie sztuką. Inną przyczyną może być to, że proponowane narzędzia i procedury usprawniające procesy decyzyjne są mało "przyjazne" (trudne w opanowaniu, wymagające ciągłego doskonalenia) powodują, że dowódcy nie w pełni wykorzystują je w procesie podejmowania decyzji. Racjonalne podejście do interesującego przedmiotu pozwala podejmowanie decyzji utożsamić z rozwiązywaniem problemów, w których w zdecydowanej większości powinny występować dwa nierozłączne elementy, a mianowicie sztuka i umiejętność rozwiązywania problemów. Tak więc sztuka i umiejętność rozwiązywania problemów, to nierozłączne właściwości procesów podejmowania decyzji w nowoczesnych systemach dowodzenia. Tam gdzie w procesie dowodzenia można stosować metody i procedury wyboru wariantu decyzji, w szczególności wszelkiego rodzaju narzędzia informatyczne, mamy do czynienia z profesjonalizmem i umiejętnością, mniej natomiast ze sztuką podejmowania decyzji.

Dowodzenie w systemie obrony powietrznej w ujęciu systemowym identyfikuje się z podsystemem sterującym w systemie, jaki stanowią wojska w ogóle, a wojska

systemu obrony powietrznej w szczególności. Podsystem sterujący stanowi uporządkowaną całość złożoną z organów oraz technicznych i metodologicznych środków dowodzenia, rozmieszczonych na SD i realizujących procesy informacyjno-decyzyjne, niezbędne dla osiągnięcia celów walki (operacji). Podsystem sterujący, jako system podejmowania decyzji, na który delegowano uprawnienia dokonywania celowych (świadomych) wyborów, stanowi właśnie system dowodzenia[1].

Skuteczność działania tego systemu zależy od:

- ilości i stanu posiadanych informacji o stanie systemu i jego otoczenia;
- umiejętności systemu w zakresie rozwiązywania problemów decyzyjnych;
- dążenie do jak najlepszego rozwiązywania problemów decyzyjnych.

W warunkach wojska większość sytuacji decyzyjnych charakteryzuje się tym, że nie podejmuje się jednej wyizolowanej decyzji lecz szeregu - łańcucha decyzji. Jeżeli decyzje powtarzają się wskutek nawrotu typowych sytuacji, wówczas strukturę tę nazywa się siecią decyzyjną. W tym procesie sekwencje decyzji mogą, ze względu na sprawcze działanie decyzji wcześniejszych, być traktowane, jako łańcuchy przyczynowo-skutkowe. Każda decyzja wywołuje w toku wzajemnego oddziaływania wspomnianą reakcję łańcuchową decyzji.

Istotnym zagadnieniem procesu decyzyjnego jest przekształcanie (transformacja) informacji w decyzję. Przekształcenie to może dokonywać się zarówno w umyśle jednej osoby, jak i w umyśle grupy osób. Nie można jednak takiej transformacji utożsamiać z przetwarzaniem informacji (danych) za pomocą komputera. Przetwarzanie danych w urządzeniach zautomatyzowanych jest jedynie pomocniczym elementem w procesie decyzyjnym.

W ujęciu bardziej szczegółowym rozwiązywanie problemów decyzyjnych rozpatruje się podmiotowo i przedmiotowo. Problem decyzyjny w ujęciu przedmiotowym wynika z różnicy (X) pomiędzy pożądanym (W), a rzeczywistym stanem (S) czyli: X=W-S.

---

[1] Zespół pod kierunkiem S. Antczaka, Podstawy dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej, Warszawa AON 1993.

Treścią otrzymanego rozwiązania zadania może być likwidacja istniejącej różnicy (X). Przez problem decyzyjny w ujęciu podmiotowym rozumie się sytuację, w której podmiot nie może rozwiązać (zlikwidować) różnicy X, za pomocą posiadanego zasobu wiedzy (informacji). Rozwiązanie problemu jest możliwe dzięki myśleniu produktywnemu, które pozwala wzbogacić wiedzę (zasób informacji) podmiotu o wielkość niezbędną do likwidacji tej niepożądanej różnicy X.

Wyróżnia się dwa zasadnicze rodzaje tak rozumianych problemów:

- dobrze określone (standardowe);
- niejedno znacznie (źle) określone, niepewne (niestandardowe).

Nieokreśloność (niepewność) informacji i jej częściowy brak sprawia, że w procesie decyzyjnym powstaje tzw. luka informacyjna. Luka ta w praktyce wojskowej jest tym większa im mniej czasu pozostaje na podjęcie decyzji. Dowodzenie wojskami w systemie obrony powietrznej realizowane jest w szczególnie złożonej sytuacji, przy ciągłym deficycie czasowym, stąd też zlikwidowanie luki informacyjnej jest raczej niemożliwe.

Wniosek nasuwa się taki, że czas odgrywa zasadniczą, wręcz rozstrzygającą rolę w procesie decyzyjnym w ogóle, a szczególnie w podejmowaniu decyzji wojskowych. Należy więc pogodzić się z istnieniem luki informacyjnej lecz dążyć do jej minimalizacji. **Istotą wspomagania procesów decyzyjnych jest minimalizowanie istniejącej luki informacyjnej**. Należy pamiętać, że decyzja zależy nie tylko od wielkości strumienia informacji lecz także od użyteczności tych informacji i kosztów (zwłaszcza czasowych) pozyskiwania oraz od wiedzy decydenta.

Wieloletnie badania empiryczne zgromadziły obszerną wiedzę o ludzkim zachowaniu w procesie decyzyjnym. Wiedza ta stała się podstawą do stworzenia teorii decyzji. Teoria decyzji jest systemem uzasadnionych twierdzeń o rozwiązywaniu przez ludzi zadań decyzyjnych. Próbuje ona przewidzieć i wyjaśnić procesy decyzyjne. Trzy cechy tej teorii są najważniejsze: przedmiot teorii, system twierdzeń i metody ich uzasadniania.

Przedmiotem teorii decyzji są czynności decydenta w procesie rozwiązywania zadań decyzyjnych. Jedną z ważniejszych cech decydentów jest to, że ich działania są zawsze skierowane na określone cele. Poza tym decydenci posiadają ważne właściwości poznawcze takie jak pamięć świeżą i trwałą, czy dość jednoznacznie określoną szybkość przetwarzania informacji.

Teoria decyzji jest również systemem twierdzeń ogólnych o rozwiązywaniu zadań decyzyjnych. Tworzą one swoisty system, w którym wyróżniono kilka klas, a mianowicie: **pierwsza klasa** twierdzeń dotyczy tworzenia przez decydenta reprezentacji zadania decyzyjnego, będącego subiektywnym jego obrazem. **Druga** opisuje proces subiektywnej oceny wartości wyników, zwanej użytecznością. Jest ona o tyle ważna, że użyteczność wyników (konsekwencji) alternatywy w dużym stopniu wyznacza decyzję człowieka. **Trzecią klasę** tworzą twierdzenia dotyczące subiektywnego prawdopodobieństwa stanów rzeczy, determinujących wyniki (konsekwencje) decyzji. Twierdzenia o strategiach wyboru działania składają się na **klasę czwartą**. Opisują one sposoby integracji informacji o użyteczności wyników i ich prawdopodobieństwach oraz o stosowanych regułach wyboru decyzji. **Piąta klasa** twierdzeń opisuje czynniki, które sterują procesem decyzyjnym. Należą do nich: środowisko zewnętrzne, organizacja osobowości decydenta oraz wpływ grupy społecznej. Analiza wielu twierdzeń sformułowanych przez specjalistów organizacji i zarządzania oraz psychologów wskazuje, że ludzie często w postępowaniu nie uwzględniają postulatów metodologicznej racjonalności decyzji i że w związku z tym w wielu zadaniach nie wybierają najlepszych rozwiązań.

Przez dowodzenie w systemie obrony powietrznej RP rozumie się najczęściej działalność dowódcy, sztabu i innych organów dowodzenia w zakresie przygotowania działań bojowych i kierowania wysiłków wojsk na pomyślne wykonanie zadań bojowych w toku walki, podejmowanie decyzji stosownie do zaistniałej sytuacji oraz przekazanie zadań wykonawcom.

Dowodzenie to, jest więc procesem informacyjnym - ciągiem operacji na zbiorach informacji o wojskach własnych, przeciwnika i warunkach działania. Istotą zaś

dowodzenia jest podejmowanie decyzji - działanie oparte na rezultatach myślenia twórczego, stanowiące ciąg rozwiązań określonych sytuacji decyzyjnych. Wśród sytuacji decyzyjnych można wyróżnić, obok problemów rozwiązywanych w rezultacie twórczego myślenia dowódcy i oficerów sztabów, zadania decyzyjne. Te zaś mogą być rozwiązywane za pomocą metod algorytmicznych i techniki komputerowej. Są to sytuacje całkowicie zdefiniowane, których podstawowe cechy i relacje między nimi mogą być skwantyfikowane, czyli wyrażone w postaci ilościowej. Takie zadania są przedmiotem informatyzacji (automatyzacji), natomiast dowódcy (szefowie) i sztaby rozwiązujący problemy decyzyjne korzystają z rozwiązań różnego rodzaju zadań - wyników obliczeń (kalkulacji) operacyjno - taktycznych. Wśród sytuacji decyzyjnych, zachodzących w procesie dowodzenia, rysują się dwa obszary: jeden, w którym dominuje człowiek ze zdolnością myślenia twórczego, lecz oczekujący wspomagania, głównie komputerowego podczas żmudnych kalkulacji, oraz drugi w których systemy informatyczne, przetwarzające informacje, generują pożądane dane decyzyjne.

Procesy dowodzenia w systemie obrony powietrznej RP realizowane są w systemach (podsystemach) dowodzenia. System dowodzenia obroną powietrzną, jak każdy system, jest zbiorem określonych elementów i relacji (powiązań) między nimi, jest złożonym, dynamicznym połączeniem uporządkowanych relacją podległości organów i stanowisk (punktów) dowodzenia z określonymi środkami technicznymi, zapewniającymi efektywne funkcjonowanie jako całości. Stanowi także zespół wzajemnych stosunków między osobami funkcyjnymi, stosującymi określone metody dowodzenia, których działalność podporządkowana jest jednolitemu celowi działania i ukierunkowana na utrzymanie stałej, wysokiej gotowości wojsk obrony powietrznej, wszechstronną organizację i zabezpieczenie działań bojowych oraz dokładne wykonanie przez podległe wojska zadania bojowego.

W wojskach obrony powietrznej wspomaganie dowodzenia (automatyzacja, informatyzacja) rozwinęło się w dwóch kierunkach. Pierwszy z nich można określić jako wykorzystanie systemów informatycznych (technicznych środków automatyzacji, między innymi komputerów) do zbierania, utrwalania, przechowywania, reprodukcji,

szyfrowania, deszyfrowania i przekazywania informacji. Podstawową cechą tego kierunku jest rozwiązywanie między innymi przy pomocy komputerów zadań operacyjno - taktycznych na poszczególnych etapach wypracowania decyzji. Drugim kierunkiem wspomagania dowodzenia w systemie obrony powietrznej jest automatyzacja kierowania siłami i środkami obrony powietrznej w procesie walki z ŚNP przeciwnika, czyli automatyzacja procesów wykrywania celów powietrznych, obróbka i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej, wypracowanie propozycji decyzji do zwalczania celów powietrznych (podział celów dla lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych, automatycznego wskazywania celów).

W wyniku realizacji przedsięwzięć, określonych wspólnym mianem automatyzacji (informatyzacji, wspomagania dowodzenia), powstały nowe „generacje" systemów dowodzenia obroną powietrzną - systemy zautomatyzowane.

Zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną są systemami „człowiek - maszyna", zapewniającymi zautomatyzowane zbieranie i przetwarzanie informacji niezbędnej do optymalizacji procesu dowodzenia.

Zautomatyzowane systemy kierowania siłami i środkami obrony powietrznej w procesie walki z ŚNP przeciwnika nazywane są systemami „człowiek - maszyna", zapewniającymi zautomatyzowane zbieranie i przetwarzanie informacji niezbędnej do kierowania tymi środkami, w celu najbardziej ich efektywnego wykorzystania.

Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania siłami i środkami obrony powietrznej w procesie ich walki z ŚNP stanowią zatem takie systemy, w których procesy informacyjno - decyzyjne są wspomagane lub realizowane przez techniczne urządzenia o wysokim stopniu automatyzacji. Najczęściej stopień automatyzacji wyrażany jest za pomocą stosunku liczby zadań zautomatyzowanych, to jest realizowanych przez urządzenia techniczne, do całkowitej ilości zadań informacyjno - decyzyjnych, realizowanych w systemie dowodzenia (kierowania siłami i środkami walki). Zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną i kierowania siłami i środkami walki obrony powietrznej różnią się między sobą nie tylko organizacją i rodzajem wyposażenia technicznego, lecz także wartościami takich charakterystyk jak np.: średni czas

opóźnienia informacji, średni czas dostępu do informacji, średni czas reakcji na stany krytyczne na polu walki.

Systemy obrony powietrznej są niejako "układami nadążnymi" w ślad za zmieniającą się sytuacją powietrzną i operacyjną. Procesy dowodzenia zachodzące w tych systemach można podzielić na takie, które muszą się odbywać w czasie rzeczywistym (odpieranie nalotów ŚNP przeciwnika) i takie, które mogą posiadać pewne opóźnienie w stosunku do czasu rzeczywistego (planowanie i organizowanie obrony powietrznej). Taki podział procesów dowodzenia zdeterminował sposób podejścia do projektowania systemów wspomagania dowodzenia w systemach obrony powietrznej.

Dla wspomagania dowodzenia na etapie planowania i organizowania obrony powietrznej opracowywane są systemy wspomagania dowodzenia w oparciu o kolejne generacje sprzętu komputerowego, natomiast dla wspomagania dowodzenia wojskami obrony powietrznej w czasie odpierania nalotów ŚNP przeciwnika projektuje się i wdraża zautomatyzowane systemy dowodzenia (ZENIT, DUNAJ, ŁEBA, ORZYC, BODZISZEK, GROSZEK i inne).

Podstawowe różnice między systemami wspomagania dowodzenia, a zautomatyzowanymi systemami dowodzenia i kierowania środkami walki sprowadzić można do:

1. Czasu reakcji systemu, który w zautomatyzowanych systemach dowodzenia i systemach kierowania środkami walki jest najkrótszy.
2. Przebiegu procesu decyzyjnego, a szczególnie roli dowódcy w tym procesie. W systemach wspomagania dowodzenia i zautomatyzowanych systemach dowodzenia dowódca w oparciu o uzyskane dane (w wyniku rozwiązania zadań operacyjno-taktycznych) sam podejmuje decyzję, a w zautomatyzowanych systemach kierowania środkami walki (także w niektórych zautomatyzowanych systemach dowodzenia) udział dowódcy w opracowaniu decyzji, chociażby ze względu na czas reakcji systemu, jest znacznie mniejszy.
3. Zakresu problemowego zadań rozwiązywanych w systemie, który w systemach wspomagania dowodzenia jest najszerszy.

Wspomaganie dowodzenia w systemie obrony powietrznej jest bardzo ściśle związane z rozwojem techniki komputerowej i systemów informatycznych. Początkowo były to systemy tzw. transakcyjne, które realizowały wyłącznie formalne przetwarzanie informacji, a nie wspierały procesów decyzyjnych[2]. Pojawienie się informatycznych systemów zarządzania, które objęły (zinkorporowały) większość elementów systemów transakcyjnych umożliwiło organizowanie przetwarzania danych w oparciu o bazę danych oraz rozwiązywanie niektórych problemów decyzyjnych (w tzw. niezmienniczej przestrzeni decyzyjnej). Od kilku lat w procesie wspomagania dowodzenia mamy do czynienia z tzw. systemami wspomagania decyzji[3]. Systemy te wyposażone są w tzw. bazę metod, która obejmuje reguły podejmowania decyzji oraz modele i metody posługiwania się nimi (algorytmy) w postaci programów komputerowych. Struktura problemów decyzyjnych (przestrzeń decyzyjna) może być w tych systemach zmienna. Najdoskonalszą wersją systemów wspomagania decyzji są systemy ekspertowe[4]. Systemy te zapewniają dobieranie odpowiednich technik wnioskowania na podstawie opisu problemu, danych i wiedzy o sytuacji decyzyjnej. Systemy te zawierają "stałe i szybkie" reguły i procedury wnioskowania, heurystyczne reguły postępowania w specyficznych sytuacjach (np. co robić, jeżeli nie można się posłużyć stwierdzonymi faktami?), globalne strategie i teorię rozpatrywanej dziedziny wiedzy. Wiedza jest podstawowym tworzywem, z którego zbudowany jest system ekspertowy.

Współcześnie projektowane lub już wdrożone do wojsk zautomatyzowane systemy dowodzenia ze względu na swój charakter i sferę zastosowań posiadają różny stopień wyposażenia w modele, algorytmy i zadania operacyjno - taktyczne wspomagające procesy decyzyjne w tych systemach.

---

[2] Decyzja - to nielosowy, czyli oparty na ustalonych kryteriach wybór ze zbioru dopuszczalnych celów, sposobów (metod) postępowania lub dysponowanych zasobów, konkretnego celu, sposobu (metody) działania lub konkretnych zasobów na dostępnych zbiorach informacji. Jeżeli przyjąć, że proces dowodzenia odbywa się w pięciu etapach: 1) - ocena sytuacji, 2) - przygotowanie informacji, 3) - podjęcie decyzji, 4) - postawienie zadań wykonawcom, 5) - kontrola wykonania zadań, to systemy transakcyjne jedynie częściowo realizowały pkt. 2.

[3] Spotyka się również nazwy: systemy wspomagające decyzje, systemy wspomagające proces podejmowania decyzji, komputerowe systemy wspomagania procesów decyzyjnych, w j. ang. - Decission Support Systems (DSS).

[4] Inne nazwy - systemy ekspertalne, systemy eksperta, systemy doradztwa typu ekspertowego, w j. ang. - Expert System (ES).

Zadania rozwiązywane w procesie dowodzenia wojskami obrony powietrznej ze względu na stosowane metody i zasady rozwiązania można umownie podzielić na zadania informacyjne i obliczeniowe.

Grupa zadań informacyjnych charakteryzuje się dużą objętością informacji i logicznym trybem ich rozwiązywania. W czasie realizacji tych zadań dokonywana jest: agregacja i dezagregacja informacji, analiza i synteza danych oraz absorpcja informacji[5]. Zadania obliczeniowe, ze względu na złożoność stosowanych procedur, można podzielić na: proste obliczenia - nie związane z poszukiwaniem rozwiązań optymalnych (np. kalkulacje, obliczenia wartości funkcji) i zadania realizowane w celu uzyskania optymalnego (racjonalnego) rozwiązania (np. algorytmy optymalizacji liniowej i nieliniowej, statycznej i dynamicznej).

1.1.2. Cel główny i cele szczegółowe rozprawy (badań)

Jako cel główny rozprawy (badań) założono opracowanie i przedstawienie diagnozy aktualnego stanu automatyzacji dowodzenia w systemach obrony powietrznej WLOP, obrony przeciwlotniczej wojsk lądowych i Marynarki Wojennej oraz opracowanie na potrzeby szkolenia dowództw i sztabów WLOP, WOPL wojsk lądowych, Marynarki Wojennej oraz kadry i studentów uczelni wojskowych, szkół oficerskich i centrów szkolenia, podstawowych materiałów dotyczących teorii, zasad oraz metod i środków wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej uwzględniających zmiany organizacyjne wynikające z restrukturyzacji sił zbrojnych oraz aktualne poglądy na temat wspomagania dowodzenia wojskami w systemach obrony powietrznej.

---

[5] **Agregacja** - jest procesem tworzenia nowych, uogólnionych (zbiorczych i syntetycznych) informacji na podstawie informacji szczegółowej. Im wyższy szczebel organizacyjny, tym dla celów podejmowania decyzji potrzebuje bardziej skondensowanych informacji. Uogólniona informacja dla wyższych szczebli z reguły ma większą wartość niż szczegółowa, ponieważ jest bogatsza pod względem treści i bardziej przejrzysta.
Dezagregacja - wzbogacanie, rozszerzanie i konkretyzacja informacji przeznaczonych dla niższych szczebli.
Analiza i synteza - kojarzenie faktów i synteza zjawisk, wyciąganie wniosków dokonywanie oceny sytuacji.
Absorpcja informacji - polega na wyciąganiu z pewnej masy informacji wniosków, które następnie podaje się do wiadomości niższym szczeblom zamiast danych, na podstawie których zostały wyciągnięte.

Celami szczegółowymi rozprawy (badań) były :

1. **Przegląd oraz ocena kryteriów i metod oceny efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną.**
2. **Przedstawienie zasadniczych problemów wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia obroną powietrzną.**
3. **Ocena wpływu automatyzacji dowodzenia na efektywność systemów dowodzenia.**
4. **Modelowanie i algorytmizacja wybranych problemów kierowania obroną powietrzną na szczeblach taktycznych i operacyjnych.**
5. **Próba kategoryzacji treści wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej.**
6. **Próba określenia zasad, metod i środków wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej.**

1.1.3. Problemy badawcze.

Osiągnięcie celu głównego oraz celów szczegółowych rozprawy było możliwe poprzez rozwiązanie nie jednego głównego, a kilku problemów badawczych. Problemami badawczymi, które bezpośrednio wynikają z celu głównego i celów szczegółowych rozprawy (badań) było:

1. **Sprecyzowanie istoty i treści wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej.**
2. **Określenie stanu prac i badań nad automatyzacją wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej WLOP, WOPL wojsk lądowych i Marynarki Wojennej.**
3. **Określenie tendencji rozwojowych zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną.**
4. **Określenie wpływu automatyzacji dowodzenia na efektywność systemów dowodzenia obroną powietrzną.**

5. **Opracowanie wybranych modeli i algorytmów wspomagania procesu decyzyjnego w zautomatyzowanych systemach obrony powietrznej.**
6. **Porównanie zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach obrony powietrznej RP z wybranymi tego typu systemami państw NATO.**
7. **Integracja funkcji dowodzenia w systemach obrony powietrznej klasy C 3 I 2 / WE.**
8. **Optymalizacja procesów kierowania aktywnymi środkami walki w zautomatyzowanych systemach dowodzenia obroną powietrzną.**

1.2. Hipoteza robocza.

W odniesieniu do celów i problemów badawczych rozprawy (badań) po przeprowadzeniu wstępnych prac i badań w wojskach i organach projektowych przyjąłem następującą hipotezę roboczą:

1. **Zakres wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną jest niewystarczający.**
2. **Wspomaganie procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia ma istotny wpływ na efektywność systemów dowodzenia.**
3. **Efektywne i sprawne dowodzenie obroną powietrzną jest możliwe pod warunkiem wprowadzenia na wyposażenie systemów dowodzenia wysoce efektywnych, odpornych na zakłócenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki wyposażonych w modele i realizujących algorytmy optymalizacji procesów dowodzenia.**
4. **Wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia: ZENIT, DUNAJ, ŁEBA, ORZYC, BODZISZEK, GROSZEK i innych opartych o nowoczesną technologię wpłynie na wyraźne zwiększenie efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną.**

5. **Integracja funkcji dowodzenia w perspektywicznych systemach wspomagania dowodzenia obroną powietrzną jest właściwą tendencją rozwojową tych systemów.**

1.3. Przebieg badań, metody i techniki badawcze

Proces osiągania zamierzonego celu był rozłożony w czasie i podzielony został na trzy etapy : pierwszy- studiowanie literatury i poznawanie obszarów badań, drugi- badania ankietowa, wywiady kierowane i obserwacja naukowa, trzeci- weryfikacja wyników badań i pisemne opracowanie rozprawy doktorskiej. Przyjęty w pracy plan badań przestawiono na rysunku 1.1.

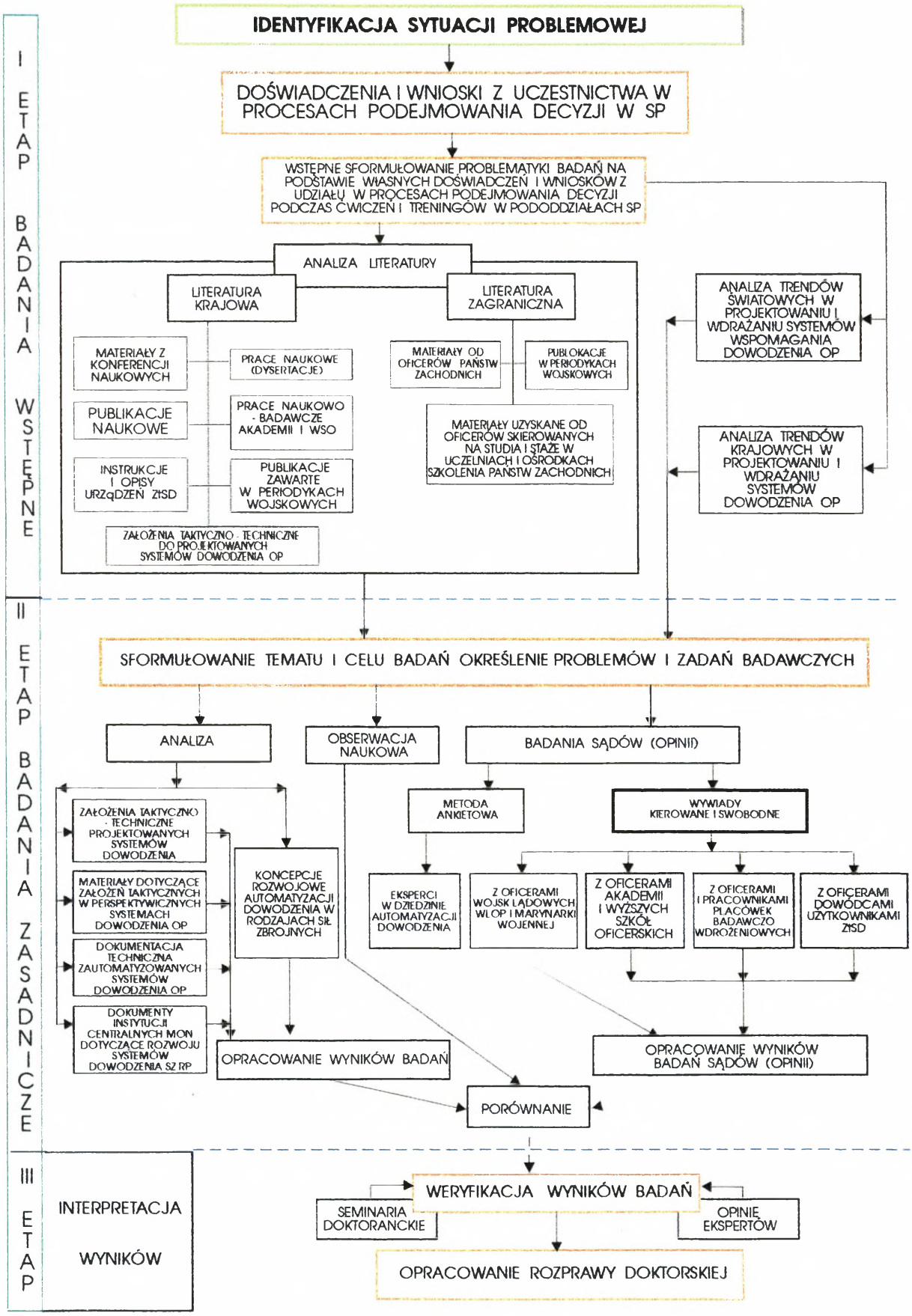
Przedstawiony w planie badań podział jest oczywiście umowny, a wzajemne związki i wpływy etapów świadczą o integralności procesu badawczego.

Etap pierwszy poświęcony był zebraniu, przeanalizowaniu i uporządkowaniu materiału deskryptywnego Badania oparte na krytycznej analizie literatury przedmiotu, instrukcji i opisów urządzeń zautomatyzowanych systemów dowodzenia, prac naukowo-badawczych, publikacji, materiałów uzyskanych od oficerów skierowanych na staże i studia zagraniczne doprowadziły do uporządkowania wiedzy oraz wyodrębnienia obszarów niewiedzy wymagających szczegółowego potraktowania podczas badań. W tym też etapie został uściślony zakres badań i przyjęto ograniczenia obszaru badań.

W drugim etapie, podczas badań ankietowych oraz przeprowadzania konsultacji i wywiadów kierowanych i swobodnych, a także obserwacji naukowej, wykonania analiz i zestawienia wyników, koncentrowano się na trzech zagadnieniach.

Pierwsze zagadnienie uwzględnia uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne wpływające na wspomaganie procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia OP.

Drugie zagadnienie, to próba udzielenia odpowiedzi na pytanie w jakim kierunku zmierza doskonalenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP RP, na tle kierunków i zmian zachodzących w państwach NATO.



Rys. 1.1. Plan badań

Trzecie zasadnicze zagadnienie, to opracowanie statystyczne wyników badań analizy i sądów (opinii) oraz ich weryfikacja na seminariach z promotorem.

Do rozwiązania problemów badawczych i weryfikacji przyjętej hipotezy roboczej zastosowano podejście systemowe. Spowodowało to korzystanie z dorobku wielu dyscyplin naukowych. Założono, że wybór konkretnej metody rozwiązania problemu cząstkowego lub zadania wynika z jego charakteru. Złożoność problematyki automatyzacji dowodzenia w systemach obrony powietrznej powodowała konieczność zastosowania do jej badania takich metod i technik, które umożliwiają odzwierciedlenie wszelkich zależności i relacji związanych z tym problemem.

Dlatego w pracy zastosowano następujące metody: **analizę, syntezę, prognozowanie, badania operacyjne i programowanie matematyczne, rachunek prawdopodobieństwa i statystykę matematyczną, ocenę ekspertów, badania sądów i opinii, metodę modelowania oraz obserwację naukową.**

Analizę, jako główną metodę badawczą, zastosowano w trakcie studiowania literatury, wniosków z ćwiczeń, a także elementów składowych systemów dowodzenia obroną powietrzną i realizowanych w nich zadań.

Analizę morfologiczną zastosowano do opisu zadań systemów dowodzenia obroną powietrzną oraz problematyki dotyczącej kierowania środkami walki.

Analiza systemowa jako złożona metoda rozwiązywania problemów naukowych i praktycznych miała na celu określenie pożądanego działania lub linii postępowania przez rozpoznanie i rozważenie dostępnych wariantów oraz porównanie przewidywanych, bliższych i dalszych następstw. Przedmiotem badań (zainteresowania) autora był system, który spełnia określone warunki „systemowości". Systemem nazywamy obiekt wyróżniony z badanej rzeczywistości i rozpatrywany jako całość, którą tworzy zbiór elementów (obiektów) i relacji (powiązań) między nimi[6]. Tak określone warunki „systemowości" spełnia system wspomagania dowodzenia obroną powietrzną RP, który był przedmiotem zainteresowania autora podczas prowadzenia badań. Analiza systemowa, która jest systematycznym sposobem analizowania złożonych

---

[6] P. Sienkiewicz, Analiza systemowa, Bellona, Warszawa 1994.

problemów, zapewniła osiągnięcie tego celu bardziej efektywnie niż w przypadku stosowania innych metod, polegających na analizowaniu poszczególnych relacji i procesów w izolacji.

Rozwiązując problemy badawcze autor dążył do zachowania wszystkich cech ujęcia systemowego, takich jak:

1. Holizm - rozpatrywanie systemu wspomagania dowodzenia obrona powietrzną, jako istniejącej, a w perspektywie tworzonej całości;
2. Strukturalizm - określenie właściwości tej funkcji na podstawie jego struktury;
3. Kompleksowość - ujmowanie różnorodność sprzężeń relacji wewnętrznych rozpatrywanych procesów;
4. Esencjonalizm - dążenie do rozpatrywania istotnych wewnętrznych prawidłowości zjawisk, jako podstawowych dla rozpatrywanych procesów;
5. Kontekstowość - rozważanie zjawisk ze względu na ich miejsce w otoczeniu, tzn. Jako część obiektu wyższego rzędu - nadsystemu;
6. Teleologizm - rozpatrywanie badanych procesów, jako zorientowanych na określony cel;
7. Funkcjonalizm - rozpatrywanie badanych procesów w dynamice, tj. w aspekcie zmian własności obiektów w czasie;
8. Efektywność - ukierunkowanie badań na analizę efektywności (skuteczności) rozpatrywanych procesów;
9. Synergizm - badanie możliwości powstania efektu synergetycznego w wyniku współdziałania (kooperacji) obiektów w trakcie realizacji rozważanych procesów;
10. Sterowalność - badanie wpływu zewnętrznych oddziaływań sterujących.

Analiza systemowa, będąca sztuką stawiania pytań i poszukiwania na nie odpowiedzi formułuje dwa uniwersalne, adekwatne dla systemu wspomagania dowodzenia obroną powietrzną, pytania:

1. Jak i dlaczego jest tak, jak jest?
2. Jak być powinno i co należy uczynić, aby było tak, jak być powinno?

Analizę wartości autor zastosował do oceny efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną WLOP, obroną przeciwlotniczą Wojsk Lądowych i obroną przeciwlotniczą MW.

Syntezę zastosowano do opisu celu i zadań systemów dowodzenia, kierunków doskonalenia tych systemów oraz przedstawienia wniosków wynikających z całości pracy.

Metody prognozowania wykorzystano do modelowania i algorytmizacji procesów kierowania środkami walki i ustalenie tendencji rozwojowych zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną.

Badania operacyjne i programowanie matematyczne zastosowano do opisu kryteriów i metod oceny efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną oraz algorytmizacji i optymalizacji procesów kierowania środkami walki.

Rachunek prawdopodobieństwa i statystykę matematyczną wykorzystano głównie do oceny efektywności systemów dowodzenia.

Badania sądów i opinii (metodą ankietową) dotyczących wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia obroną powietrzną były wykorzystywane głównie w czasie konsultacji naukowych w środowisku akademii i wyższych szkół oficerskich, w ośrodkach projektowych oraz ze specjalistami Sił Powietrznych RP.

Metoda oceny ekspertów opierała się na założeniu, że im większą wiedzę o przedmiocie, zjawisku czy procesie posiada jakaś osoba, tym szybciej i trafniej może ona ujmować istotne aspekty, związki przyczynowo - skutkowe i prawidłowości w nich występujące oraz trafniej przewidywać określone stany, zmiany i rozwój zjawisk[7]. Autor zastosował wymienioną metodę oczekując uzyskania wartościowych i wyczerpujących w sensie merytorycznym odpowiedzi, na podstawie których można precyzować konkretne wnioski. Badaniami objęto szeroką i reprezentatywną grupę ekspertów - profesjonalnie zajmujących się przedmiotem badań.

---

[7] E. Wiśniewski, Metodyka wojskowych badań naukowych, Cz. I, Z. 3, ASG WP, Warszawa 1990.

Metoda modelowania pozwala dokonać podejścia poznania naukowego i jest sposobem badań naukowych, których istota polega na odkrywaniu rzeczywistych przedmiotów, zjawisk i procesów za pośrednictwem specjalnie w tym celu zbudowanych analogów - modeli. Modele są przedstawieniami stanów, przedmiotów lub zdarzeń. Są wyidealizowane w tym sensie, że są mniej złożone niż rzeczywistość i stąd łatwiejsze w użyciu do celów badawczych. Modelami łatwiej jest posługiwać się i manipulować niż przedmiotami rzeczywistymi. Prostota modeli w porównaniu z rzeczywistością wynika stąd, że uwzględniają one tylko te własności rzeczywistości, które są w danym przypadku istotne. Modeli w nauce używa się do gromadzenia i przekazywania posiadanej wiedzy na temat różnych aspektów rzeczywistości. Używa się ich do odsłaniania rzeczywistości, ponadto zaś jako instrumentów do wyjaśniania przeszłości i teraźniejszości, a także do przewidywania przyszłości i wpływania na nią. Najczęściej możność sterowania rzeczywistością uzyskujemy właśnie dzięki zastosowaniu modeli, które są opisem i wytłumaczeniem rzeczywistości. W nauce model reprezentuje więc twierdzenie lub zbiór twierdzeń na temat rzeczywistości. Twierdzenia te mogą dotyczyć faktów, mieć charakter praw lub być koncepcjami teoretycznymi[8].

Obserwacja naukowa jako metoda empiryczna stanowiła uzupełnienie analizy systemowej, głównie jako narzędzie do prowadzenia analizy strukturalnej, funkcjonalnej i rozwojowej systemu dowodzenia wojskami obrony powietrznej (przeciwlotniczej), a także funkcjonującego w nim systemu wspomagania procesów decyzyjnych. Polegała ona na planowym i systematycznym postrzeganiu przedmiotów, zjawisk i procesów świata zewnętrznego w celu uzyskania wiedzy o faktach zmysłowo stwierdzonych. W trakcie trwania procesu badawczego postrzeganiu nierozłącznie towarzyszyło rozpoznawanie, ocena, pomiar i opis tego, co było przedmiotem obserwacji.

Zgodnie z metodyką wojskowych badań naukowych za główne cechy poprawnej obserwacji naukowej uznaje się planowość, systematyczność i selektywność[9].

---

[8] R.L. Ackoff, Decyzje optymalne w badaniach stosowanych, PWN, Warszawa 1987.

[9] E. Wiśniweski, Metodyka wojskowych badań naukowych, Cz. I, Z. 3, ASG WP, Warszawa 1990.

Planowość w prowadzonej obserwacji osiągnięto przez określenie przedmiotu badań, celu, zadań, warunków i środków obserwacji oraz właściwe zorganizowanie i przeprowadzenie tej obserwacji. Systematyczność była związana z określeniem przebiegu obserwacji w czasie, zgodnie z właściwościami przedmiotu obserwacji i jej celem. Selektywność zaś przejawiała się w umiejętnym wyróżnieniu tylko tych faktów, cech obserwowanego przedmiotu, które były istotne i niezbędne do osiągnięcia ustalonych celów obserwacji. W badaniach zastosowano różne formy obserwacji naukowej w tym również bierną obserwację bezpośrednią w formie indywidualnej i zbiorowej.

Inne metody naukowe. Oprócz przedstawionych wyżej metod, autor w czasie kolejnych etapów badań stosował także inne metody badawcze. Były one uzupełnieniem przede wszystkim analizy systemowej, wspomagając tę metodę w poszczególnych etapach procesu rozwiązywania problemów badawczych. Takimi metodami były: analogia, porównanie i uogólnienie. Pozwoliły one na dokonanie teoretycznej konfrontacji dotychczasowych poglądów, dotyczących wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) oraz wyjaśnienie występujących w tym zakresie kontrowersji. Ponadto powyższe metody pozwoliły, przez pryzmat dowodzenia w obronie powietrznej, ocenić aktualny stan i kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia wspomagających dowodzenie wojskami OP (OPL). W badaniach wstępnych, a także w późniejszych fazach badań korzystano z klasycznej analizy, szczególnie przy konstruowaniu hipotez roboczych i zadań badawczych. Ważny element wiedzy dotyczący wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą), stanowiła analiza literatury przedmiotu badań. Obejmuje ona szereg publikacji specjalistycznych i naukowych (rozpraw, opracowań studyjnych) oraz artykułów w periodykach wojskowych. Znaczącym elementem w prowadzonych badaniach były konsultacje i dyskusje prowadzone w ramach seminariów i konferencji naukowych organizowanych w Akademii Obrony Narodowej, Wyższej Oficerskiej Szkole Radiotechnicznej i Akademii Marynarki Wojennej, które pozwoliły w znacznym stopniu zweryfikować koncepcje rozwiązań zakładanych problemów.

1.4. Liczebność badanej populacji i teren badań

Przyjęta w pracy metoda szacunku ekspertów stosowana jest powszechnie w futurologii. W metodzie tej obiektywny sposób postępowania zastępowany jest procedurą intuicyjną. Z punktu widzenia teorii poznania jest to odstępstwo od powszechnie uznanych zasad naukowych. Odstępstwo takie uzasadnia miejsce i rolę eksperta jaką w metodzie odgrywa.

Zgodnie z definicją[10] ekspert jest przekaźnikiem wiedzy powszechnie akceptowanej przez społeczność naukową i dąży do wykonania zadania najlepiej jak potrafi angażując wnikliwość oraz posiadany zasób informacji.

Do teorii wspomagania procesów decyzyjnych, wprowadzono oszacowania ekspertów i informacje dotyczące jakości ich pracy. Sam ekspert traktowany jest jako fragment rozpatrywanego zagadnienia.

Celowość stosowania metody oceny ekspertów uzasadniają następujące przyczyny:

- brak danych statystycznych dotyczących teorii wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia OP;
- nieistnienie wystarczająco pewnych metod statystycznych oceny wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia OP na podstawie doświadczeń uzyskanych w minionym okresie;
- występowanie w rozwoju systemów dowodzenia dużych zmian, których charakterystyki są mało znane lub w ogóle nie znane.

Powyższe przyczyny w mniej lub bardziej wyrażanej postaci występują w badanej tematyce. Określenie wiarygodności oceny ekspertów zostały stwierdzone na podstawie zgodności ich opinii[11].

Tworzenie grupy ekspertów miało charakter organizacyjny i obejmowało ustalenie liczebności grupy ekspertów, składu (doboru) i zgodności fachowych z celami badań.

---

[10] Jan Jagielski ,Kwantyfikacja jakości środków napadu powietrznego. - Jelenia Góra 1987r
[11] Tamże.

Przyjęte kryterium kompetentności ekspertów charakteryzuje:

- głęboka wiedza specjalistyczna w dziedzinie automatyzacji dowodzenia;
- brak zainteresowania w uzyskaniu określonych wyników ankiety;
- zainteresowanie rozwiązywanym problemem;
- duże doświadczenie praktyczne i badawcze;
- umiejętność przedstawiania i uzasadniania swego punktu widzenia.

Rys. 1.2. Algorytm metody szacunku ekspertów

Obok kompetencji bardzo ważna jest liczebność grupy ekspertów. Algorytm metody oceny ekspertów zastosowany do badań przedstawiony jest na rysunku 1.2.

Aby nie zatracić sensu tworzenia ocen wyznaczonych przez grupę ekspertów, liczebność grupy nie może być zbyt mała, gdyż na grupową ocenę w znacznym

stopniu może wpłynąć ocena każdego z ekspertów. Grupa ekspertów nie może być zbyt liczna, gdyż powstają trudności takie jak:

- ocena każdego z ekspertów prawie nie wpływa na ocenę zbiorczą;
- wraz ze wzrostem liczby ekspertów rosną trudności w opracowywaniu wyników ankiety;
- powstaje niebezpieczeństwo włączenia ekspertów o niskich kwalifikacjach, a nawet całkowicie niekompetentnych.

W metodyce[12] testowania stopnia zgodności sądów ekspertów, na podstawie przygotowanych tabel liczba ekspertów „n" mieści się w przedziale $3 \leq n \leq 20$. W pracy przyjęto liczbę 25 ekspertów, jest to podyktowane stosunkowo szerokim terenem (obszarem) badań, który obejmował wszystkie rodzaje wojsk, środowiska naukowe akademii wojskowych i wyższych szkół oficerskich oraz placówki badawczo-wdrożeniowe reprezentujące przemysł zbrojeniowy.

Skład grupy ekspertów został dobrany pod kątem celu badań jakie prowadził autor rozprawy. Za podstawę doboru grupy ekspertów posłużyły między innymi wykazy uczestników konferencji naukowych na temat automatyzacji dowodzenia, które odbywały się w WOSR w Jeleniej Górze w trzech ostatnich latach.

1.5. Istota i treści wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej

1.5.1. Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie

Pierwszym ogniwem w łańcuchu systemów informatycznych wspomagających zarządzanie są, jak powszechnie się uważa tzw. systemy transakcyjne (Transakcion Prcessing Systems). Systemy tego typu realizują wyłącznie przetwarzanie danych, natomiast służą do:

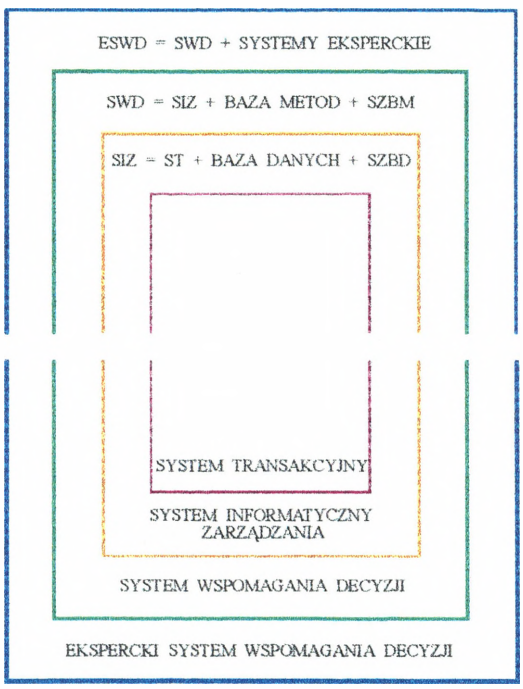
- zbieraniu danych;

---

[12] Elementy metodologii badań psychologicznych. J. Brzeziński - PWN, W-wa 1984r.

- przechowywaniu danych;
- aktualizacji danych;
- przesyłaniu danych.

Charakterystykę rozwoju systemów informatycznych wspomagających zarządzanie przedstawiono na rysunku 1.3.



Rys. 1.3. Progresywna sekwencja systemów informatycznych wspomagających zarządzanie[13]

Systemy przetwarzania transakcji nie wspierają systemów decyzyjnych bezpośrednio, a tylko pośrednio pomagają w podejmowaniu prostych decyzji rutynowych i wykonywaniu czynności urzędniczych.

Następnym ogniwem omawianych systemów informatycznych są systemy informatyczne zarządzania (SIZ), które:

---

[13] W. Radzikowski, "Komputerowe systemy wspomagania decyzji", Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990r.

- obejmują (inkorporują) większość elementów wspomnianych systemów transakcyjnych (przez wejście ST);
- realizowane są w konwencji bazy[14] danych (BD);
- korzystają z możliwości organizowania procesu przetwarzania danych stwarzanych przez systemy zarządzania bazą danych.

Systemy SIZ mają ściśle ("sztywno") określone możliwości organizowania fragmentarycznych danych w informację (głównie drogą agregowania danych) w niezmienniczej przestrzeni decyzyjnej. Mogą wspierać rozwiązywanie problemów decyzyjnych dobrze ustruktualizowanych, głównie w zakresie kontroli administracji.

Kolejnym z ogniw w łańcuchu systemów informatycznych wspomagających zarządzanie są systemy wspomagania decyzji. W praktyce krajów uprzemysłowionych wykształciły się dwie grupy systemów wspomagania decyzji, tj. SWD i KSWD. Systemy wspomagania decyzji obejmują (inkorporują) większość elementów systemów informatycznych zarządzania (SIZ), a ponadto są wyposażone w tzw. bazę metod (BM) i system zarządzania bazą metod (SZBM)[15] Baza metod obejmuje reguły podejmowania decyzji, modele i metody posługiwania się nimi (algorytmy) w łącznej postaci gotowych podprogramów komputerowych. Baza metod zawiera również generatory programów i inne elementy oprogramowania narzędziowego. Systemy wspomagania decyzji mogą wspierać modelowanie i rozwiązywanie problemów decyzyjnych się ad hoc w ewoluujących przestrzeniach decyzyjnych. Struktura owych problemów decyzyjnych jest zmienna.

Ostatnim ogniwem w łańcuchu systemów informatycznych wspomagających zarządzanie są eksperckie systemy wspomagania decyzji (ESWD). Obejmują większość elementów systemów wspomagania decyzji. Dodatkowo w ESWD funkcjonuje co najmniej jeden system ekspercki, chociaż z reguły jest ich kilka. ESWD zapewniają dobieranie odpowiednich technik wnioskowania na podstawie opisu problemu, danych i wiedzy o sytuacji decyzyjnej. Mogą samodzielnie tworzyć różnorodne modele

---

[14] Bazę danych tworzą wszystkie zbiory danych mające związek logiczny.
[15] Baza metod i system zarządzania bazą metod są wprawdzie podobne (z informatycznego punktu widzenia) do bazy danych i systemu zarządzania bazą danych, ale nie są z nimi identyczne.

sytuacji decyzji, prezentować decydentom uzyskane rozwiązanie i objaśniać je. Powyższy obraz rozwoju systemów informatycznych wspomagających zarządzanie oraz syntetyczna charakterystyka poszczególnych systemów stanowi czysto teoretyczną konstrukcję, która może być punktem wyjścia do analizy praktycznych rozwiązań lub może służyć jako model wzorcowy.

1.5.2. Systemy wspomagania decyzji

Istota systemów wspomagania decyzji

Dotychczasowe zastosowania informatyki w jednostkach wojskowych obejmowały głównie systemy ewidencyjne o różnym stopniu integracji, znacznie rzadziej systemy informowania dowództw i wspomagania ich w podejmowaniu decyzji. Istnieje poważna luka pomiędzy realnymi potrzebami informacyjnymi kadry dowódczej, a możliwościami tradycyjnych systemów informatycznych. Systemy ze sztuczną inteligencją stwarzają szansę zmniejszania tej rozbieżności spełniając np. funkcję systemów doradczych lub symulujących sytuację na polu walki. Mogą stanowić także istotne uzupełnienie funkcji istniejących systemów dowodzenia.

Tradycyjne systemy informatyczne projektowano przede wszystkim w celu automatyzacji procesów przetwarzania, zobrazowania i przekazywania informacji wynikowych. Systemy wspomagania decyzji umożliwiają praktyczną realizację procesów podejmowania decyzji, a nie ich realizacji[16]. Systemy wspomagania decyzji umożliwiają praktyczną realizację procesu wspomagania dowodzenia na współczesnym polu walki. W odróżnieniu od klasycznych już, informatycznych systemów przetwarzania danych, systemy wspomagania decyzji są przeznaczone do[17]:

- rozwiązywania problemów niezestrukturalizowanych lub częściowo ze strukturalizowanych,
- wspierania, a nie eliminowania rozumowania decydenta,

---

[16] Praca zbiorowa pod red. H. Sroki, "Systemy wspomagania decyzji - aspekty metodologiczne",, AE Tychy. 1988r.

[17] H. Sroka, "Systemy ekspertowe - Komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach", AE Tychy 1994r.

- podnoszenie skuteczności, a nie sprawności procesów decyzyjnych.

Można więc przytoczyć przykładową definicję SWD[18]:

"System wspomagania decyzji to system informatyczny dostarczający informacje w wybranym obszarze zastosowań przy pomocy modeli analitycznych i baz danych w celu wspomagania decydenta w procesie skutecznego podejmowania decyzji złożonych i nieustrukturalizowanych."

Klasyczne systemy wspomagania decyzji

Klasyczne SWD zajmują się problemami słabo ustrukturalizowanymi, które nie dają się wyrazić w pełni za pomocą algorytmów i procedur umożliwiających odszukanie rozwiązania. Nie istnieje więc metoda pełnego skomputeryzowania rozwiązania tych problemów. Mogą one być rozwiązane jedynie w efekcie współpracy człowieka z komputerem.

Praktyczne zastosowanie SWD polega na tym, że system jest udostępniony decydentowi w taki sposób, aby mógł on wykorzystać dane i modele do rozpoznania, zrozumienia i formułowania problemu, a porady analityczne do oceny wariantów decyzji.

Przyjmuje się, że SWD mają zastosowanie w sytuacjach, gdy istnieje ustalony cel, lecz brak jest algorytmu rozwiązania problemu. SWD pozwala udoskonalić decyzję przez lepsze zrozumienie i przygotowanie zadań prowadzących w rezultacie do oceny i wyboru rozwiązania. W dowodzeniu często podejmuje się decyzje nieprogramowalne, można do nich zaliczyć przede wszystkim te, które na polu walki wymusza przeciwnik, a które trudno jest przewidzieć.

Funkcje SWD wynikają z możliwości, które powinien on dawać decydentowi:

- projektowanie lub poszukiwanie wariantów rozwiązań,
- niezbędny autorytet do wydawania poleceń i oddziaływania w kierunku, który musi być osiągnięty,
- planowanie i wdrożenie,
- adaptacja.

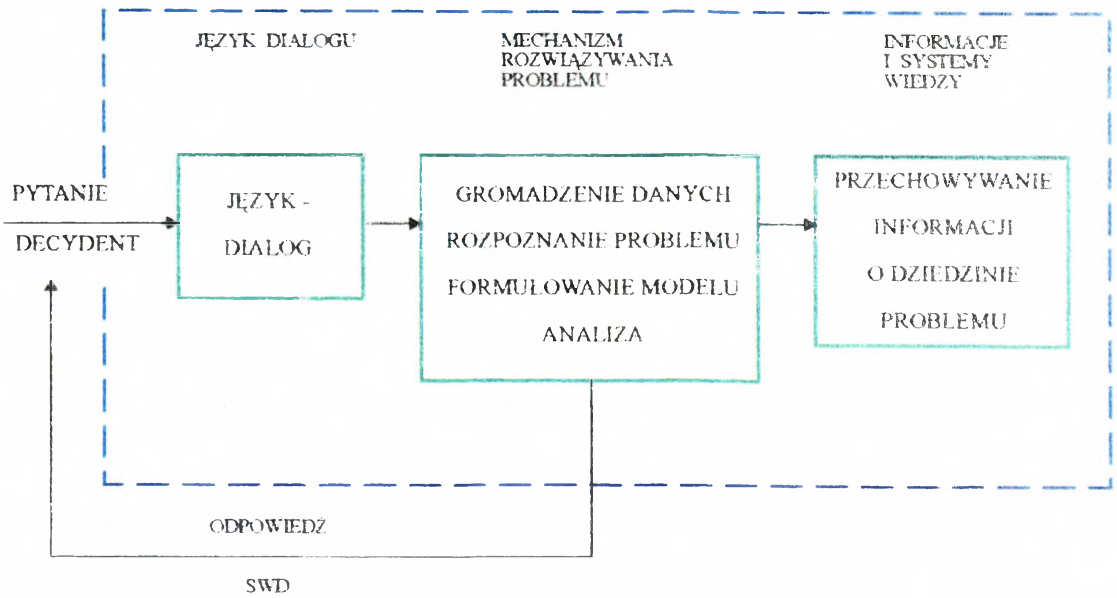
---

[18] Tamże.

Klasyczny SWD spełnia następujące funkcje:

- zarządzanie danymi,
- analiza i strukturalizacja modelu,
- techniki i metody statystyczne i analityczne,
- prezentacja wyników.

Na rysunku 1.4. przedstawiono interakcję pomiędzy decydentem, a SWD.



Rys. 1.4. Koncepcja struktury SWD[19]

Systemy wspomagania decyzji z bazą wiedzy

Prace nad integracją systemów ekspertowych (SE) i SWD doprowadziły do powstania nowej klasy systemów - Systemów Wspomagania Decyzji z Bazą Wiedzy. SWD-BW jest narzędziem informatycznym wspomagania decyzji złożonych i słabo ustruktualizowanych w ramach określonej klasy decyzji, umożliwiającym:

- wspomaganie analizy procesu decyzyjnego;
- projektowanie doskonalszych narzędzi do uczenia się podejmowania decyzji;
- rozwój łatwego dialogu;

---

[19] H. Sroka, "Systemy ekspertowe - Komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach", AE Tychy 1994r.

- wspomaganie doboru elementów systemu do kreowania rozwiązań;
- gromadzenie i rozszerzanie wiedzy dostarczanej z modeli i metod symbolicznych w bazie wiedzy i bazie danych.

Systemy ekspertowe

Technologie informatyczne wywodzące się z badań nad sztuczną inteligencją są możliwymi do zastosowania w komputerowym wspomaganiu procesu podejmowania decyzji. Tradycyjne metody informatyczne nie są efektywne w przypadku zastosowania ich do formalizacji wiedzy specjalistycznej, w dużej mierze o charakterze heurystycznym. Procesy myślowe prowadzące do decyzji dla których uzasadnieniem w znacznym stopniu jest wiedza pochodząca z osobistego doświadczenia, trudno jest opisać za pomocą precyzyjnego algorytmu. Dodatkowym utrudnieniem jest niekompletność, nieprecyzja, niepewność, a także jakościowy charakter tej wiedzy. Istotny przełom w tej dziedzinie nastąpił w momencie pojawienia się technologii systemów ekspertowych. Zastosowanie SE w sferze wspomagania decyzji ma względnie krótką historię i obejmuje zasadniczo okres od połowy lat osiemdziesiątych do chwili obecnej.

Systemy ekspertowe stanowią obecnie najbardziej użytkowy rezultat badań w dziedzinie sztucznej inteligencji i znajdują się w fazie intensywnego rozwoju.

W tym miejscu warto zdefiniować pojęcie systemu ekspertowego: "System ekspertowy (ang. Expert System) jest to system informatyczny wykorzystujący zapisaną wiedzę eksperta do rozwiązywania zadań, które normalnie wymagają ludzkiej inteligencji. System ekspertowy symuluje więc działanie eksperta w sposobie użytkowania - poprzez analizę odpowiedzi użytkownika na pytania kierowane do niego przez system".

Pojęcie sztucznej inteligencji może być rozumiane jako dziedzina badań, albo jako własność systemów komputerowych. Definicja pojęcia sztucznej inteligencji jest następująca: "Sztuczna inteligencja jest działem informatyki dotyczącym projektowania inteligentnych systemów komputerowych, tj. systemów ujawniających cechy, które

wiążemy z inteligencją w zachowaniu człowieka - rozumienie języka, uczenie się, rozumowanie, rozwiązywanie problemów, itd."[20]

Wynikająca z doświadczenia eksperta wiedza pozwala mu na wybór właściwych strategii działania w skomplikowanych sytuacjach decyzyjnych. Jest to jednak wiedza niepewna. Ekspert spoglądając w przeszłość nigdy nie ma pewności, czy wybrane przez niego rozwiązanie było najlepsze.

Systemy ekspertowe można zatem określić jako programy, których głównym zadaniem jest symulowanie ludzkiej ekspertyzy w określonej - na ogół wąskiej - dziedzinie. W tym celu wykorzystują one wiedzę z danej dziedziny zawartą w tak zwanej bazie wiedzy oraz różne procedury rozumowania. Dziedziną zastosowania systemów ekspertowych jest przede wszystkim analiza i wnioskowanie na podstawie sytuacji powtarzalnych, oparte na zapamiętanej i sformalizowanej wiedzy. Systemy ekspertowe mają więc wykonywać funkcje, które do tej pory wykonywał człowiek-ekspert. Powinny one w szczególności:

- zrozumieć i przeanalizować problem, wybierając fakty niezbędne do wykonania ekspertyzy;
- udzielić porady i wyjaśnić sposób rozwiązania danego problemu;
- uczyć się.

Do podstawowych zalet systemów ekspertowych zaliczyć można[21]:

- zwiększenie dostępności - ekspertyza generowana przez system może być dostępna jednocześnie na wielu komputerach przez całą dobę;
- redukcja kosztów - koszt udzielenia porady przez system jest zwykle mniejszy od kosztu porady eksperta;
- wszechstronność ekspertyz - możliwość uzyskania jednocześnie kilku rozwiązań alternatywnych;
- objaśnienie odpowiedzi - każdy dobry system ekspertowy objaśnia swoje odpowiedzi w sposób zrozumiały dla użytkownika;

---

[20] Michalik K. Inteligentne systemy do wspomagania decyzji ekonomicznych AE Tychy 1993r.

[21] Klonecki P. Surma J. Systemy ekspertowe - w garniturze czy komputerze "CHIP". nr 9. 1994r.

- skrócenie czasu konsultacji - dla większości zadań systemy generują rozwiązania szybciej od ekspertów;
- odporność "psychiczna" - praca bez zakłóceń w okolicznościach, które mogą być stresujące dla eksperta;
- zmniejszenie zagrożeń - systemy ekspertowe mogą być używane w środowiskach niebezpiecznych dla człowieka.

Systemy ekspertowe przestały być domeną naukowców i laboratoriów naukowych zajmujących się badaniami w dziedzinie sztucznej inteligencji. Od kilku lat, głównie w Europie Zachodniej , USA i Japonii wyraźnie wzrasta liczba zastosowań tych systemów w praktyce. Możliwości zastosowań tej nowoczesnej technologii informatycznej są ogromne, począwszy od medycyny, poprzez geologię, technikę aż do zastosowań w dziedzinie wspomagania podejmowania decyzji gospodarczych i finansowych.

Systemy ekspertowe odróżniają się od konwencjonalnych programów następującymi cechami:

- jawna reprezentacja wiedzy i oddzielenie jej od procedur sterowania;
- zdolność wyjaśniania znalezionych przez system rozwiązań problemów;
- przetwarzanie wiedzy wykorzystujące głównie przetwarzanie symboli, w mniejszym zaś stopniu przetwarzanie numeryczne;
- do rozwiązywania problemów wykorzystywane są głównie różne metody rozumowania (wnioskowania), w mniejszym zaś stopniu algorytmy.

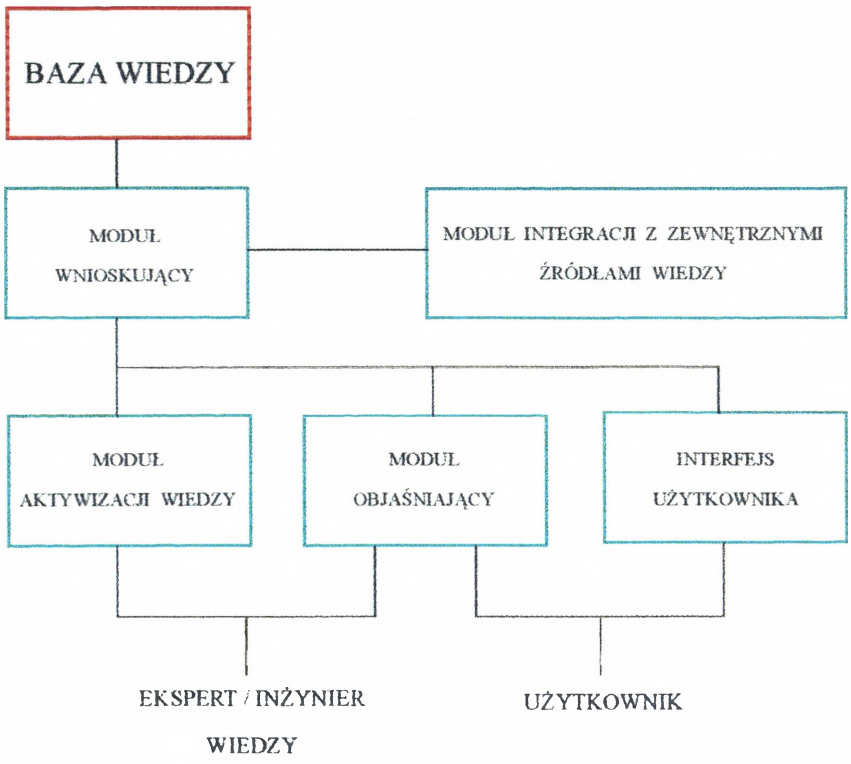
Wymienione wyżej cechy, jak się wydaje, tworzą współczesny paradygmat systemów ekspertowych.

Systemy ekspertowe mogą być tworzone z wykorzystaniem różnych narzędzi programowych, głównie jednak można je podzielić na dwie grupy:

1. Mniej lub bardziej typowe języki programowania,
2. Szkieletowe systemy ekspertowe.

Opracowanie systemu ekspertowego, stosując to pierwsze podejście, jest zadaniem bardzo pracochłonnym i wymaga zatrudnienia programistów o wysokich

kwalifikacjach. Jest to zatem podejście kosztowne, choć elastyczne. Alternatywą jest zastosowanie systemu szkieletowego, zawierającego gotowy podsystem przetwarzania wiedzy. W takim przypadku zadanie twórcy systemu polega głównie na pozyskaniu i sformalizowaniu wiedzy eksperckiej, co samo w sobie bywa zadaniem niełatwym. Na rysunku 1.5. przedstawiono przykładową architekturę systemu ekspertowego. Pod pojęciem architektury systemu rozumie się elementy wchodzące w skład danego systemu informatycznego wraz z powiązaniami pomiędzy nimi.



Rys. 1.5. Architektura systemów ekspertowych

Na teoretyczny model systemu ekspertowego składają się:

- baza wiedzy;
- moduł wnioskujący;
- moduł wyjaśnień;
- moduł współpracy użytkownik-system;

- moduł pozyskiwania (akwizycji) wiedzy.

Baza wiedzy (ang. Knowledge Base) zawiera formalny opis wiedzy eksperckiej i przechowywana jest zwykle w pamięci dyskowej komputera. Obejmuje ona informacje opisujące zaistniałą sytuację niezbędne do rozwiązania określonego problemu.

Modułem wnioskującym (ang. Inference Engine) określa się algorytm rozwiązywania postawionego problemu na podstawie wiedzy reprezentowanej w bazie wiedzy.

Moduł wyjaśnień (ang. Explanation Focility) odpowiada za objaśnienie wyciąganych przez system konkluzji.

Interfejs użytkownika to moduł umożliwiający użytkownikowi współpracę i porozumiewanie się z systemem (ang. User Interface). Pozwala użytkownikowi na zdefiniowanie problemu w sposób dialogowy.

Moduł akwizycji (pozyskiwania) wiedzy (ang. Knowledge Ac-quisition) jest zbiorem procedur i programów umożliwiających nabywanie wiedzy w sposób dialogowy. W wyniku tego dialogu wiedza człowieka-eksperta zapisana zostaje w bazie wiedzy systemu ekspertowego.

Budowa istniejących systemów ekspertowych może znacznie różnić się od opisanego powyżej modelu. Spotkać można również systemy ze sztuczną inteligencją rozwiązujące podobne problemy, w których zastosowano jednak zupełnie inną koncepcję budowy (brak typowej bazy wiedzy i modułu wnioskującego).

1.5.3. Teoria podejmowania decyzji

Obecnie teoria podejmowania decyzji (nie tylko wojskowych) „uznaje" dwa podstawowe stanowiska - w ujęciu najprostszym - tj. matematyczne (racjonalne) i psychologiczne (heurystyczne).

Zgodnie z pierwszym - charakter procesów decyzyjnych umożliwia pełną ich kwantyfikację i formalizację, natomiast w myśl stanowiska drugiego - procesów tych nie można przedstawić w sposób formalny, gdyż opierają się one na indywidualnych

i dynamicznych mechanizmach postępowania, mają charakter adaptacyjny, wybór zaś decyzji jest zawsze subiektywny i obciążony skłonnością do ryzyka.

Należałoby w tym miejscu wyraźnie zaznaczyć, że są to dwa stanowiska mające duże znaczenie z punktu widzenia merytorycznego, bardzo różne w swojej istocie i nie mające większego zastosowania w wojskach OP, w warunkach istnienia zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Na dzień dzisiejszy istnieje stanowisko trzecie, które godzi jak gdyby te dwa poprzednie, oparte na ogólnej decyzji (teorii systemów decyzyjnych), i utworzenie na gruncie metodologii badań systemowych.

Podstawę ogólnego modelu decyzyjnego stanowi tzw. postulat racjonalności, zgodnie z którym decydent powinien być człowiekiem racjonalnym, analizującym najbardziej prawdopodobne sytuacje, warianty działania i umiejącym wybrać z nich najlepszy (według założonych kryteriów), przy czym na jego decyzję nie mogą wywierać wpływu emocje, przesądy, dogmaty itp.

We wszystkich możliwych sytuacjach bojowych po otrzymaniu zadania dowódcy przeprowadza jego analizę i ocenia sytuację. Podczas analizy zadania i oceny sytuacji dowódca ustala przyczyny i skutki wzajemnie uwarunkowanych istotnych elementów danej sytuacji i ich wpływ na wykonanie otrzymanego zadania. Wnioski wypływające z analizy zadania stanowią podstawę do sprecyzowania zamiaru działań, a z oceny sytuacji - do sformułowania decyzji.

Powstały również różnice zadań co do zamiaru i decyzji dowódcy. Niektórzy utożsamiają te dwa różne pojęcia lub likwidują jedno z nich twierdząc, że nie na każdym szczeblu dowodzenia występuje zamiar, a jeśli zamiar to już nie decyzja. Ponadto niektórzy starają się zamiarowi nadać odpowiednią rangę, który niemal że we wszystkich przypadkach (podczas prowadzenia działań bojowych) powinien zastąpić decyzję.

Rodzi się więc pytanie: czy w tym przypadku zamiar jest tylko zamiarem czy też decyzją? Aby przejść do dalszych rozważań musimy precyzyjniej określić pojęcie zamiaru i decyzji oraz wykazać istotne różnice pomiędzy nimi.

Chyba nie popełniają błędów ci , którzy twierdzą, że w procesie wypracowania decyzji najpierw musi powstać ogólna koncepcja, główna myśl wykonania zadania - czyli zamiar dowódcy, w którym upraszczając sprawę, odpowiada się na pytanie: co zrobić? Treść zamiaru, w zależności od sytuacji operacyjno - taktycznej i otrzymanego zadania, może być różna, jednak zawsze powinna ona dotyczyć tych elementów, których detalizacja rodzi z kolei decyzję. Do tych elementów możemy zaliczyć: koncepcję walki (bitwy); koncentrację wysiłku; koncepcję ugrupowania, dowodzenia i współdziałania; obronę przed bronią masowego rażenia. Oznacza to, że w zamiarze nie ma sposobu (sposobów) wykonania zadania, wyznaczonych sił i środków, miejsca (obszaru) i czasu oraz oczekiwanych rezultatów działań. Istnieją także różne opinie i sformułowania co do istoty decyzji wojskowych.

Na podstawie dostępnych materiałów źródłowych i opisów można najogólniej stwierdzić, że istnieją dwa kierunki poszukiwań, a mianowicie: pierwszy - uwzględniając pojęcie wynikowe, gdzie podstawą badania jest sam akt decydowania (wyboru) lub czynnościowe gdzie bada się cały proces decyzyjny, w którym akt wyboru stanowi ostatnią jego część i kierunek drugi - preferuje podejście normatywne i behavioryczne. Przy czym w pojęciu normatywnym więcej uwagi poświęca się metodom podejmowania racjonalnych decyzji, a w behaviorycznym - socjopsychicznemu uwarunkowaniu decydentów.

Można zatem powiedzieć, iż decyzja jest to świadome dążenie do spowodowania zmiany stanu przyszłości względem okresu podejmowania decyzji i odpowiada na pytanie - jak robić?

Aby ujednolicić pojęcie należy przyjąć, że decyzją jest to akt woli dowódcy określający jeden z możliwych wariantów organizowania i prowadzenia walki (bitwy lub operacji) zgodnie z zamiarem przełożonego, zapewniający wykonanie zadania przy jak najmniejszych stratach własnych.

Treścią decyzji powinno być: myśl przewodnia walki (bitwy), sposób użycia wojsk, warianty działań, sposoby dowodzenia i współdziałania, zabezpieczenie tyłowe, czasy osiągania gotowości bojowej.

Zatem można z całą stanowczością stwierdzić, że zamiar jest tylko najważniejszym elementem decyzji, a nie jej całością, natomiast decyzja dowódcy jest podstawą prawną do organizowania i prowadzenia działań bojowych.

Powzięta decyzja powinna zapewnić jak najlepsze wykonanie zadania. Powinna więc być racjonalna. Często używa się też pojęcia „optymalna" ale w tym przypadku chodzi o decyzje racjonalne, ponieważ brakuje tu pełnego procesu optymalizacji według ustalonych kryteriów. Chociaż w przyszłości nie wyklucza się możliwości optymalizacji decyzji za pomocą metod informatycznych.

Sam proces wypracowania decyzji jest niezwykle złożony i dlatego współcześni dowódcy muszą posługiwać się odpowiednimi metodami, aby ich decyzje miały znamiona racjonalności, a czas trwania procesu był jak najkrótszy.

Praca dowódcy i sztabu podczas wypracowania decyzji

W wojskach OP (OPL) podejmowanie decyzji przebiega (nie w okresie pokoju) w sytuacjach wyjątkowo trudnych, gdyż okres przygotowawczy jest niewspółmierny do czasu prowadzenia samej walki (bitwy).

Jednym z podstawowych wymagań stawianych przed procesem decyzyjnym jest minimalizacja czasu. Chodzi bowiem o to, aby powzięta decyzja była przekazana podwładnym do wykonania w odpowiednim czasie.

Czas, jakim można rozporządzać współczesny dowódca na wypracowanie decyzji oraz postawienie zadań bojowych podległym jednostkom, zależy od warunków prowadzenia działań bojowych, wyszkolenia oficerów sztabu oraz terminu gotowości bojowej.

Można więc czynnik czasu uważać za kryterium doboru metody przygotowania działań bojowych, a w tym pracy dowódcy i sztabu w zakresie wypracowania decyzji.

Do podstawowych metod organizacji działań bojowych obecnie stosowanych w praktycznym działaniu wojsk OP (OPL) można zaliczyć metodę szeregową i równoległą.

Metoda szeregowa (nazywana także w literaturze jako metoda kolejnej pracy lub kolejnego przygotowania działań bojowych) polega na organizowaniu działań

bojowych, w tym i wypracowaniu decyzji na poszczególnych szczeblach dowodzenia kolejno od najwyższego do najniższego.

Każda z niższych instancji oczekuje na zakończenie procesu decyzyjnego instancji wyższego szczebla.

Istotną zaletą tej metody jest zapewnienie wysokiej jakości organizowania działań bojowych. Dowódca może w tych ramach dokonywać szczegółowej i wszechstronnej oceny sytuacji na podstawie potwierdzonych informacji o przeciwniku i wojskach własnych, wnioski skonfrontować w realnym terenie przyszłych działań bojowych, uzgodnić możliwe sposoby współdziałania, zorganizować dowodzenie i zabezpieczenie działań. Ponadto istnieje możliwość udzielenia pomocy podległym jednostkom w zakresie organizowania działań, walki (bitwy). Do zalet tej metody 1można zaliczyć również możliwość zapewnienia tajemnicy przygotowanych walk i bitew między innymi poprzez angażowanie ograniczonej liczby osób funkcyjnych i podawania jej tylko niezbędnych informacji dotyczących organizacji działań bojowych.

Do cech ujemnych tej metody można zaliczyć : wydłużenie się procesu organizowania działań bojowych, a w tym wypracowania decyzji; nadmierną centralizację planowania działań, co uszczupla twórczą inwencję niższych szczebli dowodzenia; zanikania inicjatywy u podwładnych co do poszukiwania lepszych sposobów prowadzenia walki; dążność do tworzenia nadmiernej liczby dokumentów dowodzenia.

Metoda równoległa polega na jednoczesnym organizowaniu działań bojowych, w tym wypracowaniu decyzji i planowaniu na wszystkich szczeblach dowodzenia danego systemu obrony powietrznej np. DW WLOP - korpus OP - związek taktyczny (oddział) OP. To jeszcze nie oznacza jednoczesnego rozpoczęcia procesu wypracowania decyzji o walce przez wszystkie podległe dowództwa i sztaby. Tu również zachodzi przesunięcie tych samych czynności w czasie. Idzie tu głównie o to , aby w wyniku dobrze zorganizowanej pracy dowódców i sztabów w układzie pionowym maksymalnie zminimalizować czas pomiędzy otrzymanym zadaniem wyższego poziomu, a osiągnięciem gotowości bojowej wojsk niższego szczebla dowodzenia. Przy dobrze zorganizowanej pracy równoległej, na podstawie orientowania operacyjnego i zarządzeń

wstępnych po sprecyzowaniu przez dowódców zamiarów, czas ogólny można skrócić nawet trzykrotnie nie zmniejszając wartości podjęcia decyzji. Metoda ta wymaga jednak szczególnie dobrej organizacji pracy dowódców i sztabów, przewidywania i operatywności, zwięzłego formułowania myśli, należytego przygotowania zespołów i oficerów specjalistów biorących udział w organizowaniu działań bojowych.

Należytą organizację równoległego przygotowania działań bojowych zapewnia się przez: zorganizowaną pracę oddziałów i wydziałów sztabu, szefostw rodzajów wojsk i służb; konsekwentne przestrzeganie kolejności i czasu wykonywania czynności według zawczasu sporządzonego harmonogramu; racjonalny podział obowiązków funkcyjnych z dokładnym określeniem czynności wykonania kalkulacji lub dokumentów (części dokumentów); systematyczną pracę sztabu w zakresie zdobywania, analizowania i uogólniania informacji o sytuacji na ziemi, morzu i w powietrzu oraz prognozowania jej rozwoju, a także przygotowania danych do kalkulacji; opracowanie krótkich, zrozumiałych i dostatecznie wyczerpujących co do treści sformalizowanych dokumentów; wykorzystanie metod matematycznych (symulacji komputerowej) elektronicznej techniki obliczeniowej i innych środków informatycznych w pracy sztabu.

Jedną z podstawowych cech dodatnich omawianej metody jest możliwość przygotowania działań na wszystkich poziomach dowodzenia, w ograniczonym czasie, bez uszczerbku jakości decyzji i planowania działań. Ponadto wcześniejsze zapoznanie podwładnych z otrzymanym zadaniem i elementami decyzji (w sprawie ich dotyczącej) pobudza inicjatywę i samodzielność niższych organów dowodzenia.

Należy jednak mieć na uwadze fakt, że równoległość pracy może powodować niedokładność lub rozbieżność w planowaniu działań bojowych w podległych sztabach. Dlatego też ze strony kierowniczych osób funkcyjnych musi być nie tylko kontrola ale i pomoc w rozwiązywaniu przez nich zasadniczych operacyjno - taktycznych problemów.

Praktyczne zastosowanie metody równoległej wymaga również przestrzegania terminowości w podejmowaniu decyzji i przekazywaniu (stawianiu) zadań bojowych. Wiąże się z tym wiele złożonych przedsięwzięć, które należy wykonywać

jednocześnie i w ograniczonym czasie. Wszystko to wymaga zwiększenia zakresu i tempa pracy organów dowodzenia wszystkich szczebli wojsk OP (OPL). W takim rozumieniu, stosowanie omawianej metody wymaga dobrego przygotowania i „zgrania" oficerów sztabów, co można osiągnąć przez wydzielenie grup specjalistycznych o ściśle określonych obowiązkach i czynnościach oraz ich systematyczne szkolenie podczas ćwiczeń (działań bojowych). W przewidywanych warunkach prowadzenia działań bojowych metoda ta staje się podstawową w wojskach OP.

Bez względu na zastosowaną metodę organizowania działań bojowych w wojskach OP, rola dowódcy w procesie wypracowania decyzji polega przede wszystkim na właściwym zrozumieniu zadania bojowego, sprecyzowaniu zamiaru (osobiście), określeniu zakresu przygotowania danych do decyzji, ocenie sytuacji i podjęciu decyzji.

Treść pracy dowódcy i sztabu podczas wypracowania decyzji

Dotychczas wypracowany model pracy dowódcy i sztabu podczas organizowania działań bojowych, a w tym wypracowaniu decyzji w siłach zbrojnych obowiązuje również i wojska OP (OPL). Oznacza to, że każdą decyzję poprzedzają dwie podstawowe czynności, a mianowicie: analiza zadania i ocena sytuacji.

Dowódca dowolnego szczebla (operacyjnego i taktycznego) wojsk OP (OPL) podejmuje decyzję o działaniach bojowych na podstawie znajomości sytuacji i przewidywanych zmian w jej rozwoju. Niezmiernie ważną rolę odgrywa tu przewidywanie rozwoju wydarzeń. Liczne doświadczenia wskazują, że przewidywania muszą być oparte między innymi na dobrze zorganizowanym rozpoznaniu przeciwnika i głębokiej znajomości jego taktyki działania. A zatem dowódca i sztab mogą korzystać z metod prognozowania i elektronicznej techniki obliczeniowej do symulacji działań bojowych.

Analiza zadania i ocena sytuacji - to wzajemnie uwarunkowany logicznie uporządkowany i ukierunkowany proces czynności dowódcy i sztabu, pozwalający sprecyzować w decyzji dwie jej zasadnicze części, a mianowicie: zamiar działań i sposób (sposoby) jego wykonania.

Analiza zadania

Analiza zadania praktycznie rozpoczyna się z chwilą otrzymania zadania (stawiania zadań) od przełożonego i kończy się zamiarem, w którym należy odpowiedzieć na podstawowe pytanie: co należy zrobić w danej sytuacji? Ponadto dowódca powinien zrozumieć zamiar przełożonego i swoją rolę w osiągnięciu celu działania, a w szczególności miejsce koncentracji głównego wysiłku, sposoby rozbicia zasadniczych sił przeciwnika w powietrzu, z kim i jak ma współdziałać podczas wykonywania zadań bojowych.

W toku analizy zadania może powstać potrzeba przeprowadzenia kilku przedsięwzięć w celu usprawnienia organizacji działań bojowych. Mogą one dotyczyć na przykład przebazowania (przegrupowania) części sił, odtworzenia gotowości bojowej, podporządkowania oddziałów (ZT) lub pododdziałów, rozbudowy inżynieryjnej stanowisk (lotnisk), a także organizowania zabezpieczenia działań bojowych. W tym przypadku dowódca powinien sprecyzować treść zarządzeń wstępnych podległym jednostkom.

We wszystkich przypadkach dowódca osobiście sprecyzuje zamiar, zapoznaje z jego treścią oficerów sztabu biorących udział w organizacji działań bojowych (w tym wypracowaniu decyzji) i udziela im wytycznych. Jest to bardzo ważna, twórcza czynność dowódcy, gdyż ukierunkowuje ona pracę całego sztabu w realizacji jednego, ogólnego celu.

Po analizie zadania dowódca kalkuluje czas jakim dysponuje na organizację działań bojowych.

Ocena sytuacji

Sytuacja to całokształt warunków składających się na prowadzenie działań bojowych w określonym miejscu (obszarze) i czasie. W takim pojęciu sytuacji celem jej oceny zawsze będzie wszechstronne przeanalizowanie tych czynników pod kątem prowadzenia działań bojowych, które mają bezpośredni lub pośredni wpływ na efektywność prowadzenia walki, bitwy lub operacji i skuteczności obrony powietrznej obiektów (rejonów) lub kierunków; na podjęcie racjonalnej decyzji.

Ocena sytuacji obejmuje: ocenę przeciwnika, wojsk własnych obiektu (obiektów, rejonu) obrony, działań bojowych, sąsiadów i warunków prowadzenia działań oraz innych czynników mających wpływ na wykonanie zadania. Aby przyspieszyć ocenę sytuacji należy wykorzystać zawczasu przygotowane notatki, tabele, wykresy lub wyniki obliczeń dokonywanych na EMC.

Ocena przeciwnika

Ocena przeciwnika powinna zawierać takie elementy jak:

- możliwy skład, ugrupowanie (bazowanie), możliwości ŚNP według wariantów ich użycia bojowego (przestrzenne i probabilistyczne);
- ugrupowanie w powietrzu według zadań, kierunków i obiektów uderzeń;
- sposoby pokonywania obrony powietrznej na całej głębokości jego działania w skali taktycznej lub operacyjnej, prawdopodobne ilości sił biorących udział w nalotach i uderzeniach według kierunków (rejonów lub obiektów);
- słabe strony przeciwnika podczas nalotu (uderzenia) i możliwe sposoby ich wykorzystania przez siły obrony powietrznej;
- możliwe fortele stosowane przez przeciwnika.

Te elementy oceny i wnioski stanowią podstawę do szczegółowego prognozowania działań sił powietrznych przeciwnika na wybranym poziomie dowodzenia tj. operacyjnym, operacyjno - taktycznym i taktycznym. Na każdym z tych szczebli dowodzenia skala rozpatrywanych elementów powinna być inna, tak jak to podaje metodyka oceny ŚNP przeciwnika i modelowania jego działań bojowych.

Ocena wojsk własnych

Ocena wojsk własnych powinna sprowadzić się głównie do ustalenia, na ile ugrupowanie wojsk (ZT lub oddziałów) łącznie z potencjalnymi ich możliwości bojowymi zapewnia wykonanie zadań przewidzianych w operacji, bitwie lub walce. Uwzględniając to stwierdzenie, dowódca i sztab określają silne i słabe miejsce ugrupowania według kierunków nalotu lub uderzenia, sposoby ciągłego oddziaływania na przeciwnika w rejonie obrony (w strefie działania), potrzebną i możliwą strefę informacji radiolokacyjnej i przedsięwzięcia zmierzające do jej zwiększenia, głównie na

małych i bardzo małych wysokościach; zmiany wymagające wprowadzenia do ugrupowania wojsk.

Ocena rejonu (obiektu) obrony powietrznej powinna się odbywać przede wszystkim z dwóch punktów widzenia tj. organizacji samej obrony (osłony) i działania środków napadu powietrznego przeciwnika. Od tego przecież zależy jaką formę obrony przyjąć (obiektową, strefową lub strefowo - obiektową), jakie są możliwości rozmieszczenia sił i środków w terenie, jakie są możliwości koncentracji wysiłku, jakie są możliwości manewru wszystkimi rodzajami wojsk (siłami i środkami) oraz maskowanie.

Z punktu widzenia charakteru działań przeciwnika powinno się brać pod uwagę zasadnicze kierunki nalotu (uderzenia), rubieże odpalania środków rażenia, możliwości dolotu do obiektów uderzeń na bardzo małych wysokościach pilotowanych i bezpilotowych środków napadu, skrytość podejścia do obiektów oraz możliwości organizowania zabezpieczenia działań bojowych.

Ocena sąsiadów

Ocena sąsiadów odbywa się w oparciu o informacje otrzymane od sztabu przełożonego i od sąsiadów. W tej ocenie rozpatruje się: możliwości wzajemnego powiadamiania o działaniach ŚNP przeciwnika i rezultatach walki, możliwości wzajemnego wsparcia ogniowego na zasadniczych kierunkach działania i rubieżach niszczenia, możliwości lądowania i odtwarzania gotowości bojowej samolotów (w przypadku działania na pełny zasięg), możliwości organizowania współdziałania co do celu, czasu i miejsca (obszaru) działania.

Ocena warunków

Ocena warunków w tym przypadku obejmuje ocenę fizyczno - geograficzną i meteorologiczno - atmosferyczną, chemiczną i radioaktywną, biologiczną i radioelektroniczną oraz przeciwpożarową. Metody ich oceny zawarte są w opracowaniach specjalistycznych.

W rezultacie oceny sytuacji dowódca powinien podjąć decyzję (na podstawie propozycji i warunków wykonania zadania, opracowanych przez sztab), w której

powinny być zawarte takie elementy jak: myśl przewodnia, sposób użycia wojsk, organizacja dowodzenia i współdziałania oraz zabezpieczenia działań. Oznacza to, że w decyzji - odmiennie jak w zamiarze - powinny znaleźć się: cel działania, sposób działania, środki, miejsce (obszar) i czas działania.

Powstaje więc pytanie: ponieważ dowódca osobiście precyzuje zamiar, bierze aktywny udział w ocenie sytuacji i podejmuje sytuację o walce, bitwie i operacji, jaka jest więc podstawowa rola sztabu w procesie wypracowania decyzji? Odpowiedź może być jednoznaczna. Minął bezpowrotnie okres, kiedy walka zbrojna miała charakter ograniczony a wodzowie osobiście opracowywali plany działań bojowych i dowodzili wojskami mając bardzo dużo czasu na cały proces przygotowania działania.

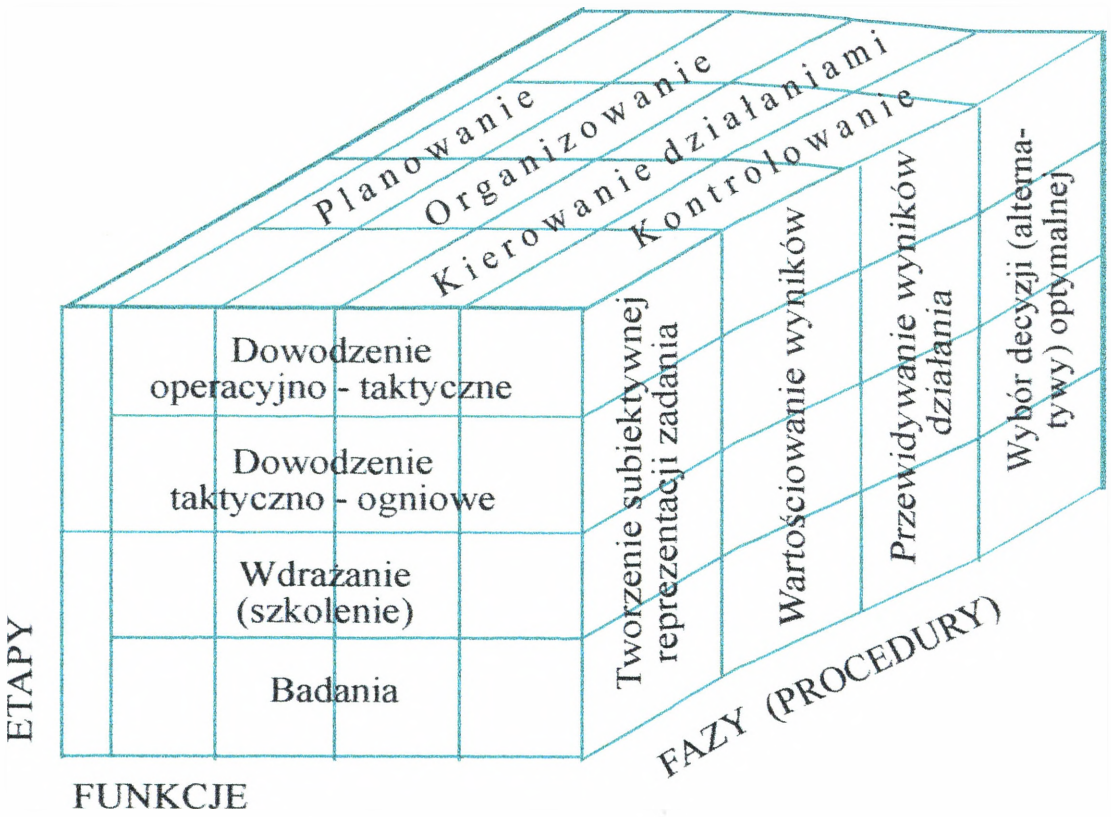
Obecnie proces dowodzenia stał się nader skomplikowany. Współczesny dowódca nie jest w stanie przez cały czas, nieprzerwanie uczestniczyć w dowodzeniu podległymi mu jednostkami i kierować pracę sztabu w pojęciu dosłownym. Dlatego istnieje podział ściśle określonych funkcji w sztabach pomiędzy oficerami lub komórkami (zespołami) w zakresie zdobywania i opracowywania informacji, analizy i wnioskowania, składania meldunków i propozycji, planowania i przygotowania wojsk do prowadzenia działań bojowych.

Po prostu nastąpił wyraźny podział kompetencji funkcji dowódcy i jego - ogólnie mówiąc - oficerów sztabu. To wcale nie oznacza, że w wyjątkowych sytuacjach (głównie z przyczyn czasowych) dowódca bez pomocy sztabu nie będzie podejmował decyzji i stawiał zadań bojowych.

Ponieważ współczesna walka zbrojna w przestrzeni powietrznej jest „starociem" głównie intelektów, dlatego podczas wypracowania decyzji należy poszukiwać takich rozwiązań, które doprowadzą do największej efektywności, a przeciwnika zastaną intelektualnie nie przygotowanego do reagowania na ten właśnie sposób działania. Istnieje potrzeba sprawnego myślenia, odrzucania utartych szablonów prowadzenia walki, szukanie wciąż nowych rozwiązań (metod), doskonalenia umiejętności przewidywania i analizy sytuacji oraz szybkiego reagowania na wszelkie zmiany zachodzące w toku prowadzenia działań bojowych wojsk OP (OPL).

1.5.4. Procesy informacyjno-decyzyjne w podsystemie dowodzenia

Istotę dowodzenia stanowią procesy informacyjno-decyzyjne, funkcjonujące we wszystkich podsystemach sterujących, wszystkich szczebli organizacyjnych wojska. Dowodzenie zarówno w czasie przygotowania, jak i prowadzenia walki to permanentna realizacja procesów informacyjno-decyzyjnych, to ciągły proces rozwiązywania zadań (problemów) badawczych, dydaktycznych oraz operacyjno-taktycznych i taktyczno-ogniowych, w ramach wszystkich funkcji dowodzenia.



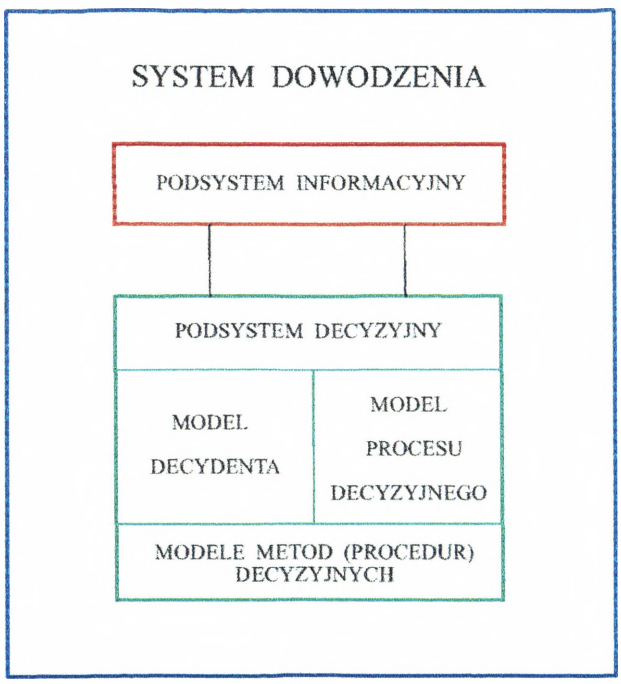
Rys. 1.6. Trójwymiarowa macierz dowodzenia

Sformułowana teza o istocie i wewnętrznych powiązaniach i uwarunkowaniach procesu dowodzenia z procesem informacyjno-decyzyjnym staje się bardziej oczywisty w momencie zestawienia trójwymiarowej macierzy dowodzenia, która przedstawiona została na rysunku 1.6. Trójwymiarowa macierz dowodzenia pozwala lepiej zrozumieć mechanizm decyzyjny oraz funkcjonujące w nim procedury (fazy) rozwiązywania zadań decyzyjnych, w tym wybór decyzji (alternatywy) optymalnej. Proces

decyzyjny po prostu syntetyzuje i przetwarza całość problematyki dowodzenia wojskami.

System dowodzenia w sensie decydowania przedstawiony na rysunku 1.7. rozpatruje się zatem jako:

- podsystem informacyjny;
- podsystem decyzyjny, w którym tworzy się model procesu decyzyjnego i model decydenta;
- model metod (procedury) rozwiązywania zadań decyzyjnych i wyboru optymalnej metody.



Rys. 1.7. System dowodzenia (w sensie decydowania)

Podsystem informacyjny

Podsystemem informacyjnym nazywa się taki system działania, który tworzy zbiór elementów informacyjnych oraz zbiór realizacji między tymi elementami.

Podsystem ten składa się z następujących elementów:

- elementu pozyskiwania (zbioru) z wszystkich dostępnych źródeł możliwie pełnej informacji. Źródłami pozyskiwania informacji np. o ŚNP są komórki rozpoznania

wojsk lądowych, WRE, a o sytuacji powietrznej przede wszystkim - system rozpoznania radiolokacyjnego WLOP;

- elementu przetwarzania informacji, którego zadaniem jest wypracowanie prawdziwej informacji sytuacyjnej (decyzji informacyjnej) i przekazanie jej w odpowiedniej formie użytkownikom. Wartość informacji ustalana jest ze względu na rozwiązywany problem decyzyjny i kryterium podejmowania decyzji;
- elementu przechowywania informacji (bazy danych), który przechowuje i operuje zbiorami danych (informacji) niezbędnej dla zaspokojenia potrzeb użytkowników;
- elementu przesyłania informacji, który zapewnia wybór sposobu sterowania przepływem informacji od nadawcy do odbiorcy (użytkownika) w minimalnie krótkim czasie.

Zasadniczym zadaniem podsystemu informacyjnego jest wypracowanie decyzji informacyjnej, która spośród ogółu ma określić te informacje, które w rozpatrywanej sytuacji uważa się za prawdziwe, odzwierciedlające rzeczywisty model sytuacji powietrznej.

Określona wyżej sytuacja informacyjna, która wyznacza sytuację decyzyjną jest punktem wyjścia dla podsystemu decyzyjnego.

Podsystem decyzyjny (model procesu decyzyjnego - model decydenta, model metod)

W konstruowaniu ogólnego modelu podsystemu decyzyjnego przyjęto model decydenta i model rozwiązywania zadań decyzyjnych.

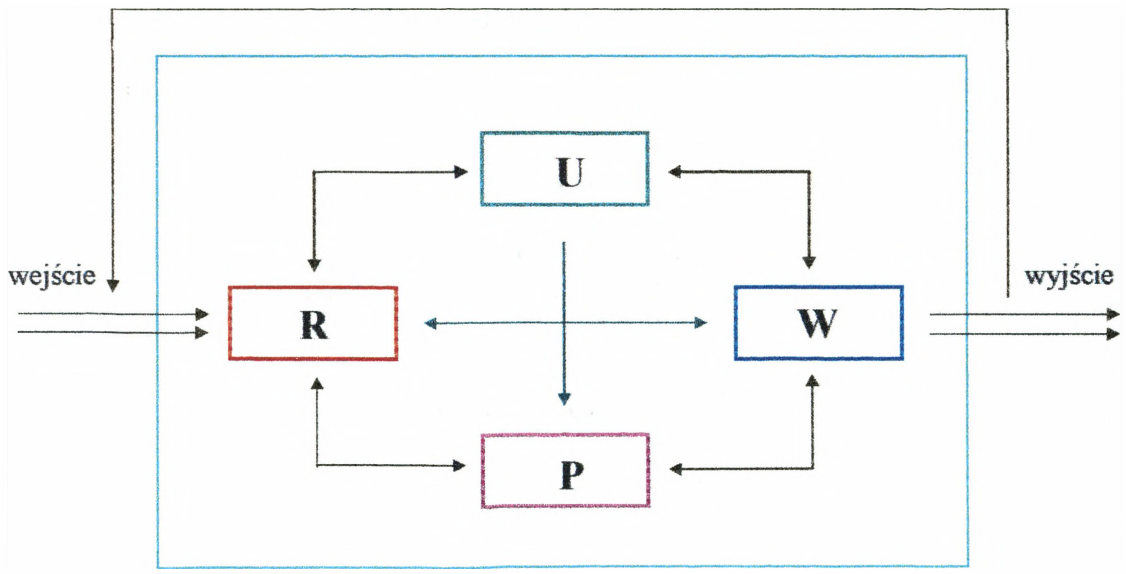
Modelem decydenta lub układem decyzyjnym[22] przedstawionym na rysunku 1.8. nazywa się hipotetyczny układ, w którym zachodzą procesy decyzyjne. Na model składają się bloki (fazy):

R - blok tworzenia subiektywnej reprezentacji zadania, w którym „konstruuje" się model rzeczywistości. Aby podjąć decyzję decydent musi najpierw „spostrzec' zadanie, poznać jego zasadniczą strukturę (A- zbiory alternatyw, H - hipotezy o stanie

---

[22] J. Kozielecki. Psychologiczna teoria decyzji. PWN. Warszawa 1975r.

rzeczy, W - wyniki) oraz relacje zachodzące między nimi. W końcu decydent musi skonstruować wewnętrzny „obraz" - mapę zadania, zwaną tutaj jego reprezentacją.



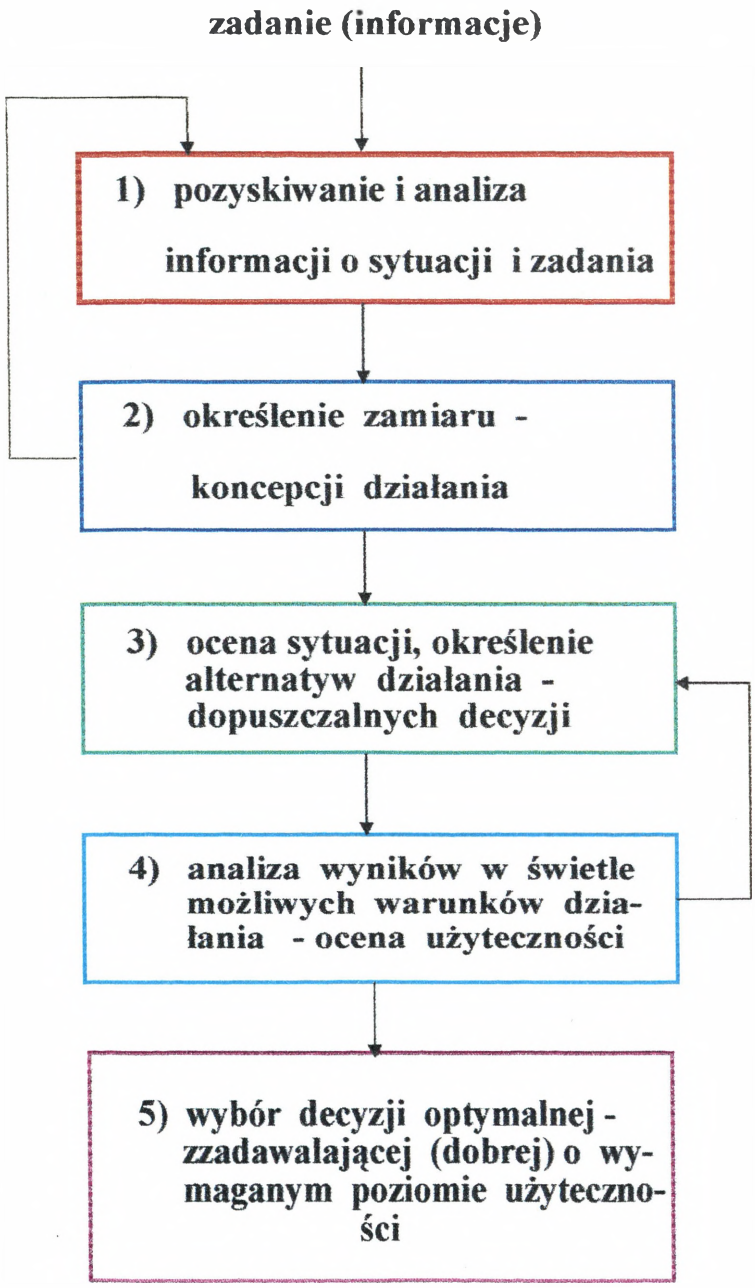
Rys. 1.8. Model decydenta - układu decyzyjnego

U - blok wartościowania wyników, który polega na przepisywaniu wyników alternatywy określonej wartości subiektywnej czyli użyteczności. Stopień przypisywanej użyteczności zależy od stanu decydenta, a przede wszystkim od struktury celów ukierunkowujących jego działanie.

P - blok przewidywania warunków determinujących wyniki. W zadaniu ryzykownym decydent nie jest w stanie przewidzieć z całą pewnością co się zdarzy. Może on jedynie formułować prognozy prawdopodobne, które wskazują na stopień pewności czy jego przekonania (przewidywania), że określone hipotezy o stanie rzeczy okażą się prawdziwe.

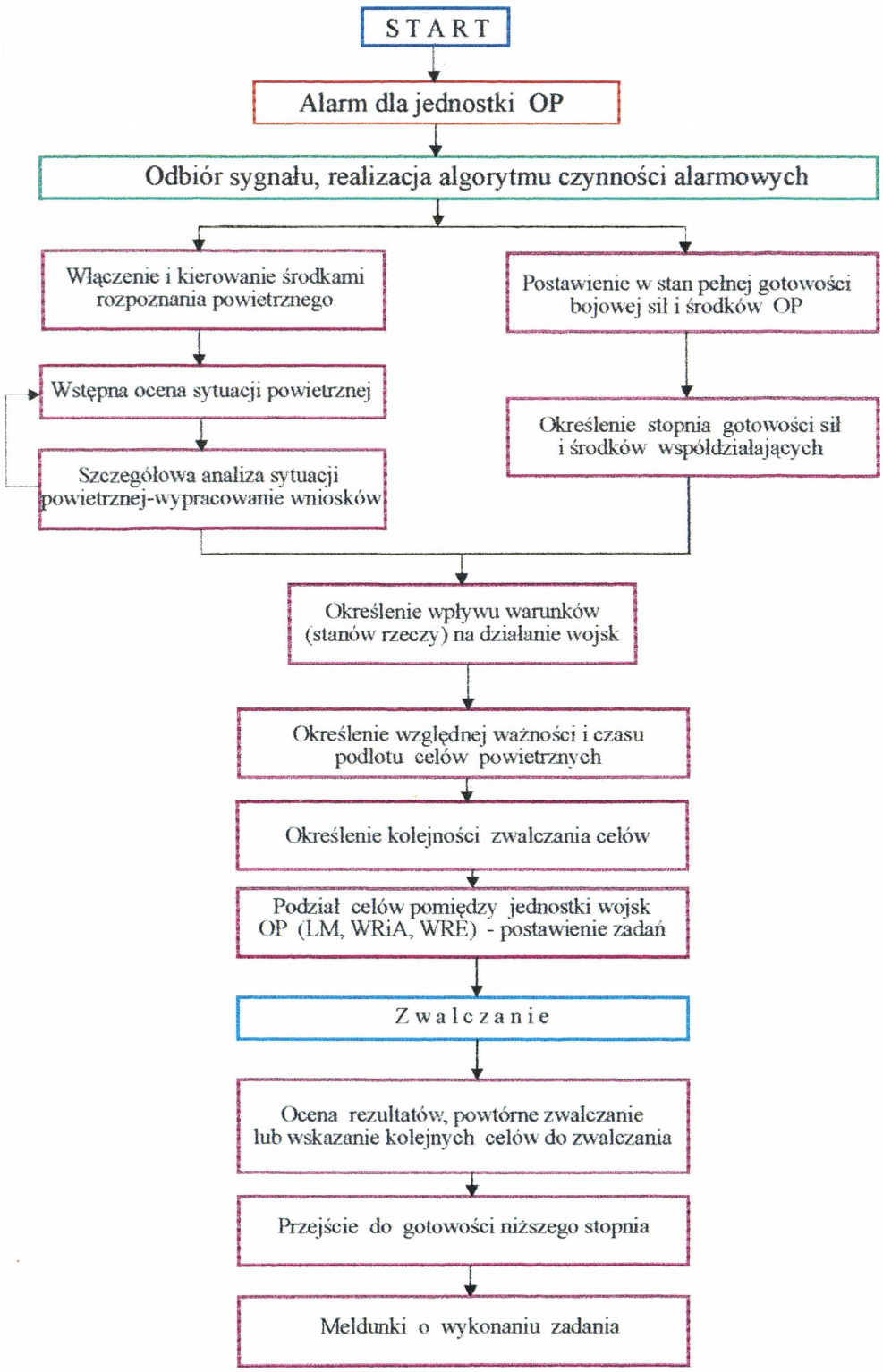
W - blok wyboru alternatywy (wariantu). Wybór alternatywy jest operacją stricte decyzyjną. Decydent dokonuje wyboru alternatywy według pewnego systemu reguł algorytmicznych bądź heurystycznych.

Stosowany często w praktyce ogólny model procesu decyzyjnego przedstawiony został na rysunku 1.9.



Rys. 1.9. Ogólny model procesu decyzyjnego

Na rysunku 1.10. przedstawiono model podejmowania decyzji taktyczno - ogniowej na szczeblu taktycznym.



Rys. 1.10. Algorytm (model metody) podejmowania decyzji taktyczno-ogniowych

Model metody jest to zespół (system) reguł zwanych strategią, programem lub planem rozwiązywania (wyboru alternatywy) ryzykownych zadań decyzyjnych. Decydenci znają i mają zakodowany w pamięci (trwałej) pewien zbiór strategii. Znajomość strategii jest wynikiem procesu uczenia się. W procesie podejmowania decyzji decydent wykorzystuje tylko te strategie, którymi nauczył się praktycznie operować. Każda strategia posiada określoną skuteczność. Strategie które pozwalają w maksymalnym stopniu realizować określone cele nazywają się strategiami optymalnymi. Z punktu widzenia psychologicznej teorii decyzji, wyróżnia się strategie algorytmiczne i heurystyczne.

Zadaniem podsystemu decyzyjnego jest wypracowanie, w oparciu o decyzje informacyjne, decyzji operacyjnych, które mają odpowiedzieć na pytanie - jak działać? aby osiągnąć cel prowadzonej operacji (walki).

1.5.5. Procesy informacyjno - decyzyjne w dowodzeniu

Na dowodzenie w aspekcie decydowania składają się procesy informacyjno-decyzyjne. W wojskach OP decyzję podejmuje się w oparciu o trzy grupy informacji: o ŚNP, o wojskach własnych i współdziałających oraz o warunkach działania. Informacja zwłaszcza o ŚNP charakteryzuje się wysokim stopniem skomplikowania, intensywności, dynamiczności, a zatem i niepewności (ryzyka). Do parametrów nie wymienionych, a których ze względu na ważność omawianej problematyki nie sposób pominąć zalicza się czas (deficyt czasu) i konfliktowość.

Właściwości dowodzenia wojskami

Właściwości dowodzenia wojskami OP wynikają bezpośrednio z charakteru działania środków napadu powietrznego (ŚNP), stanu sił i środków OP oraz warunków działania.

System obrony powietrznej pokonuje się zazwyczaj poprzez użycie dużej liczby małych grup i pojedynczych samolotów odpowiednio urzutowanych wzdłuż frontu, według wysokości i głębokości.

Pokonanie obrony może odbywać się na szerokim froncie - jeżeli obrona jest słaba - w celu rozśrodkowania wysiłku aktywnych sił i środków obrony oraz na wąskim froncie - jeżeli obrona jest silna, a także w celu stworzenia dużej intensywności nalotu i zapewnienia wyjścia głównych sił lotnictwa do obiektów uderzeń.

Aby pokonać system OP w najwrażliwszym miejscu ŚNP będą stosowały:

- zmienny profil lotu (manewr przeciwko systemowi OP);
- zakłócenia radioelektroniczne;
- loty na małych wysokościach;
- niszczenie stanowisk dowodzenia oraz sił i środków OP.

Sytuację powietrzną, w zależności od charakteru działań ŚNP określają trzy parametry: intensywność, dynamika i złożoność. Determinują one możliwość zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej na stanowiskach dowodzenia wojsk OP oraz podjęcia w miarę ilości i jakości tej informacji - odpowiednich decyzji o zwalczaniu celów powietrznych.

Decyzje informacyjne

Podstawowym warunkiem podjęcia decyzji jest posiadanie informacji o sytuacji powietrznej, o własnych i współdziałających siłach i środkach. Informacje o ŚNP przekazuje stanowiskom dowodzenia system rozpoznania radiolokacyjnego wojsk radiotechnicznych. Otrzymana informacja (podstawa decyzji) powinna być kompletna, wiarygodna i aktualna, a przynajmniej SD powinny znać jej jakość.

Ponieważ decyzje podejmuje się w oparciu o informacje uzyskane w przeszłości, w czasie zbierania (określania), a realizuje w przyszłości, po zebraniu, przetworzeniu i przekazaniu jej do wykonawców, to deficyt czasu (opóźnienie informacji) wpływa na deformację sytuacji powietrznej zobrazowanej na stanowiskach dowodzenia. Czas ten zależy przede wszystkim od techniki obiegu i przetwarzania informacji oraz od szczebla dowodzenia.

Stąd więc do specyficznych cech determinujących dowodzenie wojskami OP zalicza się:

- pracę grup dowodzenia prowadzoną w warunkach intensywnych, dynamicznych i skomplikowanych działań bojowych;
- przetwarzanie przez decydentów dużej ilości różnorodnej informacji w warunkach chronicznego braku czasu (muszą zajmować się każdym celem oddzielnie);
  podejmowanie decyzji w oparciu o zakodowaną w formie umownych znaków i sygnałów informację, zobrazowaną na wskaźnikach radiolokacyjnych, monitorach, planszetach, ekranach wielkoformatowych i tablicach charakterystyki celów;
- wypracowanie i podejmowanie decyzji o niekompletną mało pewną (mało wiarygodną), szybko się zmieniającą i dezaktualizującą oraz niepowtarzającą informację.

Określona i odzwierciedlona na SD informacja o sytuacji powietrznej może nieraz różnić się od rzeczywistej. Tworzony na tej podstawie obraz „powietrznego pola walki" może być nawet fałszywy. To właśnie potwierdza celowość, a nawet konieczność podejmowania w wojskach OP decyzji informacyjnych.

Za podstawę wyodrębnienia decyzji informacyjnych spośród innych przyjęto klasyfikację, w której proces podejmowania decyzji dzieli się na dwa etapy:

- ocenę jakościową informacji, czyli podjęcie decyzji o tym „co jest prawdą" (decyzje informacyjne);
- decyzje operacyjne, które mają określić „jak działać", aby postawione zadanie wykonać.

Decyzje informacyjne to takie, które wśród licznych danych określają te, które w rozpatrywanej sytuacji uważa się za prawdziwe. Istota sprowadza się zatem do tego, aby wśród wielu niejednoznacznych oznak (parametrów) określonej sytuacji ustalić, które z nich są prawdziwe, czyli w praktyce ustalić najpierw, które z meldunków są prawdziwe.

W przygotowaniu decyzji informacyjnej w wojskach OP główna rola przypada funkcyjnym grup dowodzenia SD. Ich zadaniem jest systematyczne zbieranie niezbędnych danych o sytuacji powietrznej poddawanej ich analizie i ocenie, odrzucanie fałszywych i niewiarygodnych, sprawdzanie wątpliwych, selekcjonowanie najważniejszych, konfrontowanie aktualnych z poprzednimi. Dopiero na takiej podstawie mogą

oni przygotować odpowiednio do szczebla dowodzenia całość danych do powzięcia decyzji informacyjnej.

Na SD wojsk OP napływają jednoczesne informacje o sytuacji powietrznej z różnych źródeł. Na ich podstawie dowódcy poszczególnych szczebli dowodzenia wojsk OP oceniają przeciwnika i określają odpowiedni model sytuacji powietrznej, czyli decyzję informacyjną, konieczną do wypracowania i podjęcia decyzji operacyjnych dotyczących zwalczania celów powietrznych. Zatem decyzja informacyjna jest niejako pierwszym etapem w ogólnym modelu przygotowania decyzji. Należy dodać, że decydowanie rozumie się, jako możliwość dokonania wyboru polegającego na wyróżnieniu czegoś pod pewnymi względami, na wyborze jednej spośród wielu (przynajmniej dwu) możliwości działania. Decyzją jest wybór dokonany w związku z zamierzonym działaniem i wiążąco wpływający na przyszłe działanie.

Decyzje operacyjne

Decyzje operacyjne jako kolejny etap podejmowania decyzji po podjęciu decyzji informacyjnej związane są z wyborem sposobu (strategii) postępowania, a w konkretnym przypadku z wyborem sposobu prowadzenia walki przez wojska OP ze ŚNP.

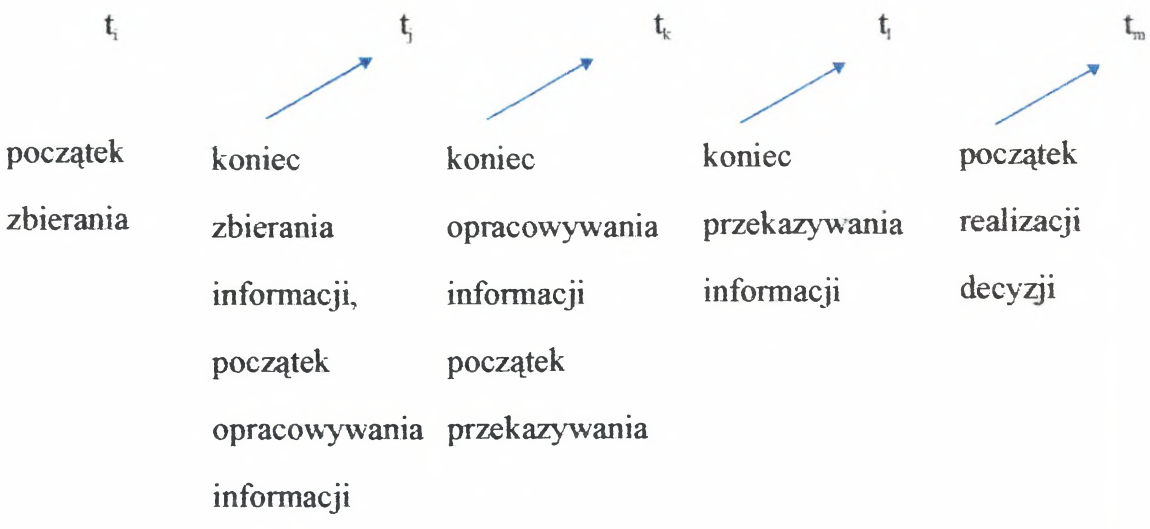
Podejmowanie decyzji jest procesem informacyjnym, transformacją informacji wejściowych, sytuacyjnych w informację kierującą, decyzyjną.

Przetwarzaniu w procesie decydowania na stanowiskach dowodzenia wojsk OP podlegają trzy grupy informacji:

1. Niezależna i tylko częściowo znana lub w warunkach skrajnych w ogóle nieznana informacja sytuacyjna o ŚNP.
2. Niezależna choć znana organom dowodzenia informacja sytuacyjna wojsk OP własnych i współdziałających, a także dotycząca warunków terenowych i meteorologicznych.
3. Niezależna, pozostająca do określenia informacja decyzyjna.

Skuteczność dowodzenia wojskami OP zależeć będzie od ilości i jakości, jak również od czasu obiegu informacji.

O środkach napadu	Zbieranie i zobrazowanie informacji sytuacyjnej T_{ij}	Przetwarzanie informacji sytuacyjnej w decyzyjną T_{jk}	Przekazywanie informacji decyzyjnej T_{kl}	Bezwładność elementu wykonawczego (środka ogniowego) T_{lm}
O środkach obrony				



Rys. 1.11. Etapy procesu wypracowania decyzji taktyczno - ogniowej (pojedynczy cykl)

Pojedynczy cykl procesu wypracowania i podjęcia decyzji poprzez grupę dowodzenia dowolnego szczebla wojsk OP przedstawiono na rysunku 1.11 i zawiera następujące etapy:

- zbieranie i zobrazowanie informacji sytuacyjnej o siłach i środkach napadu powietrznego oraz o siłach i środkach obrony;
- przetwarzanie informacji sytuacyjnej w informację decyzyjną (wypracowanie i podjęcie decyzji);
- przekazywanie i realizacja informacji decyzyjnej.

Wiadomo, że warunkiem dobrej (wartościowej) decyzji, jest podjęcie jej we właściwym (dysponowanym) czasie. Decyzja nawet najlepsza, realizowana z opóźnieniem nie będzie skuteczna.

Ogólny czas opóźnienia (T_p) składa się z czasu trwania zbierania informacji (T_{ij}), czasu przetwarzania (T_{jk}) i przekazywania informacji (T_{kl}) oraz czasu bezwładności elementu wykonawczego (T_{lm}) aktywnego środka.

Stąd:

$T_p = T_{ij} + T_{jk} + T_{kl} + T_{lm}$ (czas ogólny opóźnienia)

$T_k = T_{ij} + T_{jk} + T_{kl}$ (czas reakcji kierowania)

$T_w = T_{lm}$ (czas reakcji elementów wykonawczych)

Ogólny czas reakcji systemu $T_r = T_p$, *stąd* $T_r = T_k + T_w$

Czas aktualności reakcji (T_a) jest to czas, w którym jest jeszcze sens realizować proces kierowania. Czas reakcji systemu musi być zawsze mniejszy od czasu aktualności reakcji:

$$T_r < T_a$$

Jeżeli więc $T_r = T_k + T_w$, *a* $T_r < T_a$ *to* $T_k + T_w < T_a$ *czyli* $T_k < T_a - T_w$

Stąd wniosek, że czas kierowania musi być zawsze mniejszy od różnicy czasu aktualności reakcji i czasu reakcji elementów wykonawczych. W systemach kierowania o strukturze hierarchicznej jakim jest system wojsk OP czas opóźnienia zależy również od szczebla kierowania T_I ..... T_{II} .....T_N .

Z przedstawionego wyżej cyklu wynika, że decyzje zawsze są podejmowane na podstawie sytuacji, która miała miejsce w przeszłości, realizowane będą w sytuacji, która ukształtuje się w przyszłości. Jest to podstawowa sprzeczność wszystkich systemów dowodzenia, tym trudniejsza do rozwiązania, im mniejszym czasem dysponuje dany system.

Sprzeczność tę w wojskach OP usiłuje się rozwiązać przede wszystkim przez spłaszczenie struktur organizacyjnych dowodzenia oraz przez jednoczesne podawanie (zobrazowanie) na SD jednostek i pododdziałów jednoznacznej i aktualnej (z jak najmniejszym opóźnieniem) informacji sytuacyjnej.

Zaskakujące sytuacje „pola walki" ich dynamika, niepełność informacji, dezinformacja, deficyt czasu, mnogość czynników do uwzględnienia, wywierają odpowiedni do tego wpływ na proces podejmowania decyzji operacyjnych, czyniąc go bardzo

trudnym. Problem polega na tym, czy w tych warunkach wybierze się strategię optymalną lub przynajmniej dobrą.

Decyzja jest optymalna, gdy:

- istnieje zespół kryteriów (maksymalizacji funkcji celu) pozwalających na porównanie wszystkich możliwych w danych sytuacjach decyzji;
- dana decyzja w świetle tych kryteriów jest najlepsza ze wszystkich.

Decyzja jest zadawalająca (dobra, sensowna), gdy:

- istnieje zespół kryteriów (dot. poziomu aspiracji decydenta) ustalających minimalne warunki decyzji zadawalającej;
- odpowiada wszystkim minimalnym warunkom, bądź jest lepsza.

Można zatem stwierdzić, że podstawowym warunkiem niezbędnym do podejmowania decyzji jest przede wszystkim posiadanie odpowiedniej informacji o środkach napadu i obrony oraz o warunkach działania.

Spełnienie tego warunku zależy od:

- ilości i jakości oraz organizacji pracy środków rozpoznania;
- szybkości obiegu informacji;
- sprawności systemu łączności.

Drugim niezbędnym warunkiem podjęcia dobrej decyzji jest posiadanie pewnego niezbędnego minimum czasu na zbieranie informacji, jej przetworzenie i przekazanie oraz na realizację zadania.

Trzecim warunkiem podejmowania dobrych decyzji są odpowiednio wysokie kwalifikacje funkcyjnych SD, a zwłaszcza podejmującego decyzje - dowódcy. Współczesny dowódca coraz mniej może opierać się na intuicji i doświadczeniu, jeżeli jego decyzje mają być wartościowe.

Aby powyższe warunki mogły być spełnione należy wyposażać wojska OP w nowoczesne systemy wspomagające procesy decyzyjne na wszystkich szczeblach dowodzenia.

Rozdział 2. Charakterystyka systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą) RP

2.1. Funkcje i zadania Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej w ramach systemu OP RP (SZ RP)

Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej (WLOP) jako rodzaj Sił Zbrojnych[1], zgodnie ze strategią obronną państwa, stanowią ze względu na swoje możliwości bojowe i obronno-zaczepny (odwetowy) charakter działań, zasadniczy element w jednolitym systemie obrony powietrznej Rzeczpospolitej Polskiej.

Potencjał obronny i uderzeniowy WLOP stanowi zasadniczy czynnik „zniechęcania" (odstraszania) ewentualnego agresora. Powinien on być utrzymywany w wysokim stopniu gotowości bojowej, pozwalając na natychmiastową reakcję odwetową oraz zabezpieczyć działania w układzie powietrzno-lądowym i morskim innych RSZ, w tym również wsparcie działań bojowych jednostek pierwszej kolejności użycia. Krótki czas reakcji oraz zdolność szybkiego przegrupowania zasadniczych sił na dowolnym kierunku operacyjnym (zagrożenia) jest poważnym „atutem" Sił Zbrojnych w przypadku niespodziewanej agresji - bezpośrednio po jej rozpoczęciu - przed mobilizacyjnym i operacyjnym rozwinięciem zasadniczych sił obronnych.

Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej tworzą zasadniczy trzon obronny terytorium kraju ze względu na rozwinięty w czasie pokoju system stanowisk dowodzenia, pełnienie dyżurów bojowych oraz organizację powszechnego ostrzegania i powiadamiania o zagrożeniu z powietrza, a także organizację ruchu i ratownictwa lotniczego.

---

[1] Strukturę organizacyjną wojsk, nazewnictwo itp. w pracy przyjęto takie jakie obowiązywało na dzień zamknięcia pracy tj. 30.10.1997r.

WLOP utrzymują w czasie pokoju najwyższy stopień gotowości bojowej w celu odparcia ewentualnej agresji powietrznej przeciwnika, osłabienia jego potencjału bojowego oraz stworzenia warunków do prowadzenia skutecznej operacji obronnej przez Wojska Lądowe i Marynarkę Wojenną.

Wydzielone siły i środki WLOP rozwijają się w wyższych stanach gotowości bojowej na określonym kierunku zagrożenia wyprzedzająco w stosunku do zasadniczych sił operacyjnych innych rodzajów wojsk, realizując zadania w ramach osłony strategicznej powietrznych granic państwa i jego terytorium.

Do zasadniczych zadań wynikających z funkcji i możliwości bojowych WLOP należą:

1. Nadzór przestrzeni powietrznej i kontrola ruchu lotniczego (wspólnym wysiłkiem organów cywilnych i wojskowych).
2. Osłona wojsk i obiektów infrastruktury kraju przed uderzeniami z powietrza.
3. Zwalczanie przeciwnika w ramach walki o panowanie w powietrzu i wsparcie wojsk.
4. Informowanie wojsk, administracji państwowej i ludności cywilnej o zagrożeniu uderzeniami z powietrza (ostrzeganie).

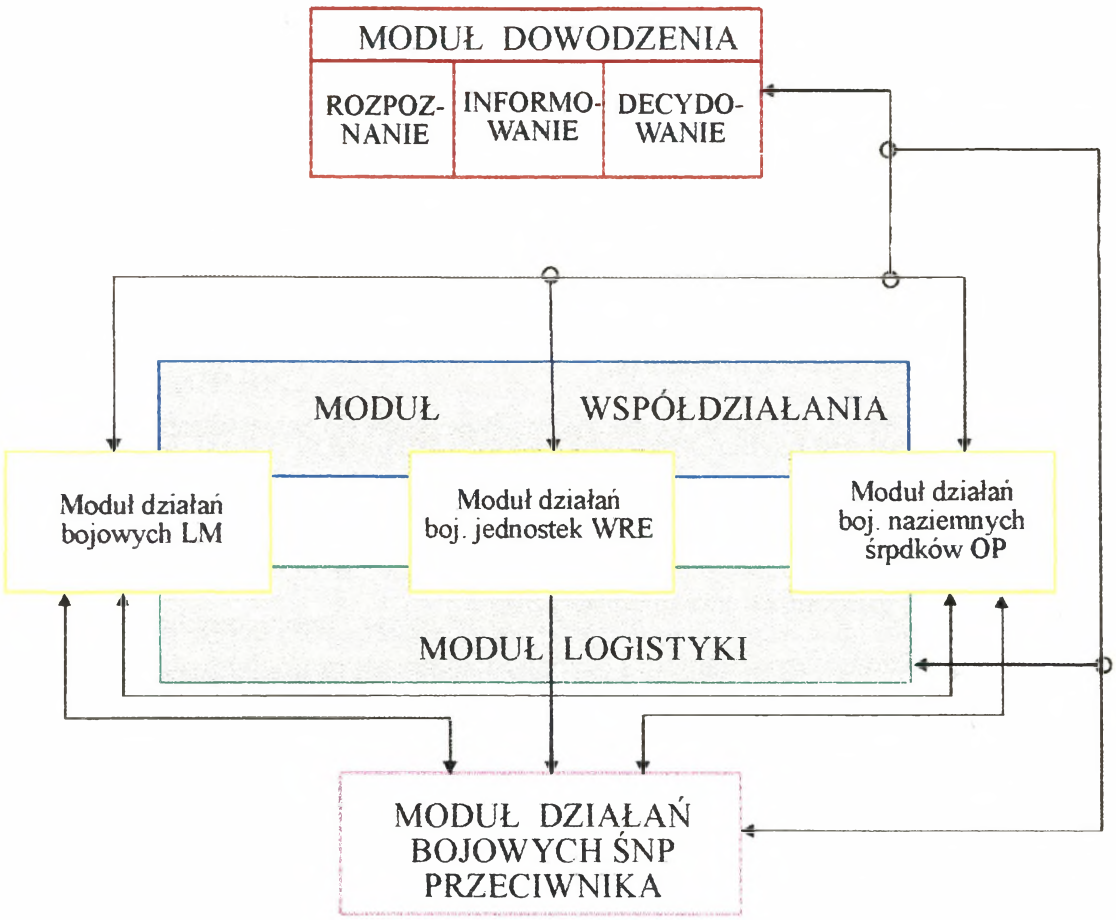
2.2. System dowodzenia OP RP

System obrony powietrznej jest jednym z podstawowych elementów infrastruktury obronnej na terytorium kraju. Z teoretycznego punktu widzenia w systemie OP można wyróżnić następujące podstawowe elementy - moduły:

- moduł dowodzenia (rozpoznanie, informowanie, decydowanie);
- moduł walki (działań bojowych) lotnictwa, naziemnych środków OP oraz walki radioelektronicznej;
- moduł współdziałania;
- moduł logistyki.

Wyżej wymienione moduły przedstawiono na rysunku 2.1.

Głównym celem działań wojsk w systemie OP jest odparcie agresji powietrznej przeciwnika i zapewnienie funkcjonowania sił zbrojnych (w tym systemu kierowania tymi siłami) i struktur kierowania państwem w okresie wojny. Natomiast głównym zadaniem operacyjnym systemu OP jest walka o przewagę w powietrzu, we współdziałaniu z lotnictwem i innymi rodzajami wojsk, szczególnie w początkowym okresie wojny[2].



Rys. 2.1. Podstawowe moduły w systemie dowodzenia obroną powietrzną

Sprawne dowodzenie wojskami wpływa w zasadniczy sposób na wyniki zmagań i jest nie mniej ważne niż przewaga ilościowa i jakościowa. Zapewnienie sprawnego dowodzenia Siłami Zbrojnymi RP przez Naczelnego Wodza, a także operatywnego planowania oraz organizowania (uzgadniania) współdziałania strategicznego i

[2] E. Zabłocki, Siły Powietrzne w systemie obronnym państwa - AON 1994r.

operacyjnego będzie możliwe wówczas, gdy system dowodzenia Siłami Powietrznymi będzie integralną częścią systemu dowodzenia SZ RP, a stanowiska i punkty dowodzenia lotnictwa i obrony powietrznej zostaną ściśle powiązane ze stanowiskami pozostałych RSZ i RW.

Współczesne pole walki stawia niezwykle wysokie wymagania systemowi dowodzenia siłami powietrznymi. Wynika to przede wszystkim z specyfiki przestrzeni w jakiej będzie prowadzona walka, probabilistycznego charakteru tworzących ją związków oraz dużej dynamiki wszelkich zmian zachodzących w tym obszarze.

Wymagania te dotyczą szczególnie operatywności, szybkości reagowania, niezawodności i żywotności. System dowodzenia WLOP musi więc spełniać te wymagania, a jednocześnie zapewniać:

- ostrzeganie i stałe informowanie wojsk oraz władz państwowych i wojskowych o zagrożeniach uderzeniami z powietrza;
- szybkie przekazywanie rozkazów i zarządzeń bojowych do wszystkich szczebli dowodzenia;
- sprawne dowodzenie załogami w powietrzu;
- zcentralizowane i zdecentralizowane dowodzenie ;
- efektywne kierowanie rozpoznaniem i przeciwdziałaniem radioelektronicznym;
- kierowanie wsparciem lotniczym wojsk lądowych i marynarki wojennej;
- identyfikację wszystkich statków powietrznych oraz bezpieczeństwo ich działania w każdych warunkach;
- szybkie przekazanie informacji zainteresowanym o przebiegu wykonanych zadań i o zmianach sytuacji bojowej, jak również danych z rozpoznania powietrznego i naziemnego;
- kierowanie ruchem lotniczym;
- kierowanie ratownictwem i poszukiwaniem załóg.

2.2.1. System dowodzenia obroną powietrzną WLOP - stan aktualny

Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej w składzie dwóch korpusów obrony powietrznej, korpusu lotniczego i jednostek bezpośrednio podległych, utrzymywane są

w wysokim stopniu gotowości bojowej (w tym jednostki pierwszej kolejności użycia). W czasie pokoju zdolne są do zapewnienia nienaruszalności przestrzeni powietrznej RP oraz do natychmiastowego przejścia ze stanu pokojowego do wojennego i rozpoczęcia powietrznej operacji obronnej. W tym celu pełnią dyżur bojowy wydzielone siły i środki WLOP oraz elementy systemu dowodzenia.

Rozwinięty system dowodzenia WLOP oparty jest na stacjonarnych, umocnionych stanowiskach dowodzenia od szczebla operacyjnego do taktycznego (CSD D-cy WLOP, SD: KOP, KL, BLMB, PłSD i plmb).

Wyposażone są one w obiekty zautomatyzowanych systemów dowodzenia (ZtSD) - głównie produkcji polskiej (WIDŁAK, MIKOŁAJEK, LOTNIA, CYBERWA, DUNAJEC, OWAL-2A, RUDNIA i WARTA-B) oraz obiekt - WEKTOR.

Rozwinięty, terytorialny system dowodzenia stanowi podstawę systemu obrony powietrznej RP (OP RP).

Dowódca WLOP organizuje obronę powietrzną całego terytorium kraju i w jej ramach dowodzi z CSD siłami i środkami OP organicznymi i operacyjnie podporządkowanymi z innych RSZ i RW. Realizując zamiar NW SZ, dąży do zapewnienia warunków do mobilizacyjnego i operacyjnego rozwinięcia wojsk oraz ich osłony w czasie strategicznej operacji obronnej.

Dowódca korpusu OP organizuje obronę powietrzną w swoim rejonie obrony zgodnie z zamiarem dowódcy WLOP, w tym zakresie realizuje współdziałanie z OW (KZ), marynarką wojenną oraz z jednostkami Straży Granicznej. W ramach obrony powietrznej dowodzi z SD KOP organicznymi i operacyjnie podporządkowanymi siłami i środkami OP.

Podstawowym ogniwem wykonawczym systemu dowodzenia obroną powietrzną są połączone stanowiska dowodzenia (PłSD), z których koordynuje się działalność ogniową wszystkich ZT i oddziałów rakiet i artylerii przeciwlotniczej - głównie poprzez przekazywanie zezwolenia czy zakazu na prowadzenie ognia. Z PłSD realizuje się dowodzenie i naprowadzanie lotnictwa myśliwskiego oraz koordynuje, nadzoruje i zabezpiecza się działania bojowe lotnictwa uderzeniowego, rozpoznawczego i śmigłowcowego.

Bazę połączonego stanowiska dowodzenia stanowi SD batalionu radiotechnicznego oraz jego umocniony obiekt techniczny. W zależności od zadań i aktualnej dyslokacji sił i środków OP w ramach PłSD mogą być rozwinięte:

- stanowisko dowodzenia BR (pr) oraz miejsca pracy GO OPL - koordynujące działalność ogniową wszystkich przeciwlotniczych środków rakietowych i artyleryjskich rozwiniętych w strefie odpowiedzialności;
- stanowisko dowodzenia plm wraz z głównym punktem naprowadzania - kierujące i koordynujące działania wszystkich rodzajów lotnictwa;
- stanowisko dowodzenia pododdziałami WRE.

W WSGB, w celu zapewnienia wysokiej żywotności oraz ciągłości dowodzenia na każdym szczeblu organizacyjnym rozwija się zapasowe stanowiska dowodzenia, których zadaniem jest śledzenie za rozwojem sytuacji z gotowością do natychmiastowego przejęcia dowodzenia.

Wojenny system dowodzenia korpusem lotniczym składa się z dwóch podsystemów:

1. Autonomicznego podsystemu dowodzenia podległymi ZT i oddziałami LMB i składa się ze stanowisk dowodzenia: KL, BLMB i plmb - zasadnicze umocnione, zapasowe mobilne (polowe);
2. Podsystemu dowodzenia lotnictwem działającym na korzyść wojsk lądowych, który zapewnia jednocześnie współdziałanie lotnictwa z wojskami lądowymi i bezpieczeństwo własnym samolotom i śmigłowcom w strefach ognia środków OPL - tworzą go rozwinięte elementy Ośrodków Dowodzenia Lotnictwem (ODL).

Każdy ODL rozwija dwa piony funkcjonalne:

1. Pion przeznaczony do realizacji planowania użycia lotnictwa wsparcia i LWL oraz do organizacji współdziałania tego lotnictwa z systemem OP i wojskami lądowymi - składający się z Zespołu Planowania i Współdziałania (ZPiW) oraz 2 - 3 Grup Współdziałania (GW);
2. Pion przeznaczony do realizacji kierowania i dowodzenia lotnictwem wsparcia i LWL w powietrzu - składający się z Zespołu Dowodzenia (ZD) oraz 3 Grup Kierowania (GK).

Pierwszy z nich rozwija się w ugrupowaniu wojsk OW (KZ) :

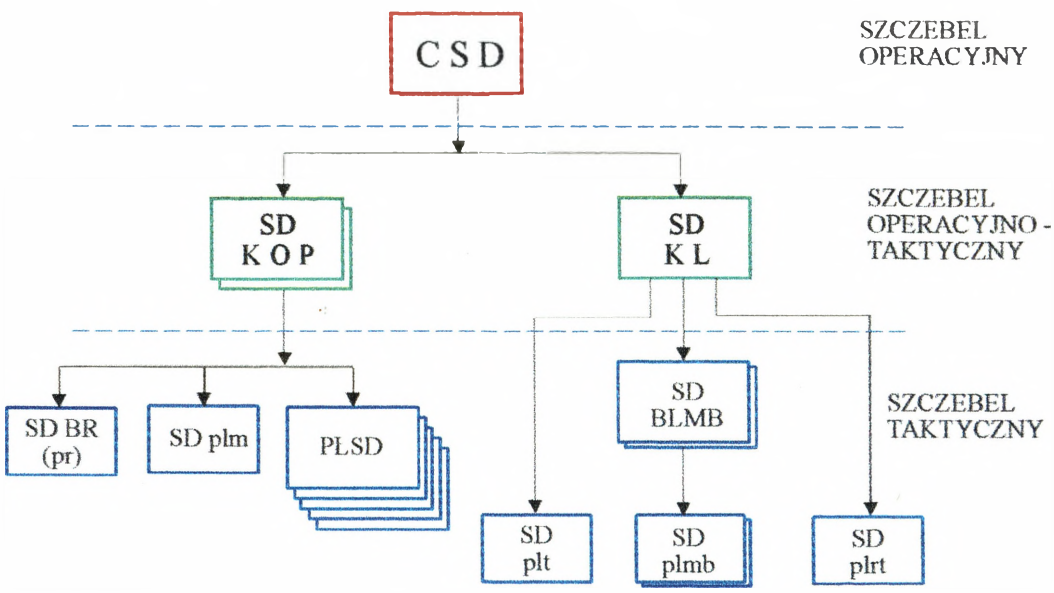
- ZPiW przy SD OW (KZ);
- GW przy SD pierwszorzutowych DZ.

Drugi pion rozwija się w ugrupowaniu KOP :

- ZD na właściwym terytorialnie PłSD (oficerowie dowodzenia na sali bojowej, nawigatorzy na GPN);
- GK przy wysuniętych RLP lub w wyjątkowych sytuacjach przy SD pierwszorzutowych oddziałów wojsk lądowych.

W ten sposób ODL łączy w procesie dowodzenia lotnictwem wsparcia i LWL terytorialny system dowodzenia i rozpoznania WLOP z systemem dowodzenia OW (KZ).

Taka struktura organizacyjno - funkcjonalna ODL powstała w wyniku restrukturyzacji CDBL - organu dowodzenia WLA. Została ona sprawdzona w trakcie ćwiczenia pk. KLON 95. Mimo, że w trakcie tych ćwiczeń z powodzeniem spełniała swoje zadania, należy ten stan rzeczy traktować jako etap przejściowy - do czasu zbudowania w strukturach OW systemu dowodzenia tworzonym LWL. Koordynację działań wszystkich rodzajów lotnictwa realizował będzie wtedy właściwy terytorialnie Ośrodek Dowodzenia i Naprowadzania - SD Sektora OP.



Rys. 2.2. System dowodzenia WLOP - stan aktualny

Elementami wydatnie zwiększającymi żywotność wojennego systemu dowodzenia są ruchome stanowiska dowodzenia. Od dwóch lat na poligonie USTKA w ramach ćwiczeń KARAT są testowane i doskonalone eksperymentalne, nieetatowe ruchome PłSD i SD KOP. Ruchome SD KOP spełnia tam rolę wysuniętego SD korpusu, przeznaczonego do organizacji oraz dowodzenia OP na głównym kierunku wysiłku korpusu z wykorzystaniem sił i środków różnych RSZ i RW. Ruchome PłSD zaś realizuje dowodzenie ogniowe siłami i środkami OP różnych RW działającymi we wspólnej strefie. Aktualny stan systemu dowodzenia WLOP przedstawiony został na rysunku 2.2.

2.2.2. Struktura systemu dowodzenia OP RP

System dowodzenia obroną powietrzną RP tworzą następujące elementy:

a) **terytorialny system dowodzenia SP** składający się z dwóch rejonów i ośmiu sektorów OP (po cztery sektory w każdym rejonie OP) zapewnia:
   - dowodzenie siłami i środkami OP w ramach walki o przewagę w powietrzu w całej przestrzeni powietrznej RP lub na wybranym kierunku zagrożenia;
   - dowodzenie siłami i środkami OP w ramach osłony wojsk lądowych, MW oraz obiektów infrastruktury kraju rozmieszczonych na całym terytorium kraju i morskiej strefie przybrzeżnej;
   - powiadamianie i ostrzeganie o zagrożeniach uderzeniami z powietrza wojsk i administracji terytorialnej;
   - nadzór przestrzeni powietrznej i kontrolę ruchu lotniczego nad terytorium kraju i w rejonach przygranicznych państw sąsiednich.

b) **systemy dowodzenia WOPL OW** tworzone w ramach mobilizacyjnego i operacyjnego rozwijania wojsk okręgów wojskowych, ściśle powiązane z ich ugrupowaniem i przeznaczone do realizacji dowodzenia siłami i środkami OP OW (KZ) bezpośredniej osłony wojsk okręgów wojskowych (KZ).

c) **systemy dowodzenia lotnictwem wsparcia i lotnictwem wojsk lądowych OW (KZ)** tworzone w ramach mobilizacyjnego i operacyjnego rozwijania wojsk okręgów wojskowych, ściśle zależne od ich ugrupowania.

d) **system dowodzenia OPL MW** przeznaczony do realizacji dowodzenia siłami i środkami OP MW w bezpośredniej osłonie okrętów, baz morskich i innych obiektów infrastruktury MW.

W ten sposób zgrupowania wojsk lądowych i MW będą miały podwójną osłonę przed uderzeniami z powietrza. Autonomiczne oddziały i pododdziały OPL wojsk lądowych i MW wyposażone w mobilne zestawy rakietowe, rakietowo-artyleryjskie i artyleryjskie przeznaczone do zwalczania ŚNP na małych odległościach i wysokościach realizować będą bezpośrednią ich osłonę. Mobilne zestawy rakietowe średniego zasięgu i lotnictwo WLOP utworzą „parasol" nad terytorium całego kraju ze szczególnym uwzględnieniem rejonów rozwinięcia zasadniczych zgrupowań wojsk lądowych i MW.

2.2.3. Organy dowodzenia OP RP i ich podstawowe zadania

Zasady organizacji i funkcjonowania systemu OP RP oraz zadania RSZ w tym zakresie ustala Szef SG WP - Naczelny Wódz.

Dowódca WLOP realizuje zadania postawione przez Szefa SG WP w zakresie organizacji i funkcjonowania systemu OP RP oraz dowodzi w ramach obrony powietrznej wszystkimi siłami i środkami OP, wykorzystując trójszczeblowy system dowodzenia składający się z:

- na szczeblu strategicznym - z CSD Dowódcy WLOP wchodzącego w skład SD NW;
- na szczeblu operacyjnym - z dwóch SD KOP (SD rejonu OP) i SD KL;
- na szczeblu taktycznym - z ośmiu Ośrodków Dowodzenia i Naprowadzania (ODN).

Dowódca KOP realizuje zadania postawione przez Dowódcę WLOP w zakresie organizacji i funkcjonowania systemu OP oraz dowodzi w ramach obrony powietrznej wszystkimi siłami i środkami OP rozwiniętymi w rejonie KOP.

Podstawowym ogniwem dowodzenia docelowego systemu OP będą etatowe dowództwa sektorów OP a ich organem wykonawczym - Ośrodki Dowodzenia i Naprowadzania.

Zasadnicze zadania ODN to:

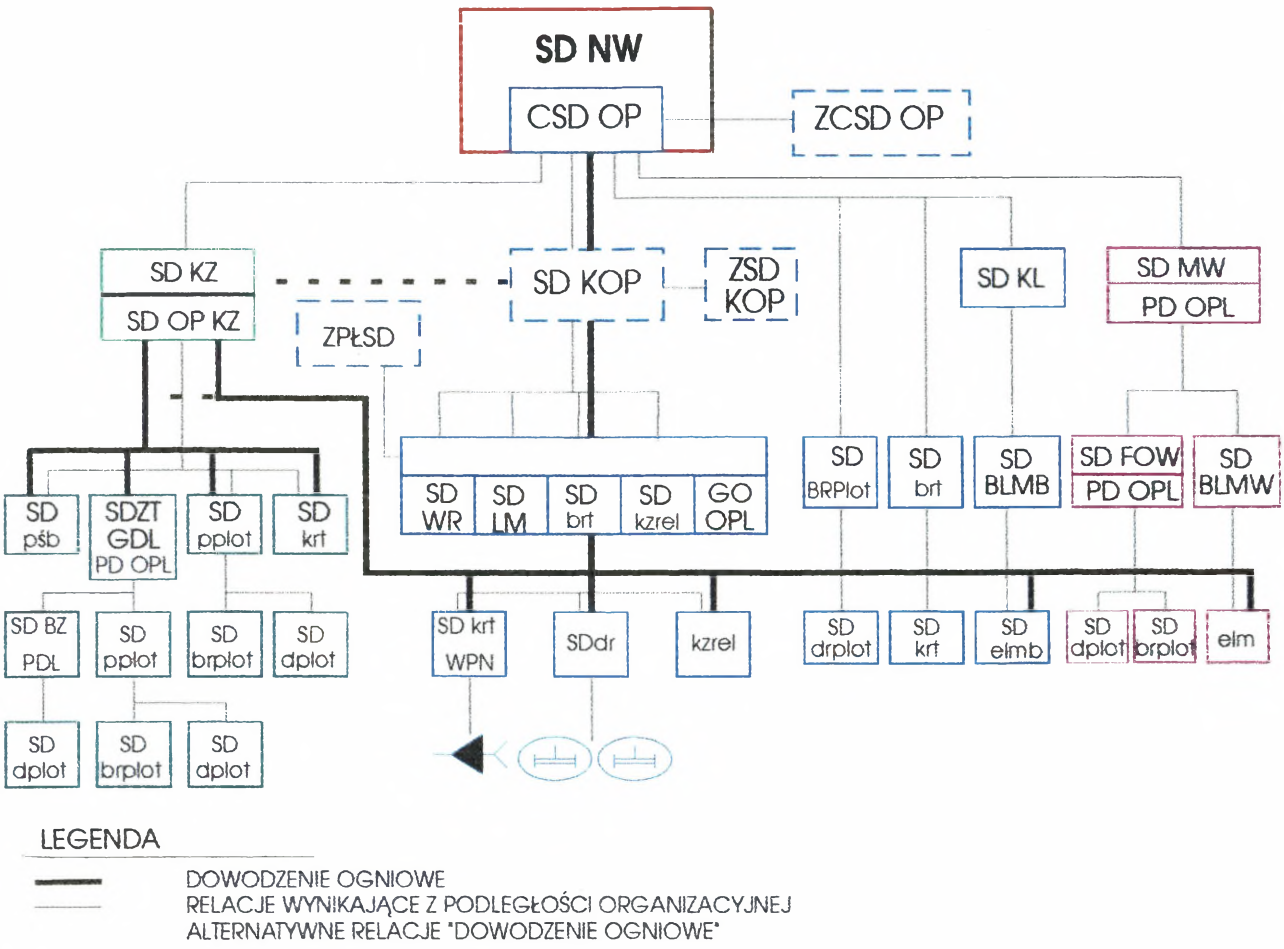
- zbiór i przetwarzanie informacji radiolokacyjnej ze wszystkich stacji radiolokacyjnych rozwiniętych w sektorze odpowiedzialności (stacjonarnych i manewrowych posterunków wykrywania i naprowadzania WLOP, RSWP oddziałów i pododdziałów OPL wojsk lądowych i MW oraz RLS cywilno - wojskowej służby RL);
- dostarczanie wszystkim stanowiskom dowodzenia (WLOP, wojsk lądowych i MW) rozwiniętym w sektorze odpowiedzialności ODN jednolitej i wiarygodnej informacji o sytuacji powietrznej;
- scentralizowane kierowanie ogniem wszystkich sił i środków OP rozwiniętych w sektorze odpowiedzialności ODN.

W celu zapewnienia ciągłości dowodzenia oraz wysokiej żywotności systemu dowodzenia na każdym szczeblu organizowane będą:

- zasadnicze umocnione stanowiska dowodzenia;
- zapasowe umocnione stanowiska dowodzenia;
- ruchome stanowiska dowodzenia spełniające rolę wysuniętych SD lub zapasowych SD drugiej kolejności użycia.

2.2.4. System dowodzenia OP RP - okres przejściowy

W okresie przejściowym (1996-2000) szczególną rolę w integracji dowodzenia elementami składowymi systemu OP RP (WLOP, WOPL i OPL MW) spełniać będą Połączone Stanowiska Dowodzenia. Po włączeniu w struktury organizacyjne WLOP (WLOP) sił i środków WOPL centralnego podporządkowania oraz batalionów radiotechnicznych okręgowego podporządkowania, SD Szefa OPL OW i ZT zasilane będzie informacją o sytuacji powietrznej z właściwego terytorialnie PłSD (SD KOP). PłSD koordynować będą działalność ogniową wszystkich ZT i oddziałów rakiet (szczególnie średniego i dużego zasięgu) i artylerii przeciwlotniczej, rozwiniętych w strefie odpowiedzialności, a także realizować dowodzenie i naprowadzanie LM oraz zabezpieczanie bojowe i nawigatorskie działań LMB, LR i LWL.



Rys. 2.3. Struktura systemu dowodzenia OP - przejściowa

Zakres koordynacji działalności ogniowej przez PłSD będzie się rozszerzał wraz z postępami integracji ZtSD WLOP, WOPL i MW od zezwolenia czy zakazu na prowadzenie ognia do bezpośredniego kierowania ogniem - wskazywania wybranych celów do niszczenia.

Wprowadzanie docelowych struktur organizacyjnych w zakresie systemu dowodzenia uwarunkowane jest możliwością wdrażania nowoczesnych systemów automatyzacji procesów dowodzenia i systemów łączności cyfrowej. Przejściową strukturę systemu dowodzenia OP przedstawiono na rysunku 2.3. Dlatego też osiąganie docelowego systemu dowodzenia należy realizować etapowo w określonych granicach czasowych ze względu na możliwości finansowe państwa, produkcyjne i badawcze

zakładów przemysłowych i badawczo-rozwojowych. Z tych względów proponuje się przyjąć:

1. **Etap pierwszy - 1996 - 2000 r.** , w którym zrealizowane zostaną następujące przedsięwzięcia :
   a) rozwiązanie 1 KOP i utworzenie dwóch rejonów obrony OP „Północ" i „Południe" oraz Operacyjnego Ośrodka Dowodzenia w celu zachowania systemu zbioru informacji r/lok. i dowodzenia jednostkami dyslokowanymi w rejonie 1 KOP - do czasu odpowiedniego dostosowania systemu łączności i dowodzenia WLOP;
   b) rozpoczęcie łączenia stref odpowiedzialności PłSD w celu zmniejszenia ich ilości oraz tworzenia docelowego systemu dowodzenia;
   c) zwiększanie możliwości PłSD w zakresie dowodzenia i koordynacji działalności ogniowej poprzez:
      - wykorzystanie na stanowiskach dowodzenia współdziałających ZT i oddziałów wszystkich RSZ i RW urządzenia OBRAZ do zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej;
      - podjęcie dokładnych badań możliwości współpracy ZtSD WOPL ZENIT z systemami WLOP (CYBER) z wykorzystaniem urządzenia sprzęgającego ZTD-34;
   d) rozpoczęcie tworzenia baz lotniczych a w ich strukturach - stanowisk dowodzenia (zasadniczego, zapasowego i ruchomego) jednostek lotniczych - wdrażanie obiektów ZtSD ORZYC (dla LM) i WARTA (dla LMB) wspomagających dowodzenie tymi jednostkami.
2. **Etap drugi 2001 - 2010 r.** , w którym zrealizowane zostaną następujące przedsięwzięcia :
   a) stworzenie warunków do zabezpieczenia CSD D-cy WLOP - elementu SD NW SZ w informację niezbędną na szczeblu strategiczno - operacyjnym poprzez wdrożenie systemu BODZISZEK wspomagającego kierowniczy personel DWLOP (Dowództwa WLOP) w zakresie :
      - planowania strategicznego;

- podejmowania decyzji na użycie wszystkich sił i środków OP z uwzględnieniem położenia innych RSZ i RW;
- koordynacji i kontroli ruchu lotniczego uwzględniając pełną integrację z cywilną służbą ruchu lotniczego;
- zabezpieczenia meteorologicznego całych SZ RP;

b) wdrożenie na SD 2 i 3 KOP zestawów CYBER-VAX;

c) rozwiązanie Operacyjnego Ośrodka Dowodzenia (w 2000 - 2001 roku);

d) utworzenie ośmiu etatowych dowództw stref OP na bazie Ośrodków Dowodzenia i Naprowadzania wyposażonych w obiekty systemu DUNAJ i ORZYC (kabiny naprowadzania);

e) zapewnienie możliwości wykorzystania potencjału ZtSD poprzez kompleksowe wdrażanie nowoczesnych systemów łączności cyfrowej (przewodowej, radiowej i radioliniowej).

2.2.5. Koncepcja perspektywicznej OP (po 2010 r.)

W koncepcji perspektywicznej przewiduje się:

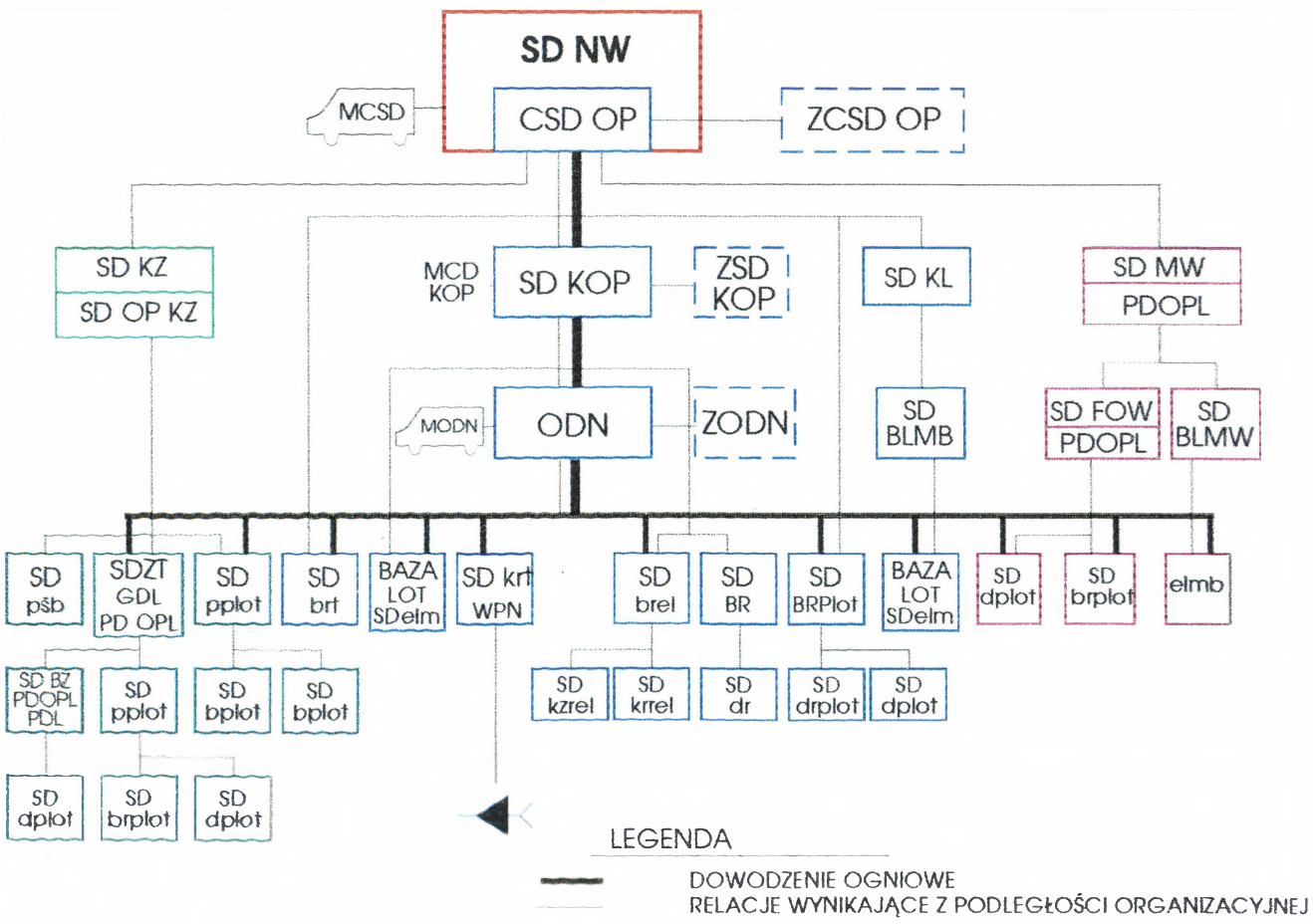
1. Rozformowanie 4 KL:
   - przejęcie jednostek bojowych 4 KL przez korpusy OP;
   - przejęcie baz lotniczych i jednostek zabezpieczenia przez rejony logistyczne;
2. Utworzenie czterech sektorów OP (po dwa w rejonie OP) po pełnym wdrożeniu i przetestowaniu możliwości technicznych i funkcjonalnych systemu DUNAJ - zasadnicze i zapasowe ODN będą zautomatyzowane.

W tej sytuacji SD KOP spełniać będzie zadania z zakresu organizacji i zabezpieczania szkolenia oraz bojowego zabezpieczania działań taktycznych podległych jednostek - bez funkcji dowodzenia bojowego - powstanie (w dynamice działań) dwuszczeblowy system dowodzenia OP RP: CSD Dowódcy WLOP - ODN (4 w całym kraju).

2.2.6. System dowodzenia OP RP - stan docelowy

Docelowa organizacja dowodzenia obroną powietrzną RP powinna:

1. Zapewniać optymalne wykorzystanie w ramach jednolitego systemu OP RP wszystkich sił i środków OP niezależnie od ich organizacyjnej podległości;
2. Zapewniać skuteczne dowodzenie siłami i środkami OP na wszystkich kierunkach zagrożenia oraz doraźnie tworzonymi zgrupowaniami sił i środków na wybranym kierunku zagrożenia;
3. Posiadać prostą i elastyczną strukturę - odpowiednią do jednoznacznie określonych zadań i kompetencji dowódców poszczególnych szczebli dowodzenia i stanowisk dowodzenia;
4. Zapewniać możliwość współdziałania z systemem dowodzenia OP NATO.



Rys. 2.4. Struktura systemu dowodzenia OP - docelowa

Podstawę funkcjonalnej i technicznej integracji systemów dowodzenia elementów składowych systemu OP stanowić będzie ZtSD DUNAJ, który wejdzie na wyposażenie ośrodka dowodzenia i naprowadzania (ODN), zapewniając:

- zbiór i przetwarzanie informacji o sytuacji powietrznej ze wszystkich środków radiolokacyjnych niezależnie od ich przeznaczenia i organizacyjnej podległości oraz przekazywanie jej w czasie rzeczywistym i w niezbędnym zakresie wszystkim ogniwom elementów dowodzenia i kierowania aktywnymi środkami walki oraz SD szczebla operacyjnego i centralnego;
- wspomaganie dowódców w procesie podejmowania i przekazywania decyzji do działań bojowych;
- scentralizowane kierowanie ogniem wszystkich sił i środków OP rozwiniętych w sektorze odpowiedzialności ODN;

zbiór i przekazywanie informacji o stanach i stopniach GB i rezultatach działań bojowych.

Docelowa struktura dowodzenia OP przedstawiona została na rysunku 2.4.

2.2.7. Współpraca systemu OP RP z systemem OP państw zachodnich

Jednym z istotnych elementów docelowej struktury funkcjonalnej systemu OP będzie współpraca z systemem OP państw zachodnich (w tym z NATO). Współpraca ta będzie adekwatna do stopnia naszego zbliżenia się do struktur zachodnich ale pewnym jest, że w pierwszym etapie dotyczyć będzie wymiany informacji o sytuacji powietrznej (w tym informacji o planowanym ruchu cywilnych i wojskowych statków powietrznych).

Elementem sprzęgającym nasz system OP z systemem OP państw Grupy Wyszehradzkiej będzie zestaw urządzeń montowanych na CSD Dowódcy WLOP przez stronę amerykańską stanowiących swojego rodzaju „interface" systemowy (podsystem ASOC - Air Soverenity Operations Center).

W oparciu o wzajemne uzgodnienia między stroną polską i amerykańską przyjęto, że w pierwszym etapie źródłem informacji będzie system WIDŁAK/BODZISZEK stanowiący wyposażenie CSD, w kolejnym etapie system

DUNAJ stanowiący wyposażenie ODN. Przewidziane będą również wejścia informacyjne w ASOC bezpośrednio z wytypowanego zbioru trójwspółrzędnych stacji radiolokacyjnych z wyjściami cyfrowymi jakie obecnie wdraża się do wojsk.

Ustalono, że wymiana informacji z systemem ASOC będzie odbywać się w standardzie ASTERIX, zalecanym przez ICAO w systemach zarządzania przestrzenią powietrzną.

2.3. System dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych

2.3.1. Podstawowe pojęcia

Dowodzenie OPL obejmuje całokształt działalności dowództw i sztabów (organów dowodzenia) wszystkich szczebli organizacyjnych w zakresie przygotowania walki przeciwlotniczej oraz jej prowadzenia. Ma ona na celu racjonalne użycie wojsk OPL dla zapewnienia skutecznej obrony przeciwlotniczej wojskom i obiektom oraz zadanie przeciwnikowi powietrznemu maksymalnych strat. Jednocześnie w dowodzeniu jako procesie, z punktu widzenia podejmowania określonych kroków i rozwiązania problemów można wyróżnić etapy:

- powzięcia decyzji, w którym organ dowodzenia zbiera, gromadzi i opracowuje informacje, przygotowuje warianty działań, oraz dokonuje wyboru wariantu optymalnego przy założonym kryterium wyboru;
- planowania - obejmujący szczegółowe opracowanie scenariusza walki przeciwlotniczej i sprecyzowanie zadań dla podwładnych;
- organizowania, w którym następuje przekazanie zadań dla podwładnych;
- realizacji - etap ten jest związany z wypracowaniem decyzji przez niższe szczeble dowodzenia oraz realizację przedsięwzięć nakazany przez przełożonego;
- kontroli, w którym przełożony kontroluje stopień i sposób wykonania nakazanych zadań.

Dowodzenie wojskami OPL wojsk lądowych w każdym przypadku uzależnione jest od modelu dowodzenia wojskami lądowymi, zwłaszcza w odniesieniu do przyjętej

przez dowódcę ogólnowojskowego metody przygotowania do walki. Głównym kryterium decydującym o przebiegu procesu dowodzenia jest czas niezbędny na wypracowanie decyzji, przygotowanie planu oraz przekazanie zadań dla podwładnych.

Dowodzenie wojskami OPL zawiera dwie zasadnicze fazy:

1. Dowodzenie operacyjno - taktyczne;
2. Dowodzenie ogniowe.

Dowodzenie operacyjno - taktyczne obejmuje zasób przedsięwzięć ukierunkowanych na utworzenie we właściwym czasie, w nakazanych rejonach (rubieżach) odpowiedniego do decyzji dowódcy ZO (ZT), systemu walki oddziałów i pododdziałów wojsk OPL.

W zakres dowodzenia operacyjno - taktycznego wchodzi:

- zbieranie, analizowanie i opracowywanie danych o sytuacji;
- powzięcie decyzji o użyciu, oddziałów i pododdziałów wojsk OPL;
- przygotowanie walki, oddziałów i pododdziałów wojsk OPL;
- postawienie zadań bojowych;
- rozwijanie, oddziałów i pododdziałów wojsk OPL w ugrupowanie bojowe;
- organizowanie współdziałania i wszechstronnego zabezpieczenia;
- kierowanie manewrem, oddziałów i pododdziałów wojsk OPL w toku walki.

Dowodzenie ogniowe obejmuje zespół przedsięwzięć mających na celu świadome powodowanie takich zachowań systemu OPL, aby wypełniał on funkcję rażenia środków napadu powietrznego, w określonym miejscu i czasie z wyznaczonym poziomem efektywności.

Dowodzenie ogniowe[3] rozpoczyna się od podjęcia decyzji o tym jaki typ (rodzaj) ŚNP, w jakiej kolejności i jakimi sposobami zniszczyć oraz przekazanie tej decyzji w formie zadań podwładnym.

Decyzja - od momentu napływu pierwszych danych o celach powietrznych, jest weryfikowana na podstawie wniosków z rzeczywistego rozwoju sytuacji powietrznej, po czym następuje jej wdrożenie.

---

[3] Zespół pod kierunkiem B. Zdrodowskiego, Obrona przeciwlotnicza wojsk, AON, Warszawa 1996r.

Dowodzenie ogniowe trwa do zakończenia nalotu, zebrania danych (oceny) o rezultatach walki przeciwlotniczej i złożenia meldunków przełożonemu. Dowodzenie ogniowe podobnie jak dowodzenie operacyjno - taktyczne ma charakter sekwencyjny.

Wieloszczeblowa struktura dowodzenia wojsk OPL i różny zakresowo charakter sprawowanych funkcji dowodzenia sprawia, że decyzje przełożonych oraz wynikające z nich zadania ogniowe do niszczenia ŚNP nie zawsze mogą określać szczegółowo działania podwładnych. Dotyczy to szczególnie tych sytuacji na powietrznym polu walki, w których czas reakcji decyzyjnych przełożonego jest zbliżony do wielkości czasu potrzebnego podwładnemu na wykonanie zadania ogniowego.

W sensie ogólnym w całym wachlarzu sytuacji decyzyjnych w których zachodzi konieczność sformułowania zadania ogniowego - przełożony ma alternatywne możliwości:

- przekazanie w całości uprawnień decyzyjnych w zakresie niszczenia ŚNP podwładnym (zdecentralizowane dowodzenie ogniowe);
- sformułowanie i przekazanie zadania ogniowego w sposób ogólny na podstawie prognozowanego rozwoju sytuacji bojowej w powietrzu, zanim stan ten rzeczywiście nastąpi (dowodzenie odparciem nalotu);
- sformułowanie zadania ogniowego w takim zakresie, aby zawierało w swojej treści wskazanie konkretnego celu do niszczenia konkretnemu wykonawcy (posiadającemu największe możliwości), sposób jego niszczenia z uwzględnieniem konkretnych warunków, oraz postawienie go w takim czasie, aby zapewniona była niezbędna rezerwa czasu na wykonanie manewru ogniem (kierowanie ogniem).

Decentralizacja dowodzenia ogniowego polega na takiej działalności określonych organów dowodzenia, której istota polega na samodzielnym podejmowaniu decyzji do odparcia nalotu i bezpośrednim kierowaniu działalnością ogniową podległych wojsk OPL bez udziału wyższych organów dowodzenia. Dowodzenie zdecentralizowane ma charakter wymuszony i czasowy.

Cechą szczególną dowodzenia podczas odpierania nalotów ŚNP jest jego wysoki stopień uogólnienia w sferze decydowania. Obejmuje on swoim zakresem przede wszystkim przyjęcie koncepcji odparcia prognozowanego nalotu przez szefa OPL oraz

sformułowanie wytycznych i ograniczeń dla prowadzonej działalności ogniowej przez wykonawców.

Kierowanie ogniem jest szczególnym rodzajem dowodzenia ogniowego. Jest ono procesem zachodzącym w relacjach bezpośredniej podległości organizacyjnej lub podległości dyspozycyjnej, w której decyzje i zadania ogniowe są przekazywane wprost z SD (PD OPL) wykonawcom przy ograniczeniu możliwości wpływu na wybór sposobu realizacji zadania przez ogniwa pośrednie i wykonawcze. Ponadto występuje tylko w tych przypadkach i na takich szczeblach organizacyjnych, kiedy dana decyzja w zakresie użycia środków ogniowych jest jedną spośród wielu możliwych. Rozpiętość kierowania ogniem w strukturze dowodzenia ogniowego systemu OPL zależy głównie od stopnia złożoności i dynamiczności sytuacji powietrznej oraz wyposażenia SD i PD OPL w środki automatyzacji dowodzenia oraz środki rozpoznania radioelektronicznego o dużych możliwościach wykrycia ŚNP na małych i bardzo małych wysokościach. W praktyce działania wojsk OPL dążą do uzyskania maksymalnej rozpiętości kierowania ogniem w ramach struktury dowodzenia OPL. Dążenie to jest warunkiem podstawowym i koniecznym dla podwyższenia efektywności ogniowej systemu OPL oraz zmniejszenia zużycia dysponowanego przez oddziały i pododdziały przeciwlotnicze potencjału możliwości bojowych.

2.3.2. Podsystem dowodzenia wojskami OPL wojsk lądowych

Podsystem dowodzenia wojskami OPL stanowi uporządkowany strukturalnie i funkcjonalnie zbiór stanowisk i punktów (organów) i środków dowodzenia, sprzężonych ze sobą informacyjnie, zapewniających podejmowanie decyzji, przekazywanie zadań i wymianę informacji, a także stałą kontrolę realizacji zadań przez podwładnych.

Zasadniczym elementem podsystemu dowodzenia są ograna dowodzenia, które hierarchicznie ustawione w strukturze dowodzenia, wyróżniają się swoim przeznaczeniem, sposobem działania, kompetencyjnością i organizacją.

Przez organ dowodzenia należy rozumieć szefa (szefostwo) OPL lub dowódcę oddziału i pododdziału przeciwlotniczego, ich zastępców, sztaby, szefów rodzajów

wojsk (służb) oraz inne osoby funkcyjne przeznaczone do dowodzenia zgodnie z przyznanymi im kompetencjami.

Materialną bazę podsystemu dowodzenia stanowią siły i środki zabezpieczenia dowodzenia tj. techniczne środki zbioru i opracowania informacji, transmisji danych oraz łączności wraz z obsługami, zapewniające wysoką operatywność działania organów dowodzenia. Pozwalają one na radykalne skrócenie czasu organizacji walki przeciwlotniczej, a głównie zapewnienie sprawnego reagowania na zaistniałe zmiany w obszarze powietrznego pola walki.

W zakresie planowania walki dla podsystemu dowodzenia Szef OPL ZO (ZT), oddziału) rozwiązuje szereg problemów szczegółowych w tym między innymi:

- gdzie rozwinąć PD (SD) OPL oraz na jakim kierunku realizować ich manewr w czasie walki?
- jakie przyjąć metody i sposoby dowodzenia ogniowego w poszczególnych okresach walki?
- jak zorganizować łączność dla zapewnienia dowodzenia?
- jak odtworzyć dowodzenie w wypadku jego naruszenia lub obezwładnienia?
- jaki przyjąć podział pracy na PD OPL i ZPD OPL?
- jak realizować współdziałanie (szczególnie z systemem OP i dowódcą GDL)?
- w jakich terminach i jakiej treści składać meldunki?
- kto będzie zastępcą?

2.3.3. Stanowiska (punkty) i organa dowodzenia wojsk OPL wojsk lądowych

Ustalona hierarchiczność punktów (stanowisk) dowodzenia i wraz z tym zakres obowiązków i kompetencji (uprawnień) dla nich, a także sposób obiegu informacji oraz relacje łączności - stanowią sprzężenie wiążące stanowiska i punkty dowodzenia w określoną całość, stanowiąca podsystem dowodzenia w systemie OPL.

Ze względu na charakter wypełnianych funkcji dowodzenia, stanowiska dowodzenia wojsk OPL można podzielić na ogólnowojskowe i specjalistyczne. Stanowiska te odróżnia od siebie stan przygotowania i uprawnienia formalne obsad osobowych do

powodowania właściwych zachowań podległych wojsk OPL, w wypełnianiu funkcji rażenia ŚNP oraz wyposażenie stanowiska dowodzenia.

Każde ogólnowojskowe SD jest nadrzędnym nad każdym SD (PD) wojsk OPL, które znajduje się w jego strukturze. Interakcje jakie zachodzą pomiędzy SD (PD) wojsk OPL, a SD ogólnowojskowymi tworzą sytuację konieczności terytorialnego zbliżania tych stanowisk. Ustalona hierarchiczność struktur organizacyjnych wojsk OPL, a co za tym idzie stanowisk i punktów dowodzenia, wraz z zakresem ich obowiązków i kompetencji, tworzy strukturę organizacyjną podsystemu dowodzenia wojsk OPL i stwarza określone wymogi w zakresie ich organizacji i wyposażenia.

Stanowiska i punkty dowodzenia OPL są elementami składowymi stanowisk dowodzenia Dowódcy Wojsk Lądowych, ZO i oddziału ogólnowojskowego. Natomiast stanowiska dowodzenia oddziałów i pododdziałów przeciwlotniczych są ich organicznymi elementami.

Siłami wojsk OPL organizuje się następujące stanowiska i punktu dowodzenia na:

a) szczeblu Dowódcy Wojsk Lądowych:
   - stanowisko dowodzenia OPL (SDOPL);
   - zapasowe stanowisko dowodzenia OPL (ZSD OPL);

b) szczeblu ZO:
   - stanowisko dowodzenia wojsk obrony przeciwlotniczej (SD WOPL);
   - zapasowe stanowisko dowodzenia wojsk OPL (ZSD WOPL);
   - stanowisko dowodzenia pododdziału radiotechnicznego (SD);
   - stanowisko dowodzenia oddziału (ów) przeciwlotniczych (SD);

c) szczeblu oddziału ogólnowojskowego:
   - punkty dowodzenia obroną przeciwlotniczą (PD OPL);
   - zapasowe punkty dowodzenia (ZPD OPL);

d) szczeblu oddziału przeciwlotniczego:
   - stanowiska dowodzenia (SD);
   - zapasowe (wysunięte) stanowiska dowodzenia (ZSD, WSD);

e) pododdziału przeciwlotniczego:

– stanowiska dowódczo - obserwacyjne (SDO).

Stanowiska dowodzenia OPL Dowódcy Wojsk Lądowych i SD WOPL ZO mają na celu skoordynowane dowodzenie wojskami OPL podczas planowania i realizacji walki przeciwlotniczej, a szczególnie:

a) zapewnienia ciągłości współdziałania między nimi;
b) stworzenie warunków do wykorzystania jednolitego pola radiolokacyjnego dla rozpoznania ŚNP przeciwnika, a także kontroli lotów własnego lotnictwa;
c) zapewnienie bezpieczeństwa samolotom (śmigłowcom) w strefach ognia własnych środków OPL.

Stanowisko dowodzenia oddziału przeciwlotniczego jest podstawowym elementem systemu dowodzenia wojskami OPL z którego realizowane jest dowodzenia pododdziałami podczas przygotowania i prowadzenia walki przeciwlotniczej, a zwłaszcza kierowania ogniem w czasie odpierania uderzeń przeciwnika powietrznego.

Stanowisko dowódczo - obserwacyjne pododdziału przeciwlotniczego przeznaczone jest do dowodzenia pododdziałem podczas przygotowania do walki przeciwlotniczej i podczas jej prowadzenia w zakresie otrzymanych od przełożonego zadań i uprawnień.

Strukturę organów dowodzenia OPL ZO (ZT) odzwierciedla struktura organizacyjna wojsk OPL i tworzą ją organa dowodzenia stanowisk dowodzenia obroną przeciwlotniczą ZO, punktów dowodzenia obroną przeciwlotniczą ZT i oddziałów ogólnowojskowych, stanowisk dowodzenia ZT i oddziałów przeciwlotniczych oraz SDO pododdziałów przeciwlotniczych.

W dowodzeniu wojskami OPL, na stanowisku dowodzenia obowiązuje następujący podział odpowiedzialności dowódców.

Szef wojsk OPL odpowiada za użycie wojsk OPL, a także za terminowe informowanie właściwych organów dowodzenia lotnictwem o rejonach zastrzeżonych dla działania samolotów i śmigłowców oraz informowanie właściwych organów dowodzenia wojskami OPL o działaniu własnych samolotów i śmigłowców w strefach ognia środków OPL.

Organa dowodzenia OPL ZT (oddziału) mają na celu zapewnienie sprawnego planowania i organizowania walki oddziału (pododdziałów) przeciwlotniczego oraz

dowodzenie nimi w toku walki, w ścisłym współdziałaniu ze sztabem ogólnowojskowym i osłanianymi wojskami - zgodnie z zadaniem nadrzędnego szczebla dowodzenia OPL i decyzją dowódcy ogólnowojskowego.

Organa dowodzenia oddziałów i pododdziałów przeciwlotniczych przeznaczone są do dowodzenia mini w toku walki - zgodnie z otrzymanym zadaniem nakazanym przez nadrzędny organ dowodzenia.

Ochronę i obronę SD i PD OPL będących elementami składowymi stanowisk dowodzenia ZO, ZT i oddziału ogólnowojskowego organizują ich komendanci.

Ochronę i obronę SD oddziału wojsk OPL organizuje jego komendant na podstawie wytycznych dowódcy. Do realizacji tych zadań wydziela się siły i środki z pododdziałów dowodzenia, a w szczególnych sytuacjach - także z pododdziałów ogniowych.

Organizując ochronę i obronę ustala się siły i środki, miejsce i sposób ich działania, sygnały alarmowania oraz sposób ewakuacji i zmiany miejsca rozmieszczenia SD.

Dowodzenie OPL ZO (ZT, oddziału) w wypadku obezwładnienia głównego i zapasowego SD (PD) OPL przejmuje wcześniej wyznaczony dowódca oddziału (pododdziału) przeciwlotniczego.

W wypadku obezwładnienia SD (oddziału) wojsk OPL dowodzenie przejmuje wyznaczony dowódca oddziału (pododdziału).

Szef OPL (dowódca), który przejął dowodzenie melduje o tym przełożonemu i powiadamia podległe i współdziałające ZT (oddziały, pododdziały).

Dynamiczny charakter oraz szybko zmieniające się warunki pola walki powodują konieczność ciągłego wpływania przez dowódcę, sztab i szefów OPL na działania oddziałów i pododdziałów przeciwlotniczych. Ciągłość zagrożenia z powietrza zmusza do utrzymywania ich w stałej gotowości do odparcia nalotów przeciwnika powietrznego, korygowania uprzednio postawionych zadań i nieprzerwanego dowodzenia nimi.

Dla realizacji dowodzenia operacyjno - taktycznego szefowie OPL i dowódcy oddziałów przeciwlotniczych powinni być przygotowani do zameldowania przełożonym wniosków z dotychczasowej działalności ŚNP i rezultatów walki z nimi oraz

propozycji dalszego wykorzystania wojsk OPL. W tym celu na wszystkich szczeblach dowodzenia należy:

- systematycznie śledzić charakter działań ŚNP i oceniać prognozowane możliwości ich uderzeń na osłaniane wojska;
- zbierać i analizować informacje dotyczące działań wojsk OPL i sąsiadów oraz znać położenie i zadania osłanianych wojsk;
- oceniać rozwój sytuacji bojowej w aspekcie korekty lub formułowania nowych zadań bojowych dla oddziałów i pododdziałów przeciwlotniczych;
- utrzymywać współdziałanie z lotnictwem myśliwskim (LM), osłanianymi wojskami oraz oddziałami (pododdziałami) przeciwlotniczymi ZO (ZT) i sąsiadami;
- uzgadniać z organami zaopatrywania, sposoby uzupełniania wojsk OPL w rakiety i amunicję przeciwlotniczą i regulować ich podział.

2.4. System dowodzenia obroną przeciwlotniczą MW

2.4.1. Struktura dowodzenia OPL MW na tle struktury dowodzenia MW

Zautomatyzowany system dowodzenia MW, w tym podsystem dowodzenia OPL MW, stanowi integralną część kompleksowego (programowo i technicznie) systemu dowodzenia WLOP oraz wojsk lądowych.

Struktura dowodzenia OPL MW spełnia następujące wymagania:

- struktura organizacyjna i funkcjonalna OPL MW jest zintegrowana z organizacją sił MW i jej stanowiskami dowodzenia;
- główną rolę w dowodzeniu siłami i środkami OPL MW spełniają ZPiK OPL wchodzące w skład SD MW, PD OPL flotyll obrony wybrzeża, które wchodzą w skład SD FOW;
- wyposażenie techniczno - programowe ZPiK OPL oraz PD OPL oparte jest na rozwiązania przyjętych w ZtSD MW ŁEBA;

- wymiana informacji i sygnałów dowodzenia w wewnętrznej strukturze ZtSD oparta jest na łączności telekodowej za pośrednictwem urządzeń UTD MW i innych przyjętych dla systemu łączności MW oraz łączność foniczną w ramach ZtSD SZ RP.

Przyjęte do technicznej realizacji rozwiązania ZtSD OPL MW zapewniają kompatybilność z istniejącymi systemami dowodzenia WLOP (z systemem DUNAJ) i systemem dowodzenia OPL wojsk lądowych.

Oznacza to między innymi, że:

- wyposażenie wojsk OPL MW stanowi etatowy sprzęt i systemy dowodzenia przyjęte OPL wojsk lądowych i tak na szczeblu:
  a) daplot - ZWD-10R;
  b) baplot - WD-94;
  c) plutonu - terminal dowodzenia TD-10.
- wyposażenie obiektów ZtSD MW w rozwiązania techniczne zapewniające konwersję danych między współdziałającymi systemami;
- system łączności MW adaptowany jest dla potrzeb systemu telekomunikacyjnego przyjętego w Siłach Zbrojnych RP.

Zespół Planowania i Koordynacji OPL stanowi element struktury organizacyjnej SD MW i podlega Centrum Dowodzenia. Umożliwia on planowanie, organizowanie i kierowanie OPL na szczeblu MW zgodnie z decyzją dowódcy MW oraz realizację współdziałania z WLOP i wojskami OPL wojsk lądowych w zakresie OPL, poprzez realizację następujących zadań:

a) planowanie i organizowanie obrony przeciwlotniczej MW zgodnie z decyzją Dowódcy MW;
b) uzgadnianie i organizowanie współdziałania z WLOP i WOPL wojsk lądowych zakresie OP;
c) opracowywanie zarządzeń o użyciu sił i środków OPL MW;
d) opracowywanie zarządzeń bojowych dla podległych sił i środków OPL MW;
e) stawianie zadań bojowych dla sił bezpośrednio podporządkowanych;

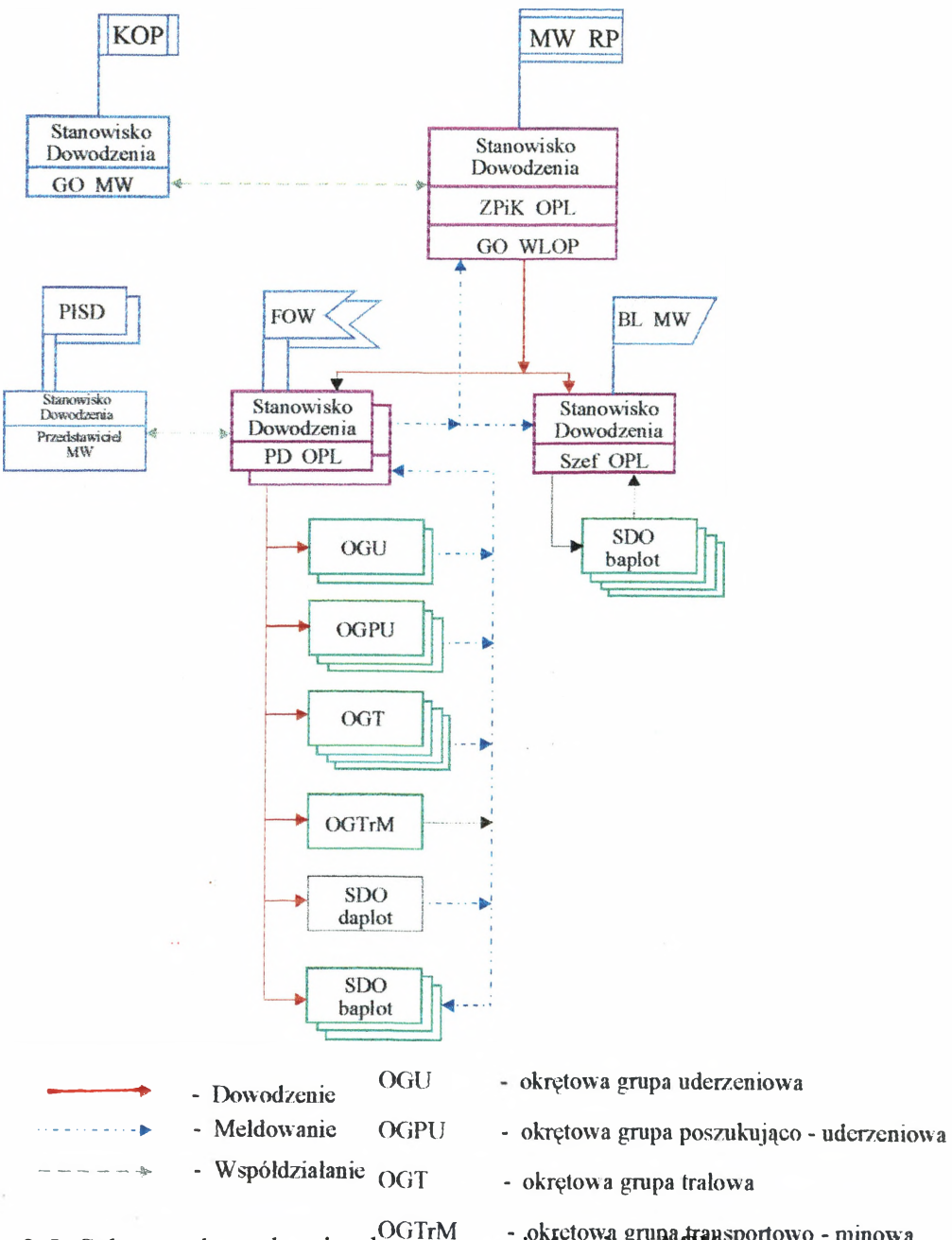
f) dowodzenie OPL MW w zakresie zarządzania stopni gotowości bojowej dla sił i środków OPL, odpierania nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika (przekazywanie sygnałów dowodzenia), manewru siłami i środkami itp.;
g) realizację współdziałania z WLOP, WOPL wojsk lądowych w zakresie OPL;
h) zbieranie, analizowanie i ocenę informacji o sytuacji powietrznej i nawodnej dla potrzeb dowodzenia OPL MW;
i) alarmowanie wszystkich sił MW o zagrożeniu z powietrza;
j) zbieranie, analizowanie i ocenianie informacji o planowanych i realizowanych przelotach własnego lotnictwa dla potrzeb uprzedzania o ich przelotach;
k) uprzedzanie o przelotach własnego lotnictwa;
l) organizowanie i prowadzenie kontroli realizacji zadań i zarządzeń OPL przez podległe siły i środki.

Punkt Dowodzenia OPL FOW stanowi element struktury organizacyjnej SD FOW i podlega pod Zespół Dowodzenia Bojowego. PD OPL umożliwia dowodzenie OPL w strefie odpowiedzialności FOW poprzez realizację następujących zadań:
a) planowanie i organizacja obrony plot sił i obiektów w strefie odpowiedzialności FOW;
b) organizowanie współdziałania z ZT i oddziałami WLOP poprzez najbliższe terytorialnie PłSD;
c) opracowywanie zarządzeń o użyciu sił i środków OPL flotylli;
d) opracowywanie zarządzeń bojowych dla podległych sił i środków OPL;
e) stawianie zadań bojowych dla sił i środków bezpośrednio podporządkowanych;
f) dowodzenie taktycznymi i ogniowymi siłami i środkami OPL MW w trakcie działań bojowych (odpierania nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika) w strefie odpowiedzialności FOW;
g) realizację współdziałania z ZT i oddziałami WLOP i WOPL wojsk lądowych;
h) zbieranie, analizowanie i ocenę informacji o sytuacji powietrznej dla potrzeb dowodzenia OPL;
i) powiadamianie o sytuacji powietrznej w strefie odpowiedzialności FOW;
j) alarmowanie sił i środków FOW o zagrożeniu uderzeniami z powietrza;

k) uprzedzanie o przelotach własnego lotnictwa;

l) organizowanie i prowadzenie kontroli realizacji zadań i zarządzeń o OPL przez podległe siły i środki.

Wymienione zadania tworzą tzw. strukturę zadaniową ZPiK OPL SD MW i PD OPL FOW. Schemat dowodzenia obroną przeciwlotniczą MW przedstawiono na rysunku 2.5.

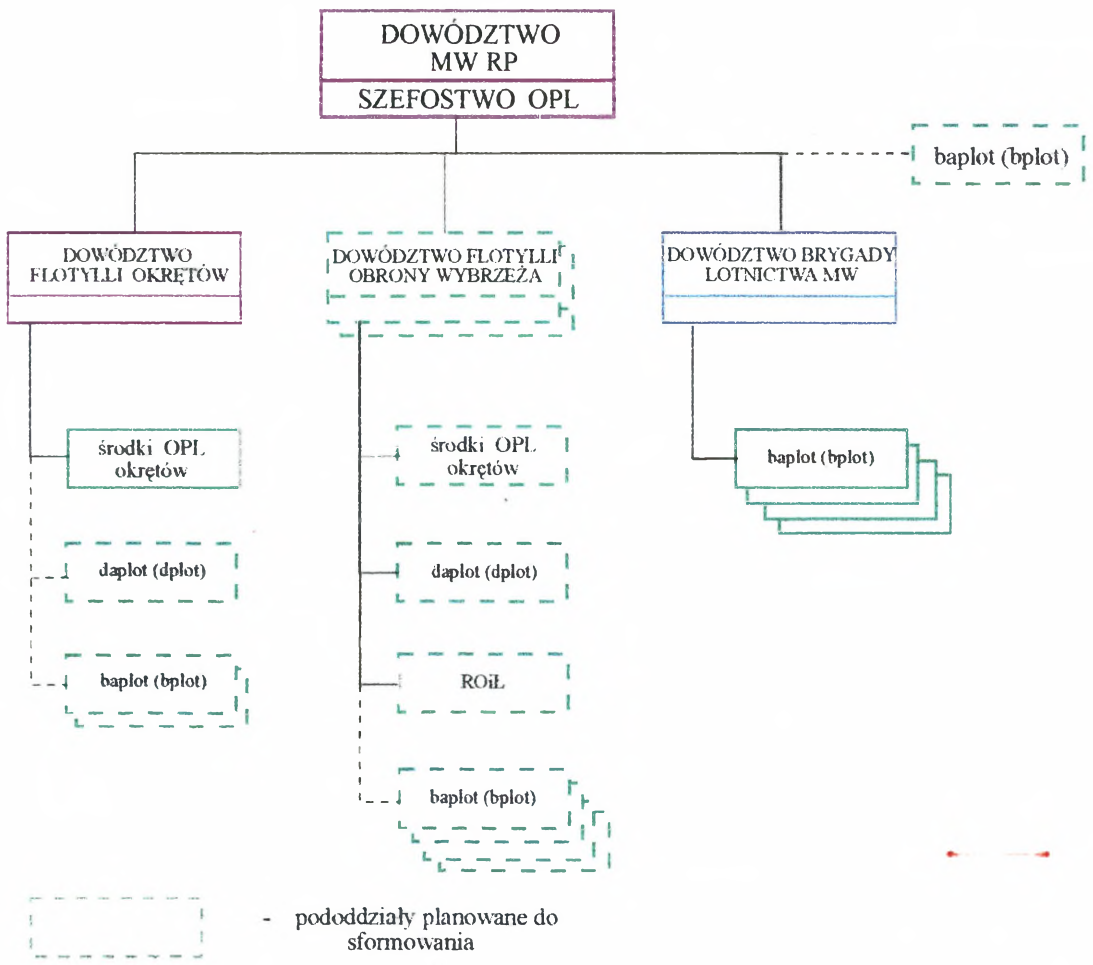


Rys.2.5. Schemat dowodzenia obroną przeciwlotniczą MW

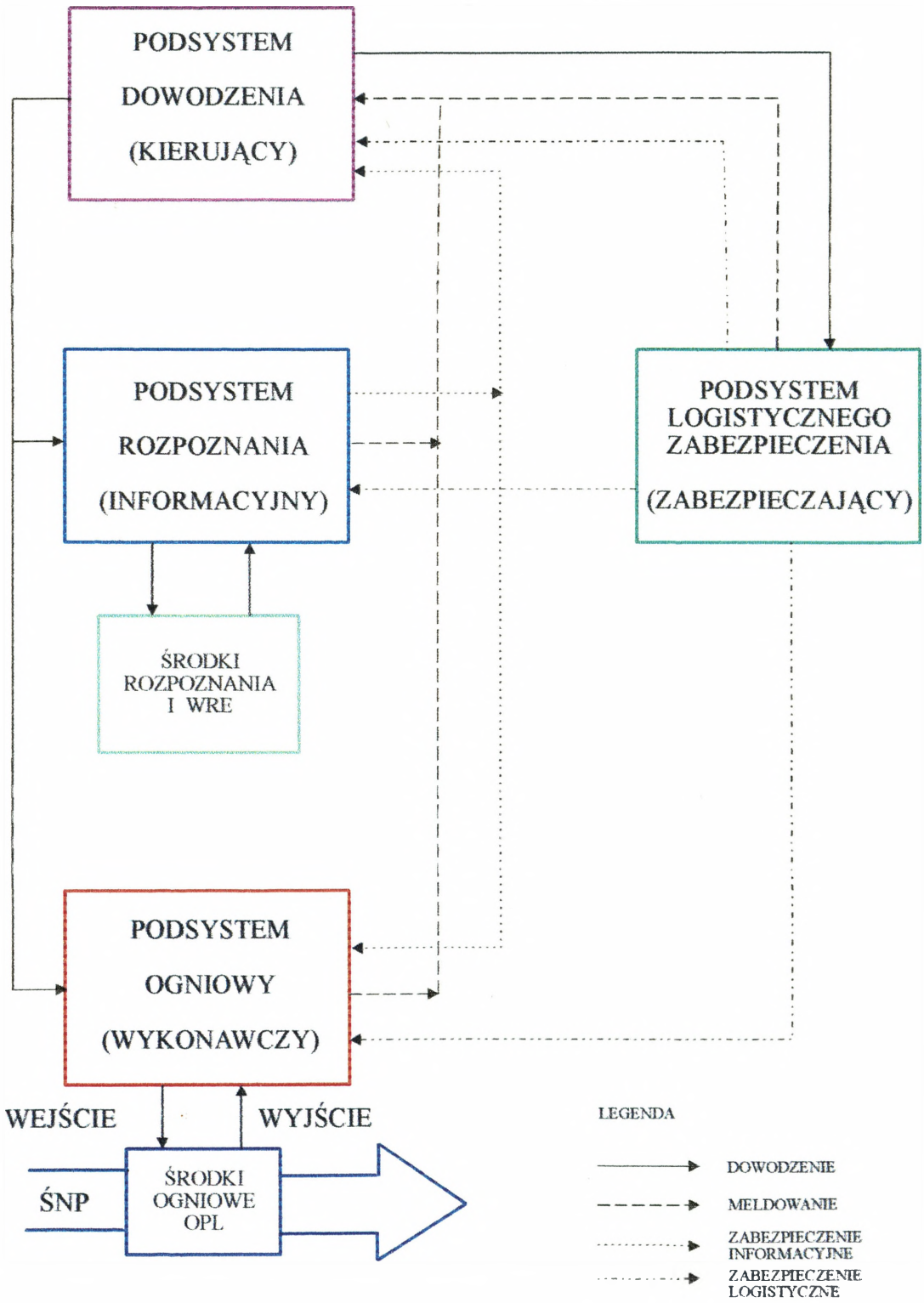
2.4.2. System OPL MW, struktura organizacyjna i funkcjonalna

Rejony Obserwacji i Łączności zorganizowane są na bazie punktów obserwacji wzrokowo-technicznej i łączności (POWTiŁ) rozmieszczonych wzdłuż wybrzeża. Mają one za zadanie zabezpieczenie odpowiednich stanowisk dowodzenia w informację o sytuacji nawodnej i powietrznej, a także zabezpieczenie łączności dowodzenia w swoich strefach odpowiedzialności.

Strukturę organizacyjną OPL MW przedstawiono na rysunku 2.6. Całość sił i środków OPL zorganizowana jest w system OPL. System obrony przeciwlotniczej Marynarki Wojennej stanowi całokształt przedsięwzięć realizowanych przez okrętowe i brzegowe siły i środki OPL oraz wszystkie jednostki brzegowe MW w ramach powszechnej OPL, według jednolitego zamiaru i planu walki ze ŚNP przeciwnika w ramach systemu OP RP.



Rys. 2.6. Schemat organizacyjny obrony przeciwlotniczej MW



Rys. 2.7. Schemat funkcjonowania obrony przeciwlotniczej MW

Celem systemu OPL MW jest uniemożliwienie przeciwnikowi powietrznemu prowadzenie rozpoznania, wykonania zaskakujących uderzeń na siły (w bazach i na morzu) i obiekty MW, zmniejszanie skutków uderzeń, a tym samym minimalizacja strat w siłach okrętowych, lotnictwie morskim i infrastrukturze systemu bazowania.

System OPL MW składa się z :

- podsystemu dowodzenia,
- podsystemu rozpoznania,
- podsystemu ognia,
- podsystemu logistycznego zabezpieczenia działań bojowych.

Schemat funkcjonowania systemu OPL MW przedstawiono na rysunku 2.7.

Podsystem dowodzenia jest zasadniczym, centralnym składnikiem funkcjonowania systemu OPL MW w oparciu o istniejący system łączności (radiowej i przewodowej) przez następujące elementy (według hierarchii funkcjonalnej):

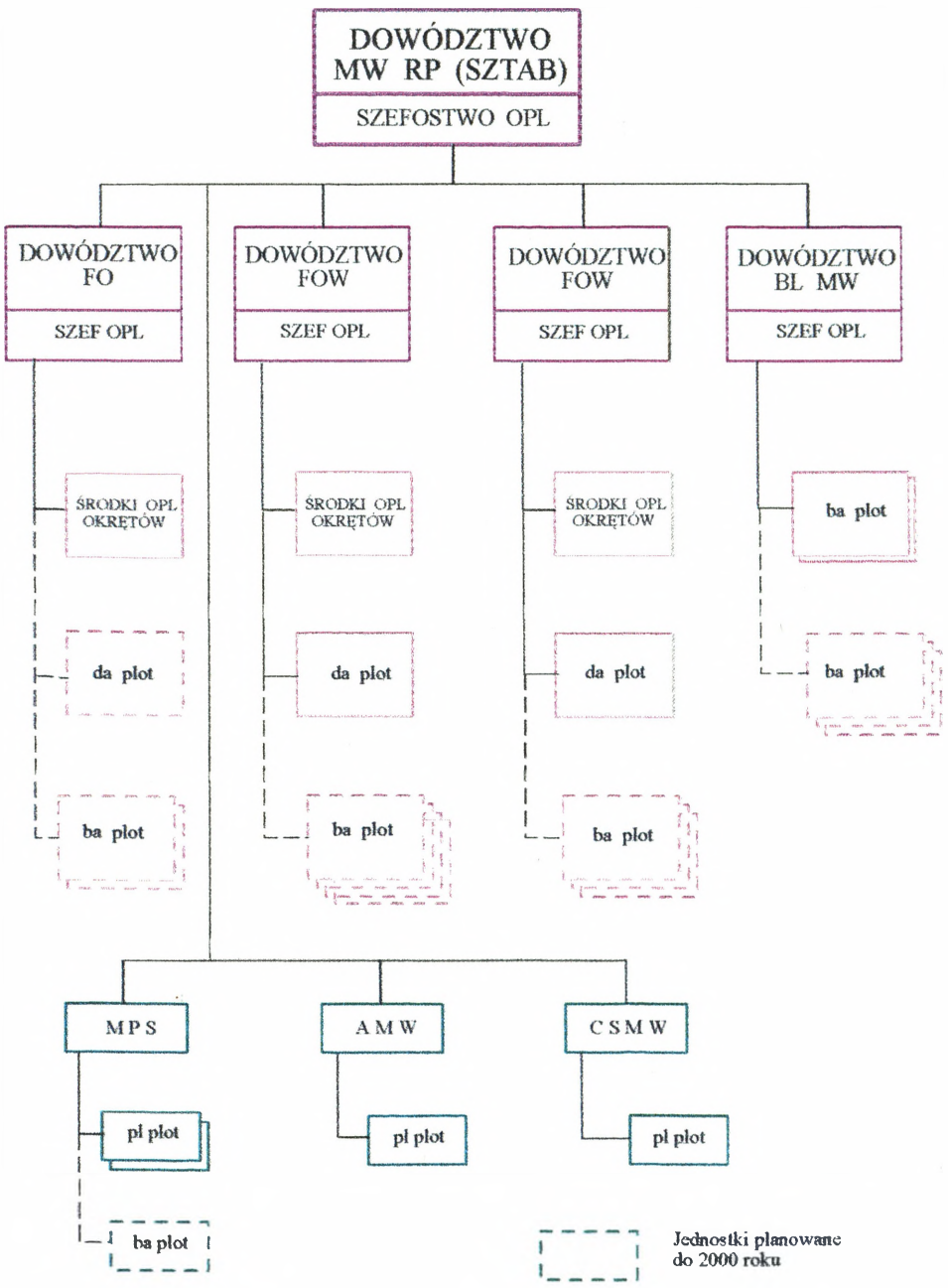
- zespół planowania i koordynacji obroną przeciwlotniczą (ZPiK OPL) na stanowisku dowodzenia MW (SD MW),
- punkty dowodzenia obroną przeciwlotniczą na stanowiskach dowodzenia flotyll obrony wybrzeża (PD OPL FOW),
- okrętowe stanowiska dowodzenia grup taktycznych okrętów: uderzeniowych, poszukująco-uderzeniowych, trałowych, transportowo-minowych (OSD GT),
- stanowiska dowódczo - obserwacyjne dywizjonów artylerii przeciwlotniczej (SDO daplot),
- stanowiska dowódczo - obserwacyjne baterii artylerii przeciwlotniczej (SDO baplot).

Zespół Planowania i Koordynacji OPL (ZPiK OPL) SD MW odpowiada za całokształt przedsięwzięć związanych z planowaniem, organizowaniem i prowadzeniem OPL w strefie obrony Marynarki Wojennej. Do niego należy także funkcja realizacyjno - koordynacyjna współdziałanie sił OPL MW z WLOP w zakresie OP.

Punkty Dowodzenia OPL FOW odpowiadają za planowanie, organizowanie i prowadzenie OPL w strefach odpowiedzialności flotyll, realizowanych w ścisłym współdziałaniu z odpowiednimi Połączonymi Stanowiskami Dowodzenia (PłSD)

Korpusu Obrony Powietrznej (KOP). Schemat organizacyjno-funkcjonalny podsystemu dowodzenia OPL MW przedstawiono na rysunku 2.8.

Podsystem rozpoznania ma na celu zdobywanie, analizę i wydawanie informacji o sytuacji powietrznej (nawodnej) i zasilanie nią podsystemów dowodzenia i ognia oraz współdziałających podsystemów rozpoznania. Podstawę jego stanowią środki radiolokacyjne.



Rys. 2.8. Schemat organizacyjno - funkcjonalny OPL MW

Funkcjonowanie podsystemu rozpoznania oparto głównie na:

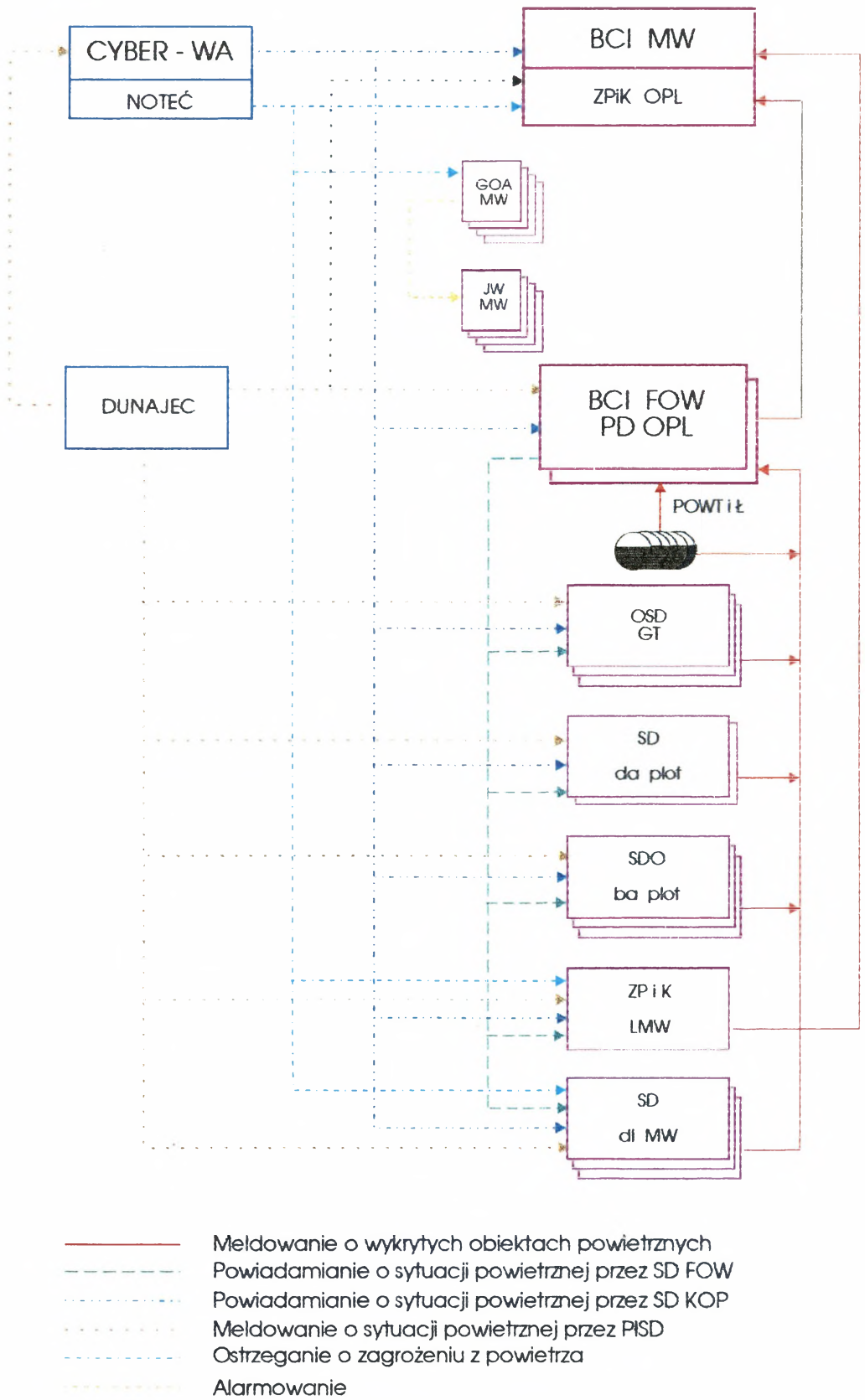
- stacjach radiolokacyjnych RT-23 Punktów Obserwacji Wzrokowo-Technicznej i Łączności (POWTiŁ) z ROiŁ,
- okrętowych stacjach radiolokacyjnych wstępnego poszukiwania MR-500, MR-310, MR-303,
- stacjach radiolokacyjnych wstępnego poszukiwania dywizjonów artylerii przeciwlotniczej,
- okrętowych stacjach radiolokacyjnych kierowania uzbrojeniem MR-105 i MR-123 z wizjerami telewizyjno - optycznymi,
- zestawach radiolokacyjno - przeliczeniowych (RPK-1N) z wizjerami telewizyjno-optycznymi baterii artylerii przeciwlotniczych w dywizjonach artylerii przeciwlotniczej.

Rozpoznanie radiolokacyjne i telewizyjno-optyczne uzupełnione jest rozpoznaniem wzrokowym organizowanym na bazie wacht sygnałowych okrętów i POWTiŁ oraz posterunków obserwacji przestrzeni powietrznej pododdziałów OPL i posterunków obserwacyjnych pozostałych jednostek brzegowych MW. Informacje o wykrytych obiektach powietrznych przekazywane są do Bojowych Centrów Informacyjnych (BCI) SD FOW z wykorzystaniem łączności przewodowej i radiowej oraz jednocześnie (równoległe) do PD OPL SD FOW i odpowiednich PłSD KOP w całodobowym reżimie pracy.

Okrętowe grupy taktyczne i pojedyncze okręty będące na morzu meldują o wykrytych obiektach powietrznych drogą radiową bezpośrednio do BCI SD tej FOW, w strefie odpowiedzialności której się znajdują lub pośrednio przez najbliższy POWTiŁ.

Punkty Dowodzenia OPL SD FOW na podstawie uogólnionych własnych i uzyskanych z zewnątrz źródeł informacji o obiektach powietrznych powiadamiają o sytuacji powietrznej grupy taktyczne okrętów, pojedyncze okręty i jednostki brzegowe OPL w swoich strefach odpowiedzialności.

Obieg informacji o sytuacji powietrznej w MW przedstawiono na rysunku 2.9.



Rys. 2.9. Obieg informacji o sytuacji powietrznej w MW

Podsystem ognia stanowi skorelowane pod względem zadań oddziaływanie ogniowe rakietowych i artyleryjskich środków OPL okrętów oraz brzegowych jednostek OPL MW, wspomagane zorganizowanym ogniem broni strzeleckiej i pokładowej jednostek brzegowych.

Tworzą go: zestawy rakiet małego zasięgu t. „WOŁNA", morskie zestawy artyleryjsko-rakietowe ZU-23-2-MR, morskie czteroprowadnicowe zestawy rakiet bliskiego zasięgu t. „STRZAŁA-2M" (S-2M), morskie zestawy artyleryjskie: AK-726, AK-176, AK-630, AK-230, morskie armaty przeciwlotnicze kalibru 23 i 25 mm oraz armaty przeciwlotnicze 57 i 37 mm, a także PKM i WKM.

Podsystem logistycznego zabezpieczenia działań bojowych zapewnia środki do prowadzenia walki ze ŚNP przeciwnika, sprawność i remonty uzbrojenia i wyposażenia zaangażowanych w tej walce, funkcjonowanie pod względem logistycznym wszystkich elementów systemu OPL MW. Stanowią go wyspecjalizowane pododdziały Komend Portów Wojennych (BM, PB, PMB), pododdziały logistyczne brzegowych jednostek OPL MW i BL MW oraz stoczni remontowych.

Właściwie zaplanowany i dobrze zorganizowany system OPL powinien być zdolny do odparcia uderzeń ŚNP przeciwnika. Ugrupowanie bojowe systemu OPL powinno wynikać z zamiaru prowadzenia walki przez osłaniane siły i obiekty, przewidywanego charakteru działań przeciwnika powietrznego.

System OPL MW ma zapewnić:

- niszczenie celów powietrznych na wszystkich kierunkach, odległościach, wysokościach i parametrach kursowych odpowiadających możliwościom ogniowym środków OPL tworzących system;
- współdziałanie ogniowe pomiędzy poszczególnymi środkami OPL w systemie OPL i wzajemną ich osłonę przeciwlotniczą;
- racjonalne wykorzystanie potencjału bojowego w toku odpierania nalotów ŚNP przeciwnika;
- przeprowadzenie manewru (siłami i ogniem);
- kompatybilność elektromagnetyczną;
- efektywne wykorzystanie zautomatyzowanego systemu dowodzenia (ZtSD).

2.4.3. Siły i środki OPL MW

Do realizacji zadań obrony przeciwlotniczej Marynarka Wojenna dysponuje:

- środkami obrony przeciwlotniczej okrętów (rakietowymi, artyleryjsko - rakietowymi, artyleryjskimi),
- brzegowymi pododdziałami OPL (zaplot i baplot),
- brzegowymi pododdziałami radiotechnicznymi zorganizowanymi w Rejony Obserwacji i Łączności.

Środki obrony przeciwlotniczej okrętów wykorzystywane są głównie do bezpośredniej osłony sił okrętowych, zorganizowanych w grupy taktyczne. Mogą one być wykorzystywane także do osłony baz morskich (BM), punktów bazowania (PB), punktów manewrowego bazowania (PMB), w przypadkach, gdy okręty z różnych względów będą musiały w nich pozostać.

Brzegowe pododdziały OPL (dywizjony i baterie przeciwlotnicze) wykorzystywane są do bezpośredniej osłony stanowisk dowodzenia, BM, PB, PMB i lotnisk bazowania lotnictwa Marynarki Wojennej.

2.4.4. Powszechna obrona przeciwlotnicza w MW

Powszechna obrona przeciwlotnicza w Marynarce Wojennej ma na celu samoobronę wojsk (sił) i obiektów przed uderzeniami z powietrza. Polega na:

- rozpoznaniu wzrokowym przeciwnika powietrznego;
- ostrzeganiu (w związkach taktycznych) i alarmowaniu (w jednostkach brzegowych i na okrętach) o zagrożeniu uderzeniami z powietrza;
- prowadzeniu zorganizowanego ognia do nisko lecących celów powietrznych niespecjalistycznymi środkami ogniowymi;
- maskowaniu przed rozpoznaniem z powietrza;
- przygotowaniu schronów i ukryć (szczelin) przeciwlotniczych;
- likwidacji skutków napadu powietrznego.

Rozpoznanie wzrokowe przeciwnika powietrznego organizowane jest na bazie posterunków obserwacyjnych i obserwatorów w jednostkach brzegowych,

posterunków obserwacji przestrzeni powietrznej w jednostkach OPL, wacht sygnałowych na POWTiŁ i okręty.

Alarmowanie o zagrożeniu z powietrza organizuje się od szczebla oddziału w dół na bazie informacji uzyskanych z sieci ostrzegania KOP przez garnizonowe ośrodki alarmowania, własnych środków rozpoznania radiolokacyjnego, optyczno-wzrokowego i wzrokowego.

Ogień z broni strzeleckiej do nisko lecących celów powietrznych prowadzą pododdziały dyżurne wyznaczone w każdej jednostce brzegowej.

Maskowanie przed rozpoznaniem z powietrza realizują wszystkie siły i obiekty Marynarki Wojennej wykorzystując do tego celu etatowe środki maskowania oraz właściwości maskujące terenu. Realizuje się je w sposób ciągły, skupiając główny wysiłek na maskowaniu uzbrojenia i sprzętu.

Likwidację skutków napadu powietrznego realizują wszystkie siły okrętowe i brzegowe własnym wysiłkiem oraz specjalnie zorganizowanymi morskimi zespołami ratowniczymi, ratowniczymi siłami lotniczymi i grupami ewakuacyjno - ratunkowymi - na morzu i lądzie.

2.4.5. Współdziałanie systemu OPL MW z WLOP

Współdziałanie systemu OPL MW z WLOP (SP) obejmuje:

- ciągłą wymianę informacji o sytuacji powietrznej, nawodnej, radioelektronicznej, skażeń i zakłóceń;
- systematyczne uzgadnianie składu, położenia i stanu lotnictwa (w tym lotnictwa myśliwskiego), wojsk rakietowych, wojsk radiotechnicznych, sił nawodnych i brzegowych jednostek OPL MW;
- uzgadnianie wysiłku lotnictwa myśliwskiego WLOP realizującego zadania na korzyść sił MW oraz sposobów jego wykorzystania w toku prowadzonych działań bojowych;
- działania na rzecz racjonalnego wykorzystania potencjału bojowego środków OPL MW i środków OP WLOP w czasie odpierania uderzeń ŚNP przeciwnika;

- działania na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa przelotów własnego lotnictwa przez strefy ognia własnych środków OP (OPL) (bezpieczeństwa działania własnego lotnictwa w strefach ognia własnych środków OP OPL).

Współdziałanie realizowane jest w relacjach: SD MW - SD KOP poprzez grupy operacyjne oraz SD FOW - najbliższe terytorialnie PłSD, poprzez przedstawicieli MW na tych PłSD (patrz rysunek 2.8).

Wymiana informacji między obiektami ZtSD MW w ramach współdziałania z systemami WLOP dotyczy:

a) bieżącej sytuacji taktyczno - operacyjnej:
   - powietrznej;
   - morskiej (nawodnej i podwodnej);
   - radioelektronicznej;
   - hydrometeorologicznej;
   - radiacyjnej i chemicznej;
   - zagrożeń z powietrza i morza;
   - stanu gotowości bojowej, położeniu, możliwości, realizowanych zadań i przewidywanych planach współdziałających sił i środków;

b) wzajemnego uzgadniania:
   - ilości (wysiłku) wydzielanych sił i środków do bezpośrednich działań osłonowych na korzyść współdziałających stron;
   - zasad bezpieczeństwa przelotów własnego lotnictwa przez strefy ognia aktywnych środków OP;
   - organizowania i prowadzenia akcji ewakuacyjno-ratowniczych w rejonie wspólnych działań, itp.

Informacje o sytuacji powietrznej muszą dotyczyć: aktualnej dyslokacji sił i środków lotnictwa (napadu powietrznego) własnego i obcego, składu ugrupowania grup lotniczych, charakteru ich działań, kursów, prędkości i wysokości, warunków meteorologicznych na trasie przelotu, czasów obserwacji (wykrycia) i źródeł tych informacji.

Informacje o sytuacji morskiej powinny zawierać: aktualną dyslokację sił nawodnych i podwodnych własnych i obcych (miejsca bazowania, kotwiczenia, rejonów wykonywanych zadań, skład zespołów okrętowych i ich ugrupowania, charakter prowadzonych działań, kursy i szybkości, czas obserwacji, źródła danych).

Informacje o sytuacji radioelektronicznej obejmują: istniejące warunki propagacji fal radiowych, istniejące zakłócenia szumowe i celowe, źródła tych zakłóceń, szerokość zakłócanych pasm częstotliwości, ich rodzaj, czas trwania i rejony występowania.

Obieg informacji pomiędzy elementami ZtSD MW i elementami ZtSD WLOP będzie wynikać ze wzajemnych relacji pomiędzy podmiotami tego procesu.

W relacji *podwładny - przełożony* (szczebel taktyczny):

- meldunków o gotowości bojowej i ugrupowaniu sił i środków;
- możliwości wykonania postawionych zadań;
- wyników prowadzonej działalności oraz zastosowanych środkach;
- meldunków o wykorzystaniu przydzielonych sił i środków i limitów.

W relacji *przełożony - podwładny* (szczebel taktyczny):

- oczekiwanych (prognozowanych) działań sił obcych (przeciwnika;)
- aktualnej sytuacji operacyjno-taktycznej (działań sił własnych oraz obcych);
- zadań do wykonania.

W relacji *współdziałania* (szczebel operacyjno-taktyczny):

- wymiany informacji o sytuacji operacyjno-taktycznej w strefie (rejonie) zainteresowania;
- informowania (powiadamiania) o działalności podległych sił i środków, w tym gotowości bojowej, ugrupowaniu, rezultatach (wynikach) tej działalności;
- propozycji i akceptacji organizacji współdziałania (plan działań bojowych, podział zadań, śledzenie wykrytych celów, sygnały dowodzenia, łączność współdziałania sił, itp.);
- prognozowania (oczekiwania) rozwoju sytuacji operacyjno-taktycznej w rejonie wspólnego zainteresowania;

- wymiany informacji (dane o operacyjnym przygotowaniu teatru działań wojennych, parametrach taktyczno-technicznych uzbrojenia i jego nosicieli, organizacji sił i systemów dowodzenia, celach i obiektach do obezwładnienia lub niszczenia w pierwszej kolejności itp.);
- przyjmowania i powiadamiania o realizacji zadań ze szczebla nadrzędnego;
- ewidencji i sprawozdawczości.

Realizacja planu działań bojowych obejmuje:

1. Koordynację przedsięwzięć związanych z osiąganiem przez podległe siły i środki wyższych stanów gotowości bojowej,
2. Organizowanie i dowodzenie działalnością bojową podległych i wydzielonych sił,
3. Organizowanie zabezpieczenia działań bojowych sił.

Prognozowanie rozwoju sytuacji operacyjno-taktycznej na morskim teatrze działań wojennych (MTDW) obejmuje:

1. Ciągłe analizowanie sytuacji, w tym informacji ze źródeł rozpoznania powietrznego i obserwacji radiotechnicznej oraz innych środków wykrywania i naprowadzania na cele,
2. Wymianę informacji między współdziałającymi siłami działającymi na kierunku nadmorskim,
3. Wydawanie ostrzeżeń o ewentualnym zagrożeniu sił i obiektów Marynarki Wojennej ze strony środków napadu powietrznego potencjalnego przeciwnika.

Ewidencja i sprawozdawczość obejmuje:

1. Prowadzenie dziennika (rejestrowanie) zdarzeń, planszetu (mapy informacyjnej) o sytuacji taktyczno-operacyjnej sił własnych oraz wykazu otrzymywanych i wysyłanych sygnałach dowodzenia;
2. Opracowywanie meldunków i sprawozdań z prowadzonej działalności bojowej dla szczebla nadrzędnego i współdziałającego.

Przy rozpatrywaniu problemu obiegu informacji należy uwzględnić fakt, że informacja zdobywana przez własne środki ZtSD MW może być dublowana przez informację uzyskaną z kanałów powiadamiania lub współdziałania.

2.4.6. Wspomaganie dowodzenia OPL MW w okresie planowania oraz w czasie bezpośredniego użycia środków ogniowych

Właściwie zaplanowany i dobrze zorganizowany system OPL powinien być zdolny do odparcia nalotów ŚNP przeciwnika. Ugrupowanie bojowe systemu OPL powinno wynikać z zamiaru prowadzenia walki przez osłaniane siły i obiekty, przewidywanego charakteru działania przeciwnika powietrznego. System ma zapewniać: niszczenie celów powietrznych na wszystkich kierunkach, odległościach, wysokościach i parametrach kursowych odpowiadającym możliwościom ogniowym środków OPL tworzących system, współdziałanie ogniowe pomiędzy poszczególnymi środkami OPL w systemie OPL i wzajemną ich osłonę przeciwlotniczą, kompatybilność elektromagnetyczną, efektywne wykorzystanie zautomatyzowanego systemu dowodzenia (ZtSD), przeprowadzenie manewru.

Do podjęcia decyzji dotyczącej właściwego zaplanowania i zorganizowania działań sił i środków OPL MW składających się na system OPL konieczna jest znajomość stanu i możliwości bojowych, stanu zapasów środków bojowych a także stanie położenia i planowanego działania współdziałających sił i środków OP (OPL), a w szczególności w odniesieniu do:

a) okrętowych środków OPL:

- aktualne położenie i stan ilościowy okrętów i ich środków OPL;
- sprawność techniczna okrętów i ich środków OPL;
- czas remontów i napraw niesprawnych okrętów i ich środków OPL;
- stan zapasów rakiet i amunicji oraz ich urzutowanie;
- planowane rejony alarmowe i rejony działań bojowych;
- stan ilościowy i jakościowy okrętowych ZtSD;
- możliwości bojowe okrętowych środków OPL (odległość i wysokość wykrycia i rażenia celu powietrznego oraz jego maksymalna prędkość lotu, prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego, cykl strzelania, odporność na zakłócenia itp.);
- czas rozwinięcia i gotowość do pracy okrętowych stanowisk dowodzenia;

- brzegowych jednostek OPL:
- aktualne położenie i stan gotowości do realizacji zadania bojowego,
- ukompletowanie stanem osobowym w korpusach oficerów, chorążych, podoficerów zawodowych oraz podoficerów i marynarzy służby zasadniczej, a także w rozbiciu na poszczególne osoby funkcyjne (specjalności wojskowe),
- stopień wyszkolenia bojowego,
- ukompletowanie w sprzęt uzbrojenia (artylerii i rakietowy), rozpoznania radiolokacyjnego i optycznego, ZtSD, łączności, samochodowy oraz ich stopień sprawności technicznej,
- stan ilościowy zapas środków bojowych i mps oraz ich urzutowanie,
- czas remontu i napraw niesprawnego sprzętu uzbrojenia i wyposażenia,
- możliwości bojowe, w tym ogniowe (odległość i wysokość wykrycia i rażenia celu powietrznego oraz jego maksymalna prędkość lotu, odporność na zakłócenia, prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego, cykl strzelania itp.) i manewrowe (czas rozwinięcia i zwinięcia ugrupowania bojowego, prędkości marszu);

b) innych składowych systemu OPL:
- czas rozwinięcia i gotowości do pracy Zespołu Planowania i Koordynacji OPL na Stanowisku Dowodzenia MW,
- czas rozwinięcia i gotowości do pracy PD OPL flotyll na SD FOW,
- stan i położenie środków radiolokacyjnych,
- stan i położenie środków rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych;

c) sił i środków OP (OPL) współdziałających:
- położenie i czas rozwinięcia współdziałających stanowisk dowodzenia (SD WLOP, SD 2 KOP, PŁ SD (ODiN) 2 KOP);
- stan, położenie i planowane użycie LM (rubieże wprowadzenia do walki; strefy dyżurowania; ilość samolotów w strefach, wysokość i czas dyżurowania);
- sposób działania LM wydzielonego do osłony sił MW oraz dowodzenia nim;
- stan, położenie i planowanie użycia (wraz z manewrem) wojsk rakietowych 2 KOP i POW (KZ);

- stan, położenie i planowanie użycia wojsk radiotechnicznych 2 KOP; sposoby przekazywania informacji o sytuacji powietrznej dla sił przebywających w rejonie obrony 2 KOP i strefach odpowiedzialności PŁ SD (ODiN);
- stan, położenie i planowane użycie środków WRE 2 KOP;
- zamiar prowadzenia walki ze ŚNP przeciwnika przez dowódcę 2 KOP;

d) planowanych działań własnego lotnictwa:

- położenie (bazowanie);
- rejony i czasy wykonywanych zadań.

W przypadku bezpośredniego użycia środków OPL MW celem odparcia nalotu ŚNP przeciwnika niezbędna jest informacja o:

a) środkach napadu powietrznego:

- ogólna liczba ŚNP uczestniczących w nalocie oraz położenie każdego z nich w przestrzeni powietrznej;
- charakterystyka ugrupowania bojowego w nalocie (głębokość i szerokość frontu nalotu);
- czas nalotu i jego gęstość, wysokość i prędkość lotu każdego celu;
- ważność celu w nalocie (nosiciel broni masowego rażenia, zakłócający itp.);
- rodzaje stosowanych manewrów i sposób przeciwdziałania obronie przeciwlotniczej (OP);

b) własnych siłach i środkach OPL:

- aktualne położenie;
- aktualna gotowość bojowa do odparcia nalotu;
- liczba rakiet gotowych do użycia;
- stan zapasów amunicji plot;

c) współdziałających siłach i środkach OP (OPL):

- aktualne położenie;
- aktualna gotowość do odparcia nalotu;

d) planowanych przelotach własnego lotnictwa w rejonie (strefie) działań bojowych:

- rodzaj i skład grup własnego lotnictwa;

– trasy i czasy przelotów (wraz z punktami zmiany kierunków lotów), wysokości lotów.

2.5. Wybrane elementy dowodzenia w systemie OP państw zachodnich

2.5.1. Ogólne zasady dowodzenia siłami powietrznymi NATO

System dowodzenia lotnictwem taktycznym jest jednym z elementów składowych zintegrowanej struktury dowodzenia NATO, która powstała w wyniku przeprowadzonych w 1993r. reorganizacji.

Najwyższym wojskowym przełożonym lotnictwa taktycznego NATO w Europie jest Naczelny Dowódca Połączonych Sił Zbrojnych w Europie (SACEUR). Jego głównym zadaniem jest zachowanie pokoju, bezpieczeństwa i integralności terytorialnej państw członkowskich sojuszu. Odpowiada on za określenie poziomu sił potrzebnych do utrzymania stabilności i wsparcia działań podejmowanych w sytuacjach kryzysowych oraz zapewnienie skutecznej obrony na obszarze jego odpowiedzialności. Jest on odpowiedzialny za szkolenie i utrzymanie gotowości bojowej podległych mu wojsk.

Naczelnemu Dowódcy Połączonych Sił Zbrojnych NATO w Europie podlegają trzy wyższe dowództwa:

1. Siły Zbrojne Europy Północno - Zachodniej;
2. Połączone Siły Zbrojne Europy Centralnej;
3. Połączone Siły Zbrojne Europy Południowej.

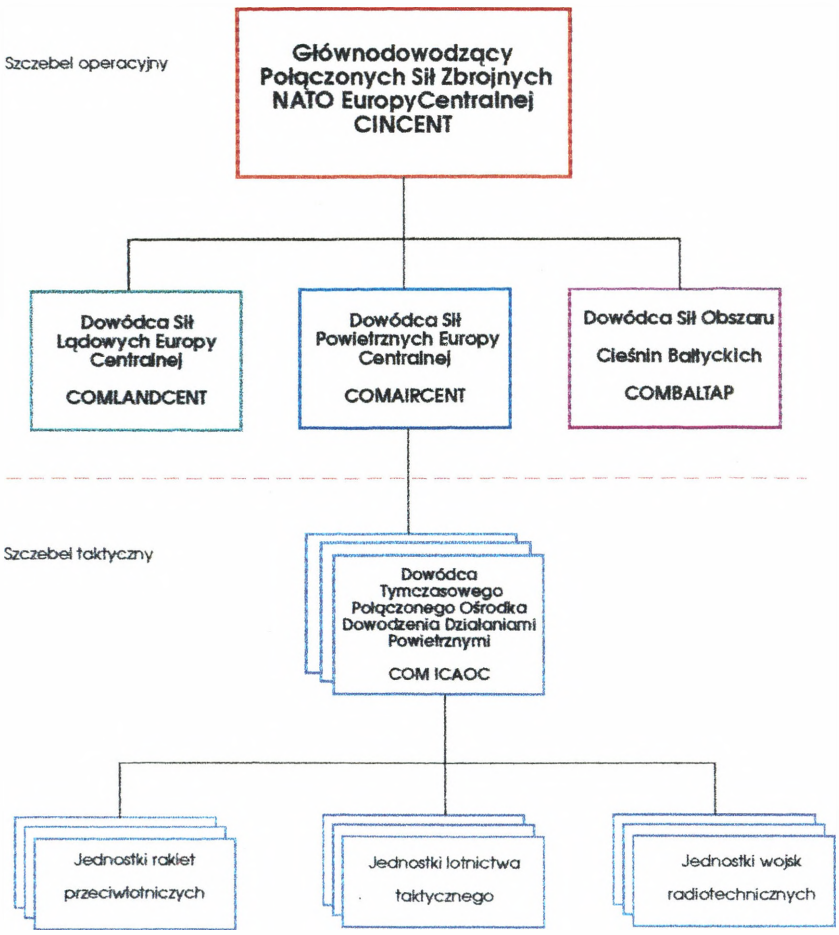
Każdemu z głównodowodzących wyższych dowództw podporządkowani są dowódcy Głównych Dowództw Podległych czyli dowództw komponentów: lądowego, powietrznego i morskiego.

W Europie w Regionie Centralnym, który posłuży za przykład do dalszych rozważań, głównodowodzącemu CINCENT podporządkowane są trzy główne dowództwa podległe, a mianowicie:

1. Siły Lądowe Europy Centralnej;
2. Siły Powietrzne Europy Centralnej;

3. Siły Obszaru Cieśnin Bałtyckich.

Dowódcom sił powietrznych tego szczebla podlegają organa dowodzenia lotnictwem uderzeniowym szczebla taktycznego. Są to Tymczasowe Połączone Ośrodki Dowodzenia Działaniami Powietrznymi (ICAOC), którym są podporządkowane oddziały i pododdziały lotnictwa, wojsk rakietowych, radiotechnicznych i inne. Struktur dowodzenia lotnictwem taktycznym NATO na przykładzie Regionu Centralnego w Europie przedstawiono na rysunku 2.10.



Rys. 2.10. Struktura dowodzenia lotnictwem taktycznym NATO na przykładzie Regionu Centralnego w Europie

W zależności od szczebla dowodzenia, zróżnicowany jest zakres uprawnień dowódców do dowodzenia (kierowania) podległymi siłami. Wyróżniamy cztery podstawowe zakresy uprawnień decyzyjnych:

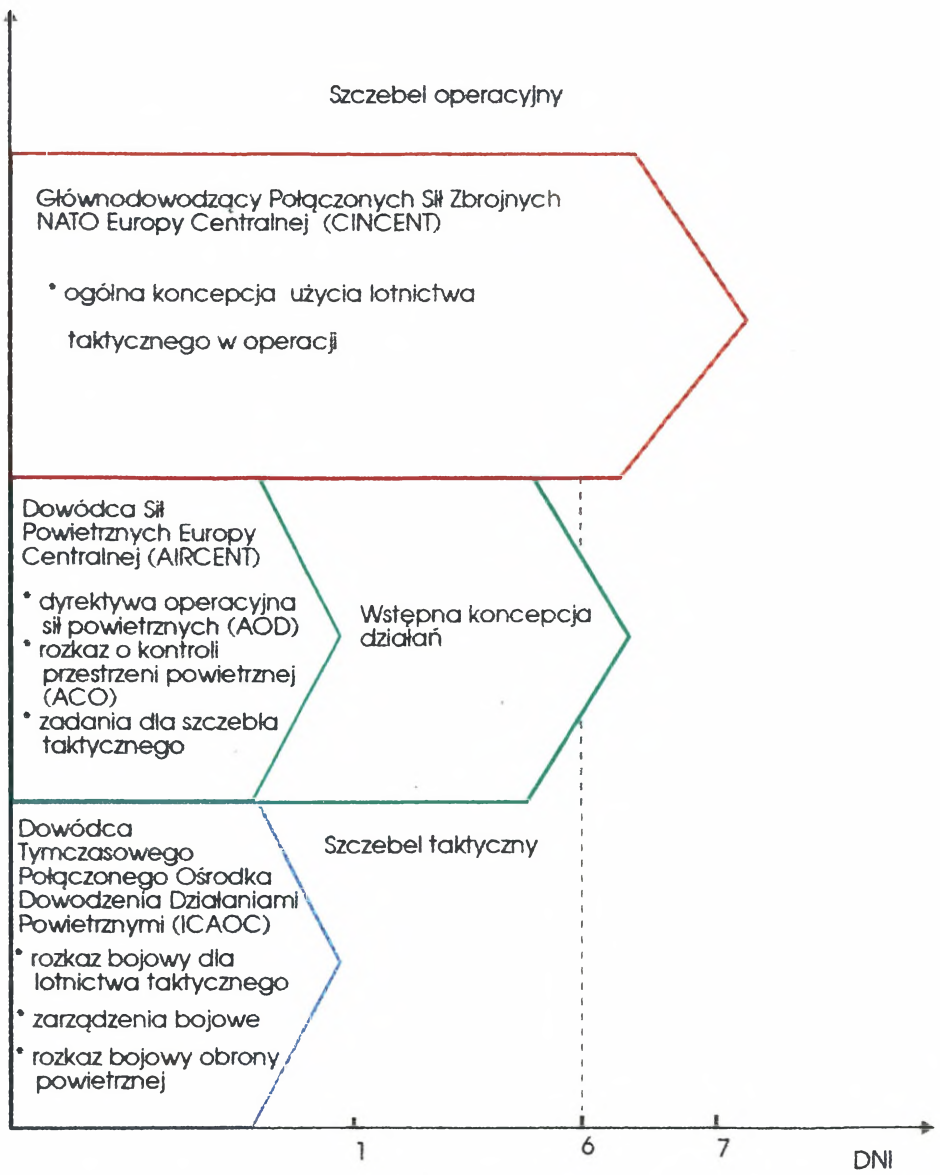
1. Dowodzenie operacyjne (OPCOM) - określane jako uprawnienia dowódcy w zakresie:
   - wydawania rozkazów podporządkowanym mu dowódcom oraz stawiania im zadań;
   - zmiany rozmieszczenia podległych mu sił;
   - zmiany podporządkowania organizacyjnego podległych mu sił bądź zachowania wyłącznie dla siebie uprawnień w zakresie kierowania (zarządzania) operacyjnego i taktycznego, w sytuacjach kiedy uzna to za konieczne.

   Zakres uprawnień związanych z dowodzeniem operacyjnym nie obejmuje uprawnień związanych z zabezpieczeniem logistycznym.
2. Kierowanie (zarządzanie) operacyjne definiowane jest jako uprawnienia dowódcy w zakresie:
   - kierowania przydzielonymi siłami w celu wykonania określonych, zwykle ograniczonych co do rozmachu, czasu i obszaru zadań;
   - zmiany dyslokacji sił przydzielonych do wykonania określonego zadania;
   - przekazania bądź zachowania uprawnień w zakresie taktycznego kierowania przydzielonymi siłami.

   Kompetencje decyzyjne z kierowaniem (zarządzaniem) operacyjnym nie obejmuje uprawnień do oddzielnego wykorzystania podporządkowanych sił i środków, wykraczającego poza przydzielone przez przełożonego zadania. Nie obejmuje również uprawnień administracyjnych.
3. Dowodzenie taktyczne - definiowane jest jako uprawnienia przydzielone dowódcy w zakresie stawiania zadań siłom podległym mu w celu wykonania zadań postawionych przez wyższych przełożonych.
4. Kierowanie (zarządzanie) taktyczne to zazwyczaj szczegółowe, bezpośrednie kierowanie manewrem bądź przemieszczaniem sił koniecznych do wykonania postawionych przez przełożonych zadań.

W zależności od szczebla dowodzenia i posiadanych uprawnień decyzyjnych zróżnicowany jest zakres i stopień szczegółowości stawiania zadań lotnictwu taktycznemu przez dowódców poszczególnych szczebli.

Naczelny Dowódca Połączonych Sił Zbrojnych w Europie jest odpowiedzialny za opracowanie i realizację planów szkolenia lotnictwa taktycznego i przygotowania go do prowadzenia działań bojowych oraz opracowanie ogólnych wskazówek dotyczących jego użycia w walce i operacji. Posiada on uprawnienia do stałego (w czasie „P") bądź względnie trwałego (w czasie „W" np. na czas trwania operacji) przydzielania i podporządkowywania sił lotnictwa taktycznego podległym mu dowódcom. SACEUR nie zajmuje się planowaniem użycia lotnictwa taktycznego w operacjach bądź działaniach taktycznych.



Rys. 2.11. Okresy planowania działań lotnictwa taktycznego NATO na szczeblu operacyjnym i taktycznym

Głównodowodzący Połączonymi Siłami Zbrojnymi NATO Europy Centralnej (CINCENT) prowadzi ogólne planowanie działań na okres następnych siedmiu dni oraz określa główne cele operacji. CINCENT udziela wytycznych i wskazówek dowódcom komponentów powietrznego (AIRCENT) i lądowego (LANDCENT) w zakresie koordynacji działań w ramach prowadzonej operacji i osiągania jej celów. Okresy planowania działań lotnictwa taktycznego NATO na szczeblu operacyjnym i taktycznym przedstawiono na rysunku 2.11.

CINCENT posiada uprawnienia do zmiany stałego bądź względnie trwałego podporządkowania podległych mu sił lotnictwa taktycznego (ASSIGNMENT). Ponadto decyduje on o priorytetach w użyciu lotnictwa określając je w procentowym bądź hierarchicznym podziale wysiłku na poszczególne rodzaje działań (APPORTIOMENT) na okres trwania operacji.

Dowódca Sił Powietrznych Europy Centralnej (AIRCENT) prowadzi ogólne planowanie działań na następne sześć dni operacji oraz szczegółowe planowanie działań lotnictwa taktycznego na następny dzień. AIRCENT jest odpowiedzialny za kontrolę przestrzeni powietrznej w swoim rejonie odpowiedzialności (Region Centralny) oraz posiada uprawnienia w zakresie:

- zmiany stałego bądź względnie trwałego podporządkowania podległych mu sił lotnictwa taktycznego (ASSIGNMENT);
- czasowej zmiany podporządkowania podległych mu sił lotnictwa taktycznego (ALLOTMENT);
- wykorzystania szczególnie ważnych dla powodzenia działań sił i środków lotnictwa taktycznego np. samolotów walki radioelektronicznej, samolotów rozpoznawczych czy obezwładnienia środków przeciwlotniczych (SEAD);
- priorytetów użycia podległych mu sił lotnictwa taktycznego poprzez określenie ich w procentowym lub hierarchicznym podziale wysiłku;
- zmiany bazowania sił lotnictwa taktycznego;
- szczegółowego określenia ilości samolotów lotnictwa do wykonania poszczególnych rodzajów działań (ALOCATION).

AIRCENT w wyniku szczegółowego planowania działań lotnictwa taktycznego na dzień następny opracowuje i przesyła co 24 godziny podległym mu dowódcom

Tymczasowych Połączonych Ośrodków Dowodzenia Działaniami Powietrznymi Dyrektywę Operacyjną Sił Powietrznych (AOD), która zawiera podstawowe informacje na temat:

1. W części ogólnej informacje na temat:
   - sytuacji polityczno - militarnej (SITUATION);
   - oceny przeciwnika (ASSESSMENT, ENEMY);
   - oceny wojsk własnych (OWN FORCES);
   - celu działań (OBJECTIVES);
   - zamiaru (INTENTIONS);
   - priorytetów (PRIORITIES) dla poszczególnych rodzajów działań.
2. W aneksach do poszczególnych rodzajów działań zazwyczaj następujące dane:
   - sytuację;
   - cele operacji;
   - zadania;
   - dodatkowe informacje.

   Ponadto aneksy mogą zawierać inne szczegółowe, specyficzne dla poszczególnych rodzajów działań informacje.
3. W aneksie siły i środki następujące informacje:
   - siły i środki lotnictwa taktycznego przydzielone do działań w dniu następnym (ilość, typ samolotów, bazowanie , przeznaczenie);
   - ilość samolotów szczególnie ważnych dla powodzenia działań sił lotnictwa taktycznego (np. samolotów AWACS, WRE bądź tankowania w powietrzu).
4. W aneksie obiekty uderzeń :
   - hierarchicznie uporządkowane listy obiektów uderzeń o określonych współrzędnych wraz z nakazanym stopniem rażenia.

Oprócz Dyrektywy Operacyjnej Sił Powietrznych (AOD) Dowódca Sił Powietrznych Europy Centralnej (AIRCENT) opracowuje i przesyła wszystkim zainteresowanym użytkownikom przestrzeni powietrznej (Airspace Control Order) ACO.

Dowódca Sił Lądowych Europy Centralnej (LANDCENT) współpracuje z Dowódcą Sił Powietrznych Europy Centralnej w zakresie ogólnego planowania użycia lotnictwa taktycznego w ramach wsparcia wojsk lądowych oraz izolacji rejonu działań.

Wspólnie z AIRCENT określa on hierarchię obiektów zwalczanych w ramach wsparcia oraz izolacji rejonu działań, a także wielkość wysiłku wydzielonego na korzyść poszczególnych korpusów. LANDCENT koordynuje z AIRCENT położenie linii koordynacji wsparcia ogniowego FSCL oraz linii planowania izolacji i rozpoznania (RIPL).

Ze względu na ogólny charakter podejmowanych na opisanych wyżej szczeblach dowodzenia decyzji, a także brak szczegółowej koordynacji działań dowodzenie lotnictwem NATO na szczeblach operacyjnych jest klasycznym przykładem dowodzenia przez cele.

Dowódcy Sił Powietrznych Europy Centralnej podlegają trzy Tymczasowe Połączone Ośrodki Dowodzenia Działaniami Powietrznymi (ICAOC). Są to zintegrowane stanowiska dowodzenia sił powietrznych szczebla taktycznego, które kierują całością działań powietrznych zarówno ofensywnych (lotnictwa taktycznego) jak i defensywnych (siłami obrony powietrznej) podporządkowanych im sił na obszarze swojej odpowiedzialności. Strukturę organizacyjną Tymczasowego Połączonego Ośrodka Dowodzenia Działaniami Powietrznymi na przykładzie ICAOC Kalkar przedstawiono na rysunku 2.12.

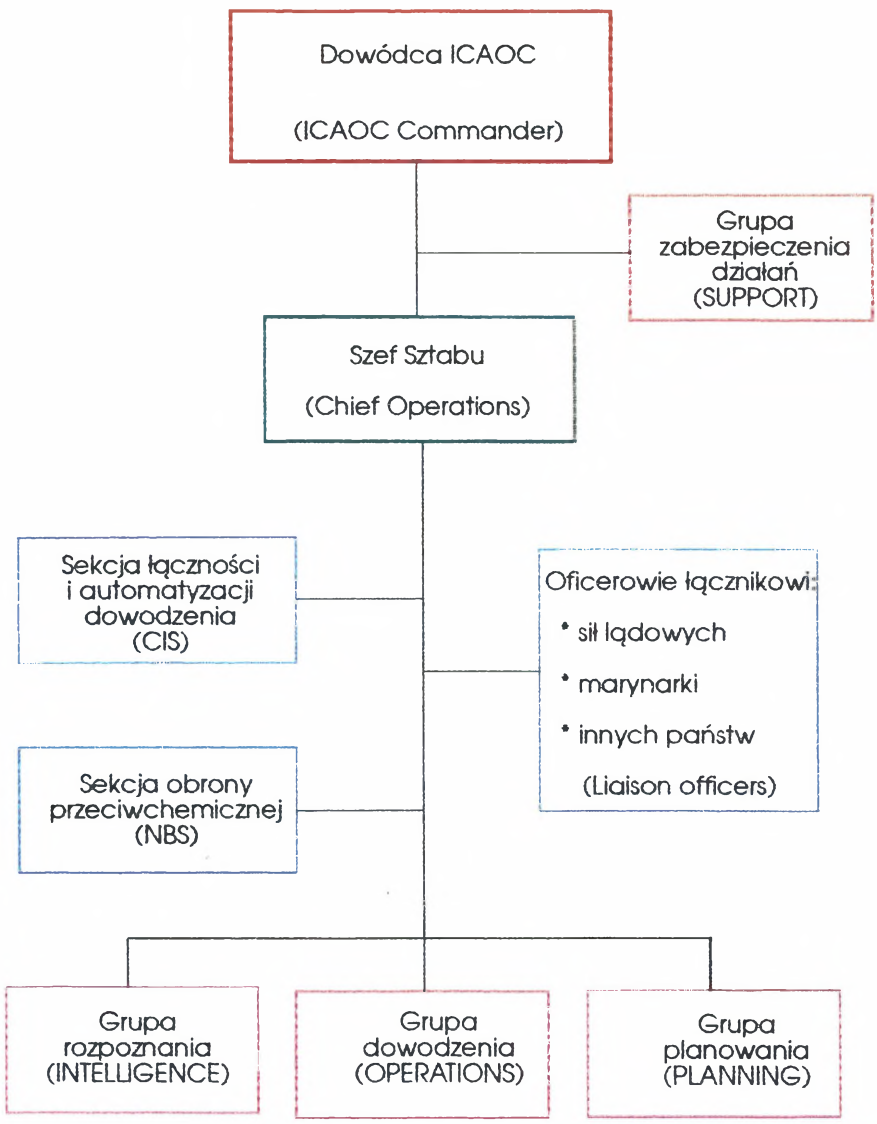
Do podstawowych zadań ICAOC [4]w czasie działań bojowych należy:

- wypracowanie i stawianie zadań podległym siłom lotnictwa taktycznego w zakresie działań ofensywnych;
- wypracowanie i stawianie zadań podległym siłom obrony powietrznej;
- koordynacja wsparcia i zabezpieczenia działań sił powietrznych na obszarze odpowiedzialności;
- organizowanie wykorzystania sił powietrznych i środków systemu dowodzenia na obszarze odpowiedzialności;
- planowanie i organizowanie kontroli przestrzeni powietrznej;
- integracja działań służb ruchu lotniczego.

[4] Zespół pod kierunkiem S. Zajasa, Wybrane aspekty doktryny SP NATO, AON, Warszawa 1997r.

W celu skutecznej realizacji powyższych zadań ICAOC zorganizowany jest w następujący sposób. Dowódcy ICAOC podlega szef sztabu, któremu podporządkowane są trzy podstawowe grupy funkcjonalne:

- grupa rozpoznania (INTEL);
- grupa planowania (PLANNING);
- grupa dowodzenia (CURRENT OPS).



Rys. 2.12. Struktura organizacyjna Tymczasowego Połączonego Ośrodka Dowodzenia Działaniami Powietrznymi (na przykładzie ICAOC Kalkar)

Ponadto w skład ICAOC wchodzi grupa zabezpieczenia działań odpowiedzialna za systemy automatyzacji dowodzenia i łączności, logistykę oraz ochronę przed bronią masowego rażenia. Grupa zabezpieczenia działań podlega bezpośrednio dowódcy ICAOC.

Szef sztabu jest ponadto przełożonym oficerów łącznikowych sił lądowych i marynarki wojennej oraz innych państw przy ICAOC. Szef sztabu wraz z szefami grup rozpoznania, planowania i dowodzenia tworzą zespół kierowania walką, który jest organem doradczym dowódcy, koordynującym proces planowania, organizowania i dowodzenia działaniami bojowymi lotnictwa taktycznego na szczeblu ICAOC. Szefowi sztabu podlegają ponadto sekcje łączności i automatyzacji, dowodzenia oraz ochrony przeciwchemicznej.

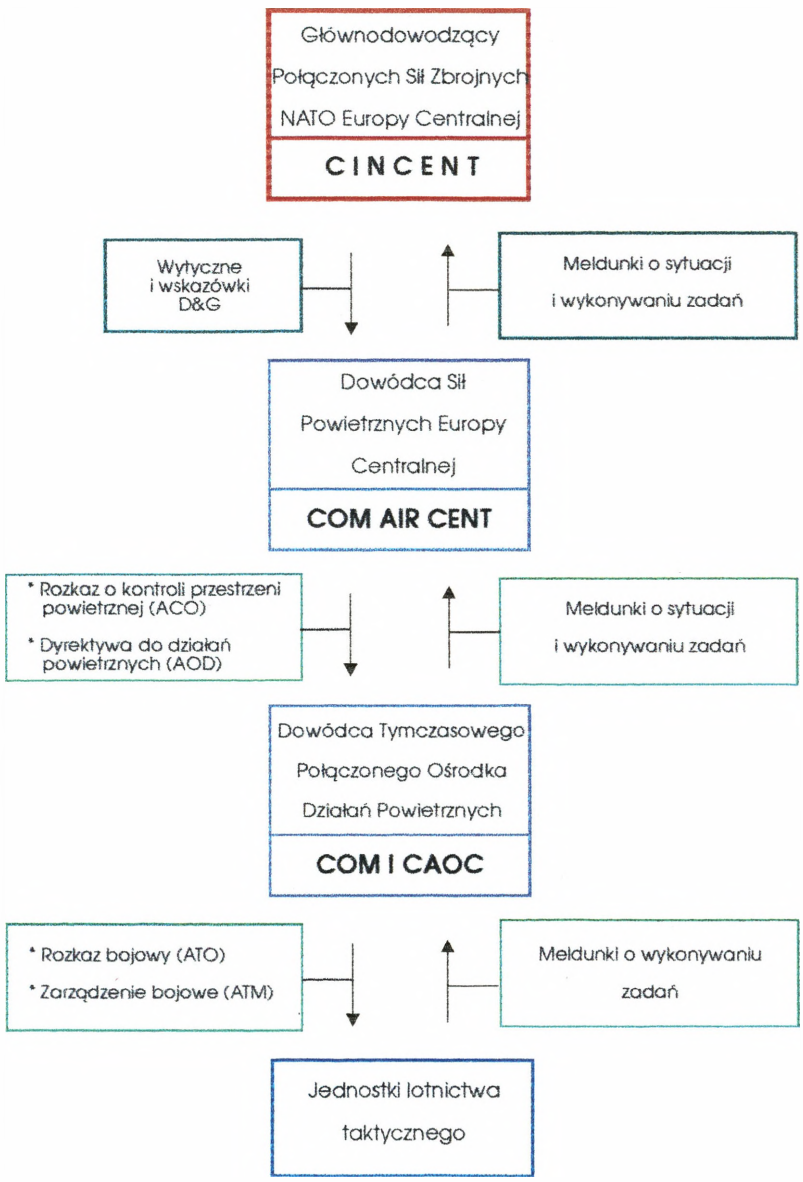
Stanowisko szefa sztabu można porównać ze stanowiskiem szefa sztabu w siłach powietrznych w Polsce. Jest on odpowiedzialny przed dowódcą ICAOC za prowadzenie działań i może w jego imieniu wydawać rozkazy.

Szef grupy planowania odpowiada za całość planowania działań i koordynuje działania oficerów znajdujących się planowaniem poszczególnych rodzajów działań. Ponadto poprzez zespół kierowania walką składa zapotrzebowanie na wykorzystanie przestrzeni powietrznej. Rezultatem pracy grupy planowania jest rozkaz bojowy dla lotnictwa taktycznego oraz rozkaz bojowy (ATO) obrony powietrznej. Ideowy schemat obiegu informacji w cyklu dowodzenia lotnictwem taktycznym NATO (na przykładzie Rejonu Centralnego w Europie) przedstawiono na rysunku 2.13.

Rozkaz bojowy (ATO) składa się z następujących elementów składowych:

1. Części ogólnej;
2. Aneksów dotyczących poszczególnych rodzajów działań:
   - annex OAS - dotyczący ofensywnego wsparcia lotniczego;
   - annex OCA - dotyczy ofensywnej walki z siłami powietrznymi przeciwnika;
   - annex AI - dotyczy izolacji rejonu działań;
   - annex EW - dotyczy WRE;
   - annex RECCE - rozpoznanie;
   - annex ASACS - powietrzny system rozpoznania i alarmowania.

W części ogólnej ATO zawarte są podstawowe informacje na temat oceny sytuacji sił powietrznych przeciwnika oraz własnych, celów działań, priorytetów w poszczególnych rodzajach działań, a także sił i środków podporządkowanych ICAOC. W części tej znajduje się również ogólna koncepcja działań.



Rys. 2.13. Ideowy schemat obiegu informacji w cyklu dowodzenia lotnictwem taktycznym NATO (na przykładzie Rejonu Centralnego w Europie)

W poszczególnych aneksach ATO znajdują się z reguły informacje dotyczące sytuacji (ze szczególnym uwzględnieniem najistotniejszych danych z punktu widzenia

prowadzonego rodzaju działań), cele działań oraz zadania dla wykonawców (TASKING). W aneksach dotyczących działań związanych ze zwalczaniem obiektów naziemnych znajdują się informacje o tych obiektach (numer identyfikacyjny obiektu uderzenia, opis, położenie).

Szef grupy dowodzenia (CURRENT OPS) jest odpowiedzialny za całokształt działań tej grupy. Podstawowym zadaniem grupy dowodzenia jest kierowanie działaniami lotnictwa taktycznego i obrony powietrznej na obszarze odpowiedzialności ICAOC oraz zapewnienie realizacji planu działań opracowanego przez grupę planowania w dniu poprzednim.

Zmiany w sytuacji operacyjno-taktycznej powstałe w wyniku uderzeń przeciwnika np. zablokowanie części sił na lotniskach mogą wymuszać konieczność doraźnego modyfikowania planów działania zawartych w ATO. Służą temu opracowane przez grupę dowodzenia zarządzenia bojowe (ATM), w których zawarte są obowiązujące ustalenia. ATM wykonywane są do zmiany zadań dla sił nie większych niż eskadra, oraz do uszczegółowienia postawionych w ATO zadań dla sił wykonujących bezpośrednie wsparcie lotnicze (CAS), albo izolacją pola walki (BAI).

2.5.2. Dowodzenie lotnictwem taktycznym wykonującym zadania wsparcia lotniczego wojsk lądowych (OAS)

W procesie planowania, organizowania i prowadzenia przez lotnictwo działań w ramach ofensywnego wsparcia lotniczego wykorzystywane są siły i środki podsystemu dowodzenia rozwiniętego przy związkach taktycznych, oddziałach i pododdziałach sił lądowych. W jego skład wchodzą następujące elementy:

1. Na szczeblu korpusu sił lądowych rozwinięty jest Ośrodek Koordynacji Działań Powietrznych (patrz rys.16) przeznaczony do prowadzenia połączonego planowania, zapotrzebowywania, koordynowania i dowodzenia wysiłkiem lotnictwa wydzielonego do wsparcia wojsk lądowych na obszarze odpowiedzialności korpusu. Szczegółowe zadania obejmują:
   - pomoc dowódcy korpusu we wszystkich sprawach związanych z działaniami w ramach ofensywnego wsparcia lotniczego (OAS);

- ocenianie, koordynowanie o przekazywanie zapotrzebowań na wsparcie lotnicze na obszarze odpowiedzialności korpusu;
- określanie obiektów uderzeń w ramach wsparcia na obszarze odpowiedzialności korpusu;
- wymiane i przekazywanie informacji rozpoznawczej na temat sytuacji powietrznej i lądowej przeciwnika oraz wojsk własnych;
- przekazywanie zainteresowanym informacji o pogodzie w rejonie działań;
- nadzór nad działaniami grup kierowania lotnictwem taktycznym korpusu.

2. Na szczeblach od dywizji do batalionu występują grupy kierowania lotnictwem taktycznym, w których skład wchodzą oficerowie łącznikowi lotnictwa, oficerowie naprowadzania lotnictwa wraz z niezbędnym personelem i sprzętem zabezpieczenia oraz środkami łączności odpowiedzialne są za:
   - fachową pomoc dowódcy wspieranego ZT (bądź oddziału) w zakresie koordynacji i integracji wsparcia ogniowego ze wsparciem lotniczym;
   - koordynację wsparcia ZT (oddziału) zgodnie z obowiązującymi ustaleniami rozkazów o kontroli przestrzeni powietrznej;
   - monitorowanie sieci wzywania lotnictwa taktycznego;
   - dostarczanie informacji o pogodzie w rejonie rubieży styczności bojowej wojsk;
   - przyjmowanie dowodzenia samolotami wykonującymi zadania w ramach wsparcia od określonych rubieży (z wyznaczonych stref wyczekiwania) i naprowadzanie ich na obiekty uderzeń zwalczane w ramach bezpośredniego wsparcia lotniczego.

Do szczegółowych zadań oficera łącznikowego lotnictwa wchodzącego w skład grupy kierowania lotnictwem taktycznym (TACP) należy:

- doradzanie i fachowa pomoc dowódcy lądowemu we wszystkich sprawach związanych z działaniami w ramach ofensywnego wsparcia lotniczego;
- udział w koordynacji ognia sił lądowych z działaniami lotnictwa;
- przyjmowanie, koordynowanie i przekazywanie informacji z AOCC dotyczących czasu i miejsca przelotów i uderzeń lotnictwa taktycznego;
- nadzór nad działaniami podległej grupy kierowania lotnictwem taktycznym;

- koordynowanie wykorzystania przestrzeni powietrznej z właściwymi organami kontroli przestrzeni powietrznej;
- współpraca z dowódcą lądowym w planowaniu, organizowaniu i prowadzeniu walki radioelektronicznej i obezwładnianiu środków przeciwlotniczych.

Oficer naprowadzania lotnictwa (FAC) to oficer, który przydzielony do pierwszorzutowych pododdziałów, kieruje działaniami samolotów (śmigłowców) wykonujących uderzenia w ramach bezpośredniego wsparcia lotniczego. Do jego zadań należy:

- udzielanie fachowej pomocy i doradzanie dowódcy lądowemu w sprawach związanych z wsparciem lotniczym;
- koordynacja działań naprowadzanych samolotów z działaniami wspieranego oddziału (pododdziału) sił lądowych;
- współudział w organizacji, identyfikacji (oznaczeniu) położenia przedniego skraju wojsk własnych;
- naprowadzanie samolotów na obiekty uderzeń;
- przekazywanie informacji odbieranych z naprowadzanego samolotu (jeżeli zachodzi taka potrzeba);
- meldowanie o rezultatach uderzeń wykonywanych przez samoloty (śmigłowce);
- meldowanie o pogodzie w rejonie rubieży styczności bojowej wojsk;
- koordynowanie działań podległych specjalistów np. operatorów podświetlaczy laserowych.

Proces planowania wsparcia lotniczego sił lądowych prowadzony jest wspólnie na podstawie wytycznych wydanych przez CINCENT na szczeblu LANDCENT i AIRCENT. W wyniku przyjętych na szczeblu operacyjnym uzgodnień pomiędzy dowódcą komponentu lądowego i powietrznego ustala się cele działania, główny wysiłek wsparcia lotniczego oraz określa przydział wysiłku (ilość samolotów) dla poszczególnych korpusów, z rozbiciem na liczbę wylotów w ramach izolacji pola walki (BAI) i bezpośredniego wsparcia lotniczego (CAS).

Informacje te zawarte w Dyrektywie Operacyjnej Sił Powietrznych przekazywane są codziennie do Tymczasowych Połączonych Ośrodków Dowodzenia Działaniami Powietrznymi (ICAOC) i stanowią podstawę do szczegółowego planowania i przydzielania zadań jednostkom lotnictwa taktycznego (patrz rysunek 2.13).

2.5.3. Procedury stosowane w działaniach lotnictwa taktycznego wykonującego zadania wsparcia lotniczego

W zależności od tego czy lotnictwo taktyczne wspiera wojsk lądowe wykonujące zadania wcześniej zaplanowane, bądź wyloty na wezwanie z pola walki stosowane są odmienne procedury.

W przypadku działań (wylotów) wcześniej zaplanowanych zapotrzebowanie przekazywane jest kolejno do wyższych organów dowodzenia lotnictwem taktycznym do Ośrodka Koordynacji Działań Powietrznych (AOCC) włącznie, a następnie do ICAOC. Oddziały (ZT) składające zapotrzebowanie są informowane o akceptacji lub odrzuceniu ich zapotrzebowania na wsparcie lotnicze poprzez sieci dowodzenia sił lądowych.

W przypadku wylotów na wezwanie z pola walki zapotrzebowanie na wsparcie lotnicze jest bezpośrednio przekazywane przez jednostkę potrzebującą wsparcia do AOCC z pominięciem pośrednich szczebli dowodzenia. Pominięte szczeble dowodzenia wyrażają swoją akceptację poprzez zachowanie ciszy radiowej, bądź w przypadku kolidujących ze sobą zapotrzebowań określają, które z nich posiada priorytet.

Zapotrzebowanie na wsparcie lotnicze, zarówno w przypadku wylotów wcześniej zaplanowanych, jak i wylotów na wezwanie z pola walki jest przesyłane z reguły z Ośrodka Koordynacji Działań powietrznych (AOCC) do Tymczasowego Połączonego Ośrodka Dowodzenia Działaniami powietrznymi (ICAOC), a stamtąd do wykonawców - jednostek lotnictwa taktycznego.

W uzasadnionych sytuacją operacyjno-taktyczną warunkach Ośrodek Koordynacji Działań Powietrznych może otrzymać uprawnienia do bezpośredniego stawiania zadań jednostkom lotnictwa taktycznego.

Rozdział 3. Efektywność systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą)

3.1. Kryteria oceny efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą)

3.1.1. Kryteria i metody oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych

Efektywność jako cecha systemowa

W literaturze przedmiotu, zwłaszcza obcej, termin "efektywność" używany jest w wielu znaczeniach[1], jak:

- efektywność działania w sensie prakseologicznym;
- synonim skuteczności działania;
- efektywność działania w sensie ekonomicznym.

Pojęcia te definiuje się następująco:

- efektywność (w sensie prakseologicznym) - dodatnia cecha działań dający jakiś pozytywnie oceniany wynik bez względu na to, czy był on zamierzony (działanie efektywne).
- skuteczność - pozytywnie oceniana zgodność wyniku z celem. Działanie jest skuteczne, o ile osiąga zamierzony cel. Działanie odznaczające się skutecznością jest także efektywne.
- efektywność (w sensie ekonomicznym) - stosunek uzyskanych wyników do nakładów.

[1] T. Pszczółkowski, Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji, Wrocław 1978.

Powyższe definicje efektywności systemu nie precyzują zasad jej określania, oceniania, interpretacji oceny; ponadto nie określają czy jest to właściwość bezwzględna systemu, czy też w ocenie jego działania zawarta jest charakterystyka otoczenia, w którym rozpatrywany system funkcjonuje.

Wydaje się, że najogólniejszym kryterium oceny efektywności systemów jest efektywność ich działania, rozumiana jako różnica lub iloraz korzyści i strat nakładów). W przypadku systemu OPL wojsk lądowych jest to różnica strat przeciwnika powietrznego i własnych (osłanianych obiektów i wojsk, sił i środków OPL).

Efektywnością systemów działania nazywamy cechę systemową, która wyraża racjonalne zdolności systemów do zaspokajania określonych potrzeb tj. osiągania zamierzonych celów działania, funkcjonowania zgodnie z przeznaczeniem i wymaganiami[2].

System działania jest efektywny, jeżeli wywołuje określone efekty, które mogą być dodatnie lub ujemne. Te pierwsze - to korzyści, zaś drugie - nakłady, koszty, straty. Aprobatę uzyskuje takie działanie w którym korzyści dominują nad nakładami.

Kryterium skuteczności (stosowane gdy ustalone są koszty, nakłady) polegają na maksymalizacji korzyści użytkownika systemu. Dla systemu OPL wojsk lądowych korzyść jest związana z parametrami technicznymi i organizacyjnymi, a więc z dokładnością i szybkością działania, wydajnością ogniową, niezawodnością, czasem obiegu informacji. W systemach OPL maksymalizacja skuteczności jest identyfikowana z maksymalizacją strat zadanych środkom napadu powietrznego. Można jednak maksymalizację skuteczności systemu OPL interpretować jako minimalizację strat zadanych przez środki napadu powietrznego przeciwnika osłanianym wojskom i obiektom. Maksymalizację strat przeciwnika powietrznego osiąga się m.in. przez zwiększenie szybkości działania systemu OPL, zwiększenie wydajności ogniowej, zwiększenie niezawodności działania systemu OPL, skrócenie czasu obiegu informacji, wprowadzanie do wyposażenia wojsk OPL środków o coraz lepszych parametrach (np. o coraz większej wydajności i coraz wyższym prawdopodobieństwie zniszczenia celu).

---

[2] P. Sienkiewicz, Teoria efektywności systemów Warszawa 1987.

W literaturze dotyczącej efektywności działania systemów podaje się pożądane właściwości wskaźnika[3] efektywności:

- zgodność z celem działania systemu;
- wrażliwość na zmiany parametrów zewnętrznych istotnych w danym systemie;
- łatwość obliczeń i stosowania w analizie efektywności działania;
- jasność interpretacji fizycznej;
- zgodność ze wskaźnikami działania systemów nadrzędnych.

Zgodność wskaźnika efektywności systemu z celem jego działania oznacza, że powinien on określać ilościowo stopień wykonania podstawowego zadania systemu, a nie bezpośrednie (efektywne) skutki obrony, wyrażone na przykład wartością oczekiwaną liczby zniszczonych ŚNP podczas odpierania nalotu przeciwnika. Warto zauważyć, że przy takim wskaźniku efektywności część ŚNP może być zniszczona po wykonaniu zadania. Niezgodność wskaźnika efektywności z celem działania systemu może prowadzić do podjęcia błędnych decyzji. Sytuację taką ilustruje następujący przykład. Podczas drugiej wojny światowej w Wielkiej Brytanii uzbrojono statki handlowe w artylerię przeciwlotniczą w celu obrony ich przed oddziaływaniem ŚNP przeciwnika. Podczas badań efektywności obrony statków jako wskaźnik przyjęto procent zniszczonych ŚNP spośród atakujących statki. Okazało się, że artyleria przeciwlotnicza niszczyła tylko 4% atakujących samolotów. Wyniki badań były niezadowalające, straty nieprzyjaciela były niższe niż koszty uzbrojenia statków handlowych. Powstał problem celowości dalszego uzbrajania statków. Według przyjętego wskaźnika dalsze uzbrajanie statków było niecelowe. Trzeba jednak zauważyć, że przyjęty wskaźnik efektywności uzbrajania statków handlowych w artylerię przeciwlotnicza nie był zgodny z celem przedsięwzięcia, którym nie było zadanie strat przeciwnikowi, lecz obrona własnych statków (zmniejszenie strat zadawanych statkom przez przeciwnika).

W drugim etapie oceny celowości uzbrajania statków za wskaźnik skuteczności (efektywności) przyjęto procent statków zatapianych przez ŚNP przeciwnika. Okazało się, że liczba zatopionych statków po ich uzbrojeniu spadła z 25% do 10%. Analiza ekonomiczna wykazała, że koszty uzbrojenia statków są znacznie mniejsze od różnicy

[3] V.M. Tarabanow, Kriterii effektiwnosti borby s wozdusznom protiwnikom, Wojennaja Myśl nr 3/1979.

strat bez uzbrojenia i po ich uzbrojeniu. Podtrzymano decyzję instalowania artylerii przeciwlotniczej na statkach handlowych.

Analogiczne błędy do opisanego wyżej popełniono w okresie powojennym w niektórych armiach, demontując przeciwlotnicze karabiny maszynowe zainstalowane na czołgach.

Wskaźnik efektywności działania systemu OPL wojsk lądowych powinien być wrażliwy na zmiany parametrów zewnętrznych istotnych w danym systemie. Ustalenie, które parametry zewnętrzne są istotne, jest zagadnieniem analogicznym do wyznaczania istotności czynników w analizie regresji. Trudno jest podać ogólne zasady wyboru postaci analitycznej wskaźnika efektywności. Pożądane jest uwzględnienie w nim istotnych ze względu na cel działania systemu parametrów zewnętrznych. Uwzględnienie parametrów nieistotnych, obok jednoznacznej niemożliwości dokładnego ich oszacowania, może zmniejszać zamiast zwiększać dokładność aproksymacji regresji efektywności działania systemu względem parametrów zewnętrznych. Skutki nadmiernej złożoności wskaźnika efektywności (liczby uwzględnionych czynników) trafnie wyraża przysłowie - "zza drzew nie widać lasu".

O efektywności działania systemu OPL wojsk lądowych decyduje wiele właściwości jego elementów składowych, np. trwałość, mobilność, czas reakcji itp. Dla konkretnego systemu pożądane byłyby ekstremalne wartości tych cech przy minimalnych kosztach ich uzyskania. Przy takim podejściu wskaźnik efektywności powinien mieć postać wektorową. Polioptymalizacja[4] umożliwia stosowanie wektorowych wskaźników do oceny efektywności działania systemu OPL. Jednakże ze względu na jednoznaczność interpretacji wyników oceny przy podejmowaniu decyzji należy dążyć, aby cel działania systemu wyrażany był za pomocą wskaźnika skalarnego. Celowe jest, w miarę możliwości, wyznaczanie wskaźników cząstkowych (współrzędnych wskaźnika wektorowego). Ułatwia to decydentowi ustalenie istotności i gradientu wpływu właściwości parametrów zewnętrznych systemu.

Istotę zagadnienia doboru wskaźnika skuteczności (efektywności) ilustruje następujący przykład[5].

---

[4] A. Ameliańczyk, Elementy optymalizacji wielokryterialnej, Warszawa 1979r.
[5] E. Kołodziński, Skuteczność działania systemu OP MW Myśl Wojskowa, 1980r.

Podczas drugiej wojny światowej w Stanach Zjednoczonych badano efektywność niszczenia krążowników przeciwnika za pomocą różnych rodzajów broni: bomb, min oraz torped. Do oceny skuteczności ich działania stosowano trzy wskaźniki:

- liczbę zatopionych krążowników;
- liczbę uszkodzonych krążowników;
- liczbę krążowników wyłączonych z walki.

Ocena skuteczności działania poszczególnych rodzajów broni prowadziła do różnych wniosków dla każdego z wymienionych wskaźników. Niezgodność wskaźników nastręczała trudności w podjęciu decyzji o sposobie niszczenia krążowników nieprzyjaciela. Wobec niejednoznaczności wyników badań, wymienione trzy wskaźniki zastąpiono jednym - stratami przeciwnika wyrażonymi w krążowniko-miesiącach, tj. liczbę miesięcy, na które krążownik został wyeliminowany z użytkowania. W przypadku zatopienia krążownika przyjmowano, że zadane straty wynoszą 36 krążownikomiesięcy, gdyż tyle czasu trwa budowa nowego krążownika. Według tego wskaźnika najskuteczniejsze okazały się torpedy, a w następnej kolejności bomby. Wyniki badań nie tylko pozwoliły na ustalenie sposobów niszczenia krążowników przeciwnika, lecz także umożliwiły określenie kierunków doskonalenia konstrukcji własnych krążowników.

Zgodność wskaźnika działania systemu ze wskaźnikami działania systemów nadrzędnych oznacza, że powinna istnieć możliwość jego wykorzystania w ocenie efektywności systemu nadrzędnego.

Wśród wskaźników efektywności systemu OPL wojsk lądowych można wyróżnić następujące grupy:

1. Wskaźniki określające straty poniesione przez ŚNP przeciwnika, takie jak:
   - wartość oczekiwana liczby ŚNP przeciwnika zniszczonych przez system OPL;
   - procent zniszczonych ŚNP przeciwnika spośród biorących udział w nalocie.
2. Wskaźniki określające straty poniesione przez osłaniane wojska i obiekty wskutek niszczącego oddziaływania ŚNP, takie jak:
   - wartość oczekiwana strat poniesionych przez osłaniane wojska i obiekty;

- wartość oczekiwana strat, których uniknięto wskutek obrony osłanianych wojsk i obiektów;
- straty globalne poniesione przez stronę broniącą się, na które składają się nakłady na system OPL, straty systemu OPL, i straty osłanianych wojsk i obiektów;
- prawdopodobieństwo odparcia napadu powietrznego przeciwnika;
- średni wydatek sił i środków OPL na jednostkę strat przeciwnika.

3. Wskaźniki określające stosunek sił - ŚNP przeciwnika i systemu OPL:
   - jakościowy i ilościowy (jakościowo-ilościowy) stosunek sił systemu OPL i przeciwnika powietrznego;
   - stosunek wartościowy lub ilościowy średnich strat zadanych środkom napadu powietrznego przeciwnika do odpowiadającego im średniego wydatku sił i środków OPL.

Wskaźniki grupy pierwszej nie spełniają podstawowego wymagania, jakim jest ich zgodność z celem działania systemu OPL. Celem działania systemu OPL wojsk lądowych nie jest niszczenie ŚNP przeciwnika, lecz obrona (osłona) wojsk i obiektów przed jego niszczącym oddziaływaniem. Minimalizacja strat własnych nie jest zagadnieniem dualnym do maksymalizacji strat przeciwnika. Osłona wojsk i obiektów przed uderzeniami ŚNP przeciwnika nie ogranicza się bowiem jedynie do niszczenia ŚNP przeciwnika. Straty własne można obniżać (obniżać skuteczność niszczącego działania ŚNP) między innymi poprzez: zakłócenie działań pokładowych urządzeń radioelektronicznych ŚNP przeciwnika i psychologiczne oddziaływanie na załogi pilotowanych ŚNP. O skuteczności psychologicznego oddziaływania na załogi pilotowanych ŚNP świadczą następujące dane. Piloci samolotów F-104 osiągali podczas strzelań poligonowych błąd kołowy nie przekraczający 125 stóp. Podczas działań wietnamskich w ataku na obiekty nie osłaniane błąd przekraczał 365 stóp, a na obiekty bronione w sposób "umiarkowany" 540 stóp, zaś w sposób silny 575 stóp[6]. Specjaliści zachodni uważają, że zmniejszenie celności strzelań o połowę powoduje dwukrotne zmniejszenie prawdopodobieństwa rażenia[7].

[6] The Air in Indochina, Boston 1972.
[7] "Flugwehr und Technik" nr 5/1971.

W sytuacji gdy urządzenia pokładowe wykrywają, że samoloty są opromieniowane przez stacje naprowadzania rakiet, gdy zostały wykryte komendy naprowadzania rakiet lub nastąpiło wzrokowe wykrycie ich startu piloci stosują manewr antyrakietowy. Zastosowanie manewru jest możliwe po uprzednim pozbyciu się części ładunku (około 50%), co powoduje oczywiste zmniejszenie potencjału bojowego samolotów przeciwnika.

W drugiej wojnie światowej oraz ostatnich wojnach lokalnych istnieje wiele przykładów na to, że systemy obrony przeciwlotniczej wykonywały swoje zadania osłony wojsk i obiektów również wtedy, gdy liczba zestrzeleń była bardzo mała oraz przeciwnie, że pomimo zestrzeleń znacznej liczby ŚNP nie wykonywały postawionych przed nimi zadań. Oto przykłady[8]:

1. Od lipca do września 1941 roku Niemcy wykonali na Leningrad 4306 samolotowylotów. Obrona powietrzna zniszczyła 500 samolotów. W każdym nalocie zestrzeliwano średnio 12% samolotów atakujących, 88% samolotów nie zostało zniszczonych. Jednakże tylko 508 samolotów dotarło nad miasto, co stanowi około 12% samolotów atakujących. Stąd wynika, że efektywność obrony przeciwlotniczej Leningradu wynosiła nie 12%, lecz 88%. W rachunku nie uwzględniono następstw obniżenia celowości zrzutów bomb wskutek oddziaływania systemu obrony przeciwlotniczej.
2. Podczas pierwszych sześciu miesięcy wojny niemiecko-radzieckiej nieprzyjaciel wykonał 7146 samolotowylotów na Moskwę. Obrona przeciwlotnicza Moskwy zniszczyła 13,3% samolotów, lecz do Moskwy dotarło tylko 3,2 samolotu. Efektywność (skuteczność) obrony przeciwlotniczej Moskwy wynosiła 96,8%, a nie 13,3%, jak wynikałoby z procentu zniszczonych samolotów przeciwnika.
3. W celu zniszczenia mostu przez Wisłę na przyczółku warecko-magnuszewskim Niemcy 18 sierpnia 1944 roku wykonali 91 lotów bojowych. Obrona przeciwlotnicza mostu nie strąciła żadnego samolotu niemieckiego, jednakże Niemcy nie zniszczyli mostu. Obrona mostu była zatem efektywna (skuteczna).
4. Drugiego czerwca 1943 roku 287 niemieckich samolotów bombowych pod osłoną samolotów myśliwskich zaatakowało kurski węzeł kolejowy. W pierwszym rzucie

atakowało 137 samolotów bombowych pod osłoną 30 samolotów myśliwskich. W wyniku oddziaływania obrony 58 niemieckich bombowców zostało zniszczonych (ponad 42%). Jednakże 55% samolotów bombowych przedarło się przez obronę i brało udział w bombardowaniu węzła kolejowego. Przez 12 godzin węzeł był wyłączony z użytkowania. Obrona przeciwlotnicza węzła była zatem mało skuteczna.

Przykłady te świadczą niezbicie o braku istotnej korelacji między stratami przeciwnika określanymi według wskaźnika grupy pierwszej, a stratami osłanianych obiektów, których uniknięto dzięki obronie przeciwlotniczej. Przyczyną tego stanu rzeczy było to, że znaczna część atakujących ŚNP, które nie zostały zniszczone przez system obrony przeciwlotniczej, nie mogła wykonać swego zadania. Z punktu widzenia celu obrony przeciwlotniczej nie jest ważne z jakiej przyczyny ŚNP nie wykonały zadania. Istotny jest skutek.

Wartość oczekiwana liczby zniszczonych ŚNP odzwierciedla jedynie możliwość zadania przeciwnikowi określonych strat przez system obrony przeciwlotniczej, nie odzwierciedla natomiast strat jakie może zadać część grupy uderzeniowej, która nie zostanie zniszczona przed rubieżą ataku.

Części z przedstawionych wyżej wad nie mają wskaźniki grupy drugiej określające straty poniesione przez osłaniane obiekty.

Natomiast wskaźniki grupy trzeciej w najwyższym stopniu posiadają pożądane cechy wskaźnika efektywności działania systemu OPL wojsk lądowych. Stąd często uważa się je za kompleksowe (globalne).

3.1.2. Kryteria oceny efektywności podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego

Efektywność podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego może być określona przez trzy podstawowe grupy wskaźników (parametrów):

- parametry strefy informacji radiolokacyjnej;
- parametry czasowe;
- parametry probabilistyczne.

[8] Cz. Flanek, rozprawa habilitacyjna AON, 1991.

Wskaźniki (parametry) strefy informacji radiolokacyjnej

Do grupy parametrów strefy informacji radiolokacyjnej można zaliczyć:

- wewnętrzną i zewnętrzną granicę strefy informacji radiolokacyjnej;
- dolną i górną granicę ciągłej strefy informacji radiolokacyjnej;
- dokładność określania współrzędnych położenia obiektów powietrznych;
- prawdopodobieństwo wykrycia obiektu powietrznego;
- odporność strefy informacji radiolokacyjnej na zakłócenia radioelektroniczne.

Strefą informacji radiolokacyjnej jest wycinek przestrzeni, w którym można wykryć obiekty powietrzne, określać ich położenie i charakterystyki za pomocą środków radiolokacyjnych (stacje radiolokacyjne i urządzenia rozpoznawcze) z założonym prawdopodobieństwem.

Na strefy informacji radiolokacyjnej pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych składają się strefy wykrywania stacji radiolokacyjnych (odległościomierzy, wysokościomierzy, stacji trójwspółrzędnych, urządzeń identyfikacyjnych).

Przez strefę wykrywania stacji radiolokacyjnej należy rozumieć przestrzeń, w granicach której za pomocą urządzenia radiolokacyjnego istnieje możliwość wykrycia i śledzenia obiektów powietrznych z założonym prawdopodobieństwem oraz określenia ich charakterystyk. Strefa wykrywania odległościomierza jest to przestrzeń, w granicach której istnieje możliwość wykrycia i śledzenia obiektów powietrznych z prawdopodobieństwem nie mniejszym od ustalonego oraz określania azymutu i odległości za pomocą urządzenia radiolokacyjnego. Strefa ta powstaje przez obrót charakterystyki promieniowania odległościomierza wokół osi pionowej w przedziale od 0^0 do 360^0. Zewnętrzna granica strefy wykrywania jest to zbiór punktów przestrzeni odległych od punktu stania anteny urządzenia radiolokacyjnego o maksymalną odległość wykrywania (maksymalny zasięg wykrywania). Z kolei maksymalny zasięg jest to odległość do obiektu powietrznego, przy której jest zapewnione wykrycie sygnału odbitego na tle zakłóceń z wymaganym prawdopodobieństwem. Wewnętrzna granica strefy wykrywania jest to zbiór punktów przestrzeni odległych od punktu stania anteny urządzenia radiolokacyjnego o minimalną odległość wykrywania (minimalny zasięg wykrywania).

Strefa wykrywania wysokościomierza jest to przestrzeń, w granicach której za pomocą urządzenia radiolokacyjnego istnieje możliwość wykrywania i śledzenia

obiektów powietrznych z prawdopodobieństwem nie mniejszym od ustalonego oraz określania ich wysokości. Strefa ta powstaje w wyniku wahania charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie pionowej (od E min. do E max.) i jej pełny obrót wokół osi pionowej.

Strefa rozpoznania radiolokacyjnego jest to przestrzeń, w której za pomocą naziemnych urządzeń radiolokacyjnych istnieje możliwość określania przynależności obiektów z prawdopodobieństwem nie mniejszym od ustalonego. Powstaje ona przez pełny obrót wokół osi pionowej charakterystyki promieniowania urządzeń identyfikacji obiektów powietrznych.

Strefy wykrywania (odległościomierzy i wysokościomierzy) oraz strefy rozpoznania urządzeń identyfikacji obiektów powietrznych tworzą strefę informacji radiolokacyjnej kompanii radiotechnicznej. Strefy informacji radiolokacyjnych krt składają się na strefę informacji radiolokacyjnej brt, prt i BRt.

Wzajemne stykania lub przenikanie (przekrywanie) się stref informacji radiolokacyjnej np. brt umożliwia stworzenie ciągłej strefy informacji radiolokacyjnej batalionu radiotechnicznego.

Ciągła strefa informacji radiolokacyjnej to wycinek przestrzeni, w którym w dowolnym jego punkcie możliwe jest wykrycie, śledzenie i określanie charakterystyk obiektów powietrznych w dowolnej chwili przez co najmniej jeden pododdział radiotechniczny danego ugrupowania. Strukturę ciągłej strefy określa m.in. dolna i górna granica strefy informacji. Wysokość dolnej i górnej granicy ciągłej strefy informacji radiolokacyjnej zależą od rzeźby terenu, wysokości pozycji rozwinięcia RPW, liczby i charakterystyk technicznych RLS tworzących strefę informacji.

Dokładność określania współrzędnych położenia obiektów powietrznych zależy od parametrów technicznych RLS, wyszkolenia obsług RLS i SD, sposobu zbierania i opracowania danych radiolokacyjnych, a także od miejsca i sposobu zobrazowania danych o wykrywanych obiektach.

Prawdopodobieństwo wykrycia obiektu powietrznego, jest miarą (stopniem) realizacji wykrywania obiektów powietrznych przez RLS, RPW, pododdział, oddział czy związek taktyczny.

Odporność strefy informacji radiolokacyjnej na zakłócenia wskazuje, na ile możliwa jest realizacja wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych z założonym prawdopodobieństwem w przypadku zastosowania przez nieprzyjaciela celowych zakłóceń radiolokacyjnych.

Zewnętrzną granicę strefy informacji radiolokacyjnej krt, w przedziale małych wysokości określa się z następujących zależności:

$$D_z = 4.12 \cdot K_n \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{R}{2H} \cdot \sin^2 \alpha} - \sqrt{\frac{R}{2H} \cdot \sin^2 \alpha} \right) \cdot \left(\sqrt{h_a} + \sqrt{H} \right) \quad (3.1)$$

gdzie:

D_z - zasięg wykrywania RLS (odległościomierza, wysokościomierza),

K_n - współczynnik wykorzystania horyzontu radiowego RLS,

R - zastępczy promień ziemi (R = 8500 km),

H - bezwzględna wysokość dla której wykonuje się obliczenia,

h_a - bezwzględna wysokość zawieszenia anteny,

α - kąt zakrycia na danym kierunku, który można zmierzyć lub wyznaczyć z następującej zależności:

$$\alpha = \arccos \frac{R + h_a - (R + h_a) \cdot \cos\left(2 \arcsin \frac{d_p}{2RR}\right)}{\sqrt{(R + h_a)^2 + (R + h_p)^2 - 2(R + h_a)(R + h_p) \cos\left(2 \arcsin \frac{d_p}{2R}\right)}} - \arcsin \frac{R}{R + h_a} \quad (3.2)$$

gdzie:

h_p - bezwzględna wysokość przeszkody (w metrach);

d_p - odległość od RLS do przeszkody (w metrach).

Po określeniu zasięgów wykrywania RLS (w przedziale $0^\circ - 360^\circ$, z zadaną dyskretnością $\Delta\alpha$ co 5° lub 10°) dla danego kierunku określa się granicę strefy informacji radiolokacyjnej według zależności:

$$D_z(n \cdot \Delta\alpha) = \min(D_{zo}, D_{zw}) \quad (3.3)$$

gdzie:

$n \cdot \Delta\alpha$ - kolejny kierunek (n = 0,1,2,...);

D_{zo} - maksymalny zasięg odległościomierza (odległościomierzy);

D_{zw} - maksymalny zasięg wysokościomierza (wysokościomierzy).

Dla średnich i dużych wysokości zewnętrzną granicę strefy informacji radiolokacyjnej określa się z tablic na podstawie zasięgu wykrywania RLS jako wartości funkcji :

$$D_z = f\left(H, \delta_0\right) \tag{3.4}$$

$$D_z = min\left(D_{zc}, D_{zw}\right) \tag{3.5}$$

gdzie:

H - względna wysokość dla której wykonywane są obliczenia;

δ_0 - wartość skutecznej powierzchni odbicia obiektu powietrznego.

Wewnętrzną granice strefy informacji radiolokacyjnej w przedziale małych wysokości określa się z zależności:

$$R_{D\,min} = max\left(D_t^{\circ}, D_{zas}^{\circ}\right) \tag{3.6}$$

$$R_{H\,min} = max\left(D_t^{w}, D_{zas}^{w}\right) \tag{3.7}$$

gdzie:

$$D_t^w = D_t^o = \frac{c}{2}\left(\tau + \tau_b\right) \tag{3.8}$$

c - prędkość światła;

τ - czas trwania impulsu promieniowanej energii przez RLS;

τ_b - czas bezwładności odbiornika;

D_{zas}^o, D_{zas}^w - maksymalne rozświetlenie wskaźników od przedmiotów terenowych.

Dla średnich i dużych wysokości wewnętrzną granicę strefy informacji radiolokacyjnej określa się z zależności:

$$D_{min}^{o,w} = H\ ctg\ E_{max} \tag{3.9}$$

$$D_w = max\left(D_{min}^o, D_{min}^w\right) \tag{3.10}$$

gdzie:

H - wysokość dla której określa się wewnętrzną granicę strefy;

E_{max} - maksymalny kąt podniesienia charakterystyki promieniowania RLS.

Zewnętrzna granica strefy informacji radiolokacyjnej ulega zmianie (kompresji) w sektorze czynnych zakłóceń radiolokacyjnych. Sektor zakłóceń jest to wycinek strefy informacji radiolokacyjnej, w granicach której moc zakłóceń jest większa od mocy sygnału użytecznego *(P_z)*. Wielkość sektora zakłóceń określana jest wartością kąta φ_z, który jest funkcją:

$$\varphi_z = f\left(q, R_z, D_z \right) \qquad (3.11)$$

gdzie:

q - gęstość widmowa zakłóceń;

R_z - odległość źródła zakłóceń od RLS;

D_z - maksymalny zasięg wykrywania RLS w zakłóceniach.

Wskaźniki (parametry) czasowe

Do grupy wskaźników czasowych najczęściej zalicza się następujące wielkości:

- czas i dyskretność przekazywania meldunków;
- czas opóźnienia informacji;
- czas manewru sił i środków radiolokacyjnych;
- czas osiągania gotowości bojowej.

Czas i dyskretność przekazywania meldunku charakteryzuje możliwość systemu ze względu na ilość jednocześnie wykrywanych i śledzonych przez system obiektów powietrznych z założonymi wymaganiami (prawdopodobieństw wykrycia, przekazania meldunku, stopa błędu itp.).

Czas opóźnienia informacji wskazuje na różnicę w rzeczywistym położeniu obiektu powietrznego w danej chwili, a jego odwzorowaniem na stanowisku dowodzenia. Czas ten wskazuje głównie na możliwość centralizacji kierowania ogniem w systemie OPL wojsk lądowych.

Czas manewru sił i środków radiolokacyjnych to parametr wskazujący termin gotowości do pracy na nowej pozycji bojowej lub w nowym ugrupowaniu.

Czas osiągania gotowości bojowej mówi o możliwości realizacji zadań związanych z włączeniem się RLS lub pododdziałów radiotechnicznych do systemu rozpoznania radiolokacyjnego (możliwości tworzenia strefy informacji radiolokacyjnej).

Wskaźniki (parametry) probabilistyczne

Grupę wskaźników probabilistycznych tworzą:

- prawdopodobieństwo wskazania celu powietrznego;
- prawdopodobieństwo naprowadzania samolotów myśliwskich na cel powietrzny;
- wiarygodność określania składu i przynależności.

Prawdopodobieństwo wskazania celu powietrznego środkom ogniowym jest liczbową miarą zdarzenia polegającego na wykryciu (bez poszukiwania) celu przez stację naprowadzania na podstawie danych z systemu rozpoznania radiolokacyjnego. Prawdopodobieństwo to określić można z zależności:

$$P_w = \Phi\left(\frac{Rd}{2\delta_d}\right) \cdot \Phi\left(\frac{R_\beta}{2\delta_\beta}\right) \cdot \Phi\left(\frac{R_\varepsilon}{2\delta_\varepsilon}\right) \qquad (3.12)$$

gdzie:

$\Phi\left(\frac{z}{2\delta_z}\right) = \Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\Pi}} \cdot \int_o^x e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt$ - funkcja Laplace'a (całka prawdopodobieństwa)

$R_d, R_\beta, R_\varepsilon$ - wymiary przestrzeni "przeszukiwanej" przez SNR w odległości, azymucie i kącie położenia (ustalone położenie anteny i stała skala odległości);

$\frac{R_d}{2}, \frac{R_\beta}{2}, \frac{R_\varepsilon}{2}$ - maksymalny błąd wskazania celu;

$\delta_d, \delta_\beta, \delta_\varepsilon$ - średniokwadratowe błędy nacelowania SNR na cel w odległości, azymucie i elewacji.

Średniokwadratowe błędy nacelowania SNR określa się z zależności:

$$\delta_d = \sqrt{\delta_{D_i}^2 + \delta_{d_w}^2 + \delta_{d_s}^2} \qquad (3.13)$$

$$\delta_\beta = \sqrt{\delta_{Q_i}^2 + \delta_{\beta_w}^2 + \delta_{\beta_s}^2} \qquad (3.14)$$

$$\delta_\varepsilon = \sqrt{\delta_{H_i}^2 + \delta_{\varepsilon_w}^2 + \delta_{\varepsilon_s}^2} \qquad (3.15)$$

gdzie:

$\delta_{D_i}, \delta_{Q_i}, \delta_{H_i}$ - średniokwadratowe błędy informacji o celu powietrznym;

$\delta_{d_w}, \delta_{\beta_w}, \delta_{\varepsilon_w}$ - średniokwadratowe błędy wskazania celu;

$\delta_{d_s}, \delta_{\beta_s}, \delta_{\varepsilon_s}$ - średniokwadratowe błędy urządzeń nacelowania SNR na cel powietrzny.

Prawdopodobieństwo naprowadzania samolotów myśliwskich na cel powietrzny jest liczbową miarą możliwości zdarzenia polegającego na wprowadzeniu samolotu w położenie dogodne do otwarcia ognia bez konieczności poszukiwania celu, na podstawie danych systemu rozpoznania radiolokacyjnego.

Prawdopodobieństwo to określić można z zależności:

$$P_n = \Phi\left(\frac{\Delta D_d}{\delta_D}\right) \cdot \Phi\left(\frac{\Delta Q_d}{\delta_Q}\right) \cdot \Phi\left(\frac{\Delta H_d}{\delta_H}\right) \qquad (3.16)$$

gdzie:

$\Phi\left(\frac{\Delta Z}{\delta_z}\right) = \Phi\left(x\right) = \frac{2}{\sqrt{2\Pi}} \int_o^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ - funkcja Laplace'a, prawdopodobieństwo trafienia wartości przypadkowej w przedział odcinka.

$\Delta D_d, \Delta Q_d, \Delta H_d$ - dopuszczalne błędy naprowadzania samolotów myśliwskich w odległości, kursie i wysokości;

$\delta_D^{'}, \delta_Q^{'}, \delta_H^{'}$ - średniokwadratowe błędy naprowadzania samolotów myśliwskich w odległości, azymucie i wysokości (ogniw elementów naprowadzania).

Na średniokwadratowe błędy ogniw (elementów) naprowadzania mają wpływ błędy informacji powietrznej oraz błędy nawigatorskie i pilotażu. Wyznacza się je z następujących zależności:

$$\delta_D^{'} = \sqrt{\delta_{D_i}^2 + \delta_{D_n}^2 + \delta_{D_p}^2} \qquad (3.17)$$

$$\delta'_H = \sqrt{\delta^2_{H_i} + \delta^2_{Q_n} + \delta^2_{H_p}} \qquad (3.18)$$

$$\delta'_Q = \sqrt{\delta^2_{Q_i} + \delta^2_{Q_n} + \delta^2_{Q_p}} \qquad (3.19)$$

gdzie:

$\delta_{D_i}, \delta_{Q_i}, \delta_{H_i}$ - średniokwadratowe błędy informacji radiolokacyjnej;

$\delta_{D_n}, \delta_{Q_n}, \delta_{H_n}$ - średniokwadratowe błędy nawigacji samolotów myśliwskich;

$\delta_{D_p}, \delta_{Q_p}, \delta_{H_p}$ - średniokwadratowe błędy pilotażu samolotów myśliwskich.

Na średniokwadratowy błąd informacji radiolokacyjnej o obiekcie powietrznym wpływ mają: błędy stacji radiolokacyjnych (wynikających z danych taktyczno-technicznych i założeń konstrukcyjnych), błędy systemowe zbierania, przekazywania, opracowywania i zobrazowania (odwzorowania) informacji oraz błędy dynamiczne wynikające z ruchu obiektu powietrznego i okresowości obserwacji za pomocą urządzeń radiolokacyjnych. Wartości liczbowe tych błędów wyznacza się z następujących zależności:

$$\delta_{D_i} = \sqrt{\delta^2_{D_R} + \delta^2_{D_S} + \delta^2_{D_V}} \qquad (3.20)$$

$$\delta_{Q_i} = \sqrt{\delta^2_{Q_R} + \delta^2_{Q_S} + \delta^2_{Q_V}} \qquad (3.21)$$

$$\delta_{H_i} = \sqrt{\delta^2_{H_R} + \delta^2_{H_S} + \delta^2_{H_V}} \qquad (3.22)$$

gdzie:

$\delta_{D_R}, \delta_{Q_R}, \delta_{H_R}$ - błędy określania współrzędnych położenia obiektu przez RLS;

$\delta_{D_S}, \delta_{Q_S}, \delta_{H_S}$ - błędy wnoszone przez system zbierania, opracowywania, przekazywania i odwzorowania informacji;

$\delta_{D_V}, \delta_{Q_V}, \delta_{H_V}$ - błędy dynamiczne.

Błędy dynamiczne można określić wykorzystując zależności:

$$\delta_{D_r} = \frac{V_D \, T_o}{3} \tag{3.23}$$

$$\delta_{Q_r} = \frac{V_Q \, T_o}{3} \tag{3.24}$$

$$\delta_{H_r} = \frac{V_H \, T_o}{3} \tag{3.25}$$

gdzie:

V_D - liniowa prędkość obiektu powietrznego w płaszczyźnie poziomej;

V_Q - liniowa prędkość obiektu powietrznego w płaszczyźnie poziomej po obwodzie koła w czasie manewru;

V_H - prędkość wznoszenia lub opadania obiektu powietrznego w czasie manewru w płaszczyźnie pionowej;

3.1.3. Kryteria oceny efektywności podsystemu rakietowo-artyleryjskiej osłony

Dla celów efektywności podsystemu rakietowo-artyleryjskiej osłony najczęściej stosuje się następujące kryteria (wskaźniki):

1. Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego.
2. Wartość oczekiwana sił i środków OPL (średni wydatek sił i środków OPL) dla osiągnięcia wymaganego stopnia pewności wykonania zadania lub zadania przeciwnikowi określonych strat.
3. Wartość oczekiwana strat zadanych przeciwnikowi.
4. Średni wydatek sił i środków OPL przypadający na jednostkę strat przeciwnika.
5. Stosunek wartościowy lub ilościowy średnich strat zadanych środkom napadu powietrznego przeciwnika do odpowiadającego im średniego wydatku własnych sił i środków OPL.
6. Wskaźniki określające ilościowy stosunek sił ŚNP przeciwnika i środków OPL.

Wyżej wymienione kryteria można podzielić na dwie grupy: Pierwsza grupa, w której skład wchodzą wskaźniki 1,2,3 i 6 charakteryzuje efektywność podsystemu rakietowo-artyleryjskiego osłony w sensie skuteczności działania. Druga grupa (kryteria 4 i 5) charakteryzuje efektywność w sensie ekonomiczności działania. Kryteria pierwszej grupy odgrywają szczególną rolę wtedy, gdy mając do dyspozycji określone siły i środki OPL - zazwyczaj brak jest czasu i nie warto zastanawiać się nad tym, co by było, gdyby były one inne i w innej ilości, a jedynym problemem byłoby ich najwłaściwsze (optymalne) wykorzystanie na polu walki.

Druga grupa kryteriów nabiera znaczenia dopiero w pracy szefostwo OPL, komórek naukowo-badawczych i innych instytucji, gdzie opracowuje się zasady walki z środkami napadu powietrznego, ocenia przydatność poszczególnych środków OPL, planuje organizację, wyposażenie i zaopatrzenie wojsk OPL. Konfrontacja i porównanie w/w grup kryteriów skuteczności i ekonomiczności daje możliwość: właściwej oceny różnych typów środków OPL, w które może być wyposażony system OPL wojsk operacyjnych, wyboru środków najwłaściwszych, określenia ich ilości, struktury, a nawet zasad działania dla osiągnięcia odpowiedniego (wymaganego lub założonego) poziomu efektywności systemu OPL.

Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego (kryterium 1) przez określony typ środków OPL można określić za pomocą wzoru:

$$P = 1 - e^{-\alpha} \tag{3.26}$$

Wielkość α oblicza się z zależności:

$$\alpha = \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} p_{ij} \cdot \chi_{ij} \tag{3.27}$$

gdzie:

p_{ij} - prawdopodobieństwo zniszczenia *j*-tego celu powietrznego przez *i*-ty środek OPL (pododdział ogniowy);

x_{ij} - zmienna decyzyjna, która przyjmuje wartość 1, gdy *i*-ty środek OPL prowadzi ogień do *j*-tego celu i wartość 0 w przeciwnym przypadku;

m. - liczba środków OPL;

n - liczba celów powietrznych.

Wielkość α oblicza się przy założeniu, że do jednego celu powietrznego prowadzi ogień tylko jeden pododdział (środek ogniowy), co w przypadku dużej liczby celów (np. zmasowany nalot) odpowiada najkorzystniejszemu wykorzystaniu środków ogniowych.

Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego przez grupę jednorodnych środków OPL (oddziałów) oblicza się ze wzoru:

$$P = 1 - \left(1 - p_o \right)^m \qquad (3.28)$$

gdzie:

m - ilość użytych środków OPL do zwalczania celu powietrznego;

p_o - jednostkowe prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego. (założenie: p_o = const dla m = 1,2,...).

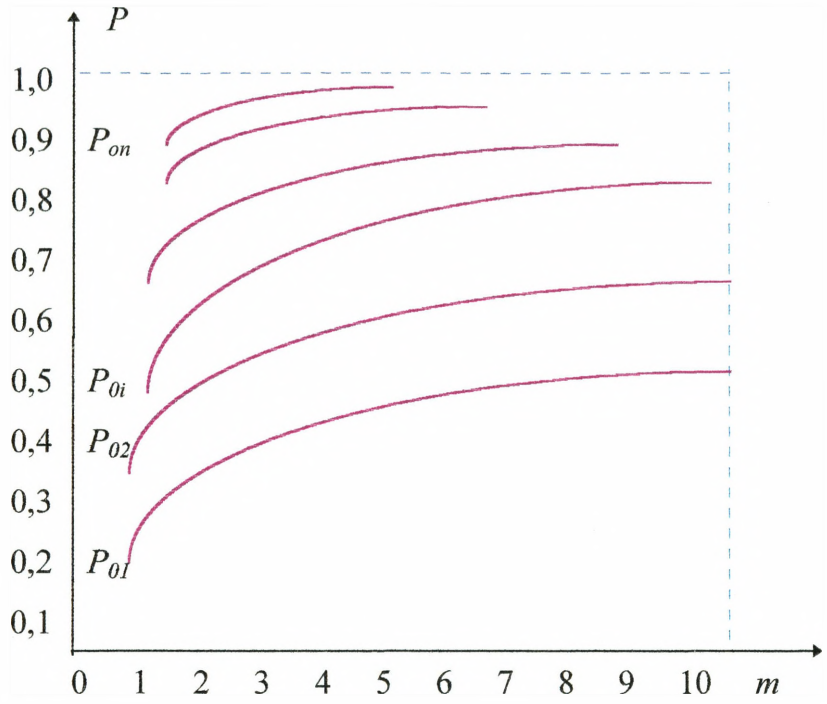
Powyższy wzór dotyczy określenia prawdopodobieństwa wykonania zadania bojowego, jakim jest zaprzestanie funkcjonowania celu powietrznego.

Zastrzeżenia może budzić fakt braku rozgraniczenia czasowego, czy zaprzestanie funkcjonowania dotyczy zaprzestania funkcjonowania celu na stałe (np. zniszczenie celu), czy na określony czas (np. uszkodzenie celu). Jest to sprawa dość istotna ze względu na konieczność ekonomicznego wydatkowania sił i środków OPL.

Tabela 3.1.

P_o	Wartość prawdopodobieństwa P przy m = 2,3,4,5			
	2	3	4	5
0,5	0,75	0,875	0,937	0,968
0,6	0,84	0,936	0,974	0,990
0,7	0,91	0,973	0,990	-
0,8	0,96	0,992	-	-
0,9	0,99	-	-	-

Zależność $P = P_{.(m.)}$. dla różnych wartości P_0 przedstawiona jest w tabeli 3.1.



Rys. 3.1. Prawdopodobieństwo zniszczenia celu *m* środkami (pododdziałami) OPL

Z danych zawartych w tabeli 3.1 wynika, że wzrost prawdopodobieństwa P nie jest wprost proporcjonalny do ilości zaangażowanych w zwalczanie celu środków OPL. Na przykład, dla $P_0 = 0,7$ włączenie do walki z celem powietrznym drugiego pododdziału OPL podwyższa prawdopodobieństwo zniszczenia celu o 21%, trzeciego pododdziału OPL - o 6,3 %, a czwartego już tylko o 1,7 %.

Dla małych wartości P_0 (małe jednostkowe prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego) zwiększenie skuteczności (prawdopodobieństwa P) np. do 0,95 pociąga za sobą olbrzymie wydatkowanie środków OPL, a więc spadek ekonomiczności działań. W celu osiągnięcia dużych wartości P_0 (osiągnięcia właściwych proporcji między skutecznością, a ekonomicznością) należałoby stosować środki tanie, lecz bardzo skuteczne. Niestety wzrost P_0 pociąga za sobą wzrost kosztów (nakładów) na wyprodukowanie (zakup) środków OPL o dużej skuteczności.

Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego w przypadku pojedynczego celu powietrznego oraz grupy (oddziału) niejednorodnych środków OPL oblicza się ze wzoru:

$$P = 1 - \left[\left(1 - p_1 \right) \left(1 - p_2 \right) \ldots\ldots \left(1 - p_m \right) \ldots\ldots \left(1 - p_M \right) \right] \quad (3.29)$$

gdzie:

p_m - jednostkowe prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego przez m-ty środek (pododdział) OPL;

M - liczba środków (pododdziałów) OPL.

Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego (zniszczenia celu) z uwzględnieniem współczynników niezawodności (gotowości bojowej) środków OPL (pododdziałów) K_p i systemu dowodzenia tymi środkami K_s można określić ze wzoru:

$$P = K_s \left[1 - \left(1 - K_p \, p_0 \right)^m \right] \quad (3.30)$$

lub

$$P = K_s \left\{ 1 - \left[\left(1 - p_1 K_p^1 \right) \left(1 - p_2 K_p^2 \right) \ldots\ldots \left(1 - p_m K_p^m \right) \ldots\ldots \left(1 - p_M K_p^M \right) \right] \right\} \quad (3.31)$$

Wartość oczekiwaną sił i środków OPL (średni wydatek sił i środków OPL) dla osiągnięcia wymaganego stopnia pewności wykonania zadania lub zadania przeciwnikowi określonych strat (kryterium 2) można określić z zależności:

$$m = \frac{lg\left(1 - P\right)}{lg\left(1 - p\right)} \quad (3.32)$$

lub

$$m = \frac{lg\left(1 - P \cdot K_s\right)}{lg\left(1 - p_o \cdot K_p\right)} \quad (3.33)$$

gdzie:

m - liczba środków OPL (pododdziałów) dla osiągnięcia wymaganej skuteczności działania;

P - zakładana apriori skuteczność wykonania zadania przez środki OPL;

p_0 - jednostkowe prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego przez określony typ środka OPL;

K_p - współczynnik niezawodności (gotowości bojowej) środka OPL;

K_s - współczynnik niezawodności (gotowości bojowej) systemu dowodzenia środkami OPL (pododdziałami).

Wartość oczekiwana strat zadanych przeciwnikowi (liczby zniszczonych środków napadu powietrznego przeciwnika) kryterium 3, można określić na podstawie wzoru:

$$M = \sum_{j=1}^{n} \left[1 - \prod_{i=1}^{m} \left(1 - p_{ij} \right) \right] \qquad (3.34)$$

lub

$$M = \sum_{j=1}^{n} a_j \left[1 - \prod_{i=1}^{m} \left(1 - p_{ij} \right) \right] \qquad (3.35)$$

gdzie:

p_{ij} - prawdopodobieństwo zniszczenia j-tego celu powietrznego przez i-ty pododdział (środek) OPL;

m. - liczba pododdziałów (środków) OPL zwalczających cele powietrzne;

n - liczba celów powietrznych;

a_{ij} - ważność j-tego celu powietrznego (np. liczba z przedziału$[\ 0,1\ ]$).

Wartość oczekiwaną liczby zwalczanych celów powietrznych (przy posiadanym zapasie rakiet i amunicji) można określić na podstawie wzoru:

$$M = \sum_{i}^{m} M_i \qquad (3.36)$$

gdzie:

i - numer pododdziału (i = 1,2, ..., m);

M_i - wartość oczekiwana liczby zwalczanych celów przez i-ty pododdział.

Liczbę tę określa się na podstawie wzoru:

$$M_i = n_i \; l_i \; p_s \, k_d \; u_i \; q_i \; \dot{z}_i \qquad (3.37)$$

gdzie:

n_i - liczba kanałów celowania i-tego pododdziału;

l_i - liczba strzelań wykonanych przez jeden kanał celowania i-tego pododdziału przy posiadanym zapasie rakiet (amunicji);

p_s - prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego s rakietami (przy s oddanych strzałach);

k_d - współczynnik sprawności dowodzenia;

u_i - współczynnik udziału (zaangażowania) i-tego pododdziału w odpieraniu nalotu;

q_i - współczynnik gotowości bojowej i-tego pododdziału;

$\dot{z}_i$ - współczynnik zakłóceń i manewru celu wpływający na zmniejszenie skuteczności strzelania i-tego pododdziału;

Wartość oczekiwaną (przeciętną) liczby zniszczonych celów powietrznych w czasie odpierania nalotu można obliczyć na podstawie wzoru:

$$M_o = \sum_{j=1}^{n} w_j \left[1 - \prod_{i=1}^{m} \left(1 - \chi_{ij} \; k_d \; q_i \; z_i \; p_{ij} \right) \right] \qquad (3.38)$$

gdzie:

i - numer pododdziału (i = 1,2,...., m);

j - numer celu (j = 1,2,...., n);

w_j - prawdopodobieństwo wykrycia j-tego celu;

x_{ij} - decyzja dotycząca zwalczania j-tego celu przez i-ty pododdział (x = 0 lub1);

k_d - współczynnik sprawności dowodzenia;

q_i - współczynnik gotowości bojowej i-tego pododdziału;

$\dot{z}_i$ - współczynnik zakłóceń i manewru celu;

p_{ij} - prawdopodobieństwo zniszczenia j-tego celu przez i-ty pododdział.

Średni wydatek sił i środków OPL przypadający na jednostkę strat przeciwnika oraz stosunek wartościowy lub ilościowy średnich strat zadanych środkom napadu powietrznego przeciwnika do odpowiadającego im średniego wydatkowania sił i środków OPL (kryterium 4 i 5) są wielkościami określającymi ekonomiczność działań bojowych podsystemu rakietowo-artyleryjskiej osłony.

Ekonomiczność użycia sił i środków OPL można ocenić pod względem ilościowym i wartościowym. Najpełniejszy obraz ekonomiczności użycia sił i środków OPL w walce z ŚNP przeciwnika dają niewątpliwie wskaźniki wartościowe. Określenie ich jest jednak utrudnione z dwóch podstawowych przyczyn: konieczności uwzględnienia w ujęciu wartościowym strat przeciwnika (które często trudno jest ocenić), jak i uwzględnianie wszystkich nakładów i strat własnych oraz braku metod wartościowej oceny strat. Jednak nawet najbardziej ogólna, dokonywana przy rygorystycznych założeniach i ograniczeniach ocena ekonomiczności działań może odegrać poważną rolę w planowaniu wykorzystania sił i środków OPL, opracowywaniu zasad ich użycia, a także w planowaniu perspektywicznego rozwoju systemu OPL wojsk operacyjnych.

Najwłaściwszym miernikiem ekonomiczności użycia sił i środków OPL wydają się być koszty (nakłady) systemu OPL. Ten spośród różnych wariantów systemu OPL wojsk operacyjnych (sposobów użycia sił i środków OPL) można uważać za najlepszy, którego koszt jest najmniejszy dla osiągnięcia tego samego rezultatu walki (tej samej skuteczności).

Ekonomiczność działania (użycia) sił i środków w systemie OPL wojsk operacyjnych można określić według następującej zależności:

$$W_E = \frac{S_{\acute{S}NP}}{C_{OPL}} \qquad (3.39)$$

gdzie:

W_E - wskaźnik ekonomiczności działania (użycia) sił i środków OPL;

$S_{\acute{S}NP}$ - straty zadane przeciwnikowi powietrznemu;

C_{OPL} - średnie oczekiwane koszty (nakłady) użycia sił i środków OPL dla osiągnięcia wymaganej skuteczności działania.

Straty zadane przeciwnikowi powietrznemu przez siły i środki OPL można obliczać według wzoru:

$$S_{\acute{S}NP} = E_n \sum_{j=1}^{n} a_j w_j \left[1 - \prod_{i=1}^{m} \left(1 - \chi_{ij} p_{ij} \right) \right] \qquad (3.40)$$

gdzie:

En - współczynnik przeliczeniowy (np. samoloty w sztukach na jednostki pieniężne);

a_j - ważność operacyjna j-tego celu powietrznego (np. liczba z przedziału /0,1/);

w_j - prawdopodobieństwo wykrycia j-tego celu:

p_{ij} - prawdopodobieństwo zniszczenia j-tego celu przez i-ty pododdział (środek) OPL;

χ_{ij} - zmiana decyzyjna dotycząca zwalczania j-tego celu przez i-ty pododdział ($x = 0$ lub 1).

Średnie oczekiwane koszty użycia sił i środków OPL dla osiągnięcia określonego poziomu skuteczności można określać z uwzględnieniem strat zadanych przez środki napadu powietrznego w osłanianych przez system OPL obiektach lub bez uwzględniania tych strat.

W pierwszym przypadku koszty można określać według wzoru:

$$C_{OPL} = \sum_{i=1}^{m} C_i + \sum_{i=1}^{m} C_i^{SK} + C_d \qquad (3.41)$$

gdzie:

C_i - koszt i-tego typu środka OPL;

C_i^{SK} - koszt systemu kierowania w przeliczeniu na i-ty typ środka OP;

C_d - koszty dodatkowe.

W drugim przypadku koszty można określać z zależności:

$$C_{OPL} = \sum_{i=1}^{m} C_i + \sum_{i=1}^{m} C_i^{SK} + C_d - \sum_{k=1}^{K} C_k P_k \qquad (3.42)$$

gdzie:

C_k - wartość k-tego obiektu;

P_k - prawdopodobieństwo zniszczenia k-tego obiektu.

Ostatecznie wzór, według którego można określać ekonomiczność wykorzystania sił i środków OP, przyjmuje postać:

$$W_E = \frac{E_n \sum_{j=1}^{n} a_j w_j \left[1 - \prod_{i=1}^{m} \left(1 - \chi_{ij} p_{ij} \right) \right]}{\sum_{i=1} C_i + \sum_{i=1}^{m} C_i^{SK} + C_d - \sum_{k=1}^{K} C_k P_k} \qquad (3.43)$$

Można przyjąć, że jeżeli $W_E \geq 1$, to użycie sił i środków OPL jest ekonomicznie opłacalne. Im wskaźnik W_E jest większy, tym większa jest ekonomiczność wykorzystania sił i środków w systemie OPL. Jednakże osiągnięcie najwyższych nawet wskaźników ekonomiczności nie decyduje jeszcze o możliwościach bojowych sił i środków OPL tworzących dany podsystem rakietowo-artyleryjskiej osłony. Ekonomiczność i efektywność nie uwzględniają bowiem takich czynników jak: możliwość wykonywania różnorodnych zadań (uniwersalizacja sprzętu), zdolność do działania w różnych warunkach, łatwość obsługi i eksploatacji, posiadane zapasy i możliwości ich uzupełniania, warunki maskowania itp. Trzeba mieć na uwadze także fakt, że prawa ekonomiczne w walce w odmienny sposób działają niż na przykład w gospodarce. Od osiągnięcia właściwych wskaźników efektywności (skuteczności działania) w jednym przedsięwzięciu zależą losy całych operacji, a nawet wojny. Bywają obiekty po stronie przeciwnika, które wszelkimi dostępnymi środkami należy zniszczyć (bez względu na ekonomiczność), a także obiekty po własnej stronie, które za wszelką cenę trzeba obronić przed zniszczeniem. Względy ekonomiczne muszą ustąpić na dalszy plan, nie oznacza to jednak, że można się z nimi nie liczyć.

Wskaźniki (kryteria) określające ilościowy stosunek sił ŚNP przeciwnika i środków OPL ustępują w ostatnim okresie czasu wskaźnikom ilościowo-jakościowym. Jednak ze względu na ich powszechne zastosowanie podczas planowania obrony przeciwlotniczej (szczególnie w ograniczonym czasie) do kalkulacji taktyczno-operacyjnych celowe wydaje się przedstawienie przy najmniej najważniejszych z nich:

$$E_{OP} = \frac{N_{KC}}{N_{SNP}} \cdot 100\% \qquad (3.44)$$

gdzie:

N_{KC} - ilość kanałów celowania w podsystemie rakietowo-artyleryjskiej osłony;

N_{SNP} - ilość środków napadu powietrznego przeciwnika biorąca udział w nalocie.

$$E_{OP} = \frac{\bar{U}}{U_0} \cdot 100\% \qquad (3.45)$$

gdzie:

$\bar{U}$ - straty ŚNP przeciwnika w nalocie;

U_o - potencjał wyjściowy ŚNP.

$$E_{OP} = \frac{M}{M_o} \cdot 100\% \qquad (3.46)$$

gdzie:

M - wartość oczekiwana liczby zniszczonych ŚNP przed wykonaniem zadań bojowych;

M_o - wartość oczekiwana liczby ŚNP, które pokonały system OPL i "doleciały" do obiektów.

$$E_{OP} = \frac{M}{N} \cdot 100\% \qquad (3.47)$$

gdzie:

M - wartość oczekiwana liczby zniszczonych ŚNP przeciwnika;

N - liczba ŚNP przeciwnika biorących udział w nalocie.

$$E_{OP} = \frac{M_S}{M_P} \cdot 100\% \qquad (3.48)$$

$$M_S = \sum_{i=1}^{n} M_{SNP}^{i} \cdot q_i \qquad (3.49)$$

$$M_P = \sum_{i=1}^{n} N_i \cdot q_i \qquad (3.50)$$

gdzie:

M_S - zapobieżone straty wskutek działania podsystemu rakietowo-artyleryjskiej osłony;

M_{SNP}^{i} - wartość oczekiwana liczby zniszczonych ŚNP *i*-tego typu;

N_i - liczba ŚNP przeciwnika biorąca udział w nalocie;

q_i - współczynnik charakteryzujący możliwości bojowe samolotu i-tego typu (potencjał niszczący dla obiektów typu kompania, bateria unormowany do przedziału /0,1/).

3.1.4. Kryteria oceny efektywności podsystemu dowodzenia

Problem oceny podsystemu dowodzenia wojskami obrony przeciwlotniczej obejmuje między innymi zagadnienie formułowania kryteriów (wskaźników), czyli tworzenie ocenowych modeli, które pozwalają na:

- ocenę przeszłej i bieżącej działalności podsystemu dowodzenia wojskami obrony przeciwlotniczej w celu właściwego kształtowania go na przyszłość;
- porównanie tego podsystemu z innymi systemami należącymi do tej samej grupy;
- opracowanie wariantów podsystemu dowodzenia wojskami OPL oraz wybór optymalnego wariantu w sensie zaspokojenia potrzeb i spełnienia wymagań przyszłego pola walki.

Waga powyższego problemu wynika z oczywistego stwierdzenia, że efektywność działania systemu OPL wojsk lądowych w walce z ŚNP przeciwnika zależy, w decydującej mierze, od efektywności podsystemu dowodzenia.

Właściwa organizacja, nowoczesne uzbrojenie i wyposażenie, zaopatrzenie materiałowe wojsk obrony przeciwlotniczej, ich wysoki stan etyczno-moralny i poziom wyszkolenia, a także należyte opanowanie przez nie zasad sztuki wojennej i prowadzenie walki z przeciwnikiem powietrznym stwarzają im tylko określone potencjalne możliwości w odpieraniu nalotów ŚNP przeciwnika i zapewnienie wojskom operacyjnym osłony przed uderzeniami z powietrza.

O tym jednak, czy wspomniane możliwości zostaną w pełni wykorzystane do osiągnięcia sukcesu w walce, ostatecznie decyduje system dowodzenia.

Prawdą jest, że samym systemem dowodzenia, choćby najsprawniejszym nie można osiągnąć sukcesu w walce w warunkach braku odpowiednich sił i środków. Można jednak również, dysponując odpowiednią ilością środków walki z przeciwnikiem powietrznym dopuścić do obezwładnienia lub wręcz zniszczenia wojsk lądowych z powodu złego funkcjonowania systemu dowodzenia. Stąd też zrozumiała jest i w

pełni uzasadniona ciągła troska o jego poziom, jakość i doskonalenie. Trzeba w tym miejscu wyraźnie podkreślić, że system dowodzenia nie jest autonomiczny i nie może być rozpatrywany, zwłaszcza oceniany, jako "rzecz sama w sobie i sama dla siebie". To nie system dowodzenia dysponuje wojskami, lecz wojska wyposażone są w system dowodzenia, który ma zapewnić możliwie najlepsze wykonanie zadań.

W literaturze spotyka się również określenia efektywności systemu dowodzenia. Najczęściej jednak spotyka się dwa następujące:

1. Efektywność dowodzenia wojskami to ogół zdolności systemu dowodzenia do zapewnienia wykonania zadań bojowych w nakazanych terminach oraz przy najmniejszym nakładzie sił i środków.
2. Efektywność funkcjonowania systemu dowodzenia jest wysoka wówczas, gdy wojska wykonały postawione im zadania w nakazanym czasie, zachowały zdolność bojową i mogą z powodzeniem kontynuować działania bojowe.

Przytoczone określenia uzasadniają celowość dwojakiego ujmowania pojęcia efektywności. Zgodnie z pierwszym ujęciem efektywność jest cechą systemową, która wyraża zdolność systemu (całokształt możliwości i warunków) do osiągnięcia zamierzonych celów. Tak rozumiana efektywność nazywa się zwykle efektywnością potencjalną lub po prostu - potencjałem systemu. Zgodnie z drugim ujęciem - efektywność to całokształt korzyści osiągniętych przez system w badanym okresie podczas osiągania zamierzonych celów. Z kolei ten rodzaj efektywności nazwać można efektywnością zrealizowaną i utożsamiać z wielkością efektów uzyskanych przez system[9].

W naturalny niejako sposób rodzi się pytanie - jak te ogólne określenia efektywności systemów dowodzenia odnoszą się do podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk lądowych.

Wydaje się, że są one wpełni adekwatne do tego podsystemu z tym, że zarówno przy pierwszym jak i drugim określeniu celowe jest uczynienie pewnych zastrzeżeń, które wynikają z określonej specyfiki działania wojsk obrony przeciwlotniczej, a w szczególności z celów i zadań jakie przed nimi stoją.

---

[9] P. Sienkiewicz, Teoria efektywności systemów kierowania - ASG 1979.

Formułując problemy dotyczące badania (analizowania) podsystemu dowodzenia wojskami OPL, jego modernizacji, automatyzacji czy wreszcie budowy nowego systemu (synteza systemu) trzeba dysponować określonymi kryteriami, które system powinien spełniać. Trzeba także posiadać metody mierzenia wartości podstawowych cech systemu, które można uznać za kryteria oceny systemu.

Podstawowymi czynnikami kształtującymi efektywność podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk lądowych są:

- skład systemu, czyli liczba działających elementów systemu (stanowisk dowodzenia, punktów dowodzenia itp.) oraz ich cechy jakościowe;
- struktura systemu, czyli liczba i rodzaj powiązań pomiędzy elementami systemu oraz ich cechy jakościowe;
- możliwości rozwojowe systemu czyli zdolność systemu do zmiany struktur i procesów przebiegających w systemie w zależności od typu i intensywności oddziaływań otoczenia (ŚNP, wojska własne itp.);
- metody dowodzenia, czyli sposób oddziaływania na procesy pozwalające osiągać zamierzone cele działania.

Waga problematyki efektywności podsystemu dowodzenia wojskami OPL jest sprawą o pierwszoplanowym znaczeniu, gdyż głównie od efektywności systemu dowodzenia wojskami OPL zależy efektywność systemu obrony przeciwlotniczej. Pozostaje natomiast dalej otwarty, mimo szeregu prac na ten temat, problem ilościowego wyrażania efektywności podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk lądowych.

Najczęściej w literaturze wyróżnia się dwie grupy cząstkowych ocen efektywności systemów dowodzenia:

- wskaźniki czasowe;
- wskaźniki skuteczności funkcjonowania.

Wskaźniki czasowe obejmują:

- długotrwałość planowania działań bojowych;
- szybkość reagowania organów dowodzenia na zmiany sytuacji w toku prowadzenia działań bojowych;

- ciągłość pracy systemu, zwłaszcza po wykonaniu przez przeciwnika uderzeń jądrowych oraz stosowania przez niego zakłóceń w pracy technicznych środków łączności;
- czas odtwarzania dowodzenia wojskami po obezwładnieniu stanowisk dowodzenia oraz odtwarzania zdolności bojowej pododdziałów obezwładnionych uderzeniami jądrowymi.

Wskaźniki skuteczności funkcjonowania obejmują:

- stopień efektywności użycia środków rażenia;
- stopień wykonania przez pododdziały zadań cząstkowych i w ogóle całego zadania;
- stopień dokładności, pewności i wiarygodności danych o sytuacji (np. powietrznej) wykorzystywanych w pracy organów dowodzenia; stan (zdolność bojowa) pododdziałów po wykonaniu zadania;
- stan i zdolność systemu do dalszego funkcjonowania po osiągnięciu przez wojska wyznaczonego celu;
- zadane przeciwnikowi straty w ludziach, uzbrojeniu, bojowym sprzęcie technicznym itp.

Już z pobieżnej analizy wymienionych wskaźników wynika, że reprezentują one różny stopień uogólnienia, oraz że w różnym stopniu wyrażają bezpośredni wpływ funkcjonowania systemu dowodzenia na efektywność działania całego systemu walki. Ponadto, niektóre z nich bądź odnoszą się do efektywności systemu jako całości, bądź np. tylko do jego systemu informacyjnego. Podstawowym jednak mankamentem omawianych wskaźników jest brak zasad kwantyfikacji i pomiaru wartości zasadniczych cech systemu dowodzenia.

Propozycja takiego opisu wobec tego ma charakter jedynie werbalny, bowiem podstawowe trudności polegają na ilościowym (analitycznym) wyrażeniu ich oraz na doborze metod pomiaru ich wartości.

Jeżeli przyjąć, że efektywność jest pewną cechą systemową, i zakładając ponadto, że znane są metody pomiaru wartości podstawowych cech systemu, to aby system ocenić należy jeszcze wśród zbioru cech wskazać te, które można przyjąć jako kryteria oceny systemów. Najogólniej można powiedzieć, że cechą systemu jest to co

go określa, co odpowiada na pytanie: jaki ten system jest. Jednak jako kryteria oceny (wskaźniki) można przyjąć tylko te cechy, które są mierzalne (znana jest metodyka pomiaru wartości cechy).

Wyróżnia się dwie grupy ocen:

- oceny zwykłe, które dotyczą wewnętrznych właściwości systemu;
- oceny utylitarne, które dotyczą zewnętrznych wartości systemu orzekają, że system jest dobry lub zły z uwagi na coś.

Ze względu na czas w procesie systemu wyróżnia się oceny:

- retrospektywne (ex post), czyli oceny formułowane dla przeszłych stanów ocenianego systemu;
- prospektywne (ex ante), czyli oceny formułowane dla przyszłych stanów ocenianego systemu.

Obie grupy ocen, zarówno ex post jak i oparte na nich oceny ex ante, dotyczą aspektu historycznego i aspektu prognostycznego i są niezbędnym elementem oceny podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk lądowych.

Ze względu na liczbę rozpatrywanych kryteriów wyróżnia się:

- oceny cząstkowe (jedno kryterium);
- oceny kompleksowe (więcej niż jedno kryterium).

Mówi się wtedy o jedno lub wielokryterialnej ocenie. Jeżeli istnieje możliwość sprowadzenia kilku kryteriów do jednego, to ma się do czynienia z problemem jednokryterialnym, a ocena jest globalna.

Bardzo często w literaturze podnoszony jest problem efektywności systemu dowodzenia i jakości systemu dowodzenia. Na pytanie czy jakość może służyć jako kryterium oceny efektywności systemu dowodzenia nie ma zdecydowanej odpowiedzi. Wydaje się, że należy zgodzić się z tymi autorami[10], którzy twierdzą, że jakość odnosi się raczej do systemu produktu, wytworu czy też projektu, natomiast efektywność do systemu jako systemu działania.

Najczęściej wyróżnia się cztery podstawowe grupy kryteriów oceny systemów dowodzenia:

---

[10] P. Sienkiewicz, Rozprawa habilitacyjna, Zdolność systemu do sprawnego działania, ASG WP, 1980 r.

1. Kryteria operacyjne - wyróżniające fakt osiągania zamierzonych celów operacyjnych;
2. Kryteria informacyjne - wyrażające skuteczność procesów kierowania;
3. Kryteria ekonomiczne - wyrażające najczęściej relacje nakładów i efektów;
4. Kryteria techniczno-eksploatacyjne - wyrażające głównie zdolność systemu do sprawnego działania.

Rozpatrując więc podsystem dowodzenia obrony przeciwlotniczej jako przedmiot oceny przyjmuje się jako podstawowe kryterium oceny - efektywność, której można nadawać odpowiedni sens: skuteczności, sprawności, ekonomiczności, wydajności i gotowości.

Skuteczność podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest cechą tego systemu, która wyraża jego zdolność osiągania założonych celów dysponując określonymi metodami i środkami działania.

Sprawność podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest cechą tego systemu, która wyraża się zdolnością tego systemu (jego elementów) do znajdowania się w odpowiednio długim okresie czasu w stanach pozwalających na realizację zadań. W przypadku systemów technicznych, a do takich w dużej mierze należy system dowodzenia wojskami obrony przeciwlotniczej, sprawność utożsamia się zwykle z niezawodnością, a w pewnych przypadkach z gotowością systemu.

Wydajność podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest cechą tego systemu, która wyraża zdolność tego systemu do intensywnej realizacji zadań. Wydajność pozwala na ocenę stopnia zaangażowania sił i środków systemu dowodzenia w procesie dowodzenia. Wydajność jest szczególnie istotną cechą, gdy ważne jest możliwie najszybsze wykonanie zadań (osiągnięcie celów). Miarą może być np.: liczba operacji (czynności) w jednostce czasu, ilość sił i środków użyta w jednostce czasu.

Gotowość podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą, jest cechą tego systemu, która wyraża możliwość osiągania w wymaganym czasie określonego poziomu zdolności do działania. Jest to cecha szczególnie istotna w przypadku systemu dowodzenia wojskami obrony przeciwlotniczej, w których czas jest parametrem krytycznym. W tym systemie oraz jemu podobnych charakterystyczna jest pełna mobilizacja

sił i środków (zasobów ludzkich, technicznych i materiałowych) dla realizacji ustalonych zadań.

Ekonomiczność podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest cechą tego systemu, wyrażającą zwykle relacje między rezultatami (efektami) działania, a nakładami (kosztami) związanymi z ich uzyskaniem.

Operatywność podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest cechą tego systemu, wyrażającą jego zdolność do reagowania na zmiany sytuacji informacyjno-decyzyjnej w możliwie najkrótszym czasie. Podstawową formą reagowania jest najczęściej powzięcie decyzji bez względu na decyzje aktualnie wykonywane.

Reasumując można stwierdzić, że spośród wielu wyróżników kryterialnych (cech systemu) najczęściej dla pomiaru efektywności i jakości systemów dowodzenia, ze względu na ich uniwersalność i jednocześnie możliwość ich precyzyjnego i ścisłego wyrażenia, stosuje się kryteria, które zawarte są w tabeli 3.2.

Z teoretycznego i praktycznego punktu widzenia zachodzi potrzeba oceny efektywności podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk lądowych w czterech płaszczyznach: bojowej, operacyjno-taktycznej, technicznej i ekonomicznej.

Tabela 3. 2

Efektywność	Jakość
Skuteczność	Przydatność
Sprawność	Poprawność
Wydajność	Użyteczność
Ekonomiczność	Opłacalność
Gotowość	Doznaniowość
Operatywność	Skrytość
	Autonomiczność
	Żywotność

Przez efektywność bojową podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk lądowych należy rozumieć stopień jego zdolności do organizowania i prowadzenia walki

z środkami napadu powietrznego przeciwnika. Jako kryteria oceny efektywności bojowej podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych można przyjąć:

1. Prawdopodobieństwo terminowej i pełnej realizacji ciągu wszystkich zadań (zdarzeń) od chwili wykrycia celów powietrznych do chwili rozpoczęcia ich zwalczania przez środki OPL.
2. Prawdopodobieństwo przetrwania w stanie sprawności po kolejnych nalotach ŚNP przeciwnika.

W celu przedstawienia sposobu określania wartości liczbowych wyżej wymienionych kryteriów przyjmuje się, że dla określonego stopnia centralizacji kierowania obroną przeciwlotniczą ciąg zadań składa się z pewnej liczby zdarzeń oznaczonych przez: Z_1, Z_2, ..., Z_n, ..., Z_N. Ze względu na poprawne funkcjonowanie podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą Z_n (n = 1,2, .., N) powinny być zrealizowane w wymaganych terminach (np. zdarzenie Z_1 w czasie od t_0 do t_1). Czasy wymagane t_1, t_2, ..., t_N określa się na podstawie szczegółowej analizy procesu kierowania obroną przeciwlotniczą przeprowadzonej na podstawie sieci obiegu i przetwarzania informacji w podsystemie dowodzenia obroną przeciwlotniczą, które wykonuje się dla konkretnej struktury organizacyjno-funkcjonalnej systemu OPL oraz podstawowych wariantów kierowania siłami i środkami OPL. Czasy terminowego wykonania zdarzenia Z_1, Z_2, ..., Z_N są zmiennymi losowymi, a konkretna ich realizacja zależy od wielu czynników. Istnieje zatem problem określenia prawdopodobieństw realizacji zdarzeń Z_n w określonych przedziałach czasu t_0 - t_n. W przypadku zdarzeń Z_1, Z_2, ...Z_n, ...Z_N, zmienne losowe t_n są typu ciągłego. Z analizy statystycznej wynika, że zmienne te podlegają rozkładowi normalnemu, którego funkcja gęstości ma postać:

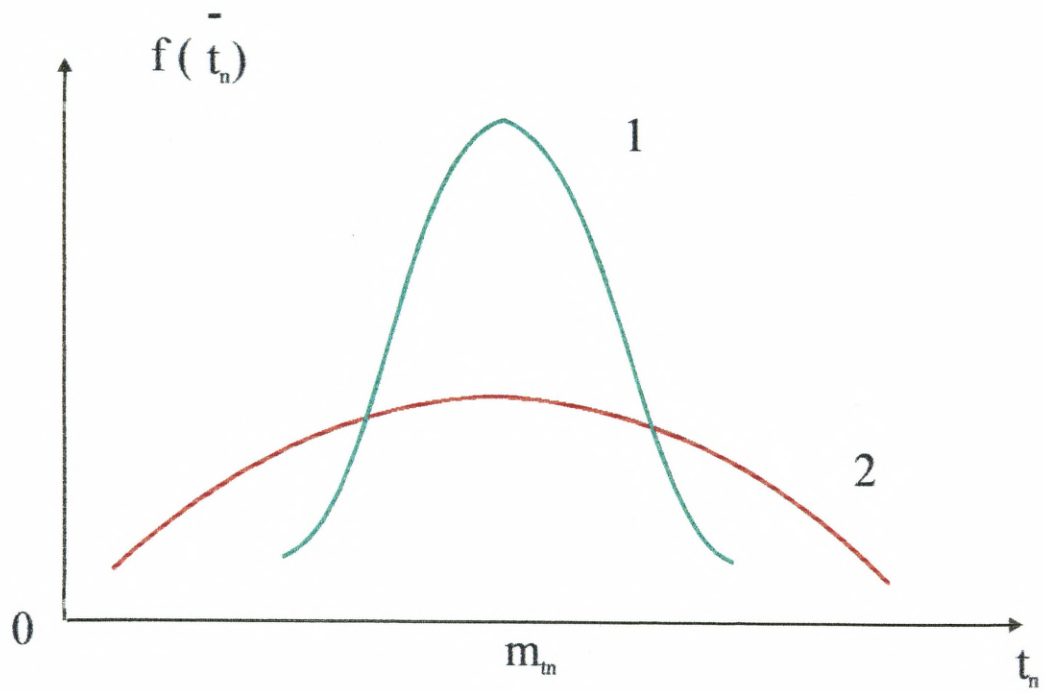
$$f\left(\bar{t}_n\right) = \frac{1}{d_n \sqrt{2P}} exp\left[- \frac{\left(\bar{t}_n - m_n\right)^2}{2d_n^2} \right] \qquad (3.51)$$

gdzie:

$\bar{t}_n$ - zmienna losowa;

m_n - wartość przeciętna (czas średni, w którym powinna nastąpić realizacja zdarzenia Z_n);

d_n - odchylenie standardowe.



Rys. 3.2.Funkcja gęstości rozkładu normalnego

Prawdopodobieństwo zdarzenia, że zmienna losowa $t_o \le t_n \le t_n$ określa się ze wzoru:

$$P_n\left(t_0 \le \bar{t}_n \le t_n\right) = \frac{1}{d_n\sqrt{2P}} \int_{t_0}^{t_n} exp\left[-\frac{\left(\bar{t}_n - m_{t_n}\right)^2}{2d_n^2}\right] d\bar{t}_n \qquad (3.52)$$

Po wprowadzeniu zmiennej:

$$c = \frac{\bar{t}_n - m_{t_n}}{d\sqrt{2}} \qquad (3.53)$$

wzór na prawdopodobieństwo zdarzenia, że zmienna losowa $c_0 \le \bar{c} \le c_1$ przyjmuje postać:

$$P_n\left(c_o \le \bar{c} \le c_1\right) = \frac{1}{\sqrt{P}} \int_{c_o}^{c_1} e^{c^2}\, dc = \frac{1}{2}\left[\frac{2}{\sqrt{P}} \int_{0}^{c_1} e^{-c}\, dc - \frac{2}{\sqrt{P}} \int_{0}^{c_0} e^{-c^2}\, dc\right] \quad (3.54)$$

Wartości liczbowe prawdopodobieństw uzyskuje się przy pomocy tablic funkcji Laplace'a:

$$F(c) = \frac{2}{\sqrt{P}} \int_{o}^{c} e^{-t^2}\, dt \quad (3.55)$$

$$P_n\left(t_0 \le \bar{t}_n \le t_n\right) = \frac{1}{2}\left[F\left(\frac{t_n - m_{t_n}}{d_n\sqrt{2}}\right) - F\left(\frac{t_0 - m_{t_n}}{d_n\sqrt{2}}\right)\right] \quad (3.56)$$

Wartość przeciętną m_{t_n} można określić ze wzoru:

$$m_{t_n} = \frac{t_o^n + 4t_{n_p}^n + t_p^n}{6}, \quad (3.57)$$

a odchylenie standardowe:

$$d_n = \frac{t_p^n - t_p^n}{6} \quad (3.58)$$

gdzie:

t_o^n - czas optymalistycznego występowania zdarzenia Z_n;

t_{np} - czas najbardziej prawdopodobny zajścia zdarzenia Z_n;

t_p^n - czas pesymistyczny wystąpienia zdarzenia Z_n.

Prawdopodobieństwa $p_1, p_2, \ldots, p_n$ realizacji zdarzeń $Z_1, Z_2, \ldots, Z_n$ w terminach nie dłuższych niż $t_1, t_2, \ldots, t_n$ są warunkowe, tzn. że prawdopodobieństwo terminowej realizacji zadania następnego oblicza się przy założeniu, że zadania poprzednie zostały wykonane w wymaganych terminach. Tak więc z koniunkcyjnego charakteru zdarzeń $Z_1, Z_2, \ldots, Z_n, \ldots, Z_N$ wynika, że prawdopodobieństwo realizacji ciągu zadań Z_n w nieprzekraczalnych terminach t_n należy obliczać jako prawdopodobieństwo warunkowe.

Prawdopodobieństwo przetrwania podsystemu dowodzenia w stanie sprawności po kolejnych nalotach ŚNP przeciwnika określane jest w trzech etapach:

Etap 1 - określenie dla każdego SD (PD) obroną przeciwlotniczą i innych elementów podsystemu dowodzenia prawdopodobieństwa przetrwania P_p^i

Prawdopodobieństwo to oblicza się z zależności:

$$P_p^i = 1 - p_w^i \cdot p_z^i \left(1 - p_0^i\right) \qquad (3.59)$$

gdzie:

p_w^i - prawdopodobieństwo wykrycia *i*-tego elementu podsystemu dowodzenia;

p_z^i - prawdopodobieństwo zaatakowania *i*-tego elementu podsystemu dowodzenia przez ŚNP;

p_o^i - prawdopodobieństwo przetrwania *i*-tego elementu podsystemu dowodzenia w walce z ŚNP przeciwnika.

Prawdopodobieństwa p_w^i i p_z^i zależą m.in. od typu elementu podsystemu dowodzenia, ilości ŚNP biorących udział w nalocie, czasu trwania nalotu, a także od tego, czy dany element podsystemu jest obiektem ataku ŚNP przeciwnika (graf niszczenia 2^0) czy nie (graf niszczenia 1^0).

Prawdopodobieństwa te można określać analitycznie (pracochłonne i uciążliwe) lub przy pomocy symulacji komputerowej.

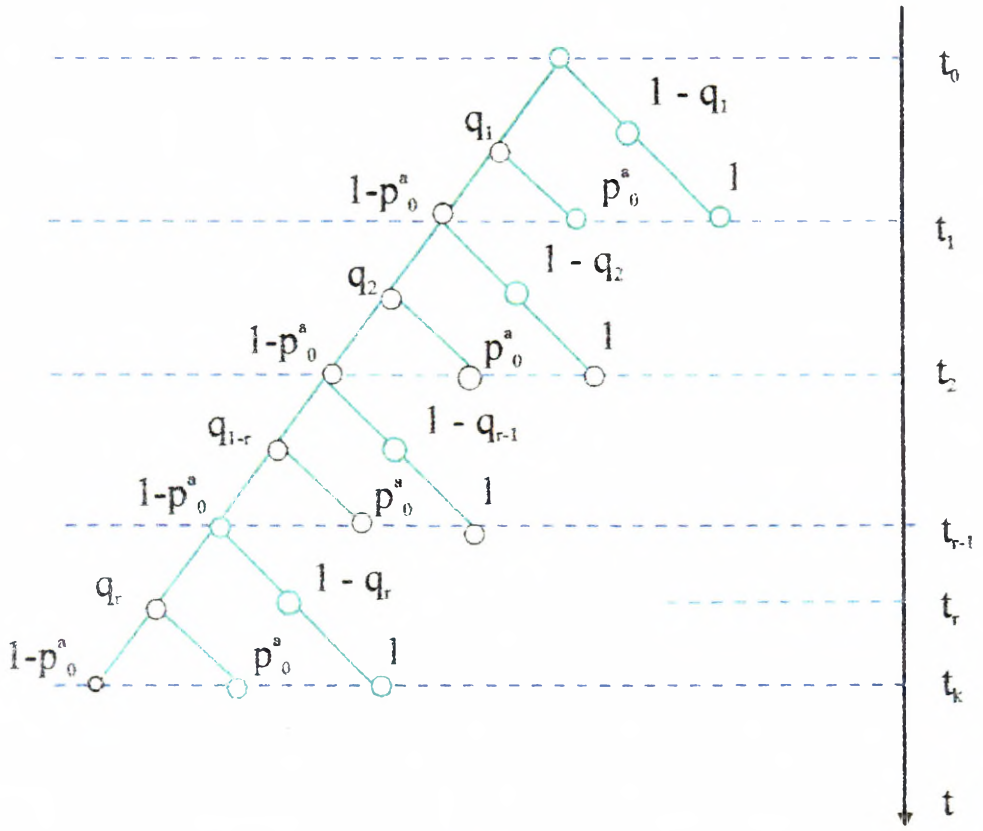
Dla określenia prawdopodobieństwa p_0^i przyjęte zostały następujące grafy niszczenia elementów podsystemu dowodzenia:

Graf 1^0 - niszczenie obiektu biernego:

Graf 2^0 - niszczenie obiektu aktywnego:

Są to grafy dla najbardziej prawdopodobnych sytuacji, które występują w procesie walki środków OPL z ŚNP przeciwnika. Graf 1^0 przedstawia model niszczenia obiektu biernego "a" (np. posterunek radiolokacyjny, SD lub PD) przez ŚNP

(obiekt "b") w warunkach zagrożenia (obiekt "b" jest zwalczany przez środki OPL "c"). Graf 2^0 przedstawia model niszczenia obiektu aktywnego "a" (np. SD prplot) przez ŚNP (obiekt "b") w warunkach gdy obiekt "a" zwalcza obiekt "b". Rozpatruje się graf (dendryt), który dla grafu walki 1^0 przedstawiony jest na rysunku 3.3.



Rys. 3.3. Dendryt dla grafu niszczenia 1^o

W chwili t_o obiekty "a" i "b" są sprawne (niezniszczone). Do chwili t_1 obiekt "b" może przetrwać z prawdopodobieństwem q_1 lub zostać zniszczony z prawdopodobieństwem 1 - q_1.

Jeżeli obiekt "b" przetrwa, to prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu "a" jest p_o^a, a niezniszczenia (przetrwania) $1 - p_o^a$. Prawdopodobieństwo przetrwania obiektu "b" od strzału (wybuchu, eksplozji) *k - 1* do strzału *k* wyraża się wzorem:

$$q_k \left(1 - p_o^b\right)^{b(t_k) - b(t_{k-1})} \tag{3.60}$$

gdzie:

p_o^b - prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu "b" jednym strzałem;

q_k - względna szybkostrzelność obiektu "b" względem obiektu "c".

Jeżeli przyjmie się założenie, że dla r = 1,2,3, ... :

$$b(t_r) - b(t_{r-1}) = \alpha = const$$

to prawdopodobieństwo przetrwania obiektu "a" po czasie nalotu t (po k strzałach, wybuchach) można obliczyć ze wzoru:

$$p_0^i(k) = \left[\left(1 - p_o^a\right)^{\alpha} \left(1 - p_n^a\right)^k\right] + \left[1 - \left(1 - p_o^b\right)^{\alpha} \cdot \frac{1 - \left[\left(1 - p_o^a\right) \cdot \left(1 - p_o^b\right)\right]^k}{1 - \left(1 - p_o^a\right) \cdot \left(1 - p_o^b\right)^k}\right] \tag{3.61}$$

Podobną analizę i obliczenia można przeprowadzić dla dowolnego grafu niszczenia. Dla grafu niszczenia 2^0 prawdopodobieństwo przetrwania obiektu "a" oblicza się według wzoru:

$$p_o^i(k) = \left\{\left(1 - p_0^b\right)^{\alpha_1} \cdot p_o^a \left[1 - \left(1 - p_0^b\right)^{\alpha_2}\right] + p_0^a \left(1 - p_0^b\right)^{\alpha_1 + \alpha_2}\right\} \cdot \frac{1 - \left[\left(1 - p_0^a\right)\left(1 - p_0^b\right)^{\alpha_1 + \alpha_2}\right]^k}{1 - \left(1 - p_0^a\right) \cdot \left(1 - p_o^b\right)^{\alpha_1 + \alpha_2}} \tag{3.62}$$

gdzie:

p_0^a - prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu "a" jednym strzałem;

p_0^b - prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu "b" jednym strzałem;

$\alpha_1 = b(t_k - \Delta) - b(t_{k-1}) = const, dla$ k= 1,2,.....

$\alpha_2 = b(t_k) - b(t_k - \Delta) = const, dla$ k= 1,2, ...

$b(t_k) - b(t_{k-1}) = \alpha_1 + \alpha_2$ - względna szybkostrzelność obiektu "b" względem obiektu "a".

Etap 2 - określenie dla każdego elementu podsystemu progowego prawdopodobieństwa przetrwania $P_{p_{los}}^i$.

Prawdopodobieństwo to określone jest na podstawie wartości liczb losowych generowanych na EMC przez generator liczb losowych o rozkładzie równomiernym z przedziału (0,1).

Etap 3 - porównanie prawdopodobieństw P_p^i i $P_{p_{los}}^i$

Jeżeli $P_p^i \leq P_{p_{los}}^i$, to przyjmuje się, że *i*-ty element podsystemu dowodzenia został "zniszczony" przez ŚNP i nie bierze udziału w odpieraniu kolejnego nalotu ŚNP.

Efektywność operacyjno-taktyczna podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą określa w sensie ilościowym zdolność systemu do terminowej i właściwej realizacji wszystkich funkcji wchodzących w zakres dowodzenia operacyjno-taktycznego.

Za podstawowe kryteria efektywności operacyjno-taktycznej można przyjąć:

- czas trwania pełnego cyklu dowodzenia;
- efektywność pracy organów dowodzenia;
- poprawność podejmowania decyzji.

Nie popełnia się większego błędu przyjmując, że cykl dowodzenia obejmuje wszystkie czynności od chwili otrzymania zadania bojowego (np. od dowódcy ogólnowojskowego) do czasu złożenia meldunku o osiągnięciu gotowości bojowej przez pododdział (oddziały) OPL.

Efektywność operacyjno-taktyczna podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest tym większa im większe jest prawdopodobieństwo, że czas cyklu dowodzenia T_k nie przekracza czasu krytycznego $T_k^* \left| P\left(T_k \leq T_k^*\right) \right|$ i im większe jest prawdopodobieństwo podjęcia poprawnych decyzji na poszczególnych szczeblach dowodzenia.

Prawdopodobieństwo $\left| P\left(T_k \leq T_k^*\right) \right|$ określić można w następujący sposób:

1. Dla każdego szczebla dowodzenia (*k*) wykorzystując praktyczne ćwiczenia wojsk i sztabów oraz metody sieciowe określić należy czasy wykonywania rozwiązywania) poszczególnych zadań taktyczno-operacyjnych $\left(t_{\min}^i \quad i \quad t_{\max}^i\right)$;

2. Obliczyć wartości przeciętne (mt^i) i odchylenie standardowe $\delta_m \quad t^i$ dla czasów wykonywania (rozwiązywania) poszczególnych zadań taktyczno-operacyjnych według wzorów:

$$mt^i = \frac{3t^i_{min} + 2t^i_{max}}{5} \tag{3. 63}$$

$$\delta_{mt^i} = \frac{t^i_{max} - t^i_{min}}{5} \tag{3. 64}$$

gdzie:

t^i_{max} - czas najdłuższy (pesymistyczny) wykonywania *i*-tego zadania taktyczno-operacyjnego;

t^i_{min} - czas najkrótszy (optymistyczny) wykonywania *i*-tego zadania taktyczno-operacyjnego.

3. Obliczyć wartości przeciętne mT_k i odchylenie standardowe $\delta m\ T_k$ dla czasów cyklu dowodzenia dla *k*-tego szczebla dowodzenia według wzorów:

$$mT_k = \sum_{i=1}^{N} mt^i \tag{3. 65}$$

$$\delta m\ T_k = \sqrt{\sum_{i-1}^{N} \delta^2_{m\,t^i}} \tag{3. 66}$$

4. Ponieważ czas trwania cyklu dowodzenia podlega rozkładowi normalnemu, to:

$$P\left(T_k \le T_k^*\right) = \Phi(x) \tag{3. 67}$$

gdzie:

$$X = \frac{T_k^* - m\,T_k}{\delta m\,T_k} \tag{3. 68}$$

W niektórych armiach wymagany stopień operatywności dowodzenia, a więc wartość prawdopodobieństwa P wynosi:

$$P\left(T_k \le T_k^*\right) \ge 0{,}7 \tag{3. 69}$$

(dla szczebla operacyjnego).

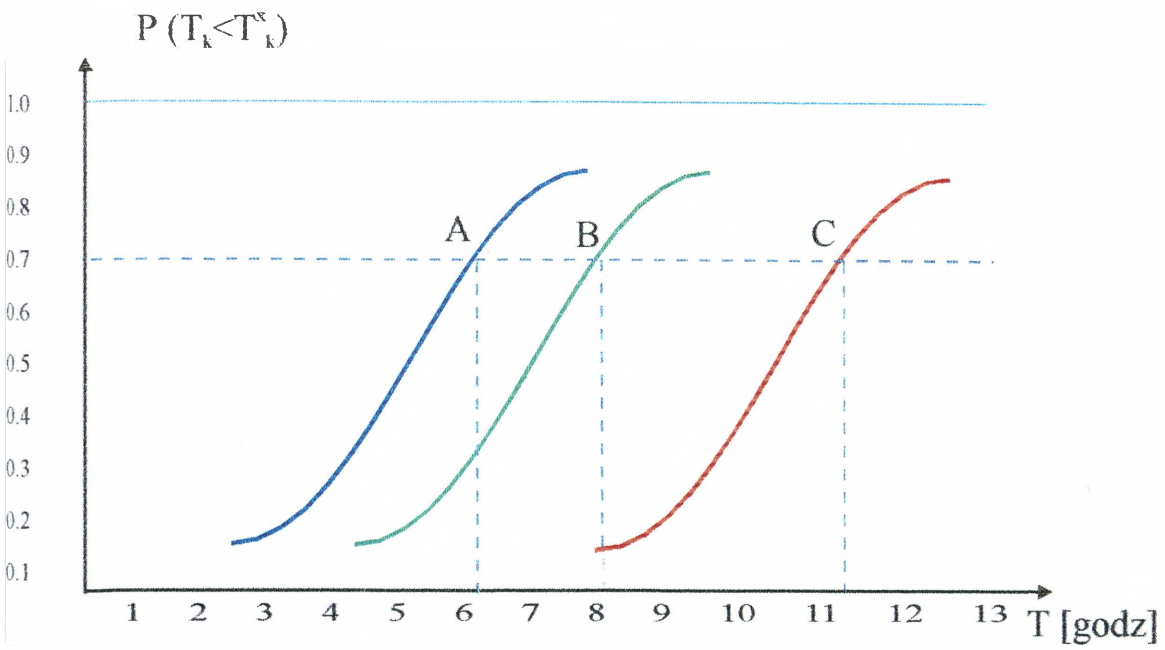
Prawdopodobieństwo wypełnienia zadań dowodzenia na szczeblach operacyjnych w zależności od stopnia automatyzacji prac sztabowych przedstawiono na rysunku 3.4.

Wariant A - system zautomatyzowany wdrożony na szczeblach taktycznych i operacyjnych.

Wariant B - system zautomatyzowany wdrożony na szczeblach taktycznych $\left(T_k^* \leq 8{,}25 godz\right)$.

Wariant C - bez zautomatyzowanego systemu $\left(T_k^* \leq 11{,}1\ godz\right)$.

Efektywność pracy organów dowodzenia oraz poprawność podejmowania decyzji są ze sobą ściśle związane i można je sprowadzić do określenia prawdopodobieństwa powzięcia poprawnej decyzji.



Rys. 3. 4. Prawdopodobieństwo wykonania zadań dowodzenia w armii w zależności od stopnia automatyzacji prac sztabowych

Prawdopodobieństwo to przy rozwiązywaniu *i*-tego zadania operacyjno-taktycznego można określić z zależności:

$$P_d^i = 1 - exp\left(-\sum_{j=1}^{j} a_j\right) \qquad (3.70)$$

gdzie:

a_j - ważność (waga) j-tego czynnika uwzględnianego w decyzji;

J - liczba czynników uwzględnianych w decyzji.

Miarą poprawności rozwiązania zadań operacyjno-taktycznych może być również wskaźnik $w(0 \le w \le 1)$ określany przez porównanie wyników rozwiązania $x = (x_1, x_2, x_3, \ldots . x_n)$ z rozwiązaniem $x^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*, \ldots . , x_n^*)$.

Wskaźnik W dla k-tego szczebla dowodzenia można określić ze wzorów:

$$W_k = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} w_i \qquad (3.71)$$

lub

$$W_k = \sum_{i-1}^{n} q_i \cdot w_i \qquad (3.72)$$

gdzie:

k - szczebel dowodzenia;

i - numer zadania;

n - liczba zadań;

g_i - ważność i-tego zadania $\left(\sum_{i-1}^{n} q_i = 1\right)$;

w_i - wskaźnik poprawności rozwiązania i-tego zadania.

Efektywność techniczna podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest to zespół wskaźników charakteryzujących w sensie ilościowym techniczne możliwości podsystemu z punktu widzenia parametrów techniczno-eksploatacyjnych poszczególnych środków i urządzeń oraz stopnia spełnienia przez te środki i urządzenia wymagań dotyczących sprawności, ciągłości pracy, mobilności i trwałości podsystemu dowodzenia.

Jako kryteria efektywności technicznej podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą można przyjąć:

- przepustowość informacji systemu;
- odporność systemu na zakłócenia, uszkodzenia i zniszczenia poszczególnych jego elementów;
- dokładność przekazywania informacji;
- opóźnienie w przetwarzaniu i przesyłaniu informacji;
- wiarygodność przekazywania informacji.

Wartości liczbowe tych kryteriów są zwykle określone empirycznie podczas badań fabrycznych (autonomicznych) poszczególnych urządzeń i całego podsystemu i podawane w dokumentacji jako parametry taktyczno-techniczne.

Efektywność ekonomiczna podsystemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą jest nie mniej ważna od poprzednio omówionych płaszczyzn oceny efektywności podsystemu dowodzenia. Stopień przydatności systemu do wykonywania zadań bojowych charakteryzuje go od strony wojskowej, natomiast wartość (koszt, nakład) - od strony ekonomicznej. Charakterystyka ekonomiczna pozwala określić ilość sił i środków, które można wyprodukować (kupić) za określoną sumę środków finansowych, natomiast charakterystyka wojskowa umożliwia porównanie różnych wariantów zestawu sił i środków OPL oraz wybranie wariantu optymalnego.

3.1.5. Kryteria oceny efektywności podsystemu zabezpieczenia techniczno-specjalnego

Działanie podsystemu rozpoznania, rakietowo - artyleryjskiej osłony przeciwlotniczej i dowodzenia wojskami OPL zależy w dużym stopniu od podsystemu zabezpieczenia techniczno-specjalnego.

Efektywność całego systemu OPL zależy bezpośrednio od gotowości i zdolności bojowej oraz sprawności działania wszystkich podsystemów. Zależność tę wyraża funkcja nieliniowa, w postaci:

$$M = \sum_{j=1}^{n} w_k^j \left[1 - \prod_{i=1}^{m} \left(1 - \chi_{k_i}^j \cdot t_{k_i}^j \cdot q_i^j \cdot u_{k_i}^j \cdot z^j \cdot p_i^j \right) \right] \qquad (3.73)$$

gdzie:

M - wartość oczekiwana liczby zniszczonych celów w nalocie na ugrupowanie operacyjne wojsk;

j - numer celu powietrznego ($j = 1,2, ..., n$);

k - szczebel dowodzenia, na którym są podejmowane decyzje do odparcia nalotu ($k = 1,2,3,4,5$)[11];

w_k^j - prawdopodobieństwo wykrycia j-tego celu i przekazania o nim na czas meldunku do stanowiska (punktu) dowodzenia na k-tym szczeblu;

$t_{k_i}^j$ - prawdopodobieństwo przekazania na czas zadania dotyczącego zwalczania j-tego celu przez pododdział o numerze i ($0\ t\ 1$);

q_i^j - gotowość pododdziału o numerze i do zwalczania j-tego celu, zależna głównie od zaopatrzenia w rakiety (amunicję) i sprawności technicznej sprzętu bojowego;

$u_{k_i}^j$ - współczynnik udziału pododdziału o numerze *i-tym* w zwalczaniu j-tego celu, zależny głównie od przyjętego wariantu ugrupowania (rozmieszczenia w terenie) może przyjmować wartości z przedziału (0,1);

z^j - współczynnik uwzględniający wpływ zakłóceń i manewru celu;

p_i^j - prawdopodobieństwo zniszczenia j-tego celu przez pododdział o numerze *i-tym*.

Wartość funkcji M zależy od ośmiu parametrów zmiennych. Parametry te są kształtowane (określane) przez poszczególne podsystemy. Wartości parametrów w i z są określane przez podsystem rozpoznania radiolokacyjnego.

Wartości parametrów x, t i u zależą od podjętych decyzji na k-tym szczeblu dowodzenia i przetwarzania na czas zadań dotyczących zwalczania celów.

Parametr zmienny q zależy głównie od sprawności i możliwości podsystemu zabezpieczenia techniczno-specjalnego. Jeżeli podsystem ten posiada możliwości zabezpieczenia techniczno-specjalnego wojsk OPL i w pełni realizuje zadania w tym

[11] Decyzje mogą być podejmowane: na szczeblu pododdziału - przy pełnej decentralizacji dowodzenia (k=1), na PD OPL dplot (k=2), na SD prplot (paplot) - (k=3), na PD OPL ZT (k=4) i na SD szczeba operacyjnego (k=5).

zakresie, to wartość q jest równa 1, jeżeli nie to parametr q przyjmuje wartość z przedziału $(0 \leq q \leq 1)$.

Parametr zmienny p zależy od podsystemu rakietowo-artyleryjskiej osłony, a ściśle od liczby zestawów wchodzących w jego skład.

3.1.6. Problem kompleksowej oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych

O ile zagadnienie kompleksowej efektywności systemów technicznych nie przedstawia zasadniczych trudności, o tyle kompleksowa ocena systemów techniczno-organizacyjnych, a do takiej klasy należy system OPL wojsk lądowych, jest w znacznym stopniu dyskusyjna i przedstawia cały szereg trudności dotychczas nie rozwiązanych. W praktyce dominuje przekonanie, że kompleksowa ocena systemu może być dokonywana poprzez określenie zbiorów ocen cząstkowych. Na ich podstawie można uzyskać ocenę wypadkową, która jest przeważnie określona średnią ocen cząstkowych. Na ogół każda cząstkowa ocena systemu uzyskiwana jest w myśl określonego kryterium, to też można mówić, albo o wadze (znaczeniu) danej oceny lub wadze (znaczeniu) danego kryterium w zbiorze kryteriów oceny systemu. Wyznaczenie uporządkowanego, obiektywnego zbioru wag ocen cząstkowych lub kryteriów oceny nie jest problemem łatwym. Przeważnie nie udaje się wyeliminować pewnych cech subiektywizmu. Przy określaniu wypadkowej (kompleksowej) oceny istnieje także problem znalezienia wspólnej miary dla ocen cząstkowych efektywności systemu. Trudność tę daje się częściowo pokonać przez wprowadzenie ocen cząstkowych unormowanych do przedziału zmienności [0,1].

Jeżeli np. dla pełnego zabezpieczenia podsystemu rakietowo-artyleryjskiej osłony potrzeba 100 rakiet, to podsystem zabezpieczenia techniczno-specjalnego może dostarczyć 70, to parametr $q = 0,7$.

Zbiór ocen cząstkowych może być przedstawiony w postaci macierzy A, której rozwinięta postać przedstawiona jest w tabeli 3.3, gdzie:

i - kryterium oceny efektywności systemu;

j - wariant systemu;

a_{ij} - wartość liczbowa oceny *j*-tego wariantu systemu według *i*-tej funkcji kryterium.

Ocenami cząstkowymi mogą być takie własności jak: niezawodność, gotowość techniczna, wytrzymałość, wydajność, ekonomiczność, manewrowość itp. Normowanie ocen cząstkowych a_{ij} do przedziału [0,1] prowadzi się w oparciu o założenia, że dysponuje się przedziałem zmienności wartości oceny a_{ij} $\left(a_{min} \le a_{ij} \le a_{max}\right)$ oraz, że zbiór ocen cząstkowych można podzielić na trzy kategorie:

- o pożądanych wartościach zbliżonych do maksymalnych;
- o pożądanych wartościach zbliżonych do minimalnych;
- o wartościach ze środka przedziału zmienności.

Tabela 3.3

Wariant systemu / Kryteria oceny	1	2	....	j	....	J
1	a_{11}	a_{12}	....	a_{1j}	....	a_{1J}
2	a_{21}	a_{22}	....	a_{2j}	....	a_{2J}
....	....	....	....	....	....	....
i	a_{i1}	a_{i2}	....	a_{ij}	....	a_{iJ}
....	....	....	....	....	....	....
I	a_{I1}	a_{I2}	....	a_{Ij}	....	a_{IJ}

W przypadku 1/ normowanie ocen cząstkowych do przedziału [0,1] dokonuje się według zależności:

$$a_{ij} = \frac{\left|a_{ij}\right|_* - a_{ij}^{min}}{a_{ij}^{max} - a_{ij}^{min}} \qquad (3.74)$$

W przypadku 2/:

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}^{max} - \left|a_{ij}\right|_*}{a_{ij}^{max} - a_{ij}^{min}} \qquad (3.75)$$

gdzie:

$|a_{ij}|_*$ - rzeczywista (obliczona) wartość oceny cząstkowej;

a_{ij}^{max} - kres górny wartości oceny cząstkowej;

a_{ij}^{min} - kres dolny wartości oceny cząstkowej.

Przypadek 3/: dotyczy ocen, których wartości nie powinny być zbyt odległe od wielkości określonej. Zwykle wartość tę przyjmuje się jako środek przedziału zmienności.

Łatwo zauważyć, że unormowane oceny cząstkowe są wielkościami niemianowanymi, co ma szczególne znaczenie przy określaniu efektywności na drodze sumowania lub mnożenia ocen cząstkowych, chociaż zwykle efektywność systemu OPL nie jest ani sumą ani iloczynem efektywności poszczególnych podsystemów.

Ze względu na różną wartość (znaczenie) danego kryterium w zbiorze kryteriów oceny efektywności systemu celowym jest określenie tzw. skorygowanych ocen cząstkowych. Oceny takie uzyskuje się przez pomnożenie oceny cząstkowej przez odpowiedni współczynnik wagowy według zależności:

$$b_{ij} = a_{ij} \cdot w_i, \tag{3.76}$$

która w przypadku macierzy ocen cząstkowych A i zbioru współczynników wagowych, sprowadzonego do postaci diagonalnej *W*, przyjmuje postać mnożenia macierzowego:

$$B = A \cdot W \tag{3.77}$$

gdzie:

$$B = \left[b_{ij}\right]_{IJ}, A = \left[a_{ij}\right]_{IJ}, W = diag\left[w_{ij}\right]_{JJ}$$

Zbiór skorygowanych i unormowanych ocen cząstkowych może stanowić podstawę do określenia kompleksowej (globalnej, wypadkowej) oceny efektywności, która dla ustalonego wariantu systemu może być określona jako:

a) addatywna - taka, dla której zachodzi:

$$E_a = b_1 \cup b_2 \cup \ldots\ldots b_i \ldots\ldots \cup b_J \tag{3.78}$$

b) multiplikatywna - taka, dla której zachodzi:

$$E_m = b_1 \cap b_2 \cap \ldots\ldots b_i \ldots\ldots \cap b_J \qquad (3.79)$$

c) funkcja kompleksowej oceny efektywności:

$$E = f\left(b_1, b_2, \ldots\ldots, b_i, \ldots\ldots, b_J\right) \qquad (3.80)$$

d) wektor kompleksowej oceny efektywności:

$$E = \left\langle b_1, b_2, \ldots\ldots, b_i, \ldots\ldots\ldots, b_J \right\rangle \qquad (3.81)$$

Powyższe oznacza fizycznie, że system może osiągnąć maksymalną wartość oceny kompleksowej (globalnej), gdy oceny cząstkowe przyjmować będą wartości maksymalne.

W przypadku systemu OPL wojsk lądowych (systemów wojskowych) zwykle sytuacja jest taka, że takie własności systemu jak niezawodność, gotowość, manewrowość, ekonomiczność, wydajność itp. są określone lub założony jest przedział zmienności tych wielkości, a zachodzi potrzeba oceny efektywności w zależności od celów i zadań stojących przed systemem.

Wydaje się, że kryteriami (wskaźnikami) oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych, które można przyjąć za kompleksowe są: stopień realizacji celów systemu OPL oraz ilościowo-jakościowy stosunek sił systemu OPL wojsk lądowych do ŚNP przeciwnika.

Cel obrony przeciwlotniczej wynika z celu operacji obronnej (zaczepnej) związku operacyjnego i jest zdecydowanie przeciwstawny celowi działania przeciwnika powietrznego.

Celem obrony przeciwlotniczej w operacji jest zadanie przeciwnikowi powietrznemu możliwie maksymalnych strat i odparcie jego uderzeń na wojska (obiekty) w czasie operacyjnego rozwinięcia i prowadzenia działań.

Tak sformułowany cel zawiera dwa aspekty:

1. Rozbicie zgrupowań środków napadu powietrznego na podejściach do osłanianych wojsk (obiektów) i zadanie im możliwie maksymalnych strat;
2. Odparcie uderzeń środków napadu powietrznego na osłaniane wojska (obiekty) i uchronienie ich przed zniszczeniem, a tym samym stworzenie im dogodnych warunków dla wykonania zadań.

Zakładany cel obrony przeciwlotniczej jest przeciwstawny celowi działania przeciwnika powietrznego, który można określić następująco: wykonanie uderzeń na wojska i obiekty, zadanie im możliwie maksymalnych strat i spowodowanie zniszczeń wpływających w istotny sposób na utratę ich zdolności bojowej w czasie operacyjnego rozwinięcia i prowadzenia operacji.

Przeciwstawność celów działania wojsk OPL o przeciwnika powietrznego powoduje konieczność rozpatrywania walki obu stron jako wieloetapowej, dwustronnej gry o niepełnej informacji. Jako wartość tej gry można przyjąć wielkość strat i zniszczeń zadanych wojskom i obiektom w wyniku uderzeń ŚNP, pod warunkiem pokonania OPL i OP, wykrycia i rozpoznania celów oraz skutecznego wykonania ataków. Wielkość ta wpływa bezpośrednio na zdolność bojową wojsk i sprawność funkcjonowania obiektów.

Przeciwnik wybiera obiekty uderzeń (cele pierwszej kolejności), warianty działania i sposoby ataku tak, aby zadać wojskom (obiektom) możliwie maksymalne straty (zniszczenia) i naruszyć ich zdolność bojową (możliwość funkcjonowania). Natomiast wojska OPL i inne siły prowadzące walkę z ŚNP na ziemi i w powietrzu wybierają warianty użycia i działania tak, aby skutecznie przeciwstawić się przeciwnikowi w osiągnięciu założonego celu. Wielkość utraconego przez przeciwnika potencjału bojowego wpływa bezpośrednio na możliwości niszczenia (obezwładnienia) wojsk i obiektów.

Stopień realizacji celów przez obie walczące z sobą strony można wyrazić za pomocą równania:

$$P + Q = 1 \qquad (3.82)$$

gdzie liczby P i Q są z przedziału <0,1>. Można je interpretować jako prawdopodobieństwa realizacji przeciwstawnych celów działania:

P - przez wojska OPL i inne siły prowadzące walkę z ŚNP na ziemi i w powietrzu (strona B);

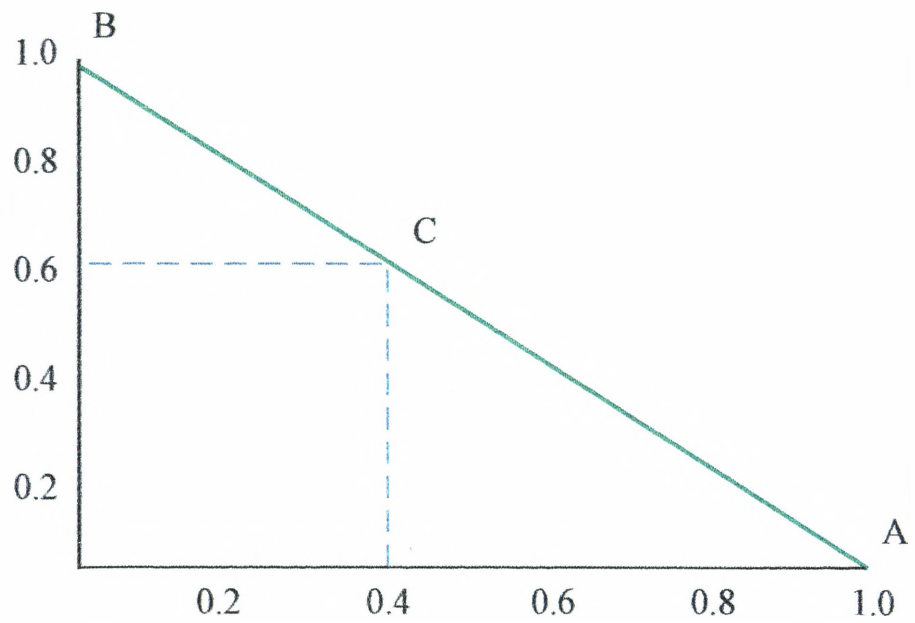
Q - przez przeciwnika powietrznego (strona A).

Na rysunku 3.5. została zilustrowano ta zależność. Współrzędne punktów odcinka AB są prawdopodobieństwami realizacji przeciwstawnych celów przez obie

strony. Na przykład, współrzędne punktu C (0,4 ; 0,6) informują, że przeciwnik może osiągnąć cel z prawdopodobieństwem 0,4 a strona prowadząca z nim walkę z prawdopodobieństwem 0,6. W punktach o współrzędnych A(1,0) i B(0,1) tylko jedna strona może osiągnąć założony cel, natomiast w pozostałych obie strony będą w stanie zrealizować swe cele tylko częściowo.

Przeciwnik powietrzny (strona A) dąży do osiągnięcia możliwie maksymalnej wartości Q poprzez racjonalny wybór obiektów uderzeń, wariantów działania i sposobów ataku, natomiast strona B stara się osiągnąć możliwie największą wartość $P= 1-Q$ poprzez wybór racjonalnego wariantu użycia i działania wojsk OPL.

Każda ze stron tzn. system OPL wojsk lądowych i ŚNP przeciwnika może osiągnąć założony cel pod warunkiem zaangażowania w walce określonego potencjału



Ryc. 3.5. Rozkład prawdopodobieństw realizacji celów przez przeciwnika powietrznego (strona A) i wojska własne OPL (strona B)

rozumianego jako zasób możliwości bojowych oraz racjonalnego wykorzystania go w walce zgodnie z zasadami sztuki operacyjnej.

Zmierzenie i porównanie przeciwstawnych potencjałów bojowych prowadzi w istocie do określenia ilościowo-jakościowego stosunku sił wojsk OPL (system OPL

wojsk lądowych) do ŚNP przeciwnika. Jest ten stosunek częścią składową ogólnowojskowego stosunku sił.

Pokonanie przez przeciwnika obrony przeciwlotniczej, wykrycie i rozpoznanie celów oraz skuteczne wykorzystanie doniesionego do obiektów uderzeń normatywnego potencjału bojowego jest równoznaczne z osiągnięciem przez niego (przeciwnika) założonego celu działania. Nie posiadanie przez przeciwnika normatywnego potencjału bojowego lub częściowa jego utrata w wyniku aktywnego oddziaływania sił i środków OPL są bezpośrednią przyczyną nie osiągnięcia założonego celu działania.

Potencjał bojowy ŚNP najczęściej jest określany możliwościami naruszenia zdolności bojowej wojsk i utracenia sprawności funkcjonowania obiektów. Może być wyrażony w postaci strat zadanych wojskom i obiektom. Wielkość potencjału bojowego zależy od liczby i rodzaju środków przenoszenia oraz wariantów ich uzbrojenia.

Normatywny potencjał bojowy wyraża się liczbą i rodzajami środków przenoszenia (z uwzględnieniem wariantów uzbrojenia), niezbędnymi do zniszczenia obezwładnienia) określonego obiektu.

Potencjał bojowy wojsk OPL określa możliwości przeciwstawienia się zagrożeniu z powietrza w operacji zaczepnej (obronnej). Obejmuje on możliwości niszczenia (obezwładnienia) ŚNP na ziemi (lotniskach i lądowiskach) oraz w powietrzu. Jest najczęściej przedstawiany w postaci liczby zniszczonych i obezwładnionych zakłóceniami ŚNP. Stosunek sił wojsk OPL w walce z ŚNP można wyrazić funkcją w postaci:

$$S = \frac{P}{1 - P} \qquad (3.\ 83)$$

$$0 < P < 1$$

gdzie:

$P = 1 - Q$ - prawdopodobieństwo realizacji celu przez wojska OPL prowadzące walkę z ŚNP;

$$Q = \frac{\sum_{k=1}^{K} N_k}{\sum_{k=1}^{K} \bar{N}_k}$$ - prawdopodobieństwo osiągnięcia celu przez przeciwnika;

k - numer osłanianego obiektu ($k = 1,2, ..., K$);

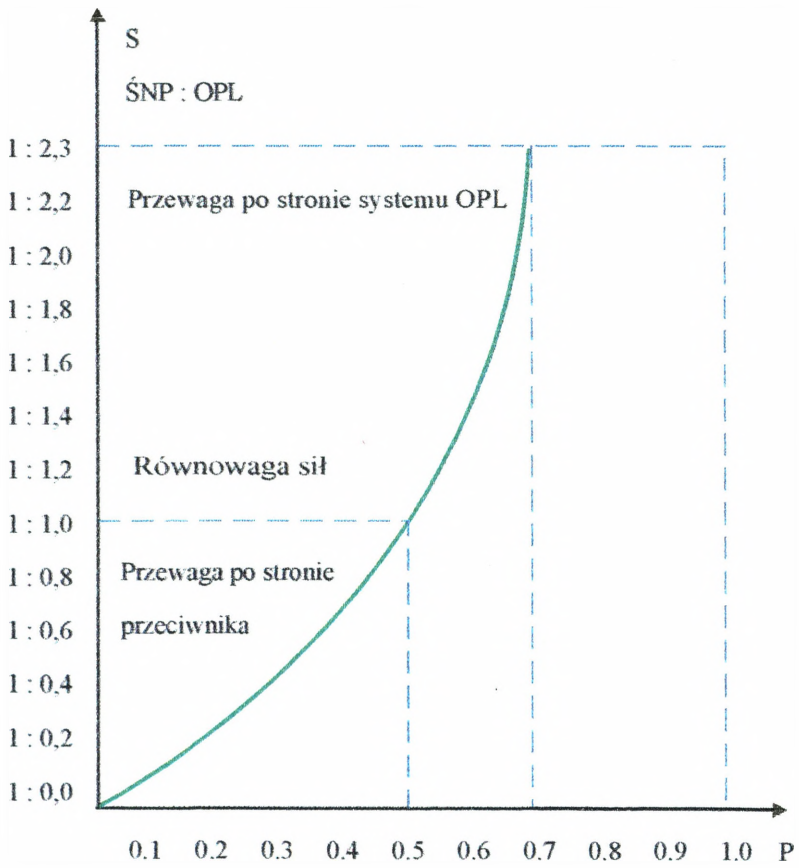
N - liczba ŚNP, jaką przeciwnik może przeznaczyć do zniszczenia (obezwładnienia) obiektu o numerze k, z uwzględnieniem strat poniesionych na ziemi i w powietrzu;

$\bar{N}$ - liczba ŚNP, jaka jest niezbędna (zgodnie z normami) do zniszczenia (obezwładnienia) obiektu o numerze k.

W praktyce spełniona będzie podwójna nierówność:

$$\sum_{k=1}^{K} \bar{N}_k > \sum_{k=1}^{K} N_k \geq 0 \qquad (3.84)$$

Wykres stosunku sił przedstawiony jest na rysunku 3.6. Na osi odciętych zaznaczone jest prawdopodobieństwo realizacji celu OPL *(P),* a na osi rzędnych - stosunek sił (odniesiony do liczby 1, tzn. przeciwnika powietrznego).



Rys. 3.6. Stosunek sił w walce z ŚNP w funkcji prawdopodobieństwa realizacji celu OPL

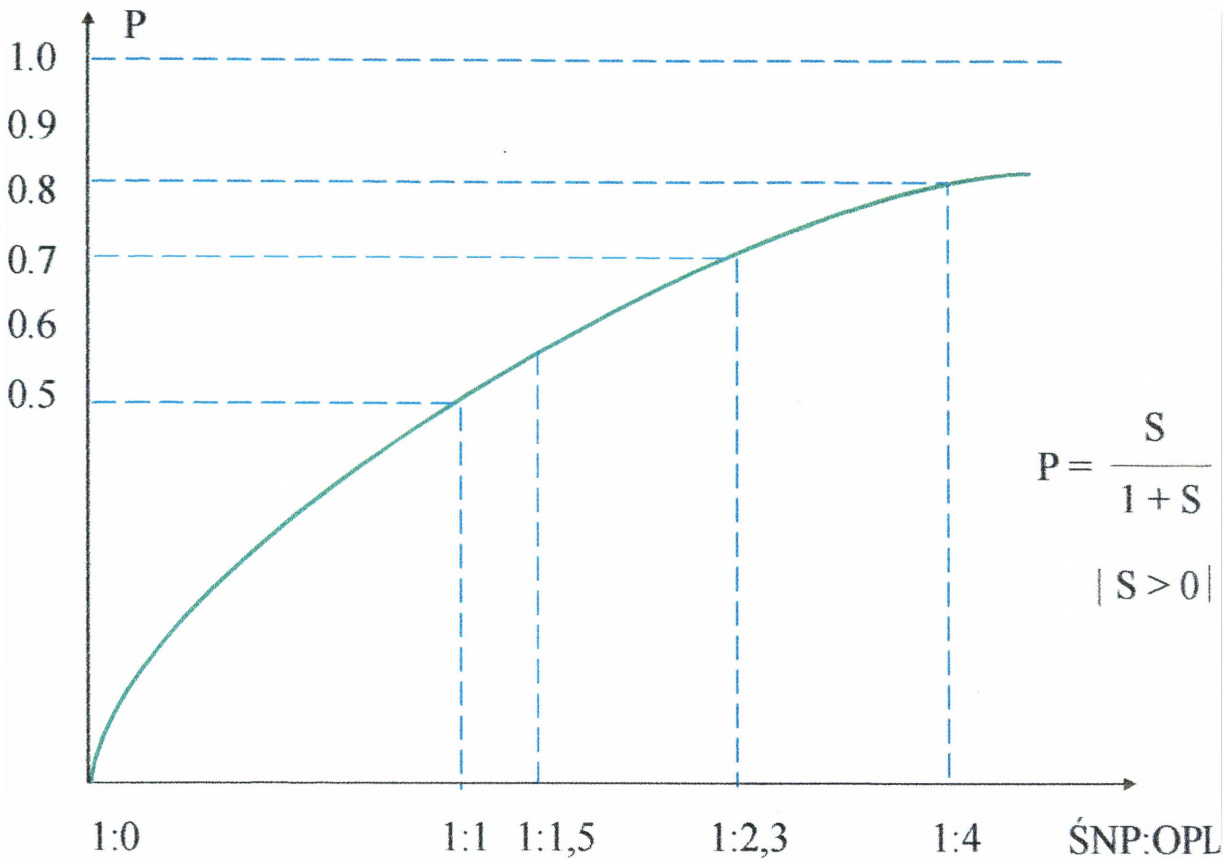
Z wykresu wynika, że stosunek sił zawarty w przedziale $0 < S < 1$ jest niekorzystny dla wojsk OPL. Prawdopodobieństwo realizacji celu mieści się wtedy w przedziale $0 < P < 0{,}5$ i wskazuje na przewagę przeciwnika. Jeżeli natomiast $S > 1$, to przewaga jest po stronie wojsk OPL, a prawdopodobieństwo realizacji celu zawiera się w przedziale $0{,}5 < P < 1$. Z charakteru funkcji $S = \frac{P}{1-P}$ wynika, że istnieje pewna progowa (racjonalna i możliwa do osiągnięcia) wartość stosunku sił (około 1: 2,3), przy której prawdopodobieństwo realizacji celu jest duże (wynosi około 0,7). Zwiększenie stosunku sił powyżej wartości 1 : 2,3 wiąże się z dużym nakładem sił i środków. W wielu sytuacjach lądowych przekracza to możliwości wojsk OPL frontu (armii). Wzrost prawdopodobieństwa realizacji celu w przedziale $0{,}7 < P < 1$ następuje bardzo powoli, stąd nie jest racjonalne wydatkowanie znacznych sił i środków w celu zwiększenia stosunku sił powyżej wartości 1 : 2,3.

Zwiększenie prawdopodobieństwa realizacji celu OPL z 0,7 do 0,8 jest możliwe dopiero przy wzroście stosunku sił z 1:2,3 do 1: 4, co wiąże się z dodatkowym zaangażowaniem znacznych sił i środków wojsk OPL w walce z ŚNP.

Stosunek sił wojsk OPL w walce z ŚNP w funkcji prawdopodobieństwa realizacji celu OPL oraz prawdopodobieństwo realizacji celu OPL w funkcji stosunku sił są kryteriami oceny systemu OPL jako systemu walki trafnie odzwierciedlającymi istotę obrony przeciwlotniczej oraz zjawiska fizyczne zachodzące w systemie OPL. Dlatego mogą stanowić wystarczające narzędzie do oceny systemów szczególnie na szczeblach wojsk lądowych.

Metody obliczania potencjałów bojowych ŚNP przeciwnika powietrznego i wojsk OPL oraz wyznaczania ilościowo-jakościowego stosunku sił są stosunkowo dobrze opracowane i włączone w system mikrokomputerowy MIKRO - OPL[12]
Prawdopodobieństwo realizacji celu obrony przeciwlotniczej w funkcji stosunku sił przedstawione zostało na rysunku 3.7.

[12] Szczegółowy opis tych metod jest zawarty (łącznie z programami na EMC) w rozprawie doktorskiej M. Mulkowskiego, "Optymalizacja systemu dowodzenia wojskami OPL", Wyd. ASG WP 1984.



Rys. 3.7. Prawdopodobieństwo realizacji celu OPL w funkcji stosunku sił

W metodach tych stosunek sił nie jest traktowany jako wartość funkcji, lecz stanowi oderwaną liczbę, co stwarza trudności w jej interpretacji fizycznej.

Metody oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych

Do oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych oraz jego podsystemów najczęściej stosuje się następujące metody:

- metody empiryczne (eksperyment z systemem rzeczywistym);
- metody symulacji komputerowej;
- komputerowe gry wojenne;
- metody kwalitometryczne;
- metody analityczne.

Metody empiryczne (eksperyment z systemem rzeczywistym) są podstawowymi metodami oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych. Do tej grupy metod można zaliczyć:

- ćwiczenia z wojskami;
- strzelania poligonowe;
- doświadczenia uzyskane podczas minionych wojen (np. Wietnam, Bliski Wschód, Libia, Zatoka Perska itd.).

Ćwiczenia z wojskami dają niewątpliwie najbardziej dokładne wyniki, gdyż umożliwiają bezpośredni pomiar określonych charakterystyk realnie istniejącego systemu. Stwarzają jednak jedynie możliwość fragmentarycznej (wycinkowej) oceny efektywności systemu OPL. Trudno bowiem w praktyce, podczas pokojowego szkolenia wojsk, stworzyć rzeczywiste warunki działania całego systemu OPL wojsk lądowych. Ćwiczenia z wojskami oraz strzelania poligonowe pozwalają, w świetle oceny efektywności doświadczalnie określić wpływ na efektywność systemu OPL takich czynników jak poziom wyszkolenia żołnierzy, niezawodność sprzętu, warunki atmosferyczne, zakłócenia radioelektroniczne itp. Dla wnioskowania o efektywności systemu OPL niezbędna jest dokładna analiza rezultatów ćwiczenia i strzelań poligonowych. Analiza ta, prowadzona za pomocą odpowiednich narzędzi matematycznych, poparta oceną ekspertów pozwala na dość dokładne oszacowanie wskaźników efektywności. Metoda oceny efektywności oparta na danych uzyskanych z wojen minionych lub prowadzonych współcześnie wymaga dużej wiarygodności danych, uwzględnienia różnic w warunkach działania systemu (warunki klimatyczne, atmosferyczne i hydrograficzne), wyposażeniu technicznym systemu, wyszkoleniu wojsk itp. Dane te po odpowiedniej obróbce statystycznej, zweryfikowanej przez ekspertów wojskowych pozwalają wyciągnąć wnioski dotyczące oceny efektywności systemu OPL wojsk lądowych.

Metody symulacji komputerowej stwarzają możliwość wykorzystania ich zarówno do badania istniejących, jak i hipotetycznych systemów. W symulacji pojęcie systemu oznacza zbiór możliwych do zidentyfikowania elementów, które mogą oddziaływać na siebie w taki sposób, że funkcjonując razem spełniają zbiór określonych

warunków. Stan systemu w wybranym momencie jest określony przez opis stanu systemu. Symulacja jest w tym przypadku procesem konstruowania historii stanów modelu, który reprezentuje system.

Model matematyczny systemu, w którym daje się ustalić analityczny związek między wielkościami, a rezultatem jego rozwiązania, jest modelem analitycznym. Jeżeli w systemie występują wielkości przypadkowe (losowe), a wskaźnikiem efektywności (rozwiązaniem) jest prawdopodobieństwo lub wartość oczekiwana, to model jest stochastyczny. Niekiedy udaje się opracować analityczny model procesu stochastycznego (np. poprzez układ równań różniczkowych lub algebraicznych). Są to jednak przypadki bardzo rzadkie. Dotyczą one głównie procesów Markowa lub do nich zbliżonych w przypadkach, gdy z takich lub innych powodów nie można zbudować modelu analitycznego, stosuje się metody symulacyjne.

Idea metod symulacyjnych polega na tym, że zamiast opisu przypadkowych zjawisk za pomocą analitycznych zależności prowadzi się modelowanie przypadkowego zjawiska za pomocą specjalnych procedur, dających przypadkowy (losowy) rezultat (wynik). Dla danej realizacji procesu otrzymuje się (tak jak w rzeczywistości) jeden wynik (jedną realizację przypadkowego procesu). Jeżeli eksperyment wykona się dużą ilość razy, to otrzymuje się statystyczny materiał, który można opracować powszechnie znanymi metodami statystyki matematycznej. Takie rozwiązanie jest zwykle prostrze i łatwiejsze niż opracowanie analitycznego modelu zjawiska czy systemu.

Komputerowa gra wojenna jest metodą mającą przed sobą największe perspektywy. Zwykle zawiera ona m. in. modele cenowe wpływu charakterystyk i parametrów badanego systemu na inny system i odwrotnie (np. wpływ systemu łączności na podsystem dowodzenia). Wyniki uzyskiwane tą metodą w dużym stopniu zależeć będą od stopnia rozwoju metod symulacyjnych.

Metody kwalitometryczne stanowią grupę metod łączących podejście heurystyczne (ustalenie kryteriów i ich ważności za pomocą metody ekspertów) i analityczne (określenie jakości systemu metodą punktową).

Metody analityczne stanowią grupę najliczniejszą, jednak natura rozpatrywanych zjawisk wymaga często zastosowania złożonego aparatu matematycznego, co niejednokrotnie komplikuje rozwiązanie problemu. Złożoność modeli matematycznych

prowadzi nierzadko do powstania takich, których nie można rozwiązać. Dlatego zachodzi potrzeba wprowadzenia założeń i ograniczeń upraszczających, co powoduje, że otrzymane wyniki dają jedynie przybliżoną ocenę systemu.

System OPL wojsk lądowych jest systemem, którego cecha charakterystyczną jest duża "losowość". Wykrycie, przechwycenie, ostrzelanie i zniszczenie celu powietrznego, to zmienne losowe przyjmujące wartość 0 lub 1 z określonymi prawdopodobieństwami. Z tego względu matematyczne modele systemów służące do oceny jego efektywności są modelami stochastycznymi. Nie wyklucza się jednak stosowania modeli analitycznych. Są one tworzone głównie w przypadkach badania (analizy) elementów systemu lub wyodrębnionych podsystemów.

Istnieje szereg dobrze opracowanych metod matematycznych pozwalających rozwiązywać zarówno modele deterministyczne jak i stochastyczne. Do metod tych można zaliczyć między innymi:

- równania różnicowe, algebraiczne i inne;
- metody rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej;
- prognozowanie matematyczne;
- teorię gier;
- teorię masowej obsługi;
- metody sieciowe;
- metody analizy systemowej.

3.2. Wpływ automatyzacji systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą) na ich efektywność

3.2.1. Teoretyczne podstawy oceny efektywności zautomatyzowanych systemów dowodzenia

Efektywność dowodzenia, a efektywność walki (operacji)

Powszechnie uważa się, że istotę dowodzenia w pełni oddaje następujące stwierdzenie : „Dowodzenie wojskami sprowadza się do umiejętnego kierowania przez

dowódców oraz sztaby podległymi pododdziałami, oddziałami, okrętami, związkami taktycznymi i operacyjnymi, do dokładnej organizacji działań bojowych wojsk i celowego ukierunkowania ich wysiłku na pomyślne wykonanie postawionych zadań. W czasie pokoju punkt ciężkości działalności dowódczej przenosi się na wszechstronne przygotowanie wojsk do ewentualnych działań bojowych, zapewnienie wysokiej gotowości bojowej, utrzymanie wysokiej dyscypliny, porządku i sprawności organizacji wojskowej"[13]. To co rozumiane jest pod pojęciem istoty dowodzenia stanowi odbicie obiektywnych zjawisk współczesnej walki zbrojnej, cech obecnego i przyszłego pola walki.

Najczęściej spotykane określenie efektywności dowodzenia brzmi następująco: „ Efektywność dowodzenia wojskami to ogół zdolności systemu dowodzenia do zapewnienia wykonania zadań w nakazanych terminach oraz przy najmniejszym nakładzie sił i środków"[14]. Inne określenie mówi że: „Efektywność funkcjonowania systemu dowodzenia jest wysoka wówczas, gdy wojska wykonały postawione im zadania w nakazanym czasie, zachowały zdolność bojową i mogą z powodzeniem kontynuować działania bojowe"[15].

Przytoczone określenia uzasadniają celowość dwojakiego ujmowania pojęcia efektywności. Zgodnie z pierwszym ujęciem - efektywność jest cechą systemową, która wyraża zdolność systemu (całokształt możliwości i warunków) do osiągnięcia zamierzonych celów. Tak rozumianą efektywność nazywać będziemy efektywnością potencjalną lub potencjałem systemu. Zgodnie z drugim ujęciem - efektywność to całokształt korzyści osiągniętych przez system w badanym okresie podczas osiągania zamierzonych celów. Ten rodzaj efektywności nazywać będziemy efektywnością zrealizowaną i utożsamiać będziemy z wielkością efektów uzyskanych przez system[16]. Wynika z nich, że każdy system dowodzenia powinien spełniać określone wymagania wynikające z rozmachu i dynamiki współczesnego pola walki. Spełnienie tych

---

[13] Studium teoretyczne - Wpływ systemu informatycznego na efektywność dowodzenia. - ASG 1986r.
[14] Automatyzacja i mechanizacja systemów kierowania w wojsku. z.1 /38/, Sztab Generalny WP 1971r.
[15] P. Szemański Zasady dowodzenia wojskami. MON, W-wa 1973r.
[16] P. Sienkiewicz Teoria efektywności systemów kierowania. T.2. - Problemy efektywności dowodzenia. ASG WP 1979r.

wymagań powoduje wystąpienie podstawowych cech systemowych. Do nich najczęściej zalicza się:

- **gotowość,** czyli zdolność utrzymywania w stanie wysokiej sprawności wszystkich elementów systemu dowodzenia, wyrażającej możliwości działania w różnych warunkach bojowych;
- **operatywność,** czyli terminowe i zdecydowane reagowanie na wszystkie zmiany sytuacji w warunkach wykonywania przez wojska podstawowych zadań, dzięki: szybkiemu zbieraniu i przetwarzaniu danych o sytuacji, podejmowaniu decyzji w wymaganym czasie, terminowemu przekazywaniu zadań bojowych wojskom i organizowaniu działań bojowych;
- **jakość** realizowanych przedsięwzięć uzależniona od: obiektywności oceny sytuacji oraz trafności podejmowanych decyzji, umiejętnego wprowadzania w życie przyjętych rozwiązań, stosowania naukowych metod organizacji pracy, planowania i podejmowania decyzji;
- **żywotność,** czyli zdolność do realizacji zadań w warunkach zakłóceń dowodzenia, którą zapewnia niezawodność pracy zespołów ludzkich i technicznych środków dowodzenia, odporność na działanie środków rażenia i walki radioelektronicznej, szybkie odtwarzanie utraconych zdolności itp.;
- **skrytość** , czyli maskowanie systemu dowodzenia i utrzymywanie w tajemnicy realizowanych przedsięwzięć.

Aby system dowodzenia spełniał wymagania współczesnego pola walki, musi go charakteryzować odpowiednia wartość wszystkich wyróżnionych podstawowych cech systemowych. Systemowe kształtowanie efektywności systemów dowodzenia powinno obejmować doskonalenie wszystkich podstawowych aspektów dowodzenia, wyrażanych przez wyróżnione cechy systemowe.

Inna propozycja zestawu podstawowych systemowych cech systemu dowodzenia - determinant efektywności, obejmuje takie cechy jak: skuteczność dowodzenia, gotowość, sprawność (niezawodność), operatywność (reaktywność), żywotność, skrytość i ekonomiczność[17]. Nietrudno dostrzec, że cechy charakteryzujące systemy

[17] P. Sienkiewicz : Teoria efektywności systemów kierowania. T.2. - Problemy efektywności działania. ASG WP 1979r.

dowodzenia są w zasadzie cechami efektywnych systemów walki. Aby uniknąć nieporozumień, podkreślmy, że cechy systemów dowodzenia dotyczą organizacji i funkcjonowania organów dowodzenia, a więc procesów informacyjno-decyzyjnych oraz skutków ich realizacji.

Możemy wyróżnić dwie grupy cząstkowych wskaźników oceny efektywności dowodzenia, a mianowicie:

a) wskaźniki czasowe:

- czas planowania działań bojowych (operacji);
- szybkość reagowania organów dowodzenia na zmiany sytuacji w toku prowadzenia działań bojowych (operacji);
- ciągłość funkcjonowania systemu, zwłaszcza po wykonaniu przez przeciwnika uderzeń jądrowych oraz w warunkach oddziaływania środków walki radioelektronicznej;
- czas odtwarzania dowodzenia po obezwładnieniu stanowisk dowodzenia oraz czas odtwarzania zdolności bojowej jednostek obezwładnianych uderzeniami jądrowymi;

b) wskaźniki skuteczności:

- efektywność użycia środków rażenia, zwłaszcza broni jądrowej;
- stopień wykonania przez oddziały (pododdziały) cząstkowych zadań bojowych oraz zasadniczego zadania bojowego;
- stopień jakości (pełności, terminowości) wykorzystywanych w procesie dowodzenia;
- stan potencjału bojowego wojsk po wykonaniu zadania bojowego;
- wielkość strat zadanych przeciwnikowi oraz poniesionych przez wojska własne podczas osiągania zamierzonego celu walki (operacji).

Z pobieżnej analizy wymienionych wskaźników wynika, że reprezentują one różny stopień ogólności oraz, że w różnym stopniu wyrażają bezpośredni wpływ funkcjonowania systemu dowodzenia na efektywność walki (operacji).

Wynik wykonania zadania bojowego stanowi główny czynnik określający efektywność prowadzenia działań bojowych. Im większy jest wynik, tym większa jest efektywność użycia sił i środków. W opracowaniach naukowych wyniki walki

(operacji) zwykle charakteryzują następujące wskaźniki: czas zużyty na rozgromienie przeciwnika, straty stron, tempo natarcia itp. Ponadto z doświadczeń bojowych wynika, że im większa jest początkowa przewaga w siłach nad przeciwnikiem, tym mniejsze są straty własne i czas zużyty na wykonanie zadania oraz większe jest tempo natarcia. Ocena porównawcza efektywności użycia sił i środków według wymienionych wyżej wskaźników przydatna jest tylko dla operacji charakteryzujących się dużą jednorodnością. W tabeli 3.4 zestawiono przykłady spotykanych kryteriów, które mogą być stosowane do oceny efektywności systemów dowodzenia.

Tabela 3. 4

Rodzaj kryterium	Treść kryterium
I. Kryterium operacyjne	1. Gotowość systemu dowodzenia do natychmiastowej realizacji zadań. 2. Operatywność systemu dowodzenia - zdolność realizacji zadań w wymaganym czasie. 3. Jakości systemu dowodzenia - spełnienia podstawowych wymagań dotyczących charakterystyk procesu dowodzenia. 4. Żywotność systemu dowodzenia - zdolność zachowania pożądanego stanu pomimo oddziaływań przeciwnika. 5. Skrytość systemu dowodzenia - zdolność maskowania systemu i utrzymania w tajemnicy realizowanych przedsięwzięć.
II. Kryterium techniczne	1. Niezawodność systemu - zdolność do sprawnego funkcjonowania w wymaganym czasie i warunkach. 2. Żywotność systemu - zdolność do szybkiego przywracania stanu sprawności. 3. Odporność systemu - zdolność sprawnego funkcjonowania w warunkach aktywnego oddziaływania przeciwnika (w tym środków WRE). 4. Podatność obsługowa systemu - zdolność usuwania uszkodzeń środków technicznych w wymaganym czasie. 5. Gotowość techniczna systemu - zdolność sprawnego funkcjonowania w dowolnej chwili czasu.
III. Kryterium informacyjne	1. Wartość informacji - zdolność zaspakajania potrzeb informacyjnych organów dowodzenia i spełniania ich wymagań dotyczących aktualności, pełności i wiarygodności informacji. 2. Zdolność dezinformacyjnego działania na systemy informacyjne przeciwnika. 3. Stopień odporności na dezinformacyjne oddziaływanie przeciwnika.
IV. Kryterium ekonomiczne	1. Wartość nakładów na budowę i eksploatację systemów dowodzenia (w tym ZtSD) w stosunku do nakładów na budowę niezbędnych środków walki.

Analiza i ocena efektywności zautomatyzowanych systemów dowodzenia

W zagadnieniach oceny efektywności zautomatyzowanych systemów dowodzenia koncentrowana jest najczęściej na dwóch zasadniczych pytaniach:

1. Jak należy interpretować pojęcie efektywności ZtSD i od jakich czynników zależy efektywność rozumiana jako pewna cecha systemowa?
2. Jak, czyli za pomocą jakich metod należy efektywność badać (analizować i oceniać)?

W sytuacji niezadowalającego stanu działania ZtSD szczególne znaczenie mają zagadnienia dotyczące:

- tendencji kształtowania się efektywności ZtSD w ostatnim okresie, na tle okresów poprzednich;
- czynników niezbędnych dla stworzenia warunków poprawy efektywności;
- konkretnych metod, za pomocą których można poprawę tę uzyskać.

Ogólnie - efektywnością ZtSD nazywać będziemy całokształt zdolności (możliwości) systemu niezbędnych do zbierania, przesyłania, przetwarzania, przechowywania i udostępniania (zobrazowania) informacji zgodnie z potrzebami i wymaganiami użytkowników (decydentów, ogólnie - systemu decyzyjnego). Efektywność systemu dowodzenia stanowi całokształt zdolności systemu do podejmowania racjonalnych decyzji (na podstawie informacji uzyskiwanych z ZtSD) niezbędnych do osiągania zamierzonych celów organizacji (systemu działania).

Każda ocena efektywności ZtSD powinna wyrażać stopień wykorzystania jego zdolności w procesie dowodzenia.

Do podstawowych kryteriów oceny efektywności ZtSD zaliczyć można następujące rodzaje kryteriów:

a) kryteria organizacyjne (operacyjne);
b) kryteria informacyjne;
c) kryteria ekonomiczne;
d) kryteria techniczno-eksploatacyjne.

Kryteria należące do pierwszej z wyróżnionych grup związane są z organizacją procesów informacyjnych i decyzyjnych ZtSD i wyrażają wpływ działania ZtSD na

efektywność dowodzenia. Kryteria informacyjne związane są z jakościowymi cechami informacji udostępnianych decydentom (dowódcom) i wyrażają ich jakość i użyteczność ocenianą z punktu widzenia potrzeb i wymagań decydentów (dowódców). Innymi słowy, wyrażają wpływ ZtSD na trafność podejmowania decyzji. Kryteria ekonomiczne związane są z działalnością inwestycyjno-finansową i wyrażają udział nakładów i kosztów związanych z automatyzacją systemów dowodzenia w całości kosztów działania organizacji (lub relację pomiędzy efektami automatyzacji dowodzenia wyrażonymi w jednostkach pieniężnych, a całkowitymi kosztami działania ZtSD). Kryteria techniczno-eksploatacyjne związane są z funkcjonowaniem środków technicznych i programowych oraz wyrażają ich zdolność do sprawnego (poprawnego) funkcjonowania w czasie eksploatacji ZtSD.

Uważa się, że aby ocenić efektywność ZtSD należy dokonać oszacowania oczekiwanej wartości efektów działania zautomatyzowanego systemu dowodzenia oraz, w podobny sposób, dla systemu dowodzenia „tradycyjnego", tj. nie dysponującego ZtSD, a następnie należy dokonać porównania uzyskanych wartości. Wiąże się to z koniecznością spełnienia postulatu relatywności oceny, czyli rozpatrywania ocenianego stanu systemu w aspekcie pewnego wyróżnionego stanu traktowanego jako „wartość progowa" efektywności.

Mówimy, że efektywność ZtSD znajduje syntetyczny wyraz w postaci:

- wzrostu ogólnych efektów działania;
- wzrostu wartości (użyteczności, jakości) informacji wykorzystywanych w procesie dowodzenia;
- wzrostu ekonomiczności działania;
- wzrostu niezawodności i gotowości (żywotności) systemu dowodzenia.

Powyższe stwierdzenia wiążemy z koniecznością spełnienia przez ZtSD pewnych ogólnych wymagań spełnianych przez każdy system kierowania (zarządzania, dowodzenia). Wymagania te dotyczą między innymi:

- reaktywności systemu, czyli szybkiego i zdecydowanego reagowania na określone (krytyczne) zmiany sytuacji - stanów i warunków działania;
- trafności podejmowanych w systemie decyzji, czyli racjonalności (w szczególności wyborów celów, sposobów i środków działania;

- żywotności systemu, czyli możliwości działania w warunkach zakłóceń i odtwarzania utraconych zdolności;
- gotowości systemu, czyli stałego utrzymywania potencjalnych zdolności systemu na określonym poziomie ilościowym i jakościowym, pozwalającym na sprawne funkcjonowanie w różnych warunkach;
- adaptacyjności systemu, czyli możliwości dostosowywania się organizacji kierowania (dowodzenia) do zmian zachodzących w otoczeniu systemu.

Wybrane wskaźniki oceny efektywności ZtSD

Przykład wskaźnika oceny organizacyjnej

Załóżmy, że w ZtSD realizowanych jest K rodzajów zadań informacyjnych. Przeciętna ilość realizacji k-tego zadania w cyklu dowodzenia wynosi λ_k , $k = \overline{1,K}$. Jako wskaźnik oceny przyjęto wartość oczekiwaną pomyślnie zrealizowanych przez ZtSD zadań:

$$K_0 = \sum_{k=1}^{K} p_k(\tau_k)\lambda_k \qquad (3.85)$$

gdzie: $p_k(\tau_k)$ - prawdopodobieństwo pomyślnej realizacji k-tego zadania w wymaganym czasie τ_k i wcześniej niż w systemie tradycyjnym.

Zakłada się zatem, że znane są rozkłady prawdopodobieństwa podstawowych charakterystyk czasowych systemu, czyli:

$$p_k(\tau_k) = P_r\{T_k^* < \tau_k ; T_k^* < T_k^0\} = \int_0^{\tau_k} g_k(t)H_k(t)dt + H_k(\tau_k)\left[1 - G_k(\tau_k)\right] \qquad (3.86)$$

gdzie: $H_k(t) = P_r\{T_k^* < t\}$;

T_k^0 - czas reakcji k-tego zadania w systemie tradycyjnym, $g_k(t) = \dfrac{d \cdot G_k(t)}{dt}$

Stopień osiągnięcia stanu względnej doskonałości ZtSD określamy jako stosunek wartości oczekiwanej pomyślnie zrealizowanych zadań i wartości tej określonej dla stanu „pełnej" efektywności, czyli:

$$E = \frac{\sum_{k=1}^{K} p_k(\tau_k)\lambda_k}{\sum_{k=1}^{K} \lambda_k} \qquad (3.87)$$

gdzie : $0 < E \leq 1$.

Niekiedy dla oceny ZtSD wykorzystuje się prawdopodobieństwo pomyślnej realizacji dokładnie K_0 zadań (dla zadań jednorodnych) lub prawdopodobieństwo tego, że czas realizacji zadania o najwyższym priorytecie będzie krótszy niż zadań pozostałych.

Przykłady funkcji oceny efektywności

Niech jak poprzednio wielkość efektywności działania organizacji zależy od czasu realizacji „kluczowego" zadania porównawczego z czasem jego realizacji w systemie tradycyjnym :

$$E_k = \begin{cases} E_k^+ \ dla\ T_k \leq \tau_k^+ \\ \dfrac{E_k^+ T_k^0}{T_k - \tau_k^+}\left(1 - \dfrac{T_k}{T_k^0}\right), dla \tau_k^+ \leq T_k \leq T_k^0 , \\ \dfrac{E_k^- T_k^0}{\tau_k^- - T_k^0}\left(1 - \dfrac{T_k}{T_k^0}\right), dla\ T_k^0 \leq T_k \leq \tau_k^- , \\ -E_k^- \ , dla\ T_k \geq \tau_k^- \end{cases} \qquad (3.88)$$

gdzie: E_k^+ - dodatkowy efekt uzyskany w rezultacie realizacji *k*-tego zadania w czasie nie dłuższym niż τ_k^+ , przyczym większe skrócenie czasu jest niecelowe;

E_k^- - wielkość efektu utraconego na skutek przekroczenia pewnego granicznego czasu realizacji zadania $\tau_k^- \left(E_k^- \geq 0\right)$.

Wielkość $E_k^+, E_k^-, \tau_k^+, \tau_k^-$ mogą być określone za pomocą np. metody oceny ekspertów, a ponadto w realnych warunkach są zmiennymi losowymi.

Jeżeli w ZtSD w cyklu o długości *T* realizowanych jest *K* zadań, to dla oceny efektywności systemu można przyjąć następujący wskaźnik oceny:

$$E = \frac{\sum_{k=1}^{K} E_k \lambda_k}{\sum_{k=1}^{K} E_k^+ \lambda_k} \qquad (3.89)$$

Przykłady wskaźnika oceny efektywności ekonomicznej

Załóżmy, że nakłady w procesie automatyzacji systemu dowodzenia ponoszone są równomiernie i obejmują: nakłady na prace badawczo-projektowe, nakłady na prace rozwojowe oraz nakłady wdrożeniowe, przy czym określono wskaźnik wyrażający zamrożenie nakładów. Niech całkowite nakłady wynoszą W. Należy oszacować oczekiwane efekty w postaci spodziewanych oszczędności (czasu, zasobów materiałowych i finansowych) - jako sumę zdyskontowanych rocznych oszczędności (dla okresu T, w którym ZtSD będzie wykorzystywany oraz dla danej r stopy dyskonta oszczędności i r_0 - współczynnika korygującego, umożliwiającego porównywanie sumy zdyskontowanych oszczędności z wielkością nakładów):

$$E = r_0 \sum_{t=1}^{T} E_t (1+r) - (t-1) \qquad (3.90)$$

Jako wskaźniki oceny efektywności ekonomicznej możemy wtedy przyjąć :

- okres zwrotu nakładów na automatyzację:

$$T_x = \frac{W}{E\ \Pi} \qquad (3.91)$$

- efekt netto automatyzacji:

$$E_x = E\ \Pi - \frac{W}{T_g} \qquad (3.92)$$

gdzie: Π - „szansa" sukcesu automatyzacji, czyli prawdopodobieństwo uzyskania pozytywnych wyników działania ZtSD;

T_g - graniczny okres zwrotu nakładów.

Przykłady wskaźników operacyjnych

Bardzo istotnym wskaźnikiem oceny efektywności systemów dowodzenia, wyrażającym operatywność i jakość dowodzenia, jest prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego w wymaganym czasie P_c . Wskaźnik ten powinien określić na ile

system dowodzenia zapewni rozwiązanie jednego z ważniejszych zadań w toku działań bojowych, tzn. uprzedzenie przeciwnika w rozwinięciu się, w stworzeniu przewagi sił i środków na decydującym kierunku, w przejściu do zdecydowanych działań i tym samym udaremnieniu jego planów i prowadzenie działań w niedogodnych dla niego warunkach.

Prawdopodobieństwo P_c określić można następująco:

$$P_c = P_r\left\{T_c^A < T_p^B\right\} = \int_0^{T_p^B} f_p^B(t)\, F_c^A(t)dt \qquad (3.93)$$

gdzie: T_c^A - czas potrzebny na organizację działań bojowych przez własne wojska;

$F_c^A(t)$ - dystrybuanta zmiennej losowej T_c^A ;

T_p^B - maksymalny dopuszczalny czas potrzebny przeciwnikowi na przygotowanie działań bojowych;

$f_p^B(t)$ - funkcja gęstości prawdopodobieństwa zmiennej losowej T_p^B .

Określenie prawdopodobieństwa P_c możliwe jest przy założeniu znajomości rozkładów prawdopodobieństwa zmiennych losowych T_c^A *i* T_p^B. Określenie rozkładów tych zmiennych jest osobnym, bardzo trudnym zadaniem. Rozwiązanie jego wymaga rozległych badań empirycznych i eksperymentów z modelami procesów dowodzenia.

Podobny charakter i sens posiada inny istotny wskaźnik oceny efektywności systemu dowodzenia, a mianowicie P_i - prawdopodobieństwo terminowego przetwarzania informacji niezbędnych dla skutecznego dowodzenia. Wyraża on „starzenie się" informacji, czyli utraty jej wartości. Zakładając znajomość funkcji „starzenia się" informacji $S_i(t)$ oraz dystrybuanty czasu obiegu informacji w systemie $F_i(t)$. Wtedy wartość wskaźnika oceny P_i określa się następująco:

$$P_i = \int_0^{\infty} F_i(t)\, d\, S_i(t) \qquad (3.94)$$

czyli dla wykładniczego „starzenia się" informacji z intensywnością v otrzymamy:

$$P_i = v \int_0^{\infty} e^{-vt} F_i(t)\, dt \qquad (3.95)$$

Wskaźnik P_i nadaje się także do oceny efektywności eksploatowanego systemu informacyjnego.

„Globalny" model oceny efektywności

Załóżmy, że podstawowymi determinantami efektywności ZtSD są: wartość informacji udostępniana decydentom (dowódcom) przez ZtSD oraz wartość nakładów związana z budową ZtSD i tzw. wydatkami bieżącymi i eksploatacyjnymi.

Ponadto przyjęto, że:

- istnieją możliwości pomiaru (ilościowego wyrażenia) efektywności działania;
- efektywność działania zależy bezpośrednio od wartości cech ZtSD;
- znane są wartości podstawowych charakterystyk tradycyjnego systemu dowodzenia (bez ZtSD);
- wartość informacji w procesie kierowania jest cechą mierzalną.

Niech efektywność działania określa funkcja $E(V(t), K(t), t)$- ciągła względem $V(t)\, i\, K(t)$ dla prawie wszystkich t dla wszystkich wartości $V(t)\, i\, K(t)$, gdzie $V(t)$ jest funkcją wartości informacji, a $K(t)$ - funkcją nakładów (kosztów). Funkcja $E(t) = E(V(t), K(t), t)$ przyjmuje wartość z przedziału: $E_{\min} \le E(t) \le E_{\max}$.

Rozpatrzmy pewien prosty przypadek, w którym funkcja $E(t)$ ma postać funkcji multiplikatywnej:

$$E(t) = E_{\max}\, \vartheta(t)\, \chi(t) \qquad (3.96)$$

gdzie:

$\vartheta(t)$ - tzw. funkcja informatywności ZtSD wyrażająca wpływ wartości informacji na efektywność działania, przyczym $0 \le \vartheta(t) \le 1$;

$\chi(t)$ - tzw. funkcja ekonomiczności ZtSD wyrażająca wpływ nakładów na budowę kosztów eksploatacji systemu na efektywność działania, przy czym $0 < \chi(t) < 1$.

Przyjęto, że funkcja $\vartheta(t)$ ma następującą postać:

$$\vartheta(t) = \left[1 + \varepsilon\, e^{-v(t)}\right] - 1 \qquad (3.97)$$

gdzie : $\varepsilon = \left(E_{max} - E_{min}\right) \;/\; E_{min}, E_{max} \geq 0.$

Funkcja $V(t)$ wartości informacji określa w jakim stopniu informacje generowane przez ZtSD redukują niewiedzę decydenta (dowódcy) w procesie dowodzenia. Powinna zatem wyrażać użyteczność informacji określoną w aspekcie danego problemu decyzyjnego[18] oraz jakość informacji określoną np. jako prawdopodobieństwo otrzymania pełnej i bezbłędnej informacji w wymaganym czasie[19], przy czym $0 \leq V(t) < \infty$.

Dla wyrażenia wpływu ekonomiczności ZtSD na efektywność działania można posłużyć się następującą funkcją:

$$\chi(t) = \left(1 - \chi_0\right)^{-\varphi_t(K)} \qquad (3.98)$$

gdzie:

χ_0 - współczynnik charakterystyczny dla danego systemu $0 \leq \chi_0 < 1$;

$\varphi_t(K)$ - funkcja kosztów.

$$\varphi_t(K) = \begin{cases} 0 \;\; dla \;\; K(t) \in \left[0, \underline{K}\right], \\ \delta^{1-\alpha}\left[K(t) - \underline{K}\right]^{\alpha} \;\; , \; dla \;\; K(t) \in \left[\underline{K}, \overline{K}\right], \\ \infty \qquad\qquad dla \;\; K(t) \in \left[\overline{K}, \infty\right] \end{cases} \qquad (3.99)$$

$$\delta > 0 \quad , \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$K(t) = K_0(\tau) + K_g(t) + K_r(t),$$

[18] P. Sienkiewicz : „System - Modelowanie - Sterowanie", PTC Łódź 1979r.

[19] P. Sienkiewicz : „Metody i kryteria oceny efektywności informatycznych systemów kierowania" , Rynia 1980r.

$K_0(\tau)$ – wartość nakładów związanych z projektowaniem i wdrażaniem ZtSD w okresie τ,

$K_g(t)$ - wartość nakładów poniesionych na utrzymanie ZtSD w gotowości operacyjnej i technicznej w okresie $t > \tau$,

$K_r(t)$ - wartość kosztów związanych z realizacją zadań informacyjnych w ZtSD w okresie *t*.

Załóżmy, że znane są odpowiednie charakterystyki „tradycyjnego" systemu kierowania: $E_0(t)$, $V_0(t)$, $\varphi_{ot}(K)$. Dokonując zatem oceny efektywności ZtSD możemy posłużyć się następującymi wskaźnikami:

$$\varepsilon(t) = \frac{E(t)}{E_0(t)} = \varepsilon_v(t) \cdot \varepsilon_k(t) \qquad (3.100)$$

gdzie:

$$\varepsilon_v(t) = \frac{1 + \varepsilon\, e^{-V_0(t)}}{1 + \varepsilon\, e^{-V(t)}}, \quad \varepsilon_k(t) = e^{-\left[\varphi_t(K) - \varphi_{ot}(K)\right]}$$

Wtedy:

$$\varepsilon(t) \begin{cases} > 1, \textit{ to ocena pozytywna (aprobata)}, \\ \leq 1, \textit{ to ocena negatywna (dezaprobata)}. \end{cases}$$

Ogólnie powiemy, że ZtSD może być oceniany:

- według oceny rzeczywistych rezultatów działania, które jednoznacznie można określić (ocena ex post);
- według oceny oczekiwanych rezultatów działania (ocena ex ante);
- według oceny zainspirowanych przez ZtSD przedsięwzięć;
- według tzw. „odchyleń-wyjątków" czyli wielkości różnicy pomiędzy efektami uzyskanymi, a efektami planowanymi.

Wśród metod oceny efektywności ZtSD wyróżnia się takie jak:

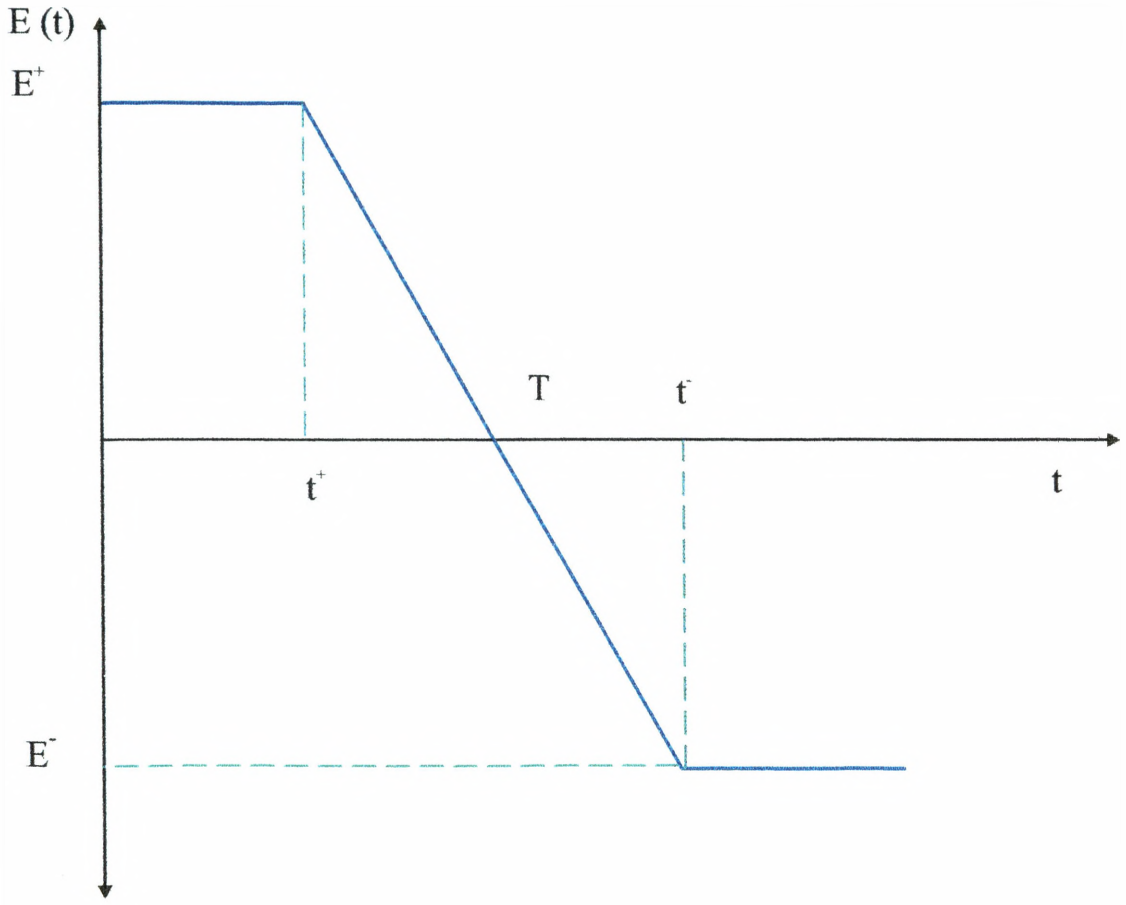
- metoda analizy stanów systemu polegająca na badaniu wielkości efektów uzyskanych w wyróżnionych stanach funkcjonalnych systemu (np. metoda zintegrowanej sekwencji stanów funkcjonalnych);

- metoda bezpośredniego pomiaru efektów i nakładów w ustalonej chwili (okresie czasu);
- metoda ciągłej obserwacji i pomiarów efektów i nakładów związanych z funkcjonowaniem systemu w określonym (dostatecznie długim) okresie czasu;
- metody prognostyczne pozwalające na formułowanie tzw. ocen ex ante.

Taktyczna efektywność ZtSD zależy ponadto od czynników różnego charakteru: czynników psychologicznych i społecznych związanych z uczestnikami procesu kierowania (dowodzenia), charakteru strategii wdrażania ZtSD, nowoczesności rozwiązań projektowych („przyjazności" systemu człowiekowi) oraz od rozwoju inżynierii systemów informatycznych.

Przedstawienie wybranych zagadnień teorii efektywności systemów dowodzenia, traktowanej jako część składowa współczesnej teorii dowodzenia, pozwala na sformułowanie pewnych ogólnych wniosków:

- efektywność jest podstawową cechą współczesnych systemów dowodzenia;
- efektywność systemów dowodzenia jest obok efektywności systemów rażenia, przenoszenia, zabezpieczenia itp., zasadniczą determinantą efektywności działań bojowych (walki, operacji);
- współczesne pole walki wymaga systemowych, a więc całościowych i syntetycznych badań naukowych angażujących wszystkie nowoczesne metody i techniki analizy, oceny i syntezy;
- procesy dowodzenia wymagają wszechstronnych, interdyscyplinarnych badań naukowych, zaś wśród metod badawczych na szczególną uwagę zasługuje metoda analizy systemowej;
- efektywność systemów dowodzenia jest cechą wieloaspektową, gdyż można mówić o efektywności operacyjno-taktycznej, technicznej, ekonomicznej, informacyjnej itp.;
- analiza i ocena efektywności systemu dowodzenia powinna opierać się na wynikach badań istotnych zjawisk przeszłych i przyszłych charakteryzujących działania bojowe (walkę, operację);
- współczesne systemy dowodzenia wymagają stosowania wielokryterialnych ocen efektywności;



Rys. 3.8. Przykład funkcji oceny efektywności systemu

- rezultat wykonania zadania bojowego stanowi zasadniczy wyraz efektywności działań bojowych, a więc i efektywności systemów dowodzenia (im rezultat pomyślniejszy, tym wyższa jest efektywność użycia sił i środków, a także funkcjonowania systemu dowodzenia);
- w analizie oceny efektywności systemów dowodzenia powinny być uwzględnione takie charakterystyki jak: czas wykorzystany na organizację działań bojowych i czas zużyty na rozgromienie przeciwnika, stosunek sił i straty stron walczących, tempo działań, ugrupowanie itp. (im większa jest początkowo przewaga, tym mniejsze są straty własne i czas zużyty na wykonanie zadania oraz większe tempo natarcia);
- w warunkach użycia broni jądrowej konieczna jest analiza możliwości systemu dowodzenia w zakresie wykonania uprzedzających uderzeń jądrowych jako jednego z czynników oceny efektywności;

- jedną z podstawowych determinant efektywności dowodzenia na współczesnym polu walki jest efektywność wykorzystania systemów informacyjnych (w szczególności ZtSD);
- analiza i ocena efektywności systemów dowodzenia powinna być przedmiotem modelowania matematycznego i komputerowych gier wojennych, a także tradycyjnych badań empirycznych;
- doskonalenie metod, kryteriów i wskaźników oceny efektywności systemów dowodzenia, powinno być jednym z istotnych problemów naukowych nowoczesnej teorii dowodzenia.

3.2.2. Wpływ zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności na efektywność dowodzenia

Kryterium efektywności powinno odzwierciedlać przede wszystkim następujące właściwości systemu dowodzenia:

- w jakim stopniu zapewnia on wykonanie zadań bojowych;
- jak szybko przebiega informacja między jego elementami;
- w jakim stopniu jest on odporny na działanie przeciwnika i otoczenia;
- jaką ma wrażliwość adaptacji w gwałtownie zmieniającej się sytuacji;
- jaka podstawowa baza materialna zapewnia osiągnięcie efektywności dowodzenia.

Kryterium efektywności powinno dawać jednoznaczną ocenę jakości dowodzenia wojskami i charakteryzować wszystkie właściwości badanego systemu. Aby ocena była jednoznaczna, należy znaleźć taką funkcję, która analitycznie łączyłaby cały zbiór kryteriów cząstkowych. Wskutek złożoności procesów dowodzenia wojskami, nie udało się dotychczas wyrazić oceny efektywności za pomocą jednego jakiegokolwiek wspólnego kryterium, na podstawie którego można byłoby ocenić dane warianty systemu, porównać je ze sobą i wybrać najlepszy. Obecnie proponuje się sposoby znalezienia wspólnego kryterium efektywności na podstawie kryteriów cząstkowych, które są w zasadzie odmianą dwóch metod: dominacji i addytywnego wyważania. Istota metody dominacji polega na tym, że efektywność systemu dowodzenia ocenia się na podstawie jednego głównego kryterium. Wszystkie pozostałe kryteria w tym

przypadku są wyrażone w głównym, lub w ogóle się ich nie uwzględnia. Proponuje się, aby kryterium głównym oceny efektywności była operatywność wyrażona za pomocą czasu cyklu dowodzenia. Problem polega na znalezieniu analitycznych związków głównego kryterium efektywności z innymi wskaźnikami. Jest to zadanie bardzo skomplikowane i nie zawsze w pełni możliwe. Istnieje więc potrzeba określenia pozostałych wskaźników cząstkowych metodą addytywnego wyrażania i przejściu od kilku kryteriów cząstkowych do jednego wspólnego kryterium, a następnie określenia globalnego wskaźnika efektywności. Kryterium cząstkowe x_i wybiera się tak, aby każde z nich najpełniej charakteryzowało określoną właściwość (cechę) konkretnego systemu dowodzenia, a ich ogół pozwalał w pełni ocenić jakość kryterium efektywności - obok podstawowego tj. operatywności - gotowość bojową, żywotność, niezawodność, skrytość, elastyczność, mobilność systemu itp.

Na podstawie każdego kryterium cząstkowego ustala się skalę ocen, określa funkcję wagową, stanowiącą względną ważność każdego kryterium cząstkowego. Wspólne kryterium jest sumą iloczynów kryteriów cząstkowych i odpowiadających im współczynników wagowych.

$$Q = \sum_{i=1}^{n} x_i c_i \qquad (3.101)$$

gdzie: x_i - wartość kryterium cząstkowego w wielkościach względnych;

c_i - współczynnik wagowy i-tego kryterium;

n - liczba kryteriów cząstkowych.

Jednym z podstawowych założeń tej metody jest warunek niezależności kryteriów cząstkowych.

3.2.3. Wymagania stawiane zautomatyzowanym systemom dowodzenia i łączności

Istotę dowodzenia stanowią procesy informacyjno-decyzyjne funkcjonujące we wszystkich podsystemach sterujących danych szczebli organizacyjnych wojsk. Najistotniejszym z punktu widzenia jakości podejmowanych decyzji - elementem procesów informacyjno-decyzyjnych w systemie dowodzenia (tradycyjnym

i zautomatyzowanym) jest obraz procesu roboczego (walki). Obraz informacyjny procesu roboczego powinien być możliwie pełnym odbiciem procesu roboczego i zawierać dokładne i aktualne informacje o jego stanie. System dowodzenia uzależniony jest głównie od struktury organizacyjnej ZT, realizowanych przez nią zadań bojowych oraz wyposażenia w techniczne środki (ZtSD, łączności) stanowiące materialną bazę systemu dowodzenia.

Zautomatyzowanym systemem dowodzenia (kierowania środkami walki) określa się system dowodzenia wojskami (kierowania środkami walki) funkcjonujący w oparciu o urządzenia techniczne, zapewniające zautomatyzowane zbieranie, przetwarzanie i wydawanie (przesyłanie) informacji niezbędnej w dowodzeniu wojskami.

Warunki współczesnego pola walki wymagają, aby każdy system dowodzenia charakteryzowały następujące cechy:

- stała gotowość;
- wysoka operatywność;
- wysoka jakość;
- trwałość systemu;
- elastyczność i mobilność;
- duża skrytość systemu.

Trwałość systemu dowodzenia jest funkcją wielu czynników i można zdefiniować ją jako zdolność systemu dowodzenia do wypełnienia podstawowych funkcji procesu dowodzenia w sposób efektywny w warunkach wszelkich niesprawności podsystemów w nim funkcjonujących oraz oddziaływania bezpośrednio przeciwnika i otoczenia.

ZtSD i łączności musi nie tyko spełniać wymagania narzucone mu przez system dowodzenia, lecz je nawet wyprzedzać stosując coraz nowocześniejsze rozwiązania techniczne. Efektywność systemu dowodzenia jest zdeterminowana w dużym stopniu możliwościami systemu łączności, a w przypadku systemów dowodzenia zautomatyzowanych - również możliwościami środków przetwarzania danych i automatyzacji.

3.2.4. Wskaźniki oceny efektywności systemu łączności i ZtSD

Efektywność systemu dowodzenia uwarunkowana jest czynnikami obiektywnymi (warunkami technicznymi i organizacyjnymi) oraz subiektywnymi (umiejętności, zdolności i postawy ludzi). Warunki subiektywne stanowią o pewnej nieokreśloności efektywności systemu dowodzenia i łączności. O efektywności systemu dowodzenia w znacznym stopniu decyduje czynnik ludzki, jednak z uwagi na niemożność kwantyfikowania tego czynnika (liczbowej oceny wartości czynnika), należy dokonać uproszczeń, pomijających ten element. Przy porównywaniu efektywności systemów dowodzenia tradycyjnych i zautomatyzowanych, można przyjąć założenie, iż wpływ tego czynnika jest identyczny w obu przypadkach, a rozważyć tylko wpływ czynników obiektywnych, możliwych do wyrażenia i określenia w postaci wymiernej.

Efektywność systemu dowodzenia jest więc funkcją wymienionych wcześniej czynników determinujących jego sprawne działanie tzn. funkcją systemu łączności, ZtSD oraz czynników organizacyjnych.

$$E_{sys.dow.} = f_E\,(SŁ, ZtSD, O) \qquad (3.102)$$

Jest to zależność bezpośrednia, decydująca wprost o efektywności systemu dowodzenia.

Aby dokonać analizy i oceny efektywności zautomatyzowanego systemu dowodzenia w zależności od przyjętego systemu łączności, środków automatyzacji i przetwarzania informacji należy rozpatrywać te wskaźniki efektywności systemu łączności, które zaspakajają potrzeby dowodzenia, a mianowicie trwałość systemu łączności, operatywność łączności, skrytość systemu łączności i jakość przekazywanych informacji. Parametry te decydują wprost o wartości czynników - determinantów efektywności systemu dowodzenia.

Efektywność dowodzenia ocenia się na podstawie kryterium zasadniczego, odnoszącego się do najistotniejszego czynnika procesu dowodzenia. Jako kryterium główne proponuje się wybrać operatywność wyrażoną czasem cyklu dowodzenia z jednoczesnym określeniem jego związków z pozostałymi elementami systemu. Pozostałe kryteria warunkujące efektywność systemu dowodzenia, będące wskaźnikami efektywności systemu łączności będą wskaźnikami cząstkowymi. Aby ocenić

efektywność zautomatyzowanego systemu dowodzenia w porównaniu z efektywnością systemu tradycyjnego proponuje się następujące zależności:

$$E_{op} = \frac{T_{cdt} - T_{cdz}}{T_{cdt}} \cdot 100\% \qquad (3.\ 103)$$

gdzie: E_{op} - efektywność systemu dowodzenia z punktu widzenia operatywności dowodzenia;

T_{cdt} , T_{cdz} - czas cyklów dowodzenia w systemie tradycyjnym i zautomatyzowanym.

W przypadku gdy $E_{op} > 0$, to wskaźnik ten obrazuje procentowy wzrost efektywności dowodzenia. Operatywność dowodzenia pozostaje w ścisłym związku z operatywnością łączności i szybkością przetwarzania informacji przy pomocy ZtSD.

3.2.5. Analiza operatywności dowodzenia jako głównego wskaźnika efektywności dowodzenia

Wysoka operatywność dowodzenia jest podyktowana wyjątkową dynamicznością i intensywnością działań, w związku z czym dowódca ma coraz mniej czasu na powzięcie decyzji. Dlatego też walka o czas ma obecnie największe znaczenie w podejmowaniu decyzji i organizowaniu zadań.

W celu dokonania pełniejszej analizy operatywności dowodzenia niezbędne jest wprowadzenie pojęcia czasu krytycznego T_K . Czas krytyczny T_K jest to okres, po upływie którego dana informacja dezaktualizuje się. Jeżeli przy tym T_{cd} oznacza czas zużywany na cykl dowodzenia, a T_{dz} czas potrzebny wojskom na wykonanie rozkazu, to warunek operatywności dowodzenia przyjmuje postać:

$$T_{cd} + T_{dz} < T_K \qquad (3.\ 104)$$

Wynika stąd, że im krótszy jest czas zużywany na cykl dowodzenia, tym dłuższy jest czas pozostawiony do dyspozycji wojsk, a więc dowodzenie jest operatywniejsze.

Z oceny dotychczasowego stanu realizacji zadań dowodzenia wynika, że w tradycyjnym systemie organy dowodzenia zużywają około 60% czasu na zbieranie, analizę i opracowywanie informacji, 10 - 20% czasu na organizację operacji (walki) oraz

10 - 20% czasu na przekazywanie zadań bojowych. Wykorzystanie zautomatyzowanych systemów dowodzenia na wszystkich szczeblach dowodzenia pozwala zmienić powyższe proporcje czasowe, a jednocześnie wpływa na polepszenie jakości decyzji i skrócenie czasu realizacji cyklu dowodzenia.

Celowe jest rozpatrzenie operacyjno-taktycznej i technicznej efektywności dowodzenia wojskami w przypadku tradycyjnego systemu dowodzenia i zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Przez efektywność operacyjno-taktyczną należy rozumieć całokształt cech charakteryzujących, określających w sensie ilościowym zdolność systemu dowodzenia do terminowego i odpowiedniego pod względem jakości rozwiązywania zadań. Określić efektywność operacyjno-taktyczną systemu dowodzenia w czasie prowadzenia walki, tzn. uzyskać odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu system odpowiada wymogom operacyjno-taktycznym w realnych warunkach sytuacji bojowej, przy określonych charakterystykach technicznych podstawowych urządzeń.

Przez efektywność techniczną systemu dowodzenia należy rozumieć ogół wskaźników odzwierciedlających pod względem ilościowym i jakościowym techniczną stronę systemu.

Efektywność opreacyjno-taktyczna znajduje się w prostej zależności od jakości technicznych środków dowodzenia, a w szczególności od urządzeń zbierania, przetwarzania, zobrazowania i przekazywania informacji w tym obliczeń operacyjno-taktycznych. Dlatego też przy ocenie efektywności operacyjno-taktycznej wymagana jest ocena efektywności technicznej, tj. efektywności systemu łączności i ZtSD.

Jednym z głównych kryteriów efektywności systemu dowodzenia jest operatywność procesu dowodzenia realizowanego w danym systemie, mierzona szybkością działania (reakcji) systemu dowodzenia w czasie organizacji walki i w toku walki. Miarą operatywności jest czas pełnego cyklu dowodzenia, czyli czas reakcji systemu dowodzenia. Czas reakcji systemu jest sumą czasów potrzebnych na zbieranie T_z, przetwarzanie T_p, wydawanie T_w informacji, niezbędnych podczas dowodzenia wojskami, a także czas na podjęcie decyzji T_{pd} oraz czas na postawienie zadań bojowych i doprowadzenie ich do wykonawców T_{pz}.

$$T_{cd} = T_z + T_p + T_w + T_{pd} + T_{pz} \qquad (3.105)$$

Intensywność przebiegu procesu dowodzenia V_d w danym systemie można określić zależnością:

$V_d = \frac{1}{T_{cd}}$ - przy ustalonych jednostkach czasu.

Operatywność systemu dowodzenia jest funkcją poszczególnych czasów, lecz nie jest to funkcja prosta, a w pewnym stopniu uwikłana, gdyż czasy te zależą od potencjału intelektualnego i możliwości twórczych dowódców, od możliwości technicznych środków dowodzenia tj. systemu przetwarzania informacji i powielania dokumentów, systemu obiegu informacji, możliwości technicznych środków łączności (szybkość uzyskiwania połączeń i przekazywania informacji) oraz czasu utajniania wiadomości.

Zastosowanie w systemie dowodzenia na wszystkich jego szczeblach automatyzacji systemu łączności i ZtSD pozwala na zwiększenie operatywności, a tym samym efektywności dowodzenia. Dowodem na to mogą być wyniki badań przeprowadzonych podczas ćwiczeń z wojskami na poligonie[20] i podczas ćwiczeń dowódczo-sztabowych ZT z użyciem ZtSD. Z analizy wskaźników czasowych i ilościowych wynika, że zastosowanie automatyzacji środków łączności i ZtSD w systemie dowodzenia ZT pozwoliło istotnie podwyższyć operatywność dowodzenia (a tym samym jego efektywność) oddziałami i pododdziałami oraz skrócić czas realizacji podstawowych procesów dowodzenia w porównaniu z dotychczas stosowanym tradycyjnym systemem dowodzenia. Uogólniając można stwierdzić, że skrócenie to nastąpiło w następującym stosunku:

- w przekazywaniu komend i sygnałów - 2 - 9 razy;
- przy zbiorze danych o sytuacji - 1,5 - 4 razy;
- przy przeprowadzaniu obliczeń operacyjno-taktycznych - 2,5 - 15 razy;
- przy przekazywaniu zarządzeń bojowych - 2 - 3 razy;
- przy analizie sytuacji, podjęciu decyzji i postawieniu zadań - 2 - 3 razy;
- przy przekazywaniu sygnałów wezwania lotnictwa - 5 - 10 razy.

[20] Praca pod kier. prof. P. Sienkiewicza, Wpływ systemu informatycznego na efektywność dowodzenia, ASG 1986r.

Zakładając, że średni czas cyklu dowodzenia (na określonym szczeblu dowodzenia) w systemie niezautomatyzowanym (tradycyjnym) jest T_{cdt}, a w systemie zautomatyzowanym T_{cdz}, to możemy ocenić wzrost efektywności dowodzenia według wcześniej przedstawionej zależności:

$$E_{op} = \frac{T_{cdt} - T_{cdz}}{T_{cdt}} \qquad (3.106)$$

W tym przypadku należy rozpatrzyć dwa warunki:

1. Jeżeli $E_{op} > 0$, to efektywność wzrosła.

2. Jeżeli $E_{op} \leq 0$, to efektywność zmalała lub pozostała bez zmian.

Wskaźnik ten jest właściwy przy porównaniu różnych systemów dowodzenia. Brany jest tutaj pod uwagę tylko cząstkowy wskaźnik efektywności wynikający z kryterium operatywności. Wskaźnik ten obejmuje globalnie cały szereg czynników i jest możliwy do wyznaczenia w sposób empiryczny na podstawie doświadczeń z zastosowaniem obu rodzajów systemów dowodzenia. Stopień operatywności dowodzenia należy we współczesnych warunkach uważać za jeden z zasadniczych wskaźników funkcjonowania systemu dowodzenia i przyjmuje się, że bezsprzecznie jest on głównym i decydującym kryterium efektywności dowodzenia.

Zautomatyzowane systemy dowodzenia nie zmieniają procesu dowodzenia tylko jego metodykę i dokumentację. Kompleksowa automatyzacja dowodzenia wojskami jest jednym z etapów automatyzacji w ogóle, w którym wykorzystuje się uniwersalne algorytmy i programy. Rola człowieka w systemach zautomatyzowanych jest nadal dominująca i tylko poprzez maksymalne wykorzystanie tej techniki praca człowieka będzie coraz efektywniejsza. Wynika to z faktu, że człowiek stale kontratakuje technikę, nasyca ją różnorodnymi danymi (informacjami) i sam decyduje o wyborze, jego zdaniem, optymalnego wariant decyzji.

3.3. Zakres funkcjonalny automatyzacji

Zakres funkcjonalny automatyzacji był ukierunkowany na skracanie cyklu obiegu informacji w procesie dowodzenia. Z mniejszą lub większą konsekwencją dążono

do objęcia automatyzacją kolejno tych funkcji, które stanowiły wąskie gardła systemu jako całości:

- transmisję danych między szczeblami dowodzenia;
- działalność informacyjną w ramach SD (do 60% czasu[21]);
- działalność organizacyjno-kontrolną (do 20% czasu);
- działalność analityczno-koncepcyjną (do 20%, z czego do 60% wykonywanie dokumentów bojowych).

W praktyce szybko okazało się iż zadania automatyzacji są jednoznaczne tylko w przypadku pkt.1 (transmisji danych). Automatyzacja dowodzenia bez odpowiednio niezawodnej, wysokowydajnej polowej sieci transmisji danych jest oczywistym nonsensem z punktu widzenia potrzeb wojennych.

Pozostałe trzy obszary działalności sztabów wymagają „przetłumaczenia" na język odpowiednio szczegółowego modelu informatycznego: konkretnych procedur i dokumentów. Jak dotąd wybór funkcji do automatyzacji w poszczególnych przedsięwzięciach odbywa się według innych kryteriów. Toteż różne aspekty automatyzacji omówione zostaną w układzie technologicznym wyróżniając podsystemy:

1. Zasileniowy.
2. Ewidencyjno-informacyjny.
3. Decyzyjno-planistyczny.
4. Wymiany informacji.

Podsystem zasileniowy

Zasadnicze problemy wynikają z „doktrynalnej" konieczności (C^3 I) zapewnienia ciągłego dopływu i obróbki bieżącej informacji o sytuacji powietrznej i naziemnej.

Rysuje się również pewna modyfikacja modelu C^3 I dla stanowisk dowodzenia wyższych szczebli - C^3 I / EW (C^3 I + elektronic war). W modelu tym przewiduje się pełną integrację wszelkich zautomatyzowanych podsystemów rozpoznawczych ze stanowiskami dowodzenia odpowiednich szczebli, tak aby dowódca każdego szczebla mógł być zabezpieczony w informację niezbędną do właściwego podjęcia decyzji. Po-

[21] Piotrowski S. : Organizacja i funkcjonowanie znowelizowanego systemu dowodzenia wojskami armii oraz kierunki jego doskonalenia. ASG, Zeszyt Naukowy nr 018/52.

nadto przewiduje się integrację podsystemów rozpoznania radioelektronicznego z systemem kierowania środkami WRE.

Podsystemy ewidencyjno-informacyjne

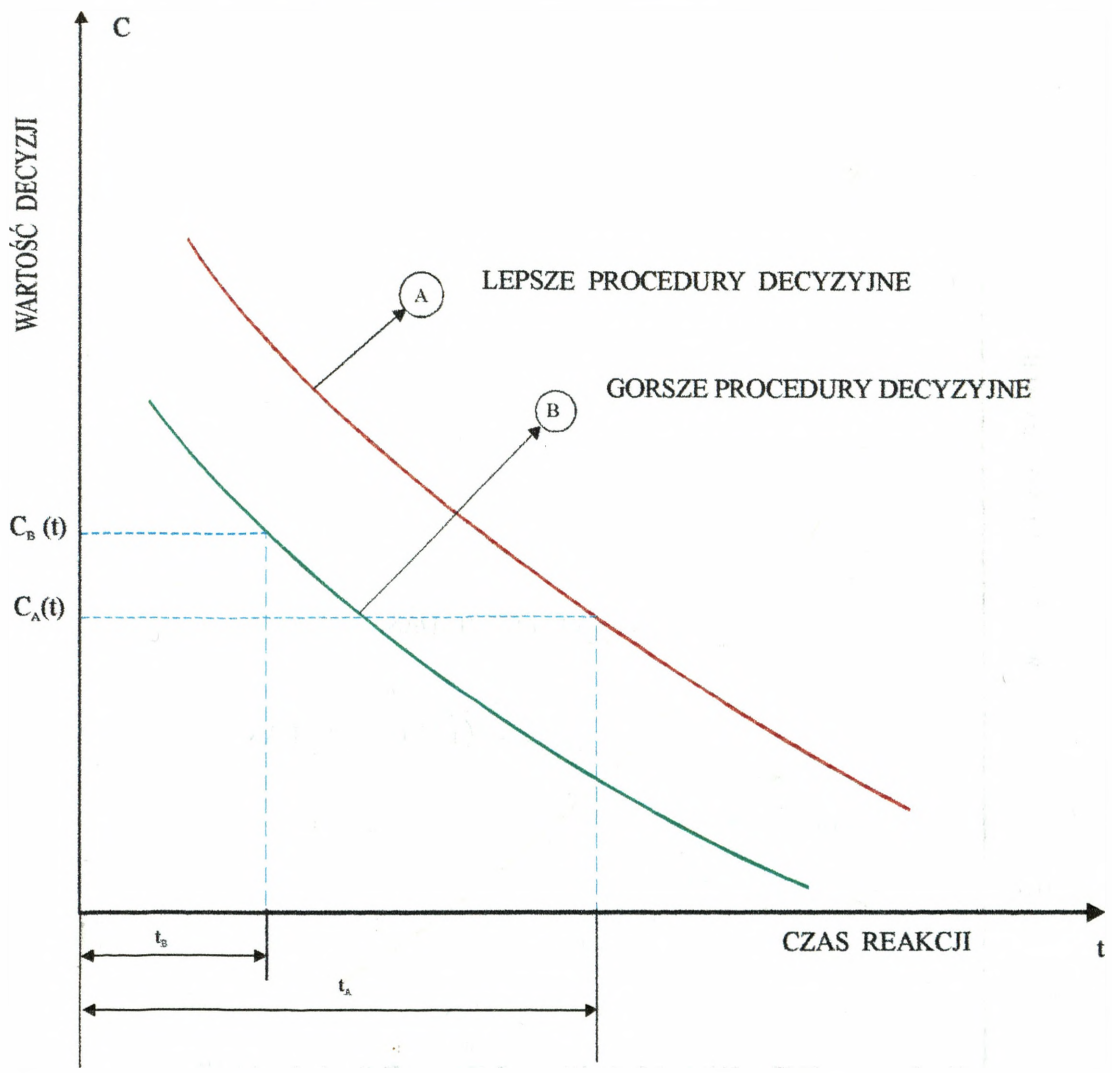
Scentralizowane bazy danych stosowane dotąd na stanowiskach dowodzenia nie sprawdziły się ze względu na konieczność wyboru między ilością, a szczegółowością informacji z czasem dostępu, a także z powodu dużej wrażliwości systemu na awarie lub destrukcję. Aktualne tendencje zmierzają do przeniesienia wyżej wspomnianego kompromisu na inny poziom poprzez zastosowanie baz danych specjalistycznie rozproszonych (zdecentralizowanych) w komórkach funkcjonalnych (SD).

Podsystemy wspomagania procesów decyzyjnych i planowania

Na obecnym etapie rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia najmniejsze wsparcie otrzymuje dowódca, najlepsze - zespoły zajmujące się planowaniem. Z teoretycznego punktu widzenia wydajność obliczeniowa współczesnych komputerów i ich możliwości pamięciowe pozwalają na osiągnięcie nowej jakości procesów decyzyjnych poprzez wykorzystanie matematycznych metod analizy informacji (np. danych z rozpoznania radiolokacyjnego), analitycznych i heurystycznych procedur optymalistycznych, modeli matematycznych i symulacyjnych itp. Jak wynika z doświadczeń, nie tylko projektanci ale i użytkownicy mniej lub bardziej zautomatyzowanych systemów dowodzenia skłonni są do traktowania automatyzacji procesów decyzyjnych jako celu samego w sobie, ignorując zarówno cele systemu jak i przesłanki automatyzacji. Jest to jeden z podstawowych, chociaż często spotykanych błędów metodologicznych, prowadzący nieuchronnie do fiaska całego przedsięwzięcia. Z drugiej jednak strony taka sytuacja jest zrozumiała: wobec braku jednoznacznie zdefiniowanych celów i kryteriów projektowych poszukuje się celów i kryteriów zastępczych. Teoretycznie, rolę zobiektywizowanego kryterium projektowanego dla automatyzacji procesów decyzyjnych może pełnić wartość decyzji. Wartość decyzji nie jest wprawdzie kategorią informatyczną, ale stanowi ostateczne kryterium efektywności rozwiązań informatycznych w zautomatyzowanych systemach decyzyjnych. Bez względu na to, w jakich jednostkach zostanie wyrażona, wartość decyzji będzie zawsze nierosnącą (zwykle malejącą) funkcją czasu reakcji systemu decyzyjnego na

jakości danych i procedur decyzyjnych[22]. Na jakość danych składają się takie czynniki jak dokładność, szczegółowość, adekwatność, zestarzenie (stopień dezaktualizacji) itp. Jakość procedur decyzyjnych jest funkcją takich czynników jak dokładność algorytmów obliczeniowych, pewność oszacowań prognostycznych, adekwatność modeli analitycznych i symulacyjnych, adekwatność problemów optymalizacyjnych itp.

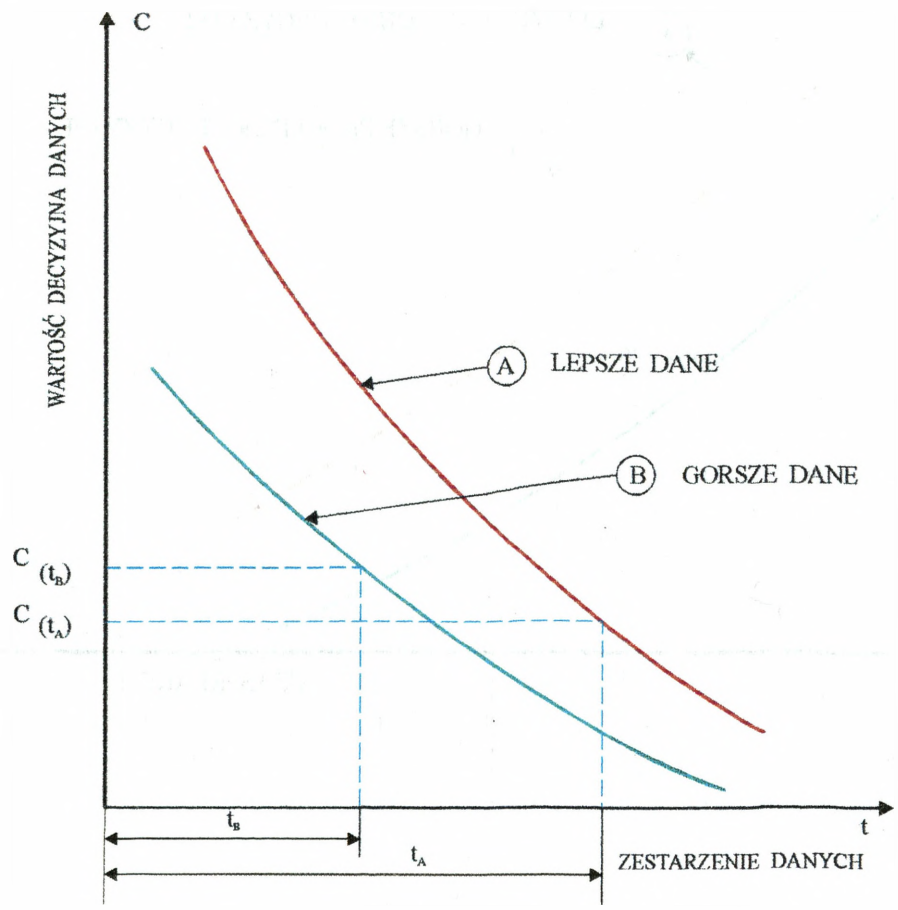
Jedną z podstawowych przyczyn trudności we właściwym definiowaniu zakresu i formy automatyzacji procesów decyzyjnych jest to, że jakość procedur decyzyjnych, jakość danych i czas reakcji systemu nie są wzajemnie niezależne.



Rys. 3.9. Ogólny charakter zależności między wartością decyzji a jakością procedur decyzyjnych i czasem reakcji

[22] Pod pojęciem procedury decyzyjnej rozumiemy tu algorytm określający postępowanie prowadzące do podjęcia decyzji, łącznie z wykorzystywanym do tego celu aparatem matematycznym.

„Lepsze" (formalnie) procedury decyzyjne wymagają z reguły „lepszych" danych, a jednocześnie są bardziej pracochłonne z punktu widzenia zużycia mocy obliczeniowej, co może z kolei doprowadzić do dłuższych czasów reakcji systemu. Hipotetyczną zależność wartości decyzji od jakości procedur decyzyjnych i czasów reakcji pokazano na rysunku 3.9. Zauważmy, że „lepsza" procedura decyzyjna może wyprodukować decyzję o mniejszej wartości niż procedura „gorsza", ale posiadająca krótszy czas przebiegu. Analogiczne funkcje wartości można, przynajmniej teoretycznie podporządkować danym stanowiącym faktograficzną bazę procesu decyzyjnego. Ogólny charakter zależności między wartością decyzyjną danych, a ich jakością i zestarzeniem przedstawiony został na rysunku 3.10. Również w tym przypadku dane formalnie „lepsze" mogą mieć mniejszą wartość decyzyjną niż dane „gorsze", ale dostępne z mniejszym opóźnieniem.

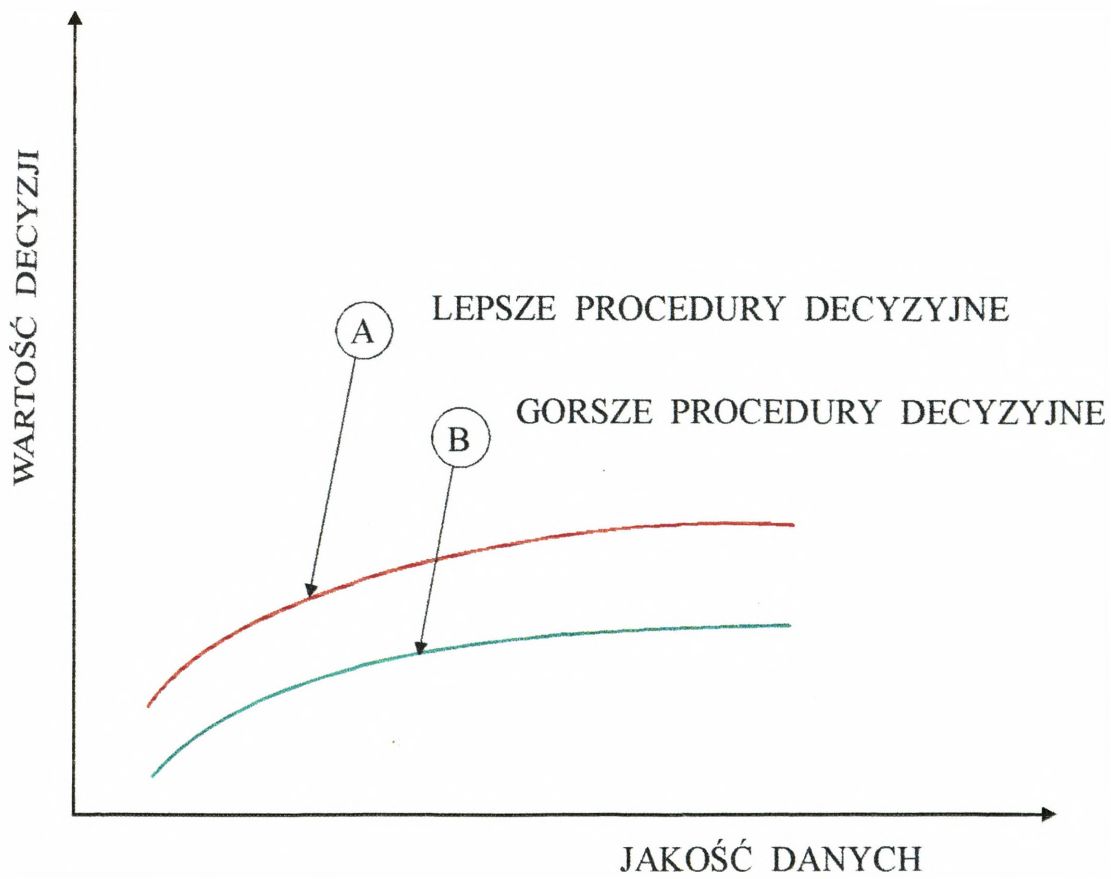


Rys. 3.10. Ogólny charakter zależności między wartością decyzyjną danych, a ich jakością i zestarzeniem

Zarówno funkcje wartości procedur decyzyjnych jak i danych wiążą się z konkretnymi sytuacjami decyzyjnymi (klasami problemów decyzyjnych).

Teoretycznie, sytuacje decyzyjne o dużym gradiencie odpowiadających im funkcji wartości wymagają nadążnych systemów kierowania, tj. takich, których czas reakcji jest pomijalny w stosunku do dynamiki procesów kierowanych. W praktyce nie można jednak wykluczyć sytuacji, gdy ze względu na długie czasy reakcji systemów zautomatyzowanych oraz małą pewność i szczegółowość danych faktograficznych najbardziej wartościowe są decyzje podejmowane w oparciu o rutynę zawodową i intuicję. Taką możliwość „obejścia" zautomatyzowanych procedur decyzyjnych powinien zapewniać każdy zautomatyzowany system dowodzenia.

Dla kompletności rozważań, na rysunku 3.11. pokazano hipotetyczną zależność między jakością procedur decyzyjnych i jakością danych faktograficznych, a wartością decyzji.



Rys. 3.11. Zależność między wartością decyzji, a jakością procedur decyzyjnych i jakości danych

Jest to graficzna ilustracja powszechnie znanej prawdy, że wpływ jakości danych na wartość decyzji jest ograniczony „od góry" jakością procedur decyzyjnych. Zbyt „dobre" dane (np. zbyt szczegółowe) w stosunku do możliwości danej procedury decyzyjnej nie tylko nie polepszą wartości decyzji, ale mogą ją obniżyć na skutek efektu odpowiadającego wzrostowi entropii informacyjnej lub wydłużenia czasu związanego z identyfikacją i selekcją danych istotnych. Omówione charakterystyki w mniej lub bardziej sformalizowanej formie stanowią praktycznie jedną podstawę obiektywizacji rozwiązań projektowych w zakresie informatycznego zabezpieczenia procesów decyzyjnych. Nie dysponując nimi, projektant systemu informatycznego jest zdany na intuicję i domysły, w wyniku czego projekt będzie zawsze obciążony znacznym ryzykiem nieadekwatności użytkowej. Kolejnym czynnikiem warunkującym skuteczność automatyzacji procesów decyzyjnych jest podział zadań między organa projektowo-produkcyjne informatyki, a zaplecze badawczo-rozwojowe użytkownika. Problematyka bazy algorytmicznej (zabezpieczenia matematycznego) procesów decyzyjnych (modele analityczne i symulacyjne, metody optymalizacji, algorytmy obliczeń taktyczno-operacyjnych) jak również technologiczna koncepcja pracy dowódców i sztabów znajduje się poza obszarem merytorycznych kompetencji inżynierii systemów informatycznych. Powyższe koncepcje muszą być przygotowane przez zaplecze badawczo-rozwojowe wojska, funkcjonujące w obszarze taktyki i sztuki operacyjnej i reprezentujące użytkownika wobec organów projektowo-produkcyjnych informatyki.

Kolejna grupa uwarunkowań zakresu informatyzacji procesów decyzyjnych wiąże się z ogólną strategią automatyzacji dowodzenia (kierowania środkami walki). Dotychczasowe doświadczenie wykazuje, że systemy o tej skali złożoności nie mogą być traktowane jako spektakularne, jednorazowe przedsięwzięcie projektowo-produkcyjne. Muszą być planowane jako systemy rozwijające się w sposób ewolucyjny, generacjami, w miarę możliwości organizacyjno-technicznych i ekonomicznych, pojawiania się nowych metod i technik rozwiązywania problemów decyzyjnych, nowych generacji sprzętu i nowych potrzeb dowódców i sztabów. Problemem strategicznym jest określenie przedmiotu i zakresu automatyzacji dla poszczególnych generacji i zapewnienie możliwości ewolucyjnego rozwoju bez naruszania struktur wprowadzonych w poprzednich generacjach.

W kategoriach inżynierii systemów informatycznych proces decyzyjny jest tylko jedną z faz cyklu dowodzenia obejmującego w najogólniejszym przypadku:

- fazę zasileniową;
- fazę ewidencyjną;
- fazę informacyjną;
- fazę decyzyjną;
- fazę planistyczną.

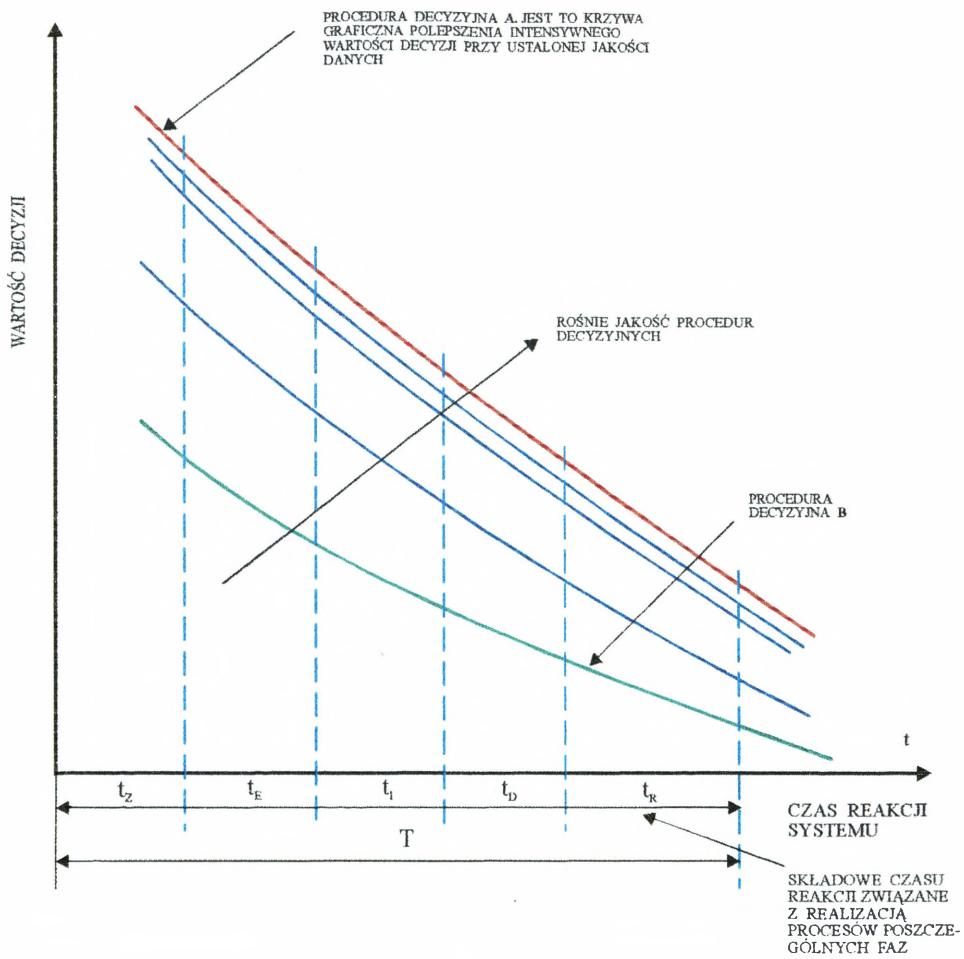
Sekwencje procesów z poszczególnych faz, zorganizowane zgodnie z ustaloną mniej lub bardziej sformalizowaną technologią są nazywane ogólnie procesami dowodzenia, a ich środowisko realizacyjne tworzy system dowodzenia. Posiada on strukturę hierarchiczną, której elementami są podsystemy (warstwy) wyodrębnione wg kryterium specyfiki funkcjonalnej i relacji podległości. Warunkiem koniecznym (chociaż niewystarczającym) efektywnego funkcjonowania każdej warstwy systemu jest efektywne funkcjonowanie warstw leżących niżej hierarchii. Zatem rola informatyki w procesach decyzyjnych leżących w najwyższej warstwie hierarchii jest w istotny sposób zdeterminowana możliwościami podsystemu zasileniowego, ewidencyjnego i informacyjnego, zasilającego procesy decyzyjne odpowiednimi danymi faktograficznymi W kategoriach informatycznych, jeżeli automatyzacja jest ukierunkowana na zwiększenie wartości decyzji przez skracanie czasu realizacji procesów z określonych warstw w wyniku nasycenia systemu środkami technicznymi, nazywamy ją ekstensywną[23]. Jeżeli automatyzacja jest ukierunkowana na zwiększenie wartości decyzji przez polepszenie jakości danych lub procedur decyzyjnych, mówimy o automatyzacji intensywnej.

Automatyzację exstensywną może informatyka zapewnić we własnym zakresie. Automatyzacja intensywna wymaga ścisłego współdziałania informatyki z zapleczem badawczo-rozwojowym użytkownika w dziedzinie algorytmizacji procedur decyzyjnych i wykorzystywanego w nich aparatu matematycznego. Teoretycznie najbardziej skuteczny zakres automatyzacji procesów kierowania w kolejnych generacjach rozwojowych systemu można oszacować ilościowo na podstawie charakterystyk wartości

[23] Ekstensywny - rozszerzający w sensie ilościowym (łac. extensivus).

decyzji w funkcji długości cyklu dowodzenia (czas obiegu informacji w procesie dowodzenia) oraz jakości procedur i danych decyzyjnych. Dla przykładu na rys. pokazano hipotetyczny wpływ intensywnej i ekstensywnej automatyzacji w obszarze procesów decyzyjnych. Analogiczne charakterystyki posiada wpływ jakości danych przy ustalonej jakości procedur decyzyjnych. Łatwo można zauważyć, że wpływ ekstensywnej automatyzacji procesów decyzyjnych na wartość decyzji jest tym większy, czym większą wartość posiada iloraz t_D / T.

Wpływ jakości procedur decyzyjnych na wartość decyzji przy ustalonej jakości danych przedstawiono na rysunku 3.12.



t_z - czas zbierania informacji,

t_e - czas realizacji funkcji ewidwncyjnych,

t_i - czas realizacji funkcji informacyjnych,

t_D - czas realizacji funkcji decyzyjnych,

t_R - czas dystrybucji dokumentów bojowych.

Rys. 3.12. Wpływ jakości procedur decyzyjnych na wartość decyzji przy ustalonej jakości danych

W przypadku procedury decyzyjnej B maksymalny możliwy przyrost wartości decyzji wynosi wówczas $C_B\ (T - t_D) - C_B\ (T)$. Obszarem najbardziej efektywnej automatyzacji ekstensywnej są procesy tej fazy dla której iloraz t_i / T ma wartość maksymalną. W przypadku łącznej automatyzacji ekstensywnej i intensywnej (skrócenie t_D do zera i przejście procedury decyzyjnej B na A) maksymalny możliwy przyrost wartości decyzji wyniesie $C_A\ (T - t_D) - C_B\ (T)$.

W oparciu o tego typu analizę można, przynajmniej teoretycznie, określić optymalny zakres automatyzacji dla kolejnych generacji systemu kierowania. W praktyce jednak problem ten przedstawia się znacznie prościej. Jak było już powiedziane, funkcjonowanie każdej warstwy jest uwarunkowane efektywnym funkcjonowaniem warstw leżących niżej w hierarchii. Jednocześnie z praktyki wiadomo, iż przy odpowiednim zaprojektowaniu systemu komunikacyjnego (nadmiar zdolności przepustowej), zarówno intensywną jak i ekstensywną automatyzację systemów leżących w górnych warstwach można rozwijać bez naruszenia struktury systemów leżących niżej. Zatem naturalną strategią rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia (kierowania środkami walki) jest strategia oddolna. Jej słuszność potwierdzają także analizy systemowe, których elementy przedstawiono poprzednio.

Bez względu na podejście do wyżej wymienionych problemów lata 90 - te charakteryzuje dalszy rozwój systemów dowodzenia polegający głównie na wspomaganiu dowódców w realizacji procesów decyzyjnych, a obejmuje następujące etapy:

1. Zobrazowanie sytuacji na SD za pośrednictwem środków wideo grafiki kolorowej (multimedia) oraz automatyczna realizacja pewnego standardowego zestawu zadań ocenowych Zobrazowanie szczegółowych danych tabelarycznych o wojskach własnych i przeciwnika.
2. Wymiana dokumentów i komunikatów między poszczególnymi SD za pośrednictwem telefaksów.
3. Możliwość bezpośredniego zobrazowania na SD sytuacji bojowej z zadanego obszaru.
4. Możliwość projektowania wariantowych decyzji połączonych z automatyczną oceną sytuacji, oszacowaniem realizowalności zamierzonego manewru, prognozę tempa natarcia i strat itp.

5. Możliwość symulacyjnego prognozowania rozwoju sytuacji bojowej implikowanej zadanym wariantem decyzji.
6. Optymalizacja decyzji z wykorzystaniem modeli analitycznych i symulacyjnych i systemów typu eksperckiego.

W zakresie wspomagania procesów planistycznych powinna następować zmiana w metodach kalkulacyjnych, wynikająca z jakościowego podejścia do wartości informacji. Teoretycy sztuki operacyjnej zwracają uwagę, iż nadmiernie precyzyjne i czasochłonne kalkulacje planistyczne nie mają sensu wobec znacznej niepewności danych źródłowych i niedeterministycznego charakteru zdarzeń na polu walki.

Podsystem wymiany informacji

Podsystem wymiany informacji można rozpatrywać na dwóch poziomach:

1. Współdziałania komórek funkcjonalnych w ramach stanowisk dowodzenia;
2. Współdziałania stanowisk dowodzenia różnych szczebli z podległymi systemami rozpoznania i (lub) kierowania środkami walki.

Zapewnienie współdziałania komórek funkcjonalnych w ramach stanowisk dowodzenia wymaga istnienia odpowiedniej „lokalnej" sieci transmisji danych pomiędzy komputerami stanowiącymi wyposażenie indywidualnych stanowisk pracy. Sieci te powinny charakteryzować się dużą odpornością na środki rozpoznania radioelektronicznego, przeciwdziałania WRE, efekty uboczne wybuchów jądrowych, a ponadto powinny zapewniać wysoką przepustowość, aby nie powodować przedłużenia cyklu obiegu informacji w procesie dowodzenia. Jest to szczególnie ważne w przypadku rozłożenia SD na dużym obszarze co ma miejsce np. w siłach powietrznych. Problem technicznej integracji stanowisk dowodzenia z systemami rozpoznania i kierowania środkami walki leży głównie w sferze polowych sieci łączności. Wiąże się z tym szereg problemów algorytmicznych, wynikających z istoty funkcjonowania systemów dowodzenia $C^3 I$ i rzutujących na technologię pracy punktów dowodzenia rodzajów wojsk i służb. System taki powinien funkcjonować jako hierarchiczny układ optymalnego wysterowania również w pionach rodzajów wojsk i służb. Rolę elementu sterującego spełniają w nim kolejne szczeble dowodzenia. Problem zasilania na bieżąco informacją o sterowanym procesie rozwiązuje nam integracja z systemami rozpoznania, to integracja z systemami kierowania środkami walki ma zamknąć obieg informacji w

pętlach sprzężenia zwrotnego i zapewnić doprowadzenie informacji decyzyjnych do niższych szczebli dowodzenia. Zgodnie z tym modelem, funkcje pośrednich szczebli dowodzenia mają polegać na wypracowaniu optymalnych decyzji sterujących realizacją zadanego celu w ramach zadanych ograniczeń.

Rozdział 4. Zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) SZ RP

Efektywność dowodzenia jest czynnikiem decydującym w walce, bitwie, operacji i wojnie. W okresie pokoju system dowodzenia jest podstawowym czynnikiem zapobiegającym uzyskaniu przez przeciwnika zaskoczenia, a zatem uniknięcia ewentualnych strat. Organizacja i dowodzenie jest więc istotnym elementem potencjału bojowego wojsk.

Zmiany zachodzące we wszystkich dziedzinach nauki i techniki wojskowej powodują coraz szybsze, masowe wprowadzanie do wyposażenia wojsk nowego sprzętu technicznego i uzbrojenia o większej sile, skuteczności i szybkości działania. Znajduje to odbicie w rozwoju taktyki i sztuki operacyjnej, co określa zakres przedsięwzięć podejmowanych w procesie doskonalenia działalności Sił Zbrojnych RP. Doskonalenie systemów dowodzenia i kierowania ogniem zostało uznane za jedno z zadań priorytetowych. Istotnym środkiem realizacji tego zadania stała się dziś informatyka. Prace związane z jej zastosowaniem w dowodzeniu rozpoczęto w Wojsku Polskim w połowie lat sześćdziesiątych. Od tego czasu zakres jej zastosowań w systemie dowodzenia systematycznie wzrasta.

Przypomnijmy, że przez dowodzenie rozumie się celową działalność dowódcy, sztabu i innych organów dowodzenia w zakresie przygotowania działań bojowych i kierowania wysiłków wojsk na pomyślne wykonanie zadania bojowego w toku walki, odejmowanie decyzji stosownie do zaistniałej sytuacji oraz przekazanie zadań wykonawcom[1].

---

[1] D. Iwanow, W. Sawieljew, P. Szemanski: Zasady dowodzenia wojskami. Wyd.MON, Warszawa 1973r

Dowodzenie jest procesem informacyjnym - ciągiem operacji na zbiorach informacji o wojskach własnych, przeciwnika i warunkach działania. Istotą dowodzenia jest natomiast podejmowanie decyzji do walki (operacji) - działanie oparte na rezultatach myślenia twórczego, stanowiące ciąg rozwiązań określonych sytuacji decyzyjnych. Wśród sytuacji decyzyjnych wyróżnijmy, obok problemów rozwiązywanych w rezultacie twórczego myślenia dowódcy i oficerów sztabów, zadania decyzyjne. Te zaś mogą być rozwiązywane za pomocą metod algorytmicznych i techniki komputerowej. Są to sytuacje całkowicie zdefiniowane, których podstawowe cechy i relacje między nimi mogą być skwantyfikowane, czyli wyrażone w postaci ilościowej. Takie zadania są przedmiotem informatyzacji, natomiast dowódcy rozwiązujący problemy decyzyjne korzystają z rozwiązań różnego rodzaju zadań - wyników obliczeń operacyjno-taktycznych, tyłowych, meteorologicznych itp. A zatem wśród sytuacji decyzyjnych, zachodzących w procesie dowodzenia, rysują się dwa obszary: jeden, w którym dominuje człowiek ze zdolnością myślenia twórczego, lecz oczekujący wspomagania komputerowego podczas żmudnych kalkulacji, oraz drugi, w którym systemy informatyczne, przetwarzające informację, generują pożądane dane decyzyjne.

Procesy dowodzenia realizowane są w systemie dowodzenia. System dowodzenia, jak każdy system, jest zbiorem określonych elementów i relacji (powiązań) między nimi[2]; jest złożonym, dynamicznym połączeniem uporządkowanych relacji podległości organów i stanowisk dowodzenia z określonymi środkami technicznymi, zapewniającymi efektywne funkcjonowanie systemu dowodzenia jako całości. Stanowi także zespół wzajemnych stosunków między osobami funkcyjnymi, stosującymi określone metody dowodzenia (oceny sytuacji, podejmowania decyzji, kontroli itp.), których działalność podporządkowana jest jednolitemu celowi działania i ukierunkowana na utrzymanie stałej, wysokiej gotowości bojowej wojsk, wszechstronną organizację i zabezpieczenie działań bojowych oraz dokładne wykonanie przez podległe wojska postawionego im zadania bojowego.

---

[2] P. Sienkiewicz: Inżynieria systemów. Wybrane zastosowania wojskowe. Wyd. MON, Warszawa 1983r.

Automatyzacja procesów dowodzenia rozwijała się w dwóch kierunkach. Pierwszy z nich w Leksykonie Wiedzy Wojskowej zdefiniowany jest następująco: automatyzacja dowodzenia, metoda dowodzenia wykorzystująca systemy informatyczne (techniczne środki automatyzacji, między innymi komputery) do zbierania, utrwalania, przechowywania, przetwarzania, reprodukcji, szyfrowania, deszyfrowania i przekazywania informacji. Podstawową zasadą automatyzacji dowodzenia jest kompleksowość i systemowość rozwiązań oraz wzajemne powiązanie i uzupełnianie poszczególnych ogniw dowodzenia. Zapewnia to efektywność dowodzenia na wszystkich szczeblach. Drugim kierunkiem rozwoju automatyzacji jest automatyzacja kierowania środkami walki, czyli - kierowanie ogniem za pomocą przyrządów i urządzeń, zapewniających wykrywanie celów powietrznych, naziemnych i nawodnych, przygotowanie danych do strzelania, automatyczne wycelowanie broni i oddanie strzału. Stosuje się ją w artylerii i przeciwlotniczych pociskach rakietowych, w samolotach, okrętach i czołgach, w celu przyspieszenia rozpoczęcia ognia, zapewnienia większej dokładności i szybkostrzelności. W automatyzacji kierowania ogniem stosuje się specjalne stacje radiolokacyjne, elektroniczną technikę obliczeniową, urządzenia do przetwarzania i zobrazowania informacji.

W wyniku realizacji przedsięwzięć, określonych wspólnym mianem automatyzacji, powstały nowe "generacje" systemów dowodzenia i kierowania ogniem - systemy zautomatyzowane. Zautomatyzowanym systemem dowodzenia nazywany jest system "człowiek-maszyna", zapewniający zautomatyzowanie zbierania i przetwarzania informacji niezbędnej do optymalizacji procesu dowodzenia. Zautomatyzowanym systemem kierowania środkami walki nazywany jest natomiast system "człowiek- maszyna", zapewniający zautomatyzowane zbierania i przetwarzania informacji niezbędnej do kierowania środkami walki, w celu najbardziej ich efektywnego wykorzystania.

Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania ogniem stanowią zatem takie systemy dowodzenia i kierowania ogniem, w których procesy informacyjno-decyzyjne są wspomagane lub realizowane. Najczęściej stopień automatyzacji wyrażany jest za pomocą stosunku ilości zadań zautomatyzowanych, tj. realizowanych przez urządzenia techniczne, do całkowitej ilości zadań informacyjno-decyzyjnych,

realizowanych w systemie kierowania (dowodzenia, zarządzania, kierowania ogniem). Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania ogniem mogą się więc różnić nie tylko organizacją i rodzajem wyposażenia technicznego, lecz np. stopniem automatyzacji. Zautomatyzowane systemy kierowania środkami walki mają z reguły wyższy stopień automatyzacji niż zautomatyzowane systemy dowodzenia.

Systemy zautomatyzowane mogą się także różnić wartościami takich charakterystyk działania, jak np.: średni czas opóźnień przesyłania informacji w systemie, średni czas dostępu do danych przechowywanych w systemie, średni czas reakcji na stany krytyczne na polu walki itp. Osobną grupę charakterystyk stanowią charakterystyki eksploatacyjne (np. niezawodność, średni czas między uszkodzeniami, żywotność) i ekonomiczne (np. koszty budowy i eksploatacji systemu zautomatyzowanego).

Zautomatyzowane lub automatyczne (o bardzo wysokim stopniu automatyzacji) systemy kierowania środkami walki przeznaczone są bezpośrednio do kierowania określonymi rodzajami środków bojowych (walki). System ten łączy środki rozpoznania (stacje radiolokacyjne wykrywania i prowadzenia celu) ze środkami zwalczania celu (samoloty, pociski rakietowe) oraz stacjami radiolokacyjnymi naprowadzania na cel. Propozycje decyzji (który z dysponowanych środków i kiedy należy użyć) przedstawione są na monitorze ekranowym dowódcy, którego rola w zasadzie sprowadza się do zatwierdzenia decyzji i przekazania sygnału uruchamiającego określony środek walki.

Wspólnymi cechami obydwu systemów są zarówno cel zastosowania, jak i ogólny przebieg procesu informacyjno- decyzyjnego. Działanie tych systemów ukierunkowane jest na stworzenia optymalnych warunków użycia posiadanych sił i środków walki. Systemy te ponadto współdziałają ze sobą. W jednym i drugim systemie wykorzystuje się elektroniczną technikę obliczeniową. Stąd też w miejsce dwóch przytoczonych i używanych, systemy te można określić jedną wspólną definicją: "Zautomatyzowanym systemem dowodzenia (kierowania środkami walki) określa się system dowodzenia wojskami (kierowania środkami walki) funkcjonujący w oparciu o urządzenia techniczne, zapewniające zautomatyzowane zbieranie, przetwarzanie

i wydawanie (przesyłanie) informacji niezbędnej w dowodzeniu wojskami (kierowaniu środkami walki)."

Podstawowe różnice między zautomatyzowanym systemem dowodzenia wojskami, a zautomatyzowanym systemem kierowania środkami walki sprowadzić można do:

1. Czasu reakcji systemu, który w zautomatyzowanym systemie kierowania środkami walki jest niewspółmiernie krótszy;
2. Przebiegu procesu decyzyjnego, a szczególnie roli dowódcy w tym procesie. W zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojskami dowódca w oparciu o uzyskane dane sam podejmuje decyzje, a w zautomatyzowanym systemie kierowania środkami walki udział dowódcy w wypracowaniu decyzji, chociażby ze względu na czas reakcji systemu, jest znacznie mniejszy;
3. Zakresu problemowego zadań rozwiązywanych w systemie, który w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojskami jest znacznie szerszy.

Dotychczasowe prace związane z projektowaniem i wdrażaniem przedstawionych powyżej systemów prowadzone były w zasadzie oddzielnie. Przystępując do kompleksowej automatyzacji należy dążyć do ich integracji w jeden zautomatyzowany system dowodzenia.

4.1. Zautomatyzowany system dowodzenia OP WLOP

4.1.1. Klasyfikacja zautomatyzowanych systemów dowodzenia WLOP

W obszarze automatyzacji procesów dowodzenia WLOP funkcjonuje :

Na szczeblu taktycznym:

1. Zautomatyzowany system zbioru i przetwarzania informacji o sytuacji powietrznej szczebla taktycznego w skład którego wchodzą :
   - obiekty systemu DUNAJEC :
     - RPT-10 kompania radiotechniczna;
     - RPT-20 batalion radiotechniczny;

- obiekty systemu WEKTOR-2WE :
    - EP-10 - batalion radiotechniczny;
    - urządzenie EP-10 zastępujące PORI w zakresie zasileń informacyjnych systemu dowodzenia BR (WEKTOR-2WE).

2. System dowodzenia brygadą rakietową w mieszanym składzie dywizjonów rakietowych S-125M, S-75M i S-200 (WEKTOR-2WE) oraz kabiny sprzężenia z zestawami rakietowymi w dywizjonach rakietowych (5F24).
3. System dowodzenia pułkiem rakietowym w mieszanym składzie dywizjonów rakietowych S-125M i S-75M (OWAL-2A) wraz z specjalizowanymi terminalami monitorowymi (SMK-10) w kabinach dowodzenia dywizjonów rakietowych.
4. System kierowania pododdziałami walki radioelektronicznej w składzie obiektu stanowiącego wyposażenie SD bzrel (kzrel) (RUDNIA) oraz specjalizowanych terminali monitorowych na stacjach zakłóceń (SMK-10).
5. Obiekty systemu WOZDUCH-1M przeznaczone do przyrządowego naprowadzania LM na cele powietrzne (WP-11).
6. Podsystem wspomagania kierownika lotów na lotnisku w przypadkach wystąpienia szczególnych zdarzeń w locie - AWARIA.
7. System treningowo-symulacyjny szczebla taktycznego w skład którego zaliczyć można :
    - imitator sygnałów radiolokacyjnych NATAL;
    - symulator do szkolenia nawigatorów naprowadzania REGA, ORION;
    - symulator do szkolenia personelu kierowniczego lotami OBERON;

Na szczeblu operacyjno-taktycznym:

1. Zautomatyzowany system zbioru i przetwarzania informacji o sytuacji powietrznej oraz wspomagania procesów podejmowania decyzji - CYBER-WA uzupełniony w podsystem wielkoformatowego zobrazowania - OSET.
2. Podsystem kontroli RL w ROKRL przy SD KOP - NOTEĆ-W z terminalami lotniskowymi - NOTEĆ-L.

Na szczeblu operacyjnym:

1. Podsystem wielkoformatowego zobrazowania sytuacji powietrznej oraz danych o stanie i gotowości bojowej wojsk - WIDŁAK.
2. System EWOLUTA - HM - wspomagający pracę Centralnego Biura Hydrometeorologicznego.

W trakcie eksploatacji eksperymentalnej są dwa systemy:

1. Zautomatyzowany system dowodzenia dywizją lotnictwa myśliwsko-bombowego WARTA - B obejmujący SD DLMB oraz SD plmb.
2. System przekazywania dynamicznego obrazu sytuacji powietrznej z dowolnego źródła (RLS z wyjściem cyfrowym, RLS analogowe z przystawką UAK, systemu: DUNAJEC, CYBER, WIDŁAK) na ekran monitora komputerowego na dowolną odległość po łączach przewodowych i radioliniowych pk. "OBRAZ" - będący podstawą do tworzenia doraźnych wysuniętych punktów (poligony, rejony ćwiczeń, pokazy) umożliwiających ocenę sytuacji powietrznej.

Wszystkie wyżej wymienione systemy, niezależnie od techniki w jakiej zostały wykonane mogą pracować w sposób ciągły wymieniając między sobą niezbędne informacje, tworząc tym samym zautomatyzowany obieg informacji o:

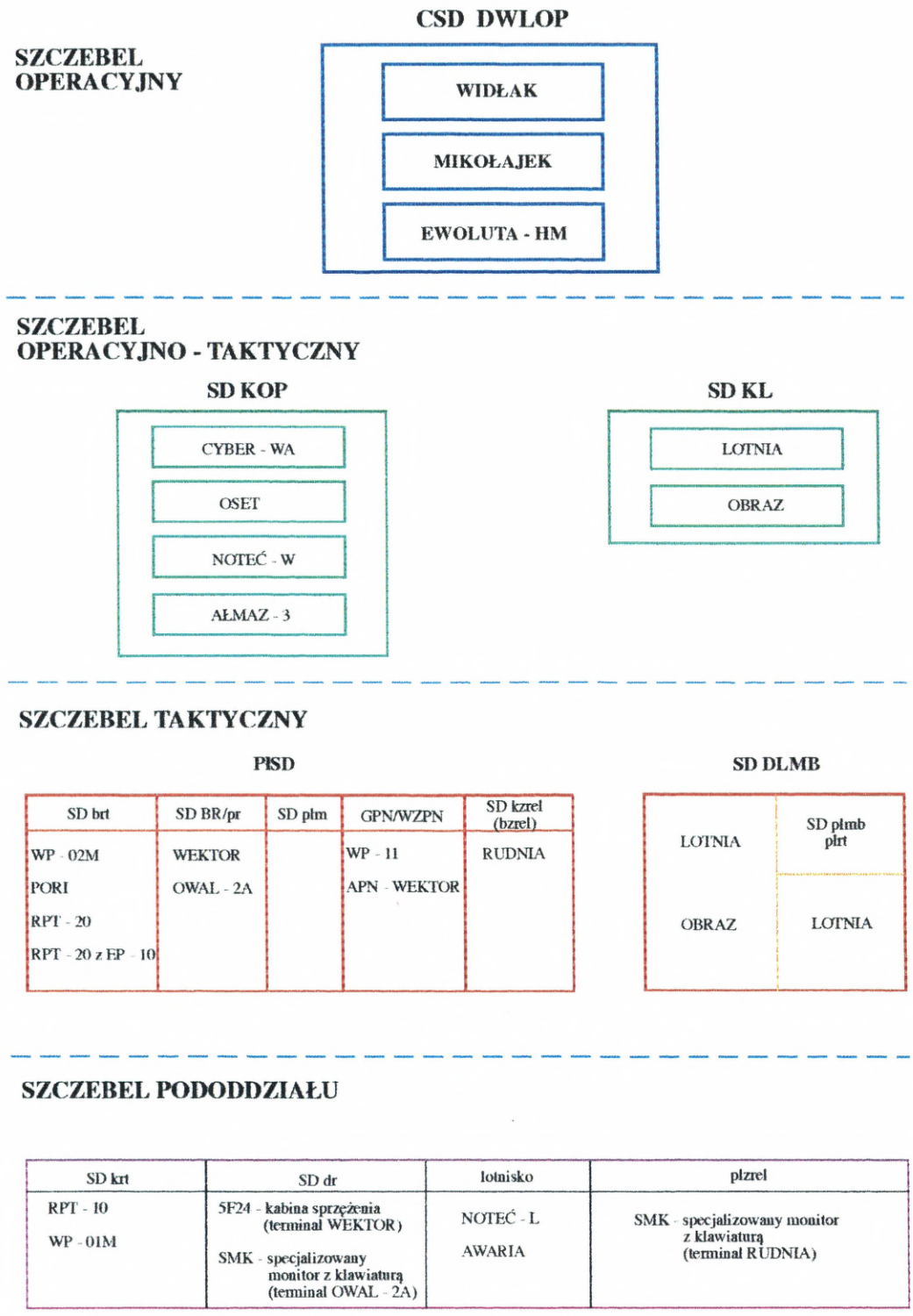
- sytuacji powietrznej od szczebla kompanii radiotechnicznej do Centralnego Stanowiska Dowodzenia Dowódcy WLOP;
- stanie, gotowości i możliwościach bojowych wojsk;
- zadaniach bojowych umożliwiających wysterowanie aktywnych środków walki (lotniczych, rakietowych i walki radioelektronicznej).

Większość zautomatyzowanych systemów dowodzenia jest znacznie wyeksploatowana. Ma na to wpływ zarówno okres użytkowania jak i intensywność wykorzystania. Praktycznie w całych Wojskach Lotniczych i Obrony Powietrznej odeszło się od foniczno - ręcznego sposobu przekazywania danych, traktując go jako awaryjny.

Skrócony opis właściwości funkcjonalnych w/w systemów przedstawiony jest w podrozdziale 4.1.2.

Dla utrzymania niezbędnego poziomu nowoczesności wykorzystywanych systemów i zabezpieczenia potrzeb użytkownika w zakresie realizowanych funkcji podejmowane są techniczno-programowe prace modernizacyjne będące właściwie

jednym z podstawowych sposobów dalszej eksploatacji zautomatyzowanych systemów dowodzenia - szczególnie starszej generacji.



Rys. 4.1. Wyposażenie WLOP w system automatyzacji dowodzenia

W obszarze informatyzacji dowództw i sztabów funkcjonuje w WLOP terytorialny system informatyczny IKAR (w KL - pod nazwą LOTNIA) obejmujący:

1. Dowództwo i Sztab WLOP,
2. Centralne Stanowisko Dowodzenia D-cy WLOP,
3. Dowództwo i Sztab KL,
4. Dowództwa i Sztaby DLMB,
5. Pułki LMB.

Końcówki tego systemu wyprowadzone są do :

1. Biura Bezpieczeństwa Narodowego Kancelarii Prezydenta RP,
2. Służby operacyjnej Sił Zbrojnych RP,
3. Sztabu Obrony Cywilnej.

Ponadto w Centrum Informatyki WLOP wykorzystywanych jest 19 systemów informatycznych (12 dwuszczeblowych i 7 jednoszczeblowych) wykorzystywanych do:

- zabezpieczenia ćwiczeń i treningów;
- zabezpieczenia instytucji centralnych MON;
- zabezpieczenia pracy komórek organizacyjnych dowództwa i sztabu WLOP.

Podległy Dowództwu WLOP jest również Zakład Informatyki Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej. Jako organ wysoce specjalistyczny realizuje on zadania na korzyść Instytutu w sferze profilaktyki i diagnostyki zdrowotnej personelu latającego. Do znaczących systemów wykonanych siłami tego zakładu należy zaliczyć:

1. System wspomagania działalności szpitalnej w WIML wraz obliczaniem kosztów leczenia - SZPITAL;
2. System wspomagania działalności GWKLL przy WIML - ORZECZNICTWO;
3. System komputerowej analizy parametrów psychofizycznych pilota w warunkach działania przyspieszeń - WIRÓWKA;
4. System komputerowej analizy parametrów psychofizycznych pilota w warunkach lotu symulowanego - SYMULATOR.

Wyposażenie WLOP w system automatyzacji dowodzenia przedstawiono na rysunku 4.1.

4.1.2. Właściwości funkcjonalne zautomatyzowanych systemów dowodzenia WLOP

Szczebel taktyczny

Na szczeblu taktycznym w WLOP wykorzystywane są następujące obiekty:

- EP-10
- WEKTOR-2WE;
- RPT-20 systemu DUNAJEC;
- OWAL-2A;
- RUDNIA.

Kompleks EP-10 - WEKTOR-2WE jest rozmieszczony na PłSD i przeznaczony do zautomatyzowanego dowodzenia brygadą wojsk rakietowych oraz zautomatyzowanego naprowadzania własnych myśliwców na cele.

W jego skład wchodzą następujące obiekty:

1. SD BR - zautomatyzowane stanowisko dowodzenia /5K78/;
2. EP-10 - punkt opracowania informacji radiolokacyjnej /5D91/;
3. KSŁ - kabina sprzężenia i łączności /5F24E/;
4. Urządzenia łączności.

Obiekt SD BR - **5K78** realizuje następujące główne funkcje wspomagające dowodzenie i kierowanie środkami walki:

- przyjmowanie, przetwarzanie i zobrazowanie informacji radiolokacyjnej otrzymywanej z EP-10;
- przyjmowanie, opracowanie i zobrazowanie zadań bojowych otrzymywanych z systemu CYBER-WA za pośrednictwem obiektu EP-10;
- przyjmowanie, opracowanie i zobrazowanie informacji o gotowości i działaniach bojowych otrzymywanych z dywizjonów rakietowych;
- wypracowywanie i przekazywanie komend przydziału celów do zwalczania dla dr;
- wypracowywanie i zobrazowanie wyników wstępnych obliczeń nawigatorskich w stosunku do zadanych celów powietrznych;
- przyrządowe naprowadzanie samolotów własnych na cele (wypracowywanie i przekazywanie na samoloty komend naprowadzania);

- przekazywanie sygnałów alarmowania;
- wypracowywanie i przekazywanie do SD KOP (poprzez EP-10) meldunków o gotowości i działaniach bojowych BR oraz potwierdzeń otrzymywanych zadań postawionych przez wyższego przełożonego;
- odbiór i zobrazowanie pierwotnej informacji radiolokacyjnej z miejscowej RLS.

Obiekt EP-10 - **5D91** dyslokowany na SD brt realizuje następujące główne funkcje:

- przyjmowanie, przetwarzanie i zobrazowanie informacji radiolokacyjnej otrzymywanej z podległych pododdziałów WRt wyposażonych w elementy systemów DUNAJEC, współdziałającego EP-10 i nadrzędnego systemu CYBER-WA w ramach powiadamiania;
- określanie współrzędnych obiektów źródeł zakłóceń aktywnych typu szumowego;
- przekazywanie do SD KOP informacji radiolokacyjnej o wszystkich obiektach powietrznych śledzonych w strefie odpowiedzialności PłSD;
- retransmisja zadań bojowych otrzymywanych z systemu CYBER do obiektu SD BR oraz meldunków o działaniach i gotowości bojowej z SD BR do CYBER;
- odbiór i zobrazowanie sygnałów alarmowania.

Obiekty KSŁ - **5F24E** będące na wyposażeniu dr realizują następujące funkcje:

- przyjmowanie, przetwarzanie i zobrazowanie komend wskazywania celów do zwalczania otrzymywanych z SD BR;
- wypracowanie sygnałów sterowania układami antenowymi stacji naprowadzania rakiet;
- przekazywanie meldunków do SD BR o działalności i gotowości bojowej dr;
- odbiór i zobrazowanie sygnałów alarmowania.

Kompleks EP-10-WEKTOR-2WE zapewnia jednoczesną współpracę w w/w zakresie z:

- jednym nadrzędnym systemem typu CYBER-WA;
- jednym współdziałającym obiektem typu EP-10;

- pięcioma podległymi posterunkami radiolokacyjnymi wyposażonymi w obiekty systemu WOZDUCH lub DUNAJEC;

Posiada następujące możliwości:

- zapewnia odbiór, opracowanie i zobrazowanie informacji radiolokacyjnej o 40 obiektach powietrznych;
- zapewnia jednoczesne zautomatyzowane kierowanie ugrupowaniem BR w składzie do 14 dr wyposażonych w zestawy rakietowe typu S-75M, S-125M i S-200;
- zapewnia zautomatyzowane przyrządowe naprowadzanie do 6 własnych samolotów myśliwskich na cele powietrzne;

Obiekt OWAL-2A przeznaczony jest do realizacji procesu zautomatyzowanego dowodzenia pułkiem rakietowym OP.

Dyslokowany jest na SD pr i spełnia następujące funkcje:

- odbiór, przetwarzanie i zobrazowanie informacji radiolokacyjnej i zadań bojowych z obiektu RPT-20 systemu DUNAJEC;
- przyjmowanie, opracowanie i zobrazowanie informacji o gotowości i działaniach bojowych otrzymywanych z dywizjonów rakietowych;
- wypracowywanie i przekazywanie komend przydziału celów do zwalczania dla dr;
- przekazywanie sygnałów alarmowania;
- wypracowywanie i przekazywanie do RPT-20 meldunków o gotowości i działaniach bojowych pr oraz potwierdzeń otrzymywanych zadań postawionych przez przełożonego;
- odbiór i zobrazowanie pierwotnej informacji radiolokacyjnej z miejscowej RLS.

Na szczeblu dr znajdują się urządzenia SMK-10, które mają za zadanie:

- odbiór i zobrazowanie komend wskazywania celów do zwalczania;
- odbiór i zobrazowanie komend kierowania działaniami bojowymi dr;
- meldowanie do SD pr o gotowości i działalności bojowej dr;

Obiekt jest typu stacjonarnego. Zestaw techniczny został ukompletowany na bazie jednostki centralnej RODAN-10. Producentem systemu jest dawny Zespół Informatyki Wojsk OPK (oprogramowanie) i WZE MERA-ELWRO (sprzęt).

Obiekt RPT-20 jest rozwijany na SD brt i stanowi techniczne wyposażenie stanowiska dowodzenia batalionu radiotechnicznego. Przeznaczony jest do automatyzacji procesów zdejmowania, przetwarzania, przesyłania i zobrazowania informacji na SD batalionu radiotechnicznego. Jego miejsce w systemie radiolokacyjnym przedstawiony jest na rysunku 4 2.

W ramach tego obiekt RPT-20 realizuje następujące funkcje:

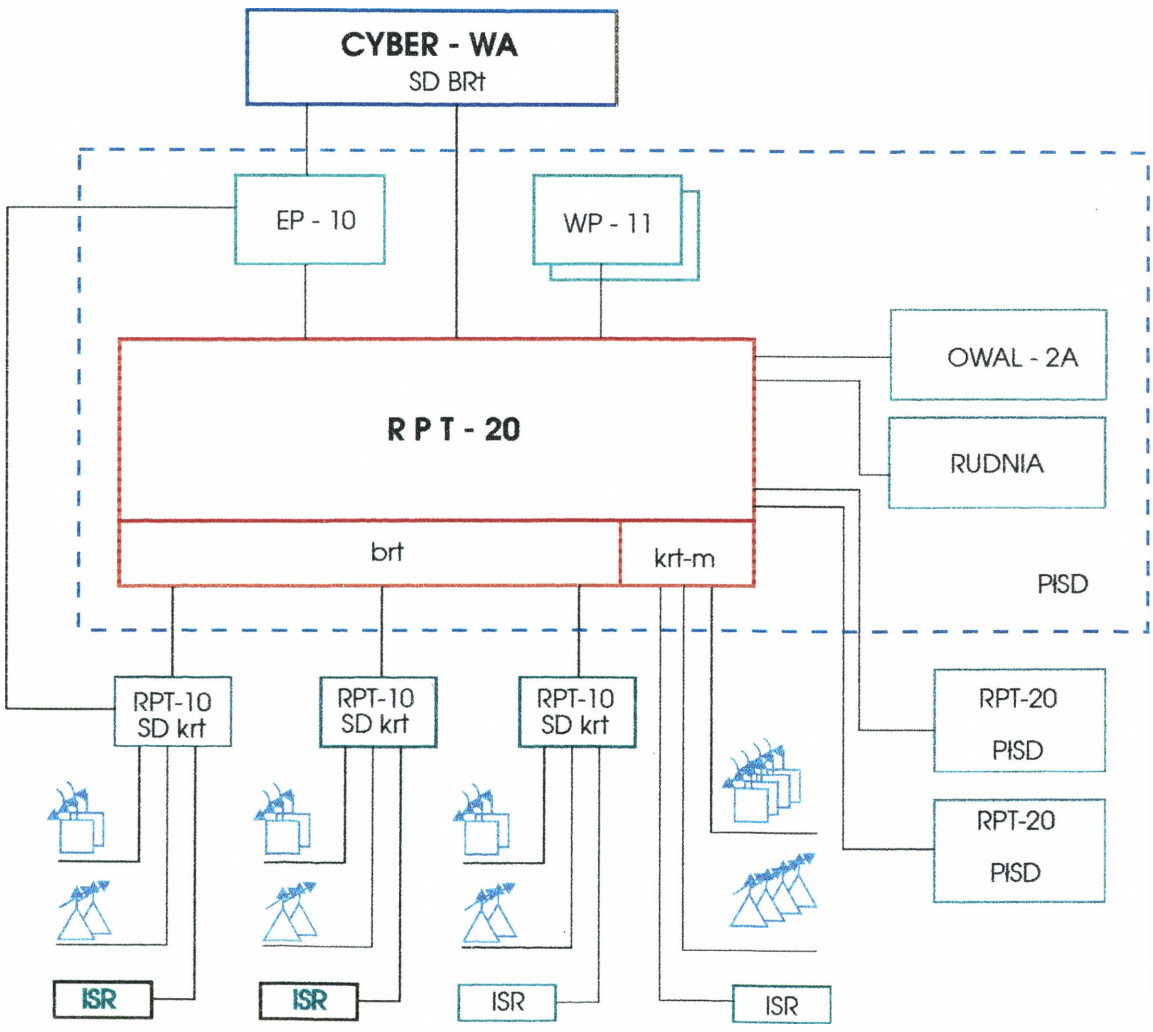
- zdejmowanie, przetwarzanie i zobrazowanie pierwotnej informacji radiolokacyjnej na szczeblu brt oraz informacji wtórnej otrzymywanej z podległych posterunków radiolokacyjnych (krt), sąsiednich brt w ramach współdziałania i nadrzędnego SD w ramach powiadamiania;
- półautomatyczne lub automatyczne śledzenie do 31 tras obiektów powietrznych lub namiarów na źródła zakłóceń elektromagnetycznych na podstawie informacji pierwotnej otrzymywanej z podłączonych odległościomierzy oraz informacji wtórnej otrzymywanej z podległych RLP;
- przekazywanie uogólnionej informacji o sytuacji powietrznej w strefie odpowiedzialności PłSD do nadrzędnego SD;
- powiadamianie podległych krt o sytuacji powietrznej oraz współdziałających brt;
- odbieranie i zobrazowanie zadań bojowych z nadrzędnego SD na zwalczanie wskazanych celów powietrznych przez LM i WR oraz przekazywanie ich do współdziałających obiektów automatyzacji (WEKTOR-2WE, RUDNIA, WP-11)
- odbieranie, przetwarzanie i zobrazowanie meldunków o gotowości bojowej i działaniach z podległych sił i środków oraz przekazywanie ich do nadrzędnego szczebla;
- odbieranie i zobrazowanie sygnałów alarmowania.

Obiekt RPT-20 może jednocześnie współpracować z:

- czterema odległościomierzami radiolokacyjnymi;
- dwoma wysokościomierzami radiolokacyjnymi;
- dwoma obiektami WP-11 będącymi na wyposażeniu zautomatyzowanego PN;
- trzema podległymi posterunkami radiolokacyjnymi wyposażonymi w obiekty RPT-10 lub WP-01M;

- dwoma sąsiednimi obiektami typu EP-10 lub WP-02M lub RPT-20;
- jednym obiektem OWAL-2A;
- jednym obiektem RUDNIA;
- jednym nadrzędnym SD wyposażonym w obiekt CYBER.

Obiekty RUDNIA są dyslokowane na SD szczebla taktycznego i pododdziału WRE. Przeznaczone są do kierowania działaniami bojowymi manewrowych oddziałów (pododdziałów) walki radioelektronicznej .



Rys. 4.2. Miejsce obiektu RPT-20 w systemie rozpoznania radiolokacyjnego

Realizują one następujące funkcje:

- zbiór, przetwarzanie, zobrazowanie i przesyłanie informacji o sytuacji powietrznej w oparciu o dane z:
  - lokalnych środków identyfikacji i wskazywania celów pododdziałów WRE;
  - środków zakłóceń radioelektronicznych;
  - nadrzędnych obiektów (RPT-20, CYBER-WA);
- opracowanie i przesyłanie komend dowodzenia związanych z kierowaniem działaniami bojowymi pododdziałów i środków WRE;
- opracowanie i zobrazowanie meldunków o gotowości i działalności bojowej sił i środków WRE;

Obiekt RUDNIA może współpracować z jednym nadrzędnym SD, jednym współdziałającym obiektem oraz czterema podległymi. Obiekty na szczeblu taktycznym (RUDNIA-2) i na szczeblu pododdziału (RUDNIA-1) są jednakowe pod względem struktury technicznej opartej na dwóch minikomputerowych jednostkach sterujących. Oba obiekty posiadają jedynie różnice w oprogramowaniu.

Obiekty systemu RUDNIA wykonane są w wersji kontenerowej. Producentem systemu jest dawny Zespół Informatyki WLOP (oprogramowanie) i PIT (sprzęt).

Szczebel pododdziału.

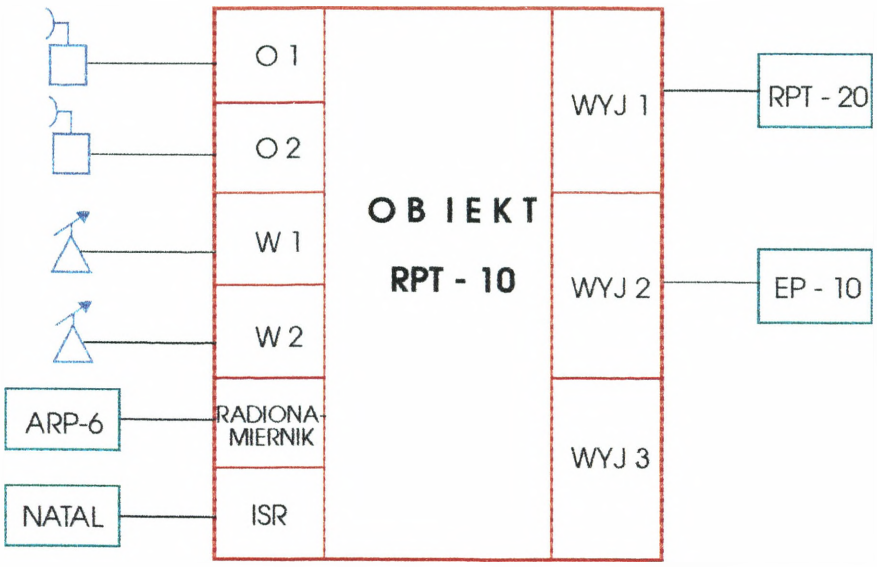
Na szczeblu pododdziału w WLOP wykorzystywane są następujące obiekty:

- RPT-10 systemu DUNAJEC;
- WP-11.

Obiekt RPT-10 jest rozwijany na SD krt i stanowi jego techniczne wyposażenie. Przeznaczony jest do automatyzacji procesów zdejmowania, przetwarzania, przesyłania i zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej na szczeblu kompanii radiotechnicznej. Schemat powiązań informatycznych obiektu RPT-10 z otoczeniem przestawiony jest na rysunku 4.3.

W ramach tego obiekt RPT-10 realizuje następujące funkcje:

- zdejmowanie, przetwarzanie i zobrazowanie pierwotnej informacji radiolokacyjnej;



Rys. 4.3. Powiązania informatyczne obiektu RPT-10 z otoczeniem

- półautomatyczne lub automatyczne śledzenie do 31 obiektów powietrznych lub namiarów na źródła zakłóceń elektromagnetycznych na podstawie informacji pierwotnej otrzymywanej z podłączonych odległościomierzy;
- zautomatyzowany pomiar wysokości śledzonych obiektów powietrznych;
- automatyczny odbiór informacji powiadamiania z nadrzędnego SD;
- przekazywanie informacji o sytuacji powietrznej do nadrzędnego SD i obiektów współpracujących;
- rejestrację i odtwarzanie przekazywanej informacji;
- odbieranie i zobrazowanie sygnałów alarmowania.

Obiekt RPT-10 może jednocześnie współpracować z:

- dwoma odległościomierzami radiolokacyjnymi;
- jednym wysokościomierzem radiolokacyjnym (z dwu podłączonych);
- jednym nadrzędnym SD wyposażonym w obiekt RPT-20 lub WP-02M;

Obiekt RPT-10 po wczytaniu oprogramowania z obiektu RPT-20 może spełniać w znacznym zakresie funkcje dla niego przeznaczone.

Obiekt WP-11 służy do rozwiązywania zadań zautomatyzowanego naprowadzania myśliwców przechwytujących na cele powietrzne.

Obiekt posiada następujące możliwości:

- jednoczesnego naprowadzania dwóch grup myśliwców na dwa cele (przy dwóch przyczepach trzech grup myśliwców na trzy grupy celi z rezerwacją aparatury do jednego naprowadzenia);
- naprowadzania trzema metodami (manewr, przechwyt, pogoń);
- automatycznego przekazywania za pomocą aparatury LAZUR komend naprowadzania do samolotów.

W zakresie informacji pierwotnej obiekt sprzęga się z dowolnym odległościomierzem przyłączonym do obiektów WP-02M, RPT-20 poprzez ASPD brt, z wysokościomierzem obiekt sprzęga się bezpośrednio. W zakresie informacji wtórnej obiekt sprzęga się z WP-02M i RPT-20.

Jest wyposażony w 5 miejsc pracy. W jego skład wchodzą cztery główne układy funkcjonalne (demonstracji, zdejmowania danych, przeliczający, aparatura radiolinii LAZUR).

Z uwagi na kończący się resurs pracy obiektów WP-11, oraz ich znaczne zestarzenie moralne, obecnie trwają prace nad budową nowych kabin naprowadzania dla potrzeb punktów naprowadzania pułków lotnictwa myśliwskiego (w ramach tematu ORZYC).

Szczebel operacyjno-taktyczny

Na szczeblu operacyjno-taktycznym wykorzystywany jest system CYBER-WA. System ten przeznaczony jest do:

- zautomatyzowanego zbierania, przetwarzania i zobrazowania informacji radiolokacyjnych o sytuacji powietrznej w obszarze związku operacyjno - taktycznego na SD BRt i SD KOP;
- wielkoformatowego zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej gotowości bojowej, możliwościach i rezultatach działań bojowych na SD KOP i SD BRt za pomocą sprzężonego systemu OSET;
- komputerowego wspomagania procesu podejmowania decyzji na SD KOP oraz automatycznego przesyłania i zobrazowania informacji decyzyjnych;

- automatycznego dookólnego powiadamiania podległych brt i selektywnego powiadamiania SD sąsiednich KOP o aktualnej sytuacji powietrznej w rejonie obrony korpusu OP;
- automatycznego przekazywania informacji o sytuacji powietrznej i danych o stanie, gotowości i możliwościach bojowych wojsk własnych na SD związku operacyjnego oraz odbierania informacji z tego szczebla;
- rejestracji wybranych informacji i zdarzeń zachodzących w systemie;
- szkolenia obsługi systemu w oparciu o symulowaną sytuację powietrzną.

W zakresie zautomatyzowanego zbierania, przetwarzania i zobrazowania informacji radiolokacyjnej system zapewnia realizację następujących funkcji:
- automatyczny odbiór i dowiązywanie informacji bieżącej o obiektach powietrznych (nie zakłócających i zakłócających) przesyłanych z podległych i współdziałających SD oraz ich zobrazowanie na wskaźnikach;
- półautomatyczny odbiór, dowiązywanie informacji bieżącej i zobrazowanie obiektów powietrznych przekazywanych z kierunków niezautomatyzowanych;
- grupowanie tras w trasy grupowe;
- automatyczny odbiór i zobrazowanie oraz przekazywanie do wybranych adresatów informacji uzupełniających (umiejscowionych) w postaci meldunków kodowych;
- półautomatyczne zobrazowanie wybranych elementów tła;
- półautomatyczne wyświetlenie prognozy położenia wskazanych tras;
- półautomatyczne wyświetlanie sytuacji powietrznej w 5 skalach zobrazowania.

W zakresie komputerowego wspomagania procesu podejmowania decyzji na SD KOP oraz automatycznego przesyłania i zobrazowania informacji decyzyjnych system zapewnia realizację następujących funkcji:
- automatyczny odbiór wszystkich cykli informacyjnych i kodogramów zawierających informacje o gotowości, możliwościach i działalności bojowej podległych wojsk z PłSD;
- automatyczny odbiór z podległych PłSD informacji dotyczących samodzielnie podjętych decyzji o zwalczaniu celów powietrznych;
- automatyczny odbiór informacji potwierdzających otrzymanie zadania bojowego;

- odbiór i przetwarzanie informacji o działaniach i gotowości bojowej z kierunków niezautomatyzowanych;
- automatyczną realizację wstępnych obliczeń nawigatorskich;
- automatyczny i półautomatyczny rozdział celów do zwalczania pomiędzy środki aktywne KOP (WL, WR, WRE);
- wprowadzanie propozycji decyzji przez szefów WL, WR i szefa sztabu KOP z możliwością ich zmiany, pełnej akceptacji bądź odrzucenia przez dowódcę KOP;
- dyrektywne stawianie zadań przez dowódcę i szefa sztabu KOP.

W zakresie automatycznego dookólnego powiadamiania podległych brt i selektywnego powiadamiania SD sąsiednich KOP o aktualnej sytuacji powietrznej w rejonie obrony korpusu OP system zapewnia realizację następujących funkcji:

- automatyczne powiadamianie podległych brt o wszystkich trasach lotu obiektów powietrznych w rejonie obrony KOP;
- selektywne powiadamianie współdziałających KOP o wybranych trasach lotu obiektów powietrznych w rejonie obrony KOP.

W zakresie automatycznego przekazywania informacji na SD związku operacyjnego (CSD) system realizuje między innymi:

- automatyczne meldowanie wybranych tras lotu obiektów powietrznych w rejonie obrony korpusu;
- półautomatyczną komasację tras lotu na potrzeby CSD.

System CYBER-WA zapewnia jednoczesną współpracę w w/w zakresie z:

- jednym nadrzędnym systemem WIDŁAK szczebla operacyjnego;
- pięcioma współdziałającymi systemami typu CYBER szczebla operacyjno - taktycznego;
- sześcioma podległymi systemami typu EP-10 - WEKTOR-2WE, RPT-20, lub RUDNIA szczebla taktycznego;
- jednym systemem kontroli ruchu lotniczego NOTEĆ.

Posiada następujące możliwości:

- zapewnia odbiór informacji z obiektów otoczenia (z kierunków zautomatyzowanych i niezautomatyzowanych):

- z każdego źródła podległego o 60 obiektach powietrznych, lecz w sumie nie więcej niż o 270,
- z każdego źródła współdziałającego o 60 obiektach powietrznych, lecz w sumie nie więcej niż o 60,
- ze źródła nadrzędnego o 15 obiektach powietrznych;
- przechowuje informacje m.in. o 30 lotniskach, 50 strefach dyżurowania, 15 strefach niebezpiecznych i zakazanych, 512 trasach planowanych oraz umożliwia zobrazowanie na miejscach pracy osób funkcyjnych: granic państw, rejonów odpowiedzialności KOP, korytarzy powietrznych (dróg lotniczych), siatki OP, 15 lotnisk aktywnych, 7 aktywnych stref dyżurowania LM, itp.;
- umożliwia m.in. jednoczesne zobrazowanie na wszystkich miejscach pracy osób funkcyjnych 60 tras obiektów powietrznych śledzonych przez własne źródła informacji oraz ich charakterystyk, a także na monitorach grupy dowodzenia KOP 40 propozycji i zadań bojowych wprowadzonych do systemu oraz danych o gotowości i działaniach bojowych podległych wojsk;

Zestaw techniczny systemu zbudowany jest na bazie zestawu komputerowego opartego o dwie jednostki centralne RODAN-15M z typowymi urządzeniami wprowadzania, wyprowadzania i przechowywania informacji uzupełnione o niestandardowe urządzenia zobrazowania i transmisji danych.

Szczebel operacyjny

Na szczeblu operacyjnym (CSD DWLOP) wykorzystywany jest zautomatyzowany system wielkoformatowego zobrazowania informacji WIDŁAK.

Przeznaczony jest do:

- automatycznego odbioru i przetwarzania liniami telegraficznymi z SD KOP informacji o sytuacji powietrznej, gotowości bojowej i działaniach bojowych;
- wielkoformatowego zobrazowania:
  - informacji o sytuacji powietrznej;
  - danych tabelarycznych o stanie i gotowości bojowej sił i środków WLOP;

- zautomatyzowanego powiadamiania o sytuacji powietrznej podległych korpusów OP, instytucji wojskowych, jednostek współdziałających i organów administracji państwowej;
- realizacji zadań pomocniczych wynikających z technologii pracy bojowej Centralnego Stanowiska Dowodzenia Dowódcy WLOP.

Strukturę techniczną systemu stanowi sieć mikrokomputerowa oparta na mikrokomputerach typu PC. Każdy mikrokomputer stanowi wyodrębniony moduł funkcjonalny.

Zobrazowanie wielkoformatowe zrealizowane jest w oparciu o wideo- projektory rzutujące obraz na ekrany o rozmiarach 4,8 m. x 3,6 m. Pracą wideoprojektorów sterują mikrokomputery wyposażone w kartę graficzną SVGA o rozdzielczości 1024 x 768 umożliwiającą tworzenie obrazów w 16 kolorach. Wyświetlaniem informacji steruje operator.

Dane taktyczno - techniczne systemu WIDŁAK przedstawiają się następująco:

1. Sprzężenie z otoczeniem:
   - 8 abonentów zewnętrznych (3 korpusy OP i 1 KL oraz użytkownicy zewnętrzni - instytucje wojskowe i organa państwowe). Wymiana informacji z abonentami systemu jest realizowana po standardowych liniach telegraficznych w kodzie M2;
   - źródłami informacji dla systemu jest system CYBER - WA, klawiatura komputera komunikacyjnego, stanowiska mikrokomputerowe na sali CRI i bojowej;
   - minimalna szybkość przesyłania informacji w kanale wynosi 75 bodów (może być większa po programowym ustawieniu);
   - informacje wchodzące do systemu i wychodzące z systemu są automatycznie archiwowane.

System posiada możliwości przetwarzania i zobrazowania informacji o:

- 99 obiektach powietrznych (pojedynczych i grupowych) we współrzędnych siatki OP;
- dyslokacji 60 dywizjonów rakietowych, 120 posterunków radiotechnicznych, 60 lotnisk, 30 punktów naprowadzania;
- strefach ognia i polu radiolokacyjnym dla 3 różnych wysokości;

- wynikach oddziaływania na cele powietrzne;
- możliwościach przeciwnika;
- sprzęcie radiolokacyjnym i jego możliwościach wykrywania;
- możliwościach ogniowych dywizjonów rakietowych;
- danych statystycznych dotyczących nalotu.

System ten umożliwia selekcję zobrazowania obiektów powietrznych według ich typu, wysokości i prędkości.

4.1.3. Ogólne zasady zbierania i przetwarzania informacji o sytuacji powietrznej w WLOP przez obiekty automatyzacji

Zbieranie i przetwarzanie informacji o sytuacji powietrznej w WLOP realizują wojska radiotechniczne. Przeznaczone są one do prowadzenia ciągłego rozpoznania przestrzeni powietrznej, określania charakterystyk obiektów powietrznych oraz wykrycia momentu nalotu przez środki napadu powietrznego przeciwnika.

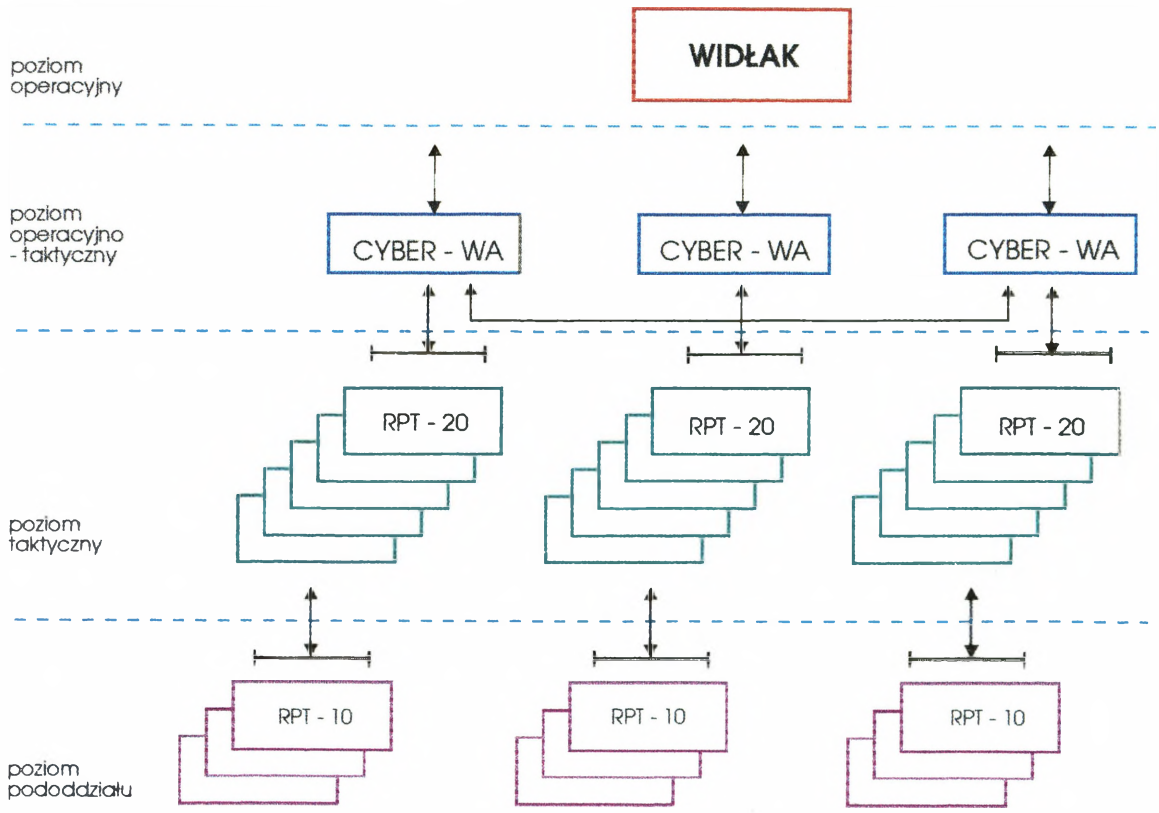
Na szczeblu operacyjnym za wykonanie wymienionych zadań odpowiada centrum rozpoznawczo-informacyjne centralnego stanowiska dowodzenia WLOP, na którym rozwinięty jest system WIDŁAK.

Na szczeblu ZOT za realizację zadań wynikających z przeznaczenia wojsk radiotechnicznych odpowiada stanowisko dowodzenia brygady radiotechnicznej (SD BRt) z rozwiniętym na nim systemem CYBER - WA. Stanowisko dowodzenia brygady radiotechnicznej jest miejscem, z którego dowódca BRt dowodzi batalionami radiotechnicznymi w czasie działań bojowych. Jednocześnie jest to miejsce zbierania i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej stanowiąc centrum rozpoznawczo-informacyjne (CIR) SD ZOT. Rozmieszczenie obiektów automatyzacji wojsk radiotechnicznych przedstawia rys.4.4.

Do zadań realizowanych przez BRt należy:

- organizacja i prowadzenie rozpoznania przeciwnika powietrznego w celu wykrycia we właściwym czasie początku nalotu;

- organizacja radiolokacyjnego zabezpieczenia działań bojowych oddziałów i pododdziałów wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego;
- zbieranie, opracowywanie i przekazywanie informacji radiolokacyjnej na SD ZOT i CSD WLOP;
- organizacja i realizacja kontroli lotów własnego lotnictwa i zabezpieczenie jego przelotów;
- organizacja i pełnienie dyżurów bojowych, utrzymywanie stałej gotowości bojowej oraz uruchamianie procesu osiągania wyższych stanów i stopni gotowości bojowej;



Rys. 4.4. Zautomatyzowane obiekty przeznaczone do zbierania, przetwarzania i przesyłania informacji o sytuacji powietrznej

- opracowywanie wariantów działań bojowych, sposobów wykonywania postawionych zadań bojowych, sprawdzanie skuteczności tych wariantów i sposobów wykonania oraz ich doskonalenie;

- organizacja współdziałania podległych pododdziałów, sąsiednich SD BRt i sąsiadujących pododdziałów brygad radiotechnicznych;
- organizacja odtwarzania zdolności bojowej wojsk i systemu dowodzenia BRt;
- powiadamianie wojsk o sytuacji powietrznej;
- analiza oddziaływania zakłóceń na środki radiolokacyjne oraz propozycje dotyczące osłabienia ich wpływu;
- kontrola wykorzystania częstotliwości rezerwowych i wprowadzanie częstotliwości zakresów utajnionych;
- przygotowanie propozycji w zakresie użycia pododdziałów w różnych warunkach i stosownie do zmieniającej się sytuacji w zakresie odtwarzania ugrupowania naruszonego przez przeciwnika, uzupełnienia i wykorzystania rezerw;
- organizacja wszechstronnego zabezpieczenia bojowego i specjalnego brt oraz ich wysokiej gotowości bojowej i mobilizacyjnej.

W celu wykonania postawionych zadań bojowych oddziały i pododdziały brygady radiotechnicznej tworzą ugrupowanie bojowe. Ugrupowanie bojowe brygady radiotechnicznej organizuje się zawczasu i obejmuje ono:

- zasadnicze i zapasowe stanowisko dowodzenia BRt;
- zasadnicze i zapasowe stanowisko dowodzenia brt;
- miejscowe i terenowe kompanie radiotechniczne z rozwiniętymi na pozycjach środkami radiolokacyjnymi;
- posterunki skrytego pola;
- posterunki pozorne;
- wydzielony sprzęt do „poprawy" pola.

W ramach ugrupowania bojowego brygady na zasadniczych stanowiskach dowodzenia są rozwinięte zautomatyzowane systemy dowodzenia, w których znajdują się obiekty (moduły) do zbierania, przetwarzania, zobrazowania i przekazywania informacji o sytuacji powietrznej w rejonie obrony.

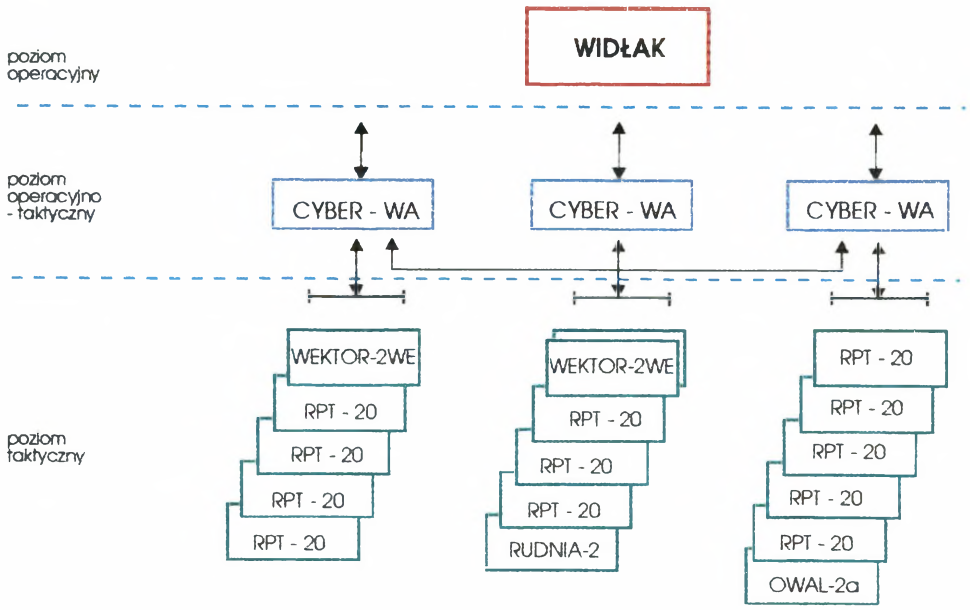
4.1.4. Ogólne zasady wspomagania dowodzenia aktywnymi środkami obrony przez obiekty automatyzacji

Wspomaganie dowodzenia działaniami bojowymi lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych i pododdziałów walki radioelektronicznej ma różny zakres na poszczególnych szczeblach WLOP. Szczebel operacyjny, wyposażony w system WIDŁAK, wobec podległych ZOT realizuje tylko funkcje kontrolne. Za realizację dowodzenia podległymi związkami taktycznymi odpowiada stanowisko dowodzenia związku operacyjno-taktycznego (SD ZOT) wraz z podległymi połączonymi stanowiskami dowodzenia (PłSD), stanowiskami dowodzenia (SD) oddziału i pododdziału. Na rys.4.5. przedstawiono usytuowanie obiektów wspomagających dowodzenie WLOP.

Do zadań szczegółowych SD ZOT należy:

- zbieranie, opracowywanie i zobrazowanie informacji o:
  - stanie oraz gotowości bojowej wojsk ZOT;
  - miejscu dyslokacji wojsk ZOT oraz operacyjnie podporządkowanych i rezultatach ich działań bojowych;
  - składzie i działaniu ŚNP przeciwnika;
  - składzie i działaniu sąsiednich ZT OP oraz sił i środków OP innych rodzajów wojsk prowadzących działania bojowe w rejonie obrony ZOT;
  - uderzeniach jądrowych, sytuacji chemicznej, biologicznej, radiacyjnej oraz meteorologicznej;
- wprowadzanie wojsk ZOT oraz sił i środków dyżurnych w odpowiednie stany i stopnie gotowości bojowej, a także kontrola wykonania;
- analiza i ocena sytuacji powietrznej, podjęcie decyzji o działaniach bojowych, postawienie zadań bojowych oraz ich aktualizacja odpowiadająca rozwojowi sytuacji bojowej, a także kontrola wykonania zadań bojowych;
- organizacja i realizacja współdziałania wojsk wewnątrz ZOT oraz z sąsiadami ZOT i związkami taktycznymi OP innych rodzajów sił zbrojnych;
- przekazywanie do centralnego stanowiska dowodzenia (CSD) WLOP meldunków i informacji o:

- sytuacji powietrznej, chemicznej, biologicznej, radiacyjnej, meteorologicznej i wybuchach jądrowych w rejonie obrony ZOT;
- stanie i działaniach wojsk ZOT oraz operacyjnie podporządkowanych;
- rezultatach działań bojowych i poniesionych stratach;



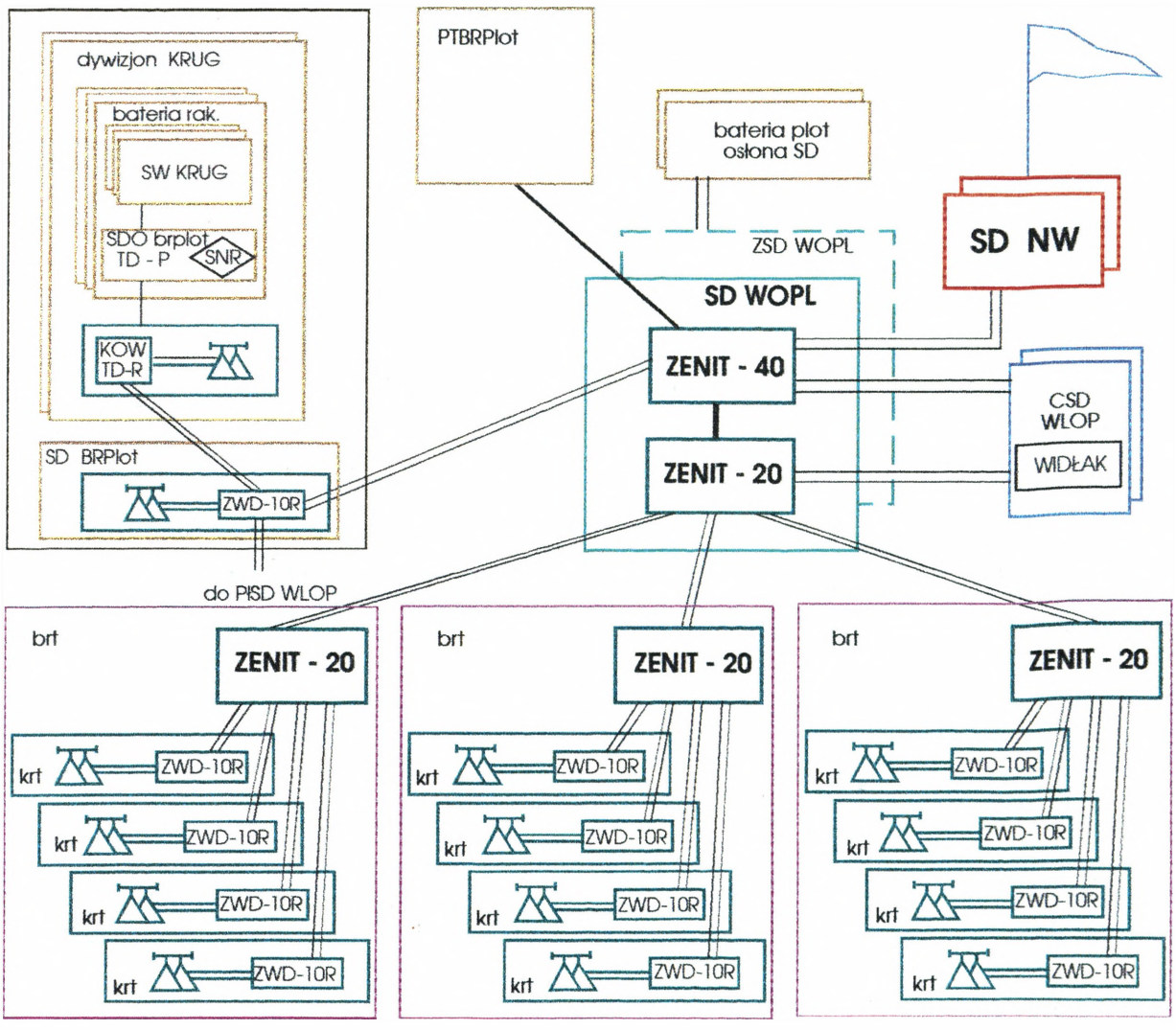
Rys. 4.5. Zautomatyzowane obiekty przeznaczone do wspomagania dowodzenia aktywnymi środkami walki

- scentralizowane powiadamianie o sytuacji powietrznej wojsk ZOT, ZT i oddziałów operacyjnie podporządkowanych, sąsiednich ZOT, ZT OP, wojsk innych rodzajów sił zbrojnych i organów obrony cywilnej;
- kierowanie wszelkiego rodzaju zabezpieczeniem działań bojowych wojsk ZOT;
- koordynacja i kontrola przestrzegania ustalonych warunków lotów nad rejonem obrony ZOT oraz zapewnienie ich bezpieczeństwa;
- utrzymanie ciągłej łączności przewodowej i radiowej w sieciach naziemnych i powietrznych ze stanowiskami dowodzenia podległymi, operacyjnie podporządkowanymi i współdziałającymi ZT i oddziałami oraz samolotami w powietrzu.

4.2. Zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych

Współczesne dowodzenie obroną przeciwlotniczą wymaga maksymalnego skrócenia czasu przeznaczonego na:

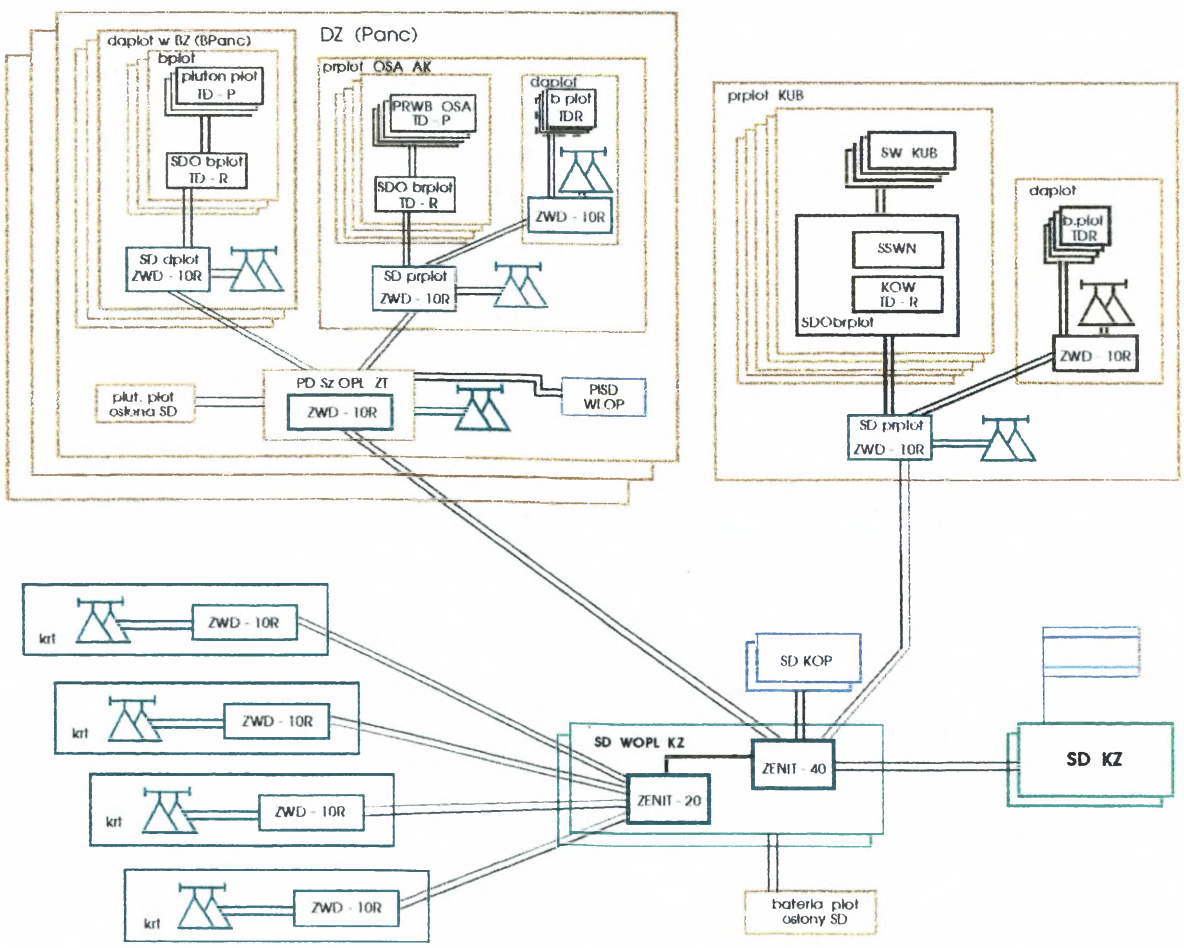
- zbieranie, przetwarzanie, uogólnianie i ocenę danych;
- podejmowanie decyzji, przygotowanie rozkazów bojowych;
- przekazanie zadań wykonawcom.



Rys. 4.6. Zautomatyzowany system dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych na szczeblu centralnym

Ogólny schemat zautomatyzowanego systemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych na szczeblu centralnym jest przedstawiony na rysunku nr 4.6. Na rysunku 4.7. przedstawiony jest zautomatyzowany system dowodzenia obroną przeciwlotniczą na szczeblu KZ.

Aby sprostać tym wymaganiom muszą być szeroko stosowane w procesie dowodzenia techniczne środki automatyzacji. Pod pojęciem zautomatyzowanego systemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą (kierowania środkami walki) rozumie się system dowodzenia wojskami obrony przeciwlotniczej funkcjonujący w oparciu o urządzenia techniczne, zapewniające zautomatyzowane zbieranie, przetwarzanie, wydawanie (przesyłanie) informacji niezbędnej w dowodzeniu wojskami obrony przeciwlotniczej (kierowaniu środkami walki z przeciwnikiem powietrznym).



Rys. 4.7. Zautomatyzowany system dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych na szczeblu korpusu zmechanizowanego

4.2.1. Ogólna charakterystyka zautomatyzowanego systemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk lądowych ADAM

Skład i współdziałanie elementów systemu

W skład systemu ADAM wchodzą obiekty o kryptonimach: ADAM-1, ADAM-2 i ADAM-4. W nazewnictwie wojskowym jak i literaturze stosowane są ponadto zamiennie kryptonimy i oznaczenia podane w tabeli nr 4.1.

Tabela 4.1.

Skrót oznaczenia obiektu	Kryptonim	
	Niejawny	Jawny
DP - 10	ZENIT - 10	ADAM - 1
DP - 20	ZENIT - 20	ADAM - 2
DP - 40	ZENIT - 40	ADAM - 4

Wymienione powyżej obiekty stanowią wyposażenie następujących szczebli dowodzenia wojsk OPL :

- ADAM-1 - Radiolokacyjny Posterunek Wykrywania (RPW);
- ADAM-2 - Centrum Rozpoznawczo - Informacyjne KZ (CRI KZ) lub Centrum Rozpoznawczo - Informacyjne SC (CRI SC);
- ADAM-4 - Centrum Dowodzenia OPL KZ (CD KZ) lub Centrum Dowodzenia OPL SC. (CD SC).

Poszczególne obiekty systemu ADAM ściśle współpracującą ze sobą zgodnie ze strukturą organizacyjną systemu przedstawioną na rysunkach 4.6. i 4.7. Według podanej struktury, obiekt ADAM-1 wchodzi w skład SC lub korpuśnych środków rozpoznania radiolokacyjnego. Źródłami informacji pierwotnej dla tego obiektu są dwa odległościomierze i dwa wysokościomierze radiolokacyjne. Na szczeblu KZ występuje batalion radiotechniczny składający się z 6 kompanii radiotechnicznych Każda kompania rozwija jeden RPW wyposażony w obiekt ADAM-1. Batalion radiotechniczny organizuje CRI KZ z obiektem ADAM-2. CRI KZ zbiera i opracowuje i opracowuje informację radiolokacyjną odebraną z następujących źródeł:

- 6 podległych RPW (obiekty ADAM-1);
- 2 CIR sąsiednich KZ(obiekty ADAM-2);
- Stanowiska Dowodzenia Korpusu OP (obiekt CYBER-WA) lub Połączonego Stanowiska Dowodzenia (obiekt WACŁAW-2).

Z CIR KZ uogólniona informacja radiolokacyjna przekazywana jest do szczebla nadrzędnego, którymi są CRI SC (obiekt ADAM-2) i CD KZ (obiekt ADAM-4) oraz kanałami powiadamiania, do obiektów podległych (RPW) i współdziałających (CIR sąsiednich KZ). CD KZ w oparciu o odebraną informację radiolokacyjną, wypracowuje decyzje o sposobie zwalczania poszczególnych celów powietrznych oraz o środkach, które w tym celu należy użyć. Przy podejmowaniu w/w decyzji uwzględnianie są komendy przychodzące ze szczebla nadrzędnego (CD SC). Tym samym CD KZ dokonuje rozdziału celów między KZ oddziały rakiet przeciwlotniczych (prplot, drplot), a lotnictwo myśliwskie (Zespół Dowodzenia Lotnictwa Myśliwskiego- ZDLM). Podjęte decyzje przekazywane są kanałami dowodzenia do wyznaczonych oddziałów aktywnych środków walki oraz, kanałem meldowania do szczebla nadrzędnego (CD SC). Na szczeblu centralnym występuje pułk radiotechniczny, w którego skład wchodzi 5 kompanii radiotechnicznych. Każda z nich rozwija jeden RPW z obiektem ADAM-1. Pułk radiotechniczny organizuje CRI SC wyposażone w obiekt ADAM-2. Źródłami informacji dla tego obiektu są:
- 5 podległych RPW (obiekty ADAM-1);
- 3 CRI podległych KZ (obiekty ADAM-2);
- Stanowisko Dowodzenia KOP (obiekt CYBER-WA) lub Połączone Stanowisko Dowodzenia (obiekt WACŁAW-2).

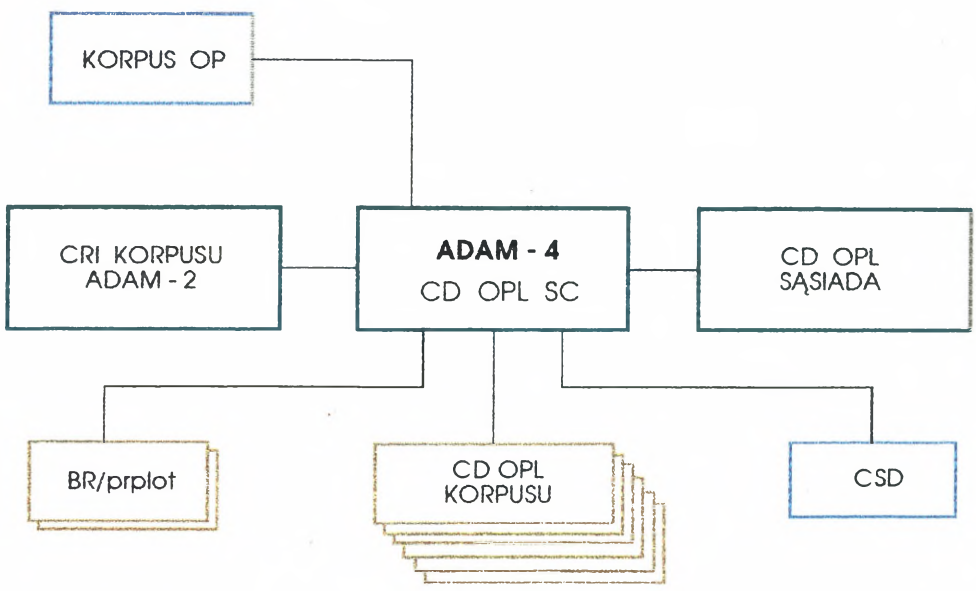
Na podstawie informacji radiolokacyjnej, odebranej z tych źródeł, w CRI SC realizowana jest zbiorcza obróbka tej informacji. Efektem jej jest obraz sytuacji powietrznej w pułkowej strefie odpowiedzialności. Tak opracowana informacja radiolokacyjna przekazywana jest następnie kanałem meldowania do szczebla nadrzędnego (CD SC) oraz, jako powiadamianie do szczebli podległych (6 RPW, 3 CRIA). CD SC podobnie jak CD KZ, podejmuje decyzje o zwalczaniu celów powietrznych przez oddziały rakiet przeciwlotniczych (BR plot, lotnictwo myśliwskie bądź też przez aktywne

środki walki podległych KZ). Dla każdego obiektu ADAM-2 i ADAM-4 przewidziany jest drugi obiekt tego samego typu jako obiekt zapasowy. Zakłada się ścisłą współpracę miedzy obiektem zasadniczym, a zapasowym danego szczebla. W czasie pracy obiektu właściwego, obiekt zapasowy przegrupowuje się do przyszłego rejonu stacjonowania danego stanowiska dowodzenia. Po rozwinięciu się i przygotowaniu do pracy bojowej, w określonym czasie przejmuje pracę od dotychczasowego stanowiska i dalej ją kontynuuje. Obiekt właściwy natomiast staje się obiektem zapasowym.

4.2.2. Charakterystyka obiektu ADAM-4

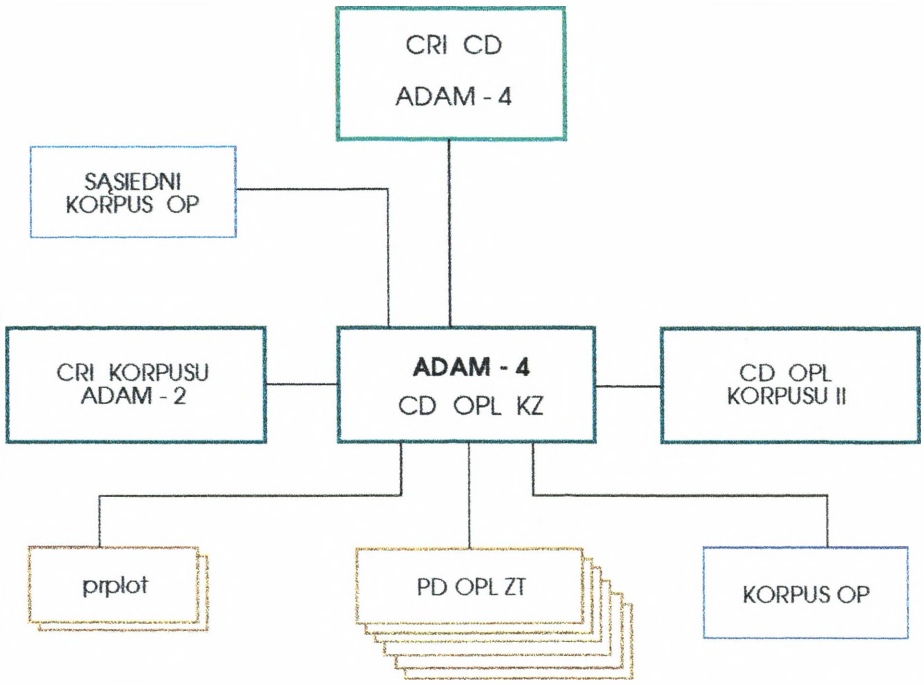
Obiekt **ADAM-4** jako wyposażenie Centrum Dowodzenia Szefa Wojsk OPL SC w oparciu o posiadane oprogramowanie systemowe i użytkowe zapewnia współpracę z obiektami typu DP (DP-10, DP-20, DP-40). Umożliwia odbieranie informacji z wielu obiektów, jej przetwarzanie i zobrazowanie oraz automatyzację procesu dowodzenia obroną przeciwlotniczą i lotnictwem myśliwskim na szczeblu strategicznym i operacyjnym.

Na szczeblu centralnym obiekt ADAM-4 usytuowany jest zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku nr 4.8.



Rys. 4.8. Usytuowanie obiektu ADAM-4 na szczeblu centralnym

Na szczeblu KZ obiekt ADAM-4 usytuowany jest zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku nr 4.9.



Rys. 4.9. Usytuowanie obiektu ADAM-4 na szczeblu KZ

Obiekt ADAM-4 przeznaczony jest do automatyzacji procesu dowodzenia obroną przeciwlotniczą w oparciu o oddziały rakiet przeciwlotniczych i lotnictwo myśliwskie. Podstawową funkcję kierowania procesem zwalczania celów powietrznych realizuje w oparciu o informację radiolokacyjną otrzymaną z Centrum Rozpoznawczo-Informacyjnego (CRI).

Możliwości taktyczno-techniczne obiektu ADAM-4

Wyposażenie obiektu ADAM-4 zapewnia:

- możliwość ciągłego kierowania procesem zwalczania celów powietrznych;
- odzwierciedlenie sytuacji powietrznej w strefach odpowiedzialności;
- przekazywanie informacji o sytuacji powietrznej do obiektów współpracujących;
- odbiór i przekazywanie meldunków o stanie i działalności bojowej podległych obiektów;
- zbiór i przekazywanie sformalizowanych meldunków do szczebla nadrzędnego.

Parametry taktyczno-specjalne obiektu DP-40 umożliwiają:

- wymianę informacji z 12-ma obiektami współpracującymi (istnieje możliwość deklarowania typu tych obiektów jako podległe, sąsiednie, będące szczeblem nadrzędnym);
- odbiór informacji o 255-u trasach śledzonych z obiektów współpracujących;
- odbiór i zapamiętanie informacji o 63-ch trasach przekazanych z CRI;
- przekazywanie do współpracujących obiektów selektywnie wybranych tras i pelengów uogólnionych;
- skierowanie sytuacji powietrznej do 3-ch kanałów fonicznych;
- rejestrowanie i odtwarzanie w pamięci kasetowej PK-3S wybranych strumieni wydawanych i odbieranych depesz;
- odbiór i przekazywanie meldunków o stanie sił, środków, o elementach ugrupowania bojowego, zestawień zbiorczych;
- zobrazowanie na wskaźnikach WPS-11 sytuacji powietrznej, informacji pomocniczej, ugrupowania itp., selekcja zobrazowania informacji wg. potrzeb;
- wprowadzenie parametrów przetwarzania i informacji uzupełniających do bazy danych tj. : mapy, stany uzbrojenia, gotowość bojowa itp.;
- zobrazowanie informacji na monitorach MZT-10 w postaci tabel;
- realizację rozdziału celów do zwalczania przez środki OPL lub LM;
- wypracowanie propozycji i decyzji o wskazaniu celów do zwalczania przez określony pododdział.

Na szczeblu WZO i ZO obiekt ADAM-4 realizuje dowodzenie obroną przeciwlotniczą (oddziałów rakiet plot) centrów dowodzenia WOPL (CD) podległych korpusów, punktów dowodzenia (PD) oraz lotnictwa myśliwskiego (ZDLM).

Usytuowanie obiektu ADAM-4 jako Centrum Dowodzenia WOPL WZO i ZO przedstawiono na rysunku 4.6. Głównym celem obiektu jest zapewnienie informacji umożliwiającej dowodzenie obroną przeciwlotniczą w strefie działania WZO (ZO). Podobnie jak na szczeblu Korpusu odbywa się ścisła współpraca z obiektem na zapasowym SD WOPL WZO /ZO/ który po przegrupowaniu się do przyszłego

stacjonowania SD OPL rozwija się, przygotowuje do pracy i w odpowiednim czasie przejmuje rolę CD WZO /ZO/.

Centrum dowodzenia wojsk OPL jest przeznaczone do:

- dowodzenia wojskami OPL w strefie odpowiedzialności KZ;
- operacyjnego kierowania obroną przeciwlotniczą;
- organizacji współdziałania z sąsiednimi systemami OPL.

Centrum dowodzenia jest zasadniczym miejscem pracy Szefa wojsk OPL KZ, z którego w ważniejszych okresach prowadzenia operacji oraz w czasie odpierania zmasowanych (ześrodkowanych) uderzeń środków napadu powietrznego (ŚNP), osobiście kieruje działalnością bojową wojsk OPL KZ.

ADAM-4 stanowi Zespół Dowodzenia wojskami OPL i jest przeznaczony do operacyjnego kierowania walką wojsk OPL KZ. W zależności od intensywności działań ŚNP, zespół ten może pracować w reżimie "DYŻUR BOJOWY" (gotowość bojowa nr 2) lub w reżimie "PRACA BOJOWA" (gotowość bojowa nr 1).

Do zasadniczych zadań tego zespołu realizowanych w reżimie "DYŻUR BOJOWY" należy:

- ciągła analiza i ocena sytuacji powietrznej;
- zbieranie, analizowanie i ocena aktualnych danych o położeniu, stanie i możliwościach bojowych wojsk OPL;
- nadzór nad przestrzeganiem ustalonego reżimu utrzymania gotowości bojowej w podległych wojskach;
- kierowanie pracą podległych punktów dowodzenia oraz dyżurnych sił i środków WOPL;
- realizacja przedsięwzięć zapewniających bezpieczeństwo przelotów własnego lotnictwa w strefach ognia środków OPL.

Do zasadniczych zadań Zespołu Dowodzenia realizowanych w reżimie " PRACA BOJOWA" należy:

- bieżąca analiza i ocena sytuacji powietrznej, operacyjnej oraz kierowanie pracą podsystemu rozpoznania ŚNP i przekazywania niezbędnych danych w tym zakresie do podległych wojsk;

- wprowadzanie dla wojsk OPL stopni gotowości bojowej stosownie do aktualnej sytuacji operacyjno-taktycznej i zagrożenia uderzeniami z powietrza;
- zbieranie i analizowanie aktualnych danych o położeniu i możliwościach bojowych podległych wojsk;
- dowodzenie wojskami OPL podczas odpierania uderzeń ŚNP.

4.2.3. Charakterystyka obiektu ADAM-2

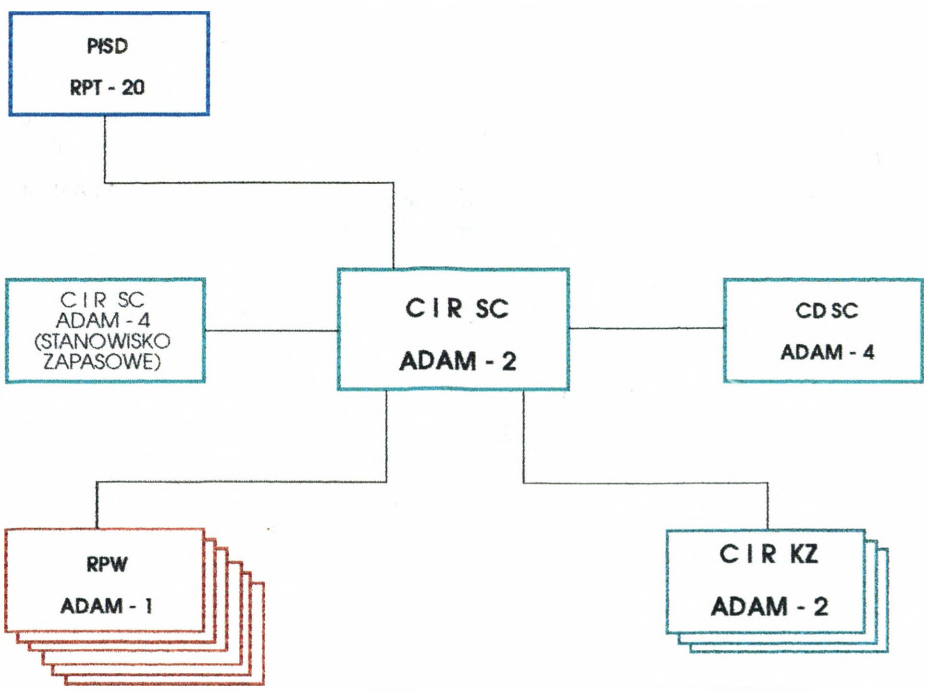
Przeznaczenie obiektu ADAM-2

Zgodnie ze strukturą systemu dowodzenia wojsk OPL w skład stanowiska dowodzenia szczebla centralnego lub korpusu zmechanizowanego wchodzą:

1. Centrum Dowodzenia.
2. Centrum Rozpoznawczo Informacyjne.

Centra te wyposażone są w następujące obiekty automatyzacji:

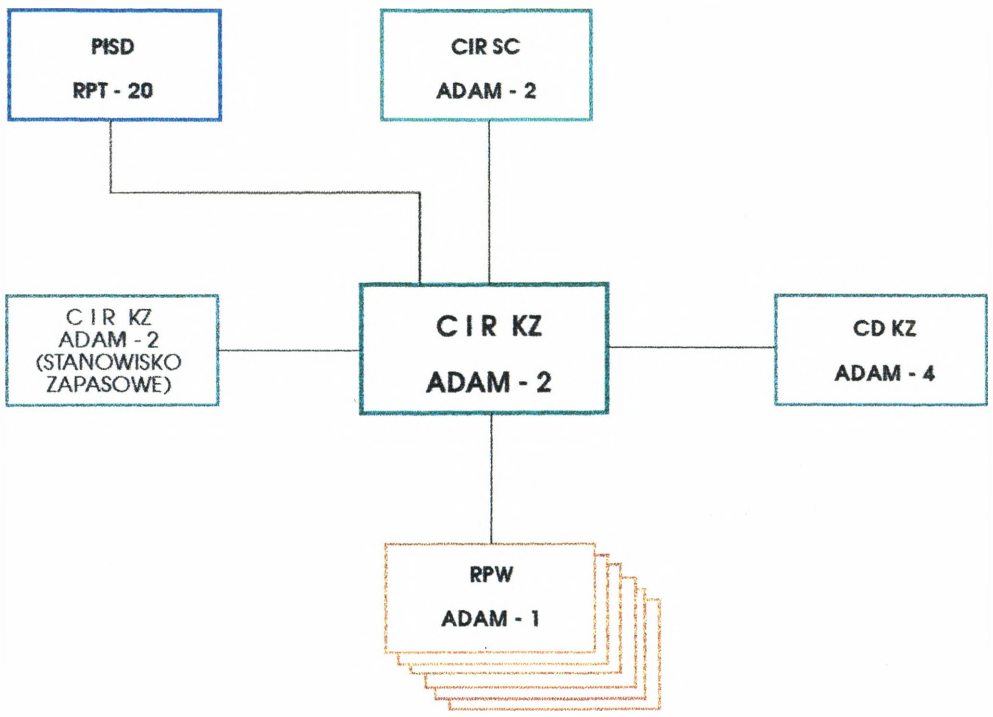
1. CD - obiekt ADAM-4.
2. CRI - obiekt ADAM-2.



Rys. 4.10. Otoczenie systemowe obiektu ADAM-2 jako CRI szczebla centralnego

Przeznaczenie obiektu ADAM-2 uzależnione jest od szczebla umiejscowienia w strukturze organizacyjnej wojsk OPL. I tak:

- na szczeblu centralnym obiekt ADAM-2 jako CRI przeznaczony jest do automatyzacji procesów dowodzenia pułkiem radiotechnicznym, kierowania pracą bojową podległych batalionów radiotechnicznych oraz kompanii radiotechnicznych stanowiących CRI podległych KZ, informowania współpracujących obiektów o sytuacji powietrznej. Zapewnia on zbiór, przetwarzanie, zobrazowanie oraz wydawanie informacji niezbędnych w procesie dowodzenia. Obiekt ADAM-2 stanowi punkt zbiorczej obróbki informacji radiolokacyjnej. Obiekt ADAM-2 zabezpiecza więc sformowanie i przedstawienie obrazu sytuacji powietrznej dla CD, z którego realizowane jest dowodzenie OPL. Otoczenie systemowe obiektu ADAM-2 jako CRI szczebla centralnego przedstawia schemat na rysunku nr 4.10



Rys. 4.11. Otoczenie systemowe obiektu ADAM-2 jako CRI KZ

- na szczeblu KZ obiekt ADAM-2 jako CRI przeznaczony jest do automatyzacji procesów dowodzenia i kierowania pracą bojową podległych kompanii

radiotechnicznych oraz realizacji funkcji związanych z powiadamianiem wojsk o sytuacji powietrznej w strefie odpowiedzialności. Zapewnia on zbiór, przetwarzanie, zobrazowanie i wydawanie informacji niezbędnych w procesie dowodzenia. Stanowi punkt zbiorczej obróbki informacji radiolokacyjnej. Obiekt ADAM-2 zabezpiecza więc sformowanie i przedstawienie obrazu sytuacji powietrznej dla CD KZ. Otoczenie systemowe obiektu ADAM-2 jako CRI KZ przedstawia schemat na rysunku nr 4.11

Możliwości funkcjonalne obiektu ADAM-2

Możliwości funkcjonalne obiektu ADAM-2 nie zależą od szczebla jego umiejscowienia w strukturze organizacyjnej wojsk OPL. Obiekt ADAM-2 zarówno na szczeblu centralnym jak i na szczeblu KZ zapewnia:

1. Wymianę informacji z 12-toma obiektami współpracującymi, przy czym istnieje możliwość deklarowania typu tych obiektów jako podległe, sąsiednie lub nadrzędne.
2. Automatyczny odbiór, przetwarzanie i zobrazowanie informacji o :
   - 31 śledzonych obiektach powietrznych z każdego podległego Radiolokacyjnego Posterunku Wykrywania (RPW);
   - 63 obiektach powietrznych odbieranych z kanałów powiadamiania każdego współpracującego obiektu ADAM-2;
   - 63 obiektach powietrznych odebranych w ramach powiadamiania ze szczebla nadrzędnego (dotyczy tylko obiektu ADAM-2 występującego jako CRI KZ).
3. Uogólnianie informacji o 63 trasach.
4. Automatyczne przesyłanie do obiektu nadrzędnego meldunków o 63 selektywnie wybranych obiektach powietrznych.
5. Automatyczne przesyłanie (w ramach powiadamiania) do podległych RPW oraz do obiektów współpracujących informacji o maksymalnie 63 selektywnie wybranych trasach i pelengach uogólnionych.
6. Automatyczny odbiór, przetwarzanie i zobrazowanie sformalizowanych meldunków przekazywanych z podległych posterunków dotyczących między innymi stanu

sił i środków, parametrów elementów ugrupowania bojowego, prowadzonej działalności itd.

7. Automatyczne przesyłanie sformalizowanych komend dowodzenia do podległych RPW.
8. Automatyczny odbiór i zobrazowanie sformalizowanych komend przekazywanych z obiektu nadrzędnego.
9. Automatyczne przekazywanie do obiektu nadrzędnego sformalizowanych meldunków o stanie sił i środków, o elementach ugrupowania bojowego, zestawień zbiorczych.
10. Zobrazowanie na 5 (dla podstawowego zestawu stanowisk pracy) wskaźnikach WPS-11 sytuacji powietrznej, informacji pomocniczych, (np. ugrupowania itd.) z możliwością selekcji zobrazowania na każdym wskaźniku według potrzeb.
11. Wprowadzanie do bazy danych parametrów przetwarzania i informacji uzupełniających takich jak: mapy, stany uzbrojenia, gotowości bojowej itp.
12. Automatyczne analizowanie i zobrazowanie sytuacji powietrznej według ustalonych parametrów (według przedziałów prędkości, wysokości oraz przynależności).
13. Rejestrację i odtwarzanie wybranych strumieni wydawanych lub odbieranych depesz z wykorzystaniem pamięci kasetowych.
14. Zobrazowanie szeregu informacji pomocniczych na ekranach Monitorów Zobrazowania Tabelarnego (MZT-10).
15. Wprowadzanie, zapamiętanie, nadawanie i odbiór informacji charakteryzujących elementy ugrupowania bojowego.
16. Spikerowanie sytuacji powietrznej do 3-ch kanałów fonicznych.

Podstawowe parametry taktyczno-techniczne obiektu ADAM-2

Obiekt ADAM-2 charakteryzują następujące parametry taktyczno-techniczne:

1. Obiekt ADAM-2 może współpracować z :
   a) na szczeblu centralnym :
      - 3 obiektami ADAM-2 stanowiącymi wyposażenie podległych brt;
      - 3 obiektami ADAM-2 znajdującymi się na szczeblu CRI podległych KZ;
      - obiektem ADAM-2 będącym na wyposażeniu CRI zapasowego SD OPL;

- obiektem ADAM-4 występującym na CD szczebla centralnego;
- obiektem automatyzacji SD KOP (współpraca ograniczona jedynie do powiadamiania).

b) na szczeblu KZ:
- 4 obiektami DADM-1 znajdującymi się na szczeblu RPW;
- 2 obiektami ADAM-2 stanowiącymi wyposażenie CRI sąsiednich KZ;
- obiektem ADAM-2 będącym na wyposażeniu CRI zapasowego SD OPL KZ;
- obiektem ADAM-2 znajdującym się na CRI szczebla centralnego;
- obiektem ADAM-4 znajdujący się na szczeblu CD KZ;
- obiektem automatyzacji SD KOP (współpraca ograniczona jedynie do powiadamiania.

2. Dane o śledzonych, odbieranych (z nadrzędnego SD , z podległego RPW, z obiektu współpracującego) i nadawanych obiektach powietrznych mogą zawierać:
- współrzędne (X,Y) ekstrapolowane na chwilę ich przesłania do kanału łączności;
- wysokość;
- cechę przynależności państwowej (niezidentyfikowany, obcy, swój lub swój gwarantowany);
- numer służbowy (techniczny);
- numer frontowy;
- numer zespolony (czterocyfrowy);
- czas ekstrapolacji;
- rodzaj obróbki (półautomatyczna, automatyczna);
- wskaźnik grupowości (obiekt powietrzny grupowy bądź nie);
- charakterystyki celu:
- typ;
- wskaźnik oddziaływania (LM, OPL lub LM + OPL);
- rodzaj manewru (po kursie, po wysokości lub po prędkości);
- składowe prędkości Vx, Vy;
- pasmo zakłóceń;

- azymut i wysokość kątową pelengu

3. Kanałem meldowania (dowodzenia) do szczebla nadrzędnego (podległego) można przesyłać :
   - informację o zwalczaniu celu;
   - dane o położeniu wybranego obiektu automatyzacji;
   - komendy umiejscowione (dwucyfrowe);
   - formularze graficzne;
   - dane o stanie uzbrojenia i sprzętu oraz o gotowości bojowej wybranego pododdziału.
4. Wyposażenie obiektu ADAM-2 zapewnia realizację łączności wewnętrznej pomiędzy osobami funkcyjnymi znajdującymi się na miejscach pracy w sieci kierunkowej lub okólnikowej
5. Wyposażenie obiektu ADAM-2 zapewnia realizację łączności telefonicznej ze stanowisk pracy z abonentami zewnętrznymi dołączonymi do łącznicy telefonicznej ŁP-10MR oraz automatycznej centrali ACO.
6. Środki łączności obiektu ADAM-2 umożliwiają tajną łączność telefoniczną.
7. Oprogramowanie obiektu ADAM-2 umożliwia pracę z wykorzystaniem od 3 do 7 zautomatyzowanych miejsc pracy wyposażonych we wskaźniki WPS-11. Jako podstawowy zestaw stanowisk pracy obiektu przyjęto 5 wskaźników WPS-11.
8. Czas rozwinięcia obiektu ADAM-2 do pracy z pozycji marszowej jest krótszy od 1 godziny nie uwzględniając czasu potrzebnego na rozwinięcie zewnętrznych środków łączności.
9. Czas osiągnięcia gotowości bojowej rozwiniętego obiektu jest krótszy od 10 minut w warunkach temperatury dodatniej. Przy temperaturze ujemnej czas ten powiększony jest o czas ogrzania kabiny.

4.2.4. Charakterystyka obiektu ADAM-1

Przeznaczenie obiektu ADAM-1

Obiekt ADAM-1 o oznaczeniu niejawnym DP-10 i kryptonimie jawnym ZENIT-10 przeznaczony jest do automatyzacji procesów zdejmowania, przetwarzania,

przesyłania i zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej na szczeblu radiolokacyjnego posterunku wykrywania wojsk OPL. Realizuje on pierwotną, wtórną i zbiorczą obróbkę informacji radiolokacyjnej.

Źródłami informacji dla obiektu ADAM-1 są dołączone RLS będące na wyposażeniu RPW (2 odległościomierze i 2 wysokościomierze radiolokacyjne). Obiekt może odbierać również cyfrowe telekodowe meldunki o sytuacji powietrznej z dwóch źródeł (np. RLS z pierwotną i wtórną obróbką informacji radiolokacyjnej lub obiektów DADM-1). Źródła informacji cyfrowej mogą być zlokalizowane na RPW lub mogą być od niego oddalone na odległość do 30 km (ograniczenie wynika z zasięgu środków łączności).

Obiekt ADAM-1 odbiera również informację powiadamiania i dowodzenia z obiektu ADAM-2 nadrzędnego SD. Może on też odbierać informację powiadamiania z sieci dookólnej systemu dowodzenia. Meldunki o sytuacji powietrznej pochodzące z kanałów powiadamiania w procesie obróbki informacji traktowane są na równi z meldunkami ze źródeł informacji cyfrowej.

Na podstawie informacji z dołączonych SRL z wyjściami analogowymi realizowana jest pierwotna i wtórna obróbka informacji radiolokacyjnej. Wykorzystując wyniki tej obróbki oraz meldunki o sytuacji powietrznej ze źródeł informacji cyfrowej i kanałów powiadamiania obiekt ADAM-1 wypracowuje zbiorczą informacje o sytuacji powietrznej. Informacja ta przekazywana jest w postaci cyfrowych sygnałów telekodowych (depesz) poprzez linie łączności radiowej do nadrzędnego SD (obiekt ADAM-2) i ewentualnie jako powiadamianie do innych obiektów.

Możliwości funkcjonalne obiektu ADAM-1

Obiekt ADAM-1 (DP-10) zapewnia realizację następujących funkcji:

1. Wykrywanie obiektów powietrznych na podstawie obserwacji i analizy sygnałów z odległościomierzy radiolokacyjnych zobrazowanych na wskaźnikach panoramiczno-syntetycznych.
2. Sterowanie urządzeniem rozpoznania oraz określanie cech przynależności (swój-obcy) wykrytych obiektów powietrznych na podstawie obserwacji i analizy sygnałów zobrazowanych na wskaźniku panoramiczno-syntetycznym.

3. Półautomatycznie z korektą ręczną lub automatycznie z wykorzystaniem urządzenia MAW-21 śledzenie wykrytych obiektów powietrznych na podstawie informacji uzyskanej z odległościomierza radiolokacyjnego.
4. Półautomatyczne z korektą ręczną śledzenie nośników zakłóceń aktywnych typu szumowego na podstawie informacji uzyskanej z odległościomierza radiolokacyjnego.
5. Automatyczne śledzenie obiektów na podstawie informacji uzyskanej ze stacji radiolokacyjnej z wyjściami cyfrowymi (realizującymi pierwotną i wtórną obróbkę informacji radiolokacyjnej), obiektu nadrzędnego i obiektów współpracujących.
6. Sterowanie półautomatyczne lub automatyczne pomiarem oraz ręczny pomiar wysokości śledzonych obiektów powietrznych na podstawie informacji uzyskanej z wysokościomierza radiolokacyjnego.
7. Automatyczny pomiar i zobrazowanie pierwotnej informacji radiolokacyjnej.
8. Automatyczny odbiór i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej przekazywanej z nadrzędnego oraz współpracujących obiektów i stacji radiolokacyjnych realizujących pierwotną i wtórną obróbkę informacji radiolokacyjnej.
9. Automatyczny odbiór i zobrazowanie komend dowodzenia otrzymywanych ze szczebla nadrzędnego.
10. Automatyczne przekazywanie danych o sytuacji powietrznej do szczebla nadrzędnego oraz obiektów współpracujących w postaci meldunków o określonej strukturze.
11. Ręczne redagowanie oraz automatyczne przekazywanie meldunków i tekstów dotyczących gotowości, prowadzonej działalności i miejsca stania (położenia) elementów ugrupowania bojowego do nadrzędnego stanowiska dowodzenia.
12. Automatyczne rejestrowanie i odtwarzanie odbieranych i przekazywanych kanałami telekodowymi informacji.

Parametry taktyczno-techniczne obiektu ADAM-1

Obiekt ADAM-1 charakteryzuje się następującymi parametrami:

1. Możliwości współpracy z:

- dwoma odległościomierzami radiolokacyjnymi z wyjściami analogowymi sygnałów radiolokacyjnych (poprzez blok BMS-10). Maksymalna odległość połączenia 500m.
- dwoma wysokościomierzami radiolokacyjnymi (w tym jeden typu NUR-41, BOŻENA-31 tzn. jedno miejsce pracy pomiaru wysokości musi być poza obiektem) z wyjściami analogowymi (poprzez blok BMS-10). Maksymalna odległość połączenia 500m;
- dwoma źródłami informacji cyfrowej np. stacjami radiolokacyjnymi- SRL realizującymi pierwotną i wtórną obróbkę informacji i cyfrowo-kodową transmisję informacji. Źródła te mogą być zlokalizowane na tym samym posterunku lub oddalone od niego do 30km (ograniczenie zasięgiem środków łączności);
- dwoma współpracującymi obiektami zautomatyzowanymi ADAM-1;
- obiektem nadrzędnego szczebla dowodzenia ADAM-2.

2. Możliwość jednoczesnego śledzenia 31 tras łącznie (w tym pelengi na źródła zakłóceń aktywnych typu szumowego). Trasy te mogą być śledzone na podstawie informacji pierwotnej z miejscowych SRL lub informacji uogólnionej w innych obiektach.
3. Odbiór, dopisywanie i nadawanie informacji o charakterystykach tras i pelengów (wysokość, skład, typ, przynależność państwowa, numer zespolony, rodzaj i pasmo zakłóceń).
4. Przekazywanie do trzech współpracujących obiektów selektywnie wybranej informacji o 31 śledzonych trasach lub pelengach
5. Odbiór i zapamiętanie informacji o 125 trasach i pelengach od trzech obiektów automatyzacji (po 31 ze współdziałających i 63 z nadrzędnego).
6. Możliwość wprowadzania, zapamiętania, nadawania i odbioru informacji o elementach ugrupowania bojowego.
7. Możliwość tworzenia, zapamiętania, przesyłania i odbioru informacji o 14 formularzach graficznych;

8. Obiekt posiada trzy zautomatyzowane miejsca pracy wyposażone we wskaźniki WPS-11 oraz jedno zautomatyzowane miejsce pracy operatora pomiaru wysokości wyposażone we wskaźniki WRH-12.

4.2.5. Zautomatyzowany wóz dowodzenia obrony przeciwlotniczej szczebla taktycznego ZWD - 10R

Przeznaczenie i charakterystyka taktyczno-techniczna ZWD-10R

ZWD-10R jest samodzielnym obiektem przystosowanym do pracy na postoju i w ruchu, który umożliwia zautomatyzowane kierowanie wszystkimi siłami i środkami OPL na różnych szczeblach dowodzenia w ramach systemu OPL ZT.

Parametry taktyczno-techniczne ZWD-10R umożliwiają:

- automatyczne przyjmowanie, uogólnianie i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej;
- automatyczne przesyłanie komend oraz meldunków do przełożonego i sześciu obiektów podległych;
- automatyczne wypracowanie decyzji bojowych (rozdział celów powietrznych);
- automatyczne określenie położenia wozu w terenie;
- współpracę z zautomatyzowanym systemem szczebla operacyjnego ZENIT;
- współpracę z polowym systemem łączności analogowej i cyfrowej;

W zależności od zainstalowanej wersji oprogramowania może być wykorzystany na:

- SD pplot OSA;
- SD pplot KUB;
- SD BAPLOT;
- SDO dplot;
- SD SOPL ZT.

4.3. Zautomatyzowany systemu dowodzenia OPL MW

4.3.1. Ogólna charakterystyka zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW

Zautomatyzowany system dowodzenia MW opracowuje efektywne algorytmy procesów informacyjnych i decyzyjnych , a zwłaszcza:

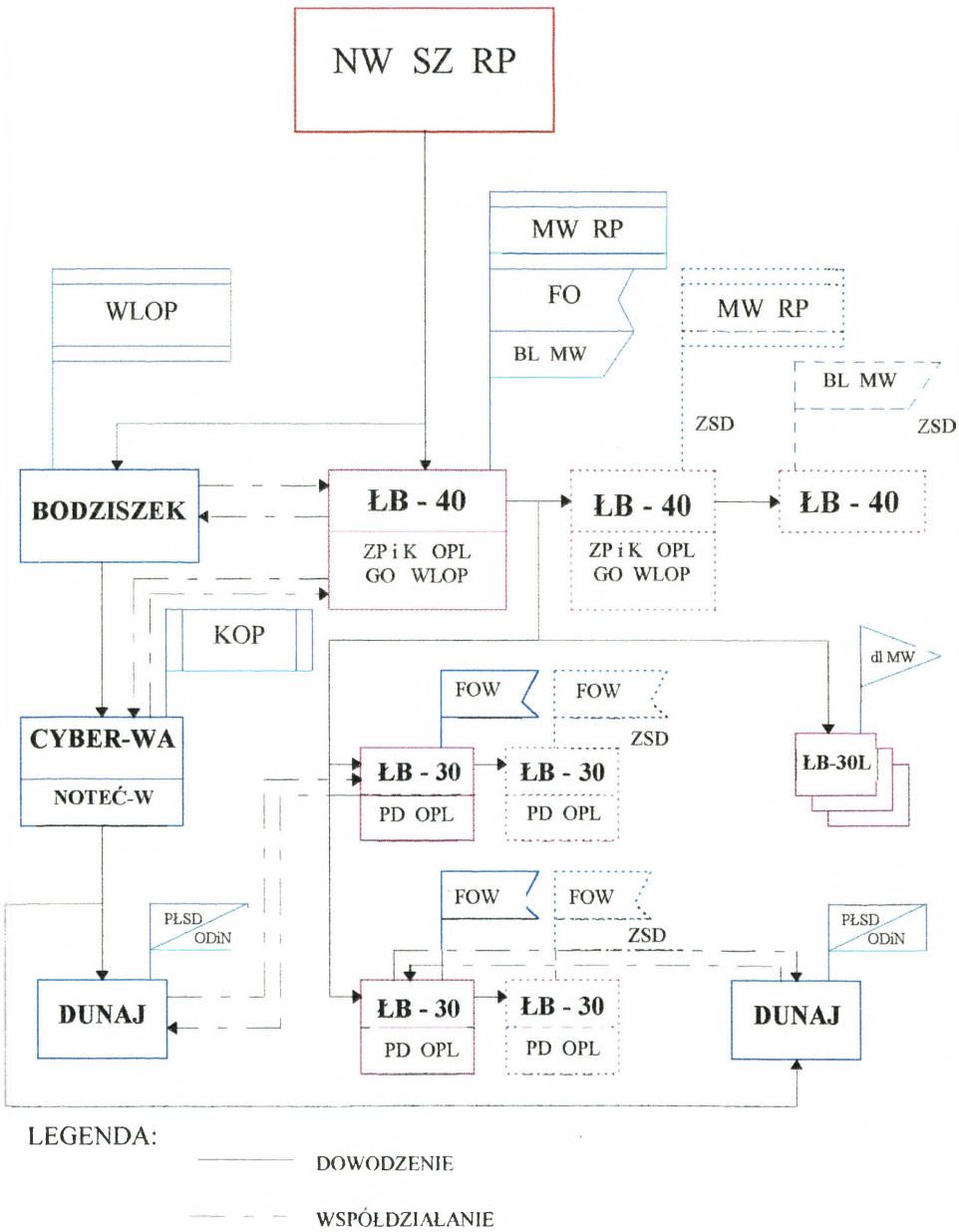
- zbierania, selekcji, agregacji, weryfikacji, przechowywania i zobrazowania informacji o sytuacji operacyjno-taktycznej w strefie obrony MW;
- śledzenia zmian tej sytuacji i jej analizy i uogólniania;
- wykonywania kalkulacji i obliczeń dla potrzeb planowania użycia sił i środków;
- modelowania i symulacji działań bojowych dla optymalizacji podejmowanych decyzji;
- dystrybucji informacji niezbędnej do działania osób funkcyjnych i komórek organizacyjnych stanowisk dowodzenia;
- opracowywania i przekazywania zadań do podległych sił;
- wymiany danych (informacji) ze stanowiskami dowodzenia współdziałających rodzajów Sił Zbrojnych i rodzajów wojsk.

System środków automatyzujących procesy dowodzenia siłami MW obejmuje wyodrębnione zunifikowane moduły teleinformatyczne (obiekty) przeznaczone na wyposażenie elementów systemu dowodzenia.

Wyróżnia się następujące typy obiektów:

1. Zautomatyzowane brzegowe posterunki obserwacji wzrokowo-technicznej i łączności: stacjonarne - obiekty ŁB-10, samolotowe - obiekty ŁS-10 oraz ruchome-obiekty ŁR-10;
2. Zautomatyzowane okrętowe stanowiska dowodzenia - obiekty ŁO-10;
3. Zautomatyzowane bojowe centra informacyjne flotyll obrony wybrzeża - obiekty ŁB-20;
4. Zautomatyzowane okrętowe stanowiska okrętowych grup taktycznych - obiekty ŁO-20;

5. Zautomatyzowane brzegowe stanowiska dowodzenia szczebla taktycznego- obiekty ŁB-30;
6. Zautomatyzowane brzegowe stanowiska dowodzenia szczebla operacyjnego - obiekty ŁB-40.



Rys. 4.12. Zautomatyzowany system dowodzenia OPL MW na tle docelowego systemu dowodzenia MW (szczebel operacyjno-taktyczny)

Zautomatyzowanego systemu dowodzenia OPL MW na tle docelowego systemu dowodzenia MW przedstawiono na rysunku 4.12.

Obiekty ŁB-30 i ŁB-40 stanowią lokalne sieci komputerowe skomputeryzowanych miejsc pracy (punktów dowodzenia) umożliwiające pracę w rozległej sieci komputerowej ZtSD MW, a w perspektywie ZtSD SZ.

Obiekt ŁB-30 przeznaczony jest do zwiększenia efektywności podejmowanych decyzji przez dowódcę i jego sztab pracujący na stanowisku dowodzenia szczebla taktycznego (flotylli) poprzez udostępnianie w postaci graficznego zobrazowania aktualnej, opracowanej sytuacji taktycznej w strefie odpowiedzialności ZT oraz funkcji wspomagania decyzyjnego niezbędnego do wykonania zadań postawionych przez dowódcę MW oraz stawiania zadań siłom podległym flotylli i oceny ich wykonania.

Obiekt ŁB-40 przeznaczony jest do zwiększenia efektywności podejmowanych decyzji przez dowódcę i jego sztab pracujący na stanowisku dowodzenia szczebla operacyjnego (MW) poprzez udostępnianie w postaci graficznego zobrazowania aktualnej, opracowanej sytuacji operacyjno-taktycznej w strefie obrony Marynarki Wojennej oraz funkcji wspomagania decyzyjnego niezbędnego do wykonania zadań postawionych przez Naczelnego Wodza SZ RP oraz stawiania zadań siłom Marynarki Wojennej i oceny ich wykonania. Rozwiązania sprzętowe obiektów ZtSD MW odpowiadają standardowej modułowej architekturze systemowej zgodnej z koncepcją automatyzacji dowodzenia SZ RP.

Zautomatyzowane stanowisko dowodzenia szczebla FOW - "obiekt ŁB-30" oraz zautomatyzowane stanowisko dowodzenia szczebla MW - "obiekt ŁB-40" pod względem technicznym będą systemami przetwarzania rozproszonego przeznaczonymi do jednoczesnej pracy wielu użytkowników na wspólnych zasobach informacyjnych. Poszczególni użytkownicy będą pracować w ramach Zautomatyzowanych Miejsc Pracy (ZMP) funkcjonalnie odpowiadających w czasie W - komórkom organizacyjnym SD.

ZMP są to jedno lub wielostanowiskowe zestawy komputerowe połączone za pośrednictwem podsystemu wymiany danych i wyposażone w sprzęt łączności, urządzenia zobrazowania i inne urządzenia biurowo-sztabowe przydatne do wspomagania pracy zespołów osób funkcyjnych.

Należy założyć, że z funkcjonalnego punktu widzenia struktury organizacyjnej stanowiska dowodzenia szczebla MW i FOW ZMP będzie najmniejszym autonomicznym elementem składowym ZtSD .

Obiekt taki powinien zapewnić rozproszone przetwarzanie danych i utrzymywać integralność informacyjną w ramach systemu, a jego otwarta struktura organizacyjna powinna umożliwić elastyczną reakcję na wszystkie zmiany koncepcyjne wynikające z nowych potrzeb funkcjonalnych zarówno w zakresie zmian sprzętowych jak i programowych.

Stanowisko dowodzenia dowolnego szczebla składać się będzie z odpowiedniej dla jego potrzeb ilości ZMP, z których każde będzie wyposażone w zbiory informacji i oprogramowanie stosownie do potrzeb osób funkcyjnych i poszczególnych komórek organizacyjnych.

Wszystkie lub określone (stosownie do potrzeb) ZMP mogą ze sobą współpracować w zakresie pobierania i dostarczania aktualnie wypracowanych i przetwarzanych danych. W efekcie powinien powstać jeden spójny logicznie i rozproszony terytorialnie system przetwarzania informacji niezbędnej do obsługi procesów.

Z uwagi na złożony charakter powiązań strukturalnych pomiędzy stanowiskami dowodzenia różnych szczebli i w ramach samych stanowisk dowodzenia poszczególne ZMP powinny komunikować się ze sobą w dwóch współzależnych obiegach:

1. Wewnętrznym obiegu informacyjnym - umożliwiającym połączenie się dowolnych dwóch ZMP w ramach jednego elementu organizacyjnego (stanowiska lub punktu dowodzenia);
2. Zewnętrznym obiegu informacyjnym - umożliwiającym połączenie się dwóch ZMP wchodzących w skład różnych elementów organizacyjnych (np. stanowisk dowodzenia) z zachowaniem zasad współdziałania i współpracy wynikających z hierarchii kompetencyjnej.

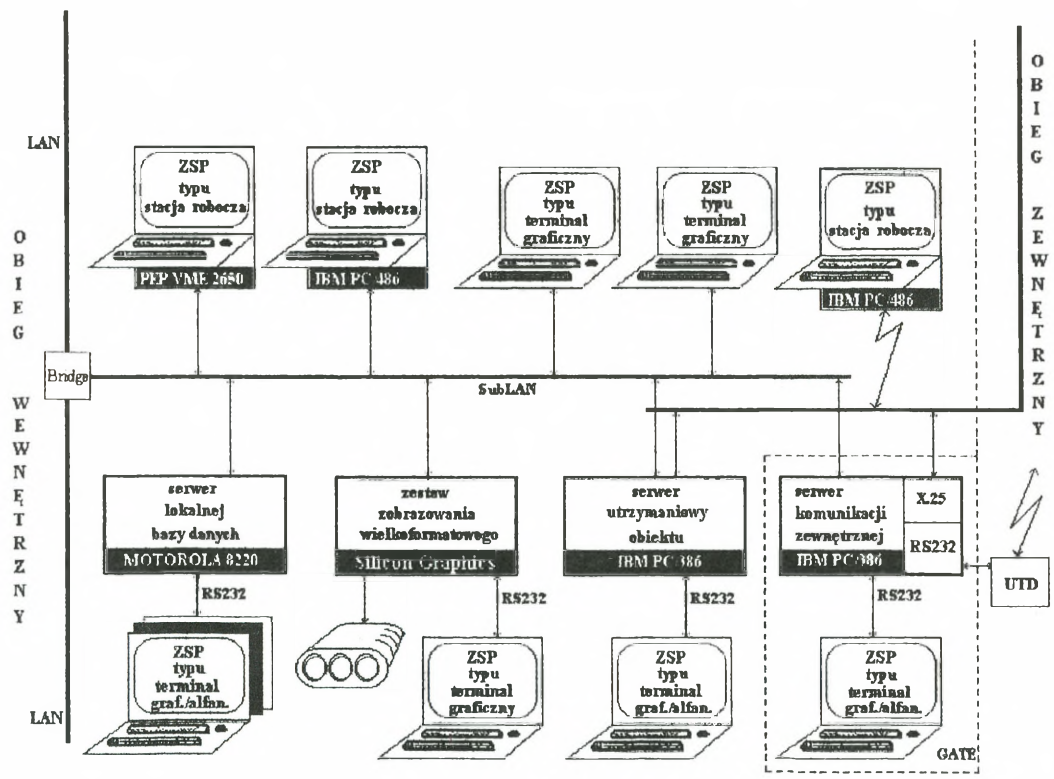
Biorąc pod uwagę terytorialne skupienie wszystkich lub większości ZMP można założyć, że wewnętrzny obieg informacyjny będzie realizowany przy pomocy tzw. lokalnych sieci komputerowych (LAN) w przeciwieństwie do zewnętrznego obiegu informacyjnego, który będzie wykorzystywał tzw. sieci rozległe (WAN).

Każde ZMP składa się z dowolnej, wynikającej z potrzeb liczby dedykowanych stanowisk operatorskich tzw. Zautomatyzowanych Stanowisk Pracy (ZSP). Może być ono wyposażone dodatkowo w specjalizowane serwery takie jak: serwer lokalnej bazy danych obiektu ZMP, serwer komunikacji zewnętrznej (komputer do współpracy międzysieciowej tzw. brama - ang. gate), serwer zobrazowania wielkoformatowego i serwer usług utrzymaniowych obiektu ZMP (patrz rys. 8/II). Wymienione serwery mogą być w szczególności zrealizowane na jednym mocnym komputerze, którego zasoby, ze względu na znaczenie dla żywotności obiektu, muszą być szczególnie chronione. Dotyczy to zarówno bazy danych, pełniącej równocześnie funkcje umożliwiające odtwarzanie stanu danego ZSP po awarii oraz zamierzonym jego wyłączeniu z sieci, jak i usług utrzymaniowych w zakresie: wykorzystania obiektowych urządzeń specjalnych (drukarki, plottery, skanery itp.) i archiwizacji prac. Serwer powinien być wyposażony w co najmniej jeden terminal lokalny konieczny dla sterowania utrzymaniem i monitorowaniem jego zasobów. Stanowiska ZSP będą w różnym stopniu rozbudowane zależnie od złożoności i rodzaju wykonywanych funkcji.

Użytkownicy pracujący w obrębie tego samego ZMP będą wspólnie realizować określone zadanie wykorzystując do tego dostępną dla nich część zasobów informacyjnych Centralnej Bazy Danych Stanowiska Dowodzenia (CBD SD) zainstalowanej na jednym z ZMP tego SD (w Centrum Informacyjnym stanowiącym ZMP z punktu widzenia systemu). Wynikiem wykonanego zadania będzie najczęściej wypracowanie nowych informacji aktualizujących dane bazy i zapisanie ich do CBD SD. Natomiast w lokalnej, obiektowej bazie danych ZMP przechowywane będą wypracowane, aktualne wyniki lokalnie użyteczne, utrzymywane w celu udostępnienia innym użytkownikom oraz utrzymywana kopia danych CBD SD niezbędnych w lokalnej pracy.

Zasadniczym elementem mającym wpływ na rodzaj i wyposażenie terminala wykorzystywanego na ZSP będą zróżnicowane potrzeby w zakresie zobrazowania graficznego. Wiąże się to z koniecznością stosowania w systemie zarówno terminali, jak też będących silnymi zestawami komputerowymi stacji roboczych. W celu zabezpieczenia podstawowych czynności użytkownika stanowiska te powinny być zaopatrzone w monitory graficzne oraz klawiaturę uniwersalną i funkcyjną zintegrowaną

z manipulatorem kulowym lub "myszą". Zobrazowanie graficzne nie musi być dostarczone na każde stanowisko pracy. Do opracowywania tekstów lub monitorowania pracy systemu (szczególnie w pierwszej fazie budowania systemu) będzie również można wykorzystywać proste terminale alfanumeryczne. Jednakże należy dążyć do ujednolicenia styku operatora z systemem na każdym stanowisku pracy poprzez stosowanie graficznego interface'u użytkownika (ang. GUI).



Rys. 4.13. Architektura obiektu zautomatyzowanego miejsca pracy (ZMP)

ZSP wyposażone w terminale graficzne będą umożliwiały wyświetlanie mapy przedstawiającej aktualną, dynamicznie zmieniającą się sytuację taktyczną oraz nanoszenie na to tło informacji uzupełniającej (opisowej, tekstowej itp.) w postaci graficznej.

Rysunek 4.13. przedstawia uogólnioną, obejmującą wszystkie elementy składowe architekturę obiektu ZMP.

Podstawową cechą ZSP jest jego dedykowane przeznaczenie dla określonej osoby funkcyjnej zgłaszającej swój akces dostępu do systemu. Podanie przez operatora indywidualnego hasła dostępu odzwierciedlającego zakres uprawnień zasiadającej do pracy osoby funkcyjnej powoduje otwarcie stanowiska i uruchomienie modułu konfigurującego aktualne jego możliwości zgodnie z uprawnieniami tej osoby. W szczególności udostępniana jest skrzynka poczty elektronicznej dedykowana danej osobie funkcyjnej, ustawiane są priorytety i adresy abonentów, z którymi można się kontaktować, wyświetlany jest aktualnie dostępny zestaw komend i funkcji wspomagających pracę oraz zobrazowana jest, o ile potrzeba, aktualna sytuacja taktyczna wraz z podstawowymi jej elementami, których konfiguracja została wcześniej przewidziana i zapamiętana w momencie ostatniego zamknięcia pracy stanowiska dla tej osoby funkcyjnej. ZMP dla poszczególnych elementów organizacyjnych stanowiska dowodzenia każdego ze szczebli zostaną zdefiniowane na etapie budowy modeli tych elementów.

4.3.2. Przeznaczenie zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW - ŁEBA

System "ŁEBA" jest przeznaczony do automatyzacji procesów zbierania, transmisji i zobrazowania sytuacji taktycznej (nawodnej, podwodnej i powietrznej) oraz wspomagania procesu dowodzenia siłami morskimi i powietrznymi w operacjach Marynarki Wojennej.

System "ŁEBA" jest hierarchiczną, przestrzenno - modułową siecią informatyczną opartą o techniczne środki wykrywania (stacje radiolokacyjne), łączności radiowej, radioliniowej i przewodowej oraz o zunifikowane moduły informatyczne zwane obiektami.

System obejmuje okręty, stacjonarne i ruchome posterunki obserwacji wzrokowo-technicznej, stanowiska dowodzenia wybranych jednostek brzegowych, flotyll i Dowództwa Marynarki Wojennej.

Obszar działania systemu

Przyjęto, że obszar działania systemu może obejmować rejon o współrzędnych geograficznych:

- szerokość geograficzną $\Phi \in <+ 50^{o} , + 70^{o} >$,

- długość geograficzną $\Lambda \in <- 10^{o} , + 30^{o} >$.

Obszar działania systemu wynosi:

$\Delta\Phi = 13^{o}30'$,

$\Delta\Lambda = 27^{o}00'$.

Położenie celów i obiektów jest wyrażone w postaci względnych współrzędnych geograficznych wyznaczonych względem początku układu współrzędnych systemu, tzw. bazy systemu. Punkt bazowy systemu jest lewym, dolnym narożnikiem obszaru działania systemu. Współrzędne punktu bazowego mogą się zmieniać w granicach obszaru działania systemu i obecnie jako bazę przyjęto punkt o współrzędnych geograficznych:

$$\Phi = 50^{o}\ 00', \quad \Lambda = 0^{o}\ 00'.$$

Jednolity czas systemowy

Przyjęto, że każdy obiekt wchodzący w skład systemu "ŁEBA" będzie dysponować identycznym mianem czasu - czasem systemowym. Czas systemowy może być w szczególnym przypadku zgodny z czasem astronomicznym. Bezpośrednią przyczyną wprowadzenia czasu systemowego była specyfika pracy sieci łączności, w szczególności łączności środkami radiowymi z okrętami. Konieczne było ograniczenie czasu transmisji do niezbędnego minimum. Zastosowano więc transmisję o celach i obiektach realizowaną jednorazowo na żądanie, przy zmianach ich parametrów ruchu lub charakterystyki albo okresową (co pewien odcinek czasu) zamiast ciągłej transmisji całej informacji, np. co obrót anteny stacji radiolokacyjnej.

Każda informacja dotycząca celu lub obiektu jest wysyłana przez źródło wraz z czasem jej opracowania. W celu prawidłowej interpretacji danych, obiekt odbierający musi dysponować identycznym mianem czasu co nadawca, w szczególności dla celów ruchomych (konieczność ekstrapolacji położenia celu ze względu na czas przebywania informacji w kanale transmisyjnym).

Dystrybucję jednolitego czasu systemowego w systemie " ŁEBA" zapewnia system łączności oparty na urządzeniach transmisji danych UTD-MW wraz z urządzeniami zegarowymi UZ-10. Urządzenie UTD-MW przesyła miano czasu wraz z danymi (w blokach służbowych) i w zależności od trybu pracy (z korekcją lub bez korekcji zegara) może korygować czas u urządzeniu zegarowym. Rozsyłanie czasu systemowego może realizować tylko urządzenie UTD-MW nadrzędne w danej sieci łączności.

Urządzenie zegarowe UZ-10 zapewnia wysoką stabilność miana czasu pozwalającą utrzymać synchronizację z siecią łączności przez czas nie krótszy niż 30 dni w warunkach ciszy radiowej. Każda transmisja od urządzenia nadrzędnego „dosynchronizowuje" całą sieć łączności.

4.3.3. Struktura zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW

W skład ZtSD MW wchodzą następujące obiekty:

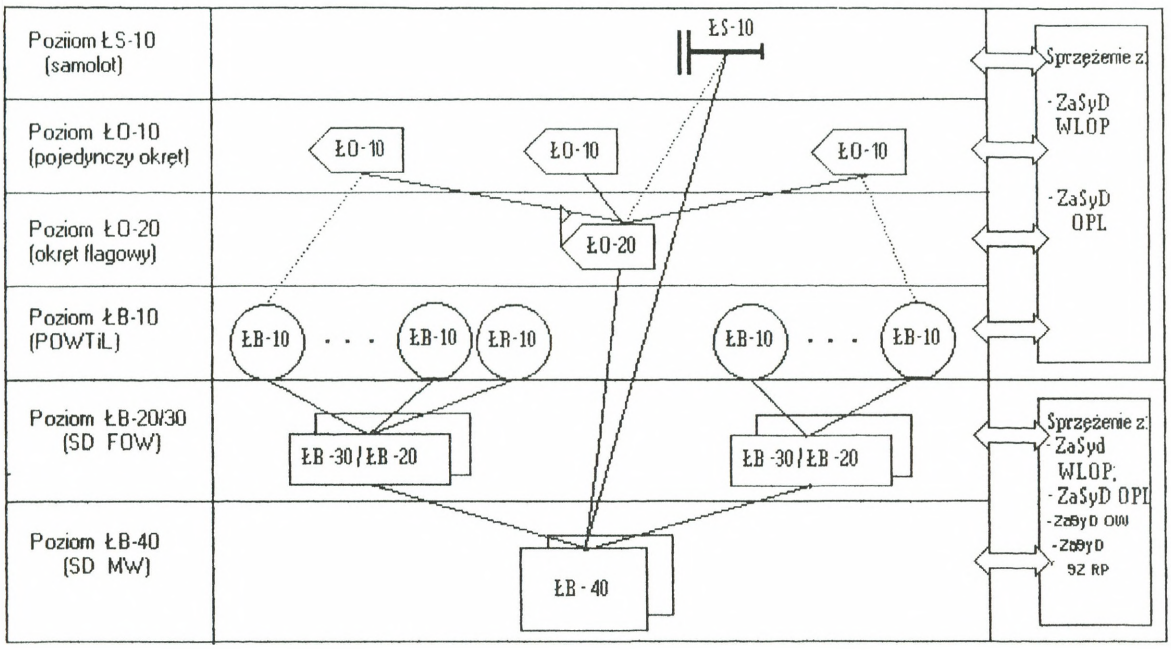
1. Okręty.
2. Samoloty wielozadaniowe.
3. Punkty Obserwacji Wzrokowo-Technicznej i Łączności (POWTiŁ).
4. SD poszczególnych szczebli dowodzenia siłami morskimi.

Struktura zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW przedstawiona została na rysunku 4.14.

W strukturze organizacyjno-funkcjonalnej systemu należy wyróżnić następujące płaszczyzny integracyjne (podsystemy):

- płaszczyznę informacyjną składającą się z modułów informatycznych oraz podsystemu łączności;
- płaszczyznę operacyjną.

Płaszczyzna informacyjna powinna zapewnić zbieranie, przetwarzanie, przechowywanie i dystrybucję informacji dla określonych użytkowników według określonych kompetencji. Jednocześnie powinna zapewnić pełne bezpieczeństwo i kompletność zgromadzonych danych oraz ich bieżącą aktualizację.



Rys. 4.14. Struktura ZtSD MW

Płaszczyzna informacyjna powinna obejmować niżej wymienione różnorodne źródła informacji:

- zautomatyzowane stacjonarne brzegowe posterunki obserwacji wzrokowo-technicznej i łączności;
- zautomatyzowane ruchome brzegowe posterunki obserwacji wzrokowo-technicznej i łączności;
- zautomatyzowane okrętowe stanowiska wspomagania dowodzenia;
- zautomatyzowane samolotowe stanowiska wspomagania dowodzenia;
- zautomatyzowane okrętowe stanowiska wspomagania dowodzenia okrętowych grup taktycznych;
- zautomatyzowane brzegowe bojowe centra informacyjne FOW;
- zautomatyzowane brzegowe stanowiska wspomagania dowodzenia SD FOW i ZSD FOW;

- zautomatyzowane brzegowe stanowiska wspomagania dowodzenia SD MW i ZSD MW, współpracuje z innymi ZtSD SZ. Stanowiska te będą otwarte również dla nadrzędnego systemu dowodzenia SD Naczelnego Dowódcy.

Podsystem łączności powinien zapewnić organizację i zabezpieczenie przepływu strumieni informacyjnych między poszczególnymi obiektami systemu. Jednocześnie podsystem powinien zagwarantować całkowite bezpieczeństwo informacyjne transmitowanych danych. Podsystem łączności na bazie węzłów łączności MW wykorzystuje trzy zasadnicze rodzaje łączności:

- światłowodową (przewodową);
- radioliniową;
- radiową i radiotelefoniczną.

Podstawowym kanałem łączności dla sił okrętowych oraz lotnictwa morskiego będzie łączność radiowa i radiotelefoniczna prowadzona na falach UKF i KF. Stawia to przed tym rodzajem łączności szczególne zadania w zakresie niezawodności i bezpieczeństwa.

Płaszczyznę operacyjną należy utworzyć w oparciu o centra (punkty) dowodzenia, planowania operacyjnego i informacyjne niżej przedstawionych stanowisk dowodzenia:

- SD (ZSD) MW oraz towarzyszące mu PSD MW;
- SD (ZSD) FOW;
- SD (ZSD) BL MW.

Zadaniem zautomatyzowanego systemu transmisji i zobrazowania informacji jest zbieranie, przetwarzanie, zobrazowanie i transmisja informacji o sytuacji nawodnej, podwodnej i powietrznej oraz wspomaganie procesu decyzyjnego w oparciu o przestrzenno-modułową sieć informatyczną, zawierającą techniczne środki wykrywania (stacje radiolokacyjne, stacje hydroakustyczne, urządzenia swój-obcy), łączność radiową, radioliniową i przewodową oraz zunifikowane moduły informatyczne zwane dalej obiektami.

ZtSD MW powinien zabezpieczyć proces dowodzenia na trzech poziomach (szczeblach):

1 Poziom dowodzenia - SD, ZSD, PSD, WSD MW;

2 Poziom dowodzenia - stanowiska dowodzenia FOW, ZT, GT;

3 Poziom dowodzenia - stanowiska dowodzenia okrętów i jednostek brzegowych.

Obiekty poziomu pierwszego

Obiekt „typu 30" oraz obiekt „typu 40" automatyzują pracę SD FOW i SD MW w zakresie:

- integracji i kontroli współpracy systemów rozpoznania i systemów wykonawczych,
- zbierania, opracowywania i przechowywania informacji o sytuacji operacyjno-taktycznej w strefie zainteresowania operacyjnego MW,
- wspomagania planowania działań bojowych sił MW, w tym procesu decyzyjnego.

Ponadto pozwala odbierać i zobrazować informacje o celach powietrznych otrzymywanych z WLOP.

Obiekt „typu 30" oraz „typu 40" przeznaczone będą do:

- przyjmowania dyrektyw, rozkazów, zarządzeń, komend i sygnałów od wyższych sztabów i przekazywanie odpowiedzi;
- przekazywania rozkazów, zarządzeń, komend, sygnałów i ważniejszych danych o sytuacji podległym siłom i przyjmowanie od nich meldunków;
- wymiany danych o sytuacji powietrznej z systemami WLOP i OPL;
- wzajemnej wymiany informacji o sytuacji powietrznej między współdziałającymi rodzajami sił zbrojnych;
- wzajemnej wymiany informacji między stanowiskami dowodzenia wszystkich szczebli, a także między punktami dowodzenia (PD) w ramach danego stanowiska dowodzenia;
- przetwarzania, gromadzenia, przechowywania i wydawania informacji o składzie, stanie i charakterze działań swoich sił i sił przeciwnika;
- prowadzenia obliczeń operacyjno-taktycznych;

- wprowadzania do zautomatyzowanego systemu dowodzenia informacji, pochodzącej z źródeł konwencjonalnych;
- nadzorowania poprawności funkcjonowania systemu i jego diagnostyki.

Obiekty poziomu drugiego

Obiekt „typu 20" stanowić będzie część składową podsystemu zbierania, przetwarzania, transmisji i zobrazowania sytuacji taktycznej nawodnej, podwodnej i powietrznej ZtSD MW. Obiekt „typu 20" powinien stanowić podstawowe wyposażenie Bojowych Centrów Informacyjnych (BCI) 8 i 9 Flotylli Obrony Wybrzeża (FOW) i okrętów grupowych.

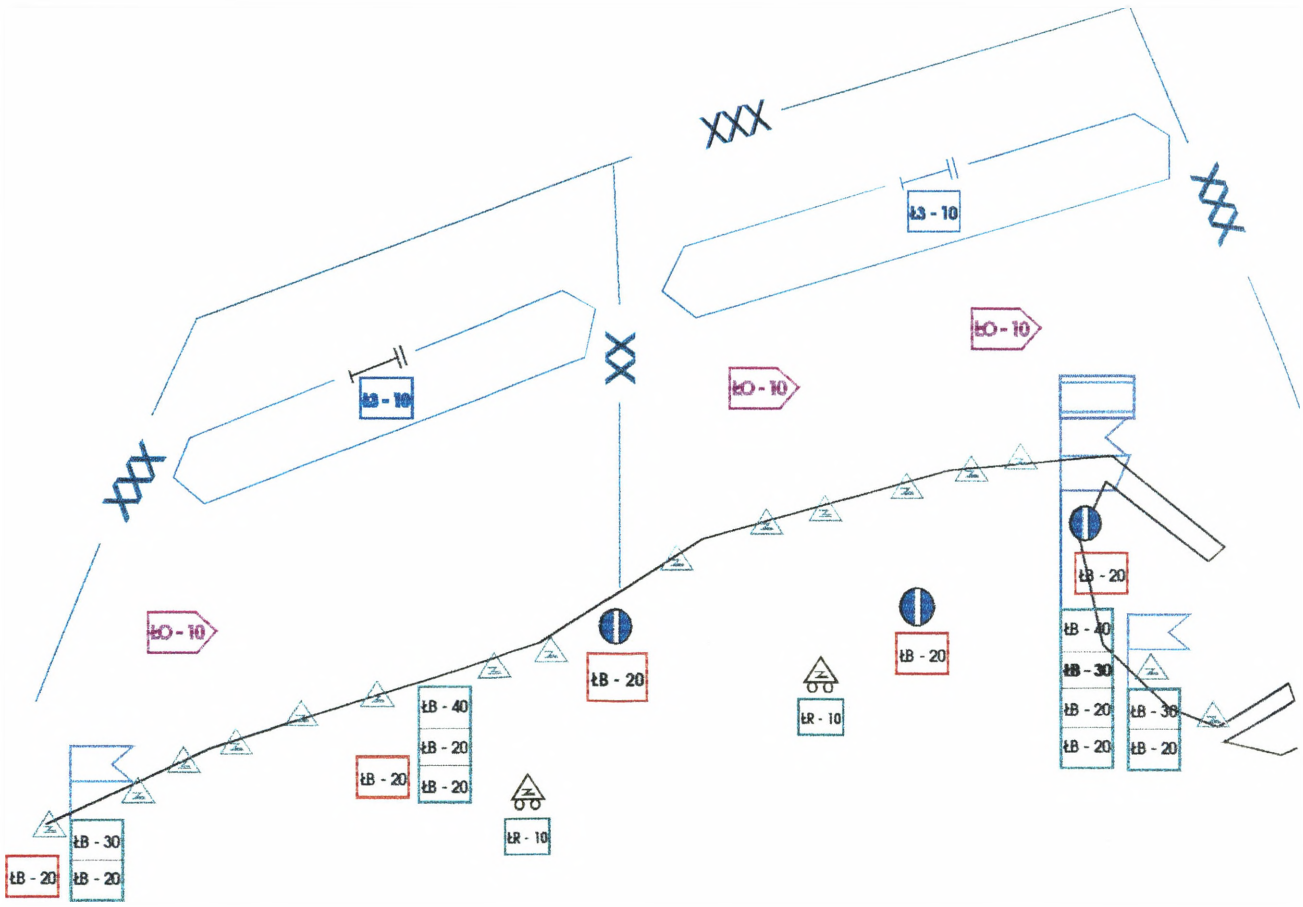
Obiekt powinien zapewniać:

- przyjmowanie od obiektów „typu 10" danych o wykrytych celach, automatycznego ich kojarzenia i uogólniania;
- wskazywania celów nawodnych dla potrzeb kierowania strzelaniem rakietowym spoza horyzontu radiolokacyjnego (w tym automatyczne przekazywanie danych o współrzędnych i parametrach ruchu celu);
- zobrazowania sytuacji taktycznej kontrolowanego rejonu oraz zapewnienia operatywnej i skrytej realizacji zadań: dowodzenia, kierowania i łączności w ramach zautomatyzowanego systemu;
- zapewnienie skutecznego patrolowania i kontroli polskiej morskiej strefy ekonomicznej oraz zwiększenie efektywności prowadzenia akcji ratowniczych.

Obiekty poziomu trzeciego

Poziom III systemu stanowią: Punkty Obserwacji Wzrokowo-Technicznej i Łączności (POWTiŁ), okręty i samoloty, nazywane obiektami „typu 10". Tworzą one podsystem kontroli i zobrazowania sytuacji taktycznej (nawodnej, podwodnej i powietrznej) oraz podsystem wykonawczy ZtSD MW. Strukturę funkcjonalną ZtSD MW przedstawia rys.4.15.

Obiekt „typu 10" przeznaczony jest do automatyzacji procesów zdejmowania zobrazowywania, przetwarzania i przesyłania informacji o sytuacji nawodnej, podwodnej i powietrznej oraz meldunków na wyższe szczeble ZtSD MW, a także realizacji rozkazów i komend.



Rys. 4. 15. Struktura funkcjonalna ZtSD MW.

Zasadnicze funkcje i zadania obiektu „typu 10":

- wykrywanie, rozpoznawanie i śledzenie wszystkich celów i zjawisk na morzu, w powietrzu i na lądzie w zasięgu wykrywania wzrokowego i środków technicznych;
- automatyzacja procesów zbierania, zobrazowania, przetwarzania i przesyłania informacji o sytuacji nawodnej i powietrznej oraz komend, meldunków i sygnałów dowodzenia;
- zwiększenie zdolności bojowej sił MW w walce z celami nawodnymi i powietrznymi przeciwnika, poprzez wskazywanie celów dla okrętowych grup taktycznych (OGU i OGPU) oraz sił i środków OPL;

- utrzymanie łączności środkami wzrokowymi i radiowymi z jednostkami MW znajdującymi się w zasięgu tych środków;
- prowadzenie obserwacji przeciwminowej;
- współdziałanie z sąsiednimi POWTiŁ i strażnicami SG w zakresie wymiany informacji o sytuacji w strefie odpowiedzialności;
- przekazywanie meldunków sytuacyjnych do nadrzędnego obiektu „typu 20".

4.3.4. Zautomatyzowane stanowiska wielkoformatowego zobrazowania sytuacji

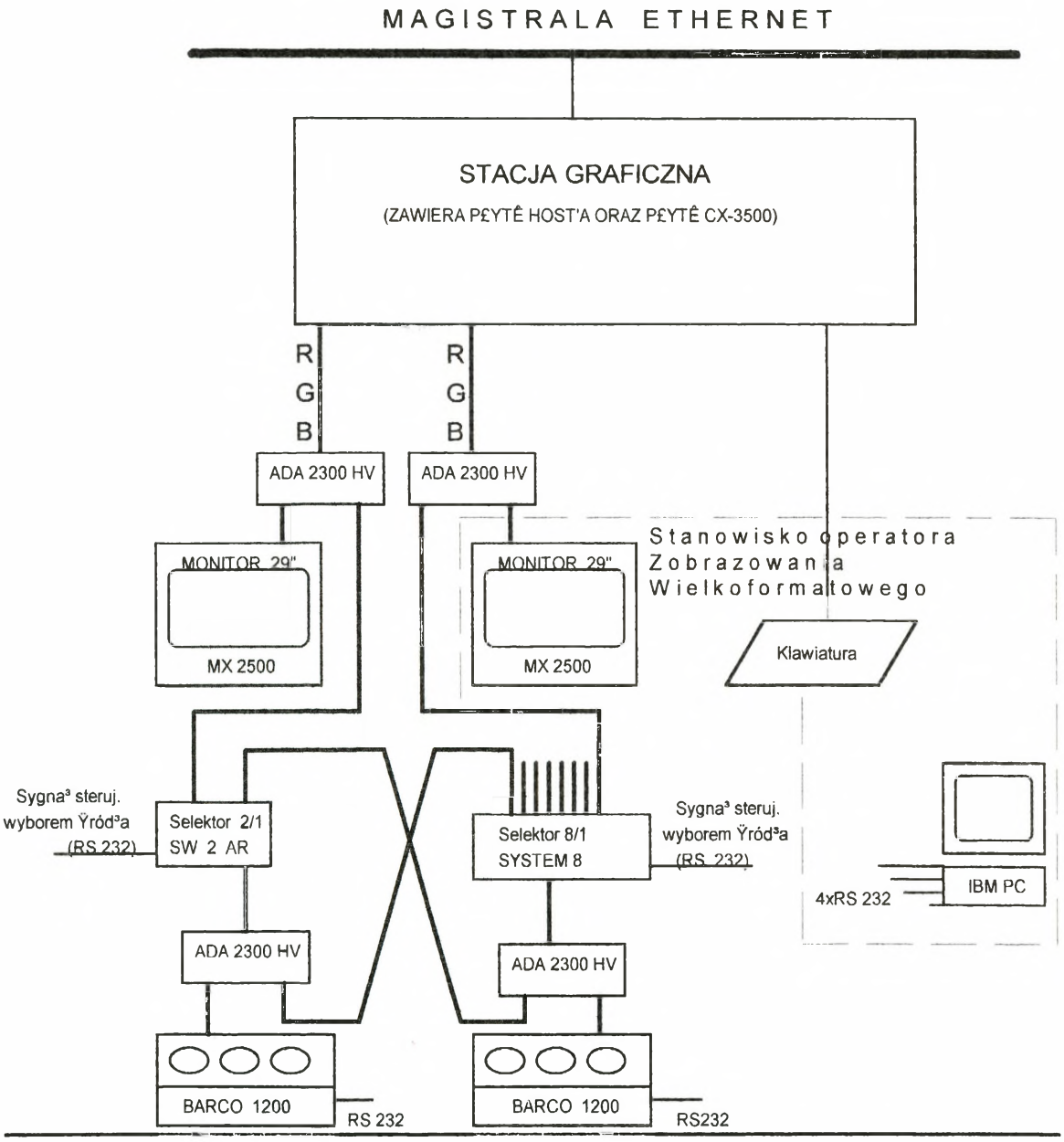
Miejsce podsystemu zobrazowania wielkoformatowego w systemie modułów automatyzacji.

W obiekcie ŁB-30/40 zakłada się możliwość zainstalowania od jednego (w ŁB-30) do trzech (w ŁB-40) stanowisk zobrazowania wielkoformatowego (ST ZW). Będą one zasilane informacyjnie z CBD obiektu lub z lokalnej bazy danych ZMP.

Dla potrzeb graficznego zobrazowania sytuacji operacyjno-taktycznej w strefie obrony MW lub strefie obrony danego FOW stanowisko ZW utrzymuje własne lokalne zasoby, na podstawie których generuje obraz podkładowy przedstawiający względnie stałe elementy sytuacji np. zarysy linii brzegowej, linii głębokości, punktów wskazujących położenie miejscowości (portów), charakterystycznych elementów krajobrazu (wieże, latarnie), stacji radiowych i radiolokacyjnych, torów wodnych, rejonów itp. Informacje związane z dynamicznie zmieniającą się sytuacją (cele własne, przeciwnika, nowo wykryte przeszkody nawigacyjne itp.) są pobierane z CBD i innych podsystemów poprzez lokalną sieć komputerową.

Zakłada się, że stanowisko to będzie wyposażone w specjalne oprogramowanie umożliwiające sterowanie zawartością graficzną zobrazowywanej sytuacji taktycznej oraz granicami zobrazowywanego rejonu (obszaru).

Na rysunku 4.16 przedstawiono kompletną konfigurację wybraną na etap modelowania stanowiska zobrazowania wielkoformatowego.



Rys. 4.16. Konfiguracja stanowiska zobrazowania wielkoformatowego

Funkcjonalnie ST ZW odpowiada planszetowi operacyjnemu, na którym na bieżąco prowadzi się aktualną, powietrzną, nawodną i podwodną sytuację taktyczną z możliwością jej wybiórczego zobrazowania.

ST ZW można rozpatrywać jako wspólny zasób Zautomatyzowanego Miejsca Pracy (ZMP) jakim jest na przykład CI SD MW. Dzięki współpracy w sieci

z pozostałymi stanowiskami ZSP zasób ten, na określonych zasadach może być dzielony pomiędzy różnych użytkowników ZMP stosownie do wykonywanych zadań.

Proponowane rozwiązanie zakłada, że tryb pracy ST ZW jest determinowany przez operatora konsoli operatorskiej tego stanowiska, który w dowolnym momencie ma możliwość zdalnego jego konfigurowania stosownie do potrzeb użytkowników.

4.3.5. Wybrane procesy decyzyjne rozwiązywane w ZtSD MW

Zautomatyzowany system dowodzenia MW, w tym siłami i środkami OPL MW, ma stanowić integralną część kompleksowego systemu informatycznego ZtSD SZ RP, a tym samym być sprzężonym programowo i technicznie z systemami dowodzenia i kierowania:

- wojsk lotniczych i obrony powietrznej,
- wojsk lądowych.

Koncepcja ZtSD MW zakłada, że:

- struktura organizacyjna i funkcjonalna OPL MW będzie ściśle zintegrowana z organizacją Marynarki Wojennej i jej stanowisk dowodzenia;
- dowodzenie siłami i środkami OPL MW będzie realizowane przez PD OPL wchodzące w skład stanowisk dowodzenia SD MW i SD FOW;
- wyposażenie techniczno-programowe PD OPL oparte będzie o rozwiązania przyjęte w ZtSD MW.
- wymiana informacji i sygnałów dowodzenia w wewnętrznej strukturze ZtSD MW oparta będzie o łączność telekodową za pośrednictwem urządzenia UTD MW i innych przyjętych dla systemu łączności Marynarki Wojennej oraz o łączność foniczną w ramach ZtSD SZ RP.

W aspekcie integracji z istniejącymi systemami dowodzenia i kierowania WLOP i planowanym systemem "DUNAJ" przyjęte do technicznej realizacji rozwiązania ZtSD OPL MW muszą zapewnić ich kompatybilność.

Oznacza to konieczność:

- wyposażenia wojsk OPL MW w etatowy sprzęt i systemy dowodzenia przyjęty w OPL wojsk lądowych;

- wyposażenia obiektów ZtSD MW w rozwiązania techniczne zapewniające konwersję danych między współpracującymi systemami;
- adaptacji istniejącego systemu łączności MW do potrzeb systemu telekomunikacyjnego przyjętego w Siłach Zbrojnych RP.

Do dowodzenia siłami i środkami OPL MW zakres niezbędnej informacji dotyczy:

- sytuacji powietrznej i morskiej w strefie obrony MW i jej zewnętrznym otoczeniem;
- pełnej informacji o planowanych i realizowanych przelotach (lotach) własnego lotnictwa na całym obszarze działań sił i środków OPL MW,
- zagrożenia uderzeniami z powietrza,
- stanu, położenia, możliwości, sposobu wykorzystania i przewidywanego manewru sił i środków współdziałających stron (dotyczy LM, WR, WRt, środków rozpoznania i zakłóceń radioelektronicznych, itp.);
- sytuacji radioelektronicznej;
- niebezpieczeństwa skażeń i zakażeń;
- ugrupowanie sił własnych oraz stan ich gotowości bojowej;
- bieżącą i prognozowaną sytuację hydrometeorologiczną.

Bardzo istotnego znaczenia, oprócz danych o zabezpieczeniu logistycznym oddziałów i pododdziałów OPL nabierają informacje o:

1. Własnych środkach, a w szczególności:
   - dyslokacja środków rozpoznania radioelektronicznego, w tym radiolokacyjnego;
   - organizacja pola radiolokacyjnego (zasięgi wykrywania celów powietrznych w zależności od skutecznej powierzchni odbicia celu i wysokości jego lotu);
   - parametry taktyczno-techniczne sprzętu radiolokacyjnego (częstotliwości robocze, zapasowe, czasy przeszukania dookrężnego sektora, mocy w impulsie, itp.);
   - dyslokacja środków radiowych i radioliniowych, węzłów łączności oraz retranslatorów stałych i ruchomych;
   - organizacja sieci i kierunków łączności;

- częstotliwości robocze i zapasowe dla organizowanych relacji dowodzenia i powiadamiania;
- parametry taktyczno-techniczne środków radiowych (ilości kanałów aktywnych i rezerwowych, sposoby i czasy przestrajania, rodzaje pracy, szybkości modulacji, wysokości anten itp.).

2. Zakłóceniach radioelektronicznych:
   - źródła zakłóceń (współrzędne tych źródeł - rejony manewrowania);
   - pasmo zakłócanych częstotliwości (selektywne zakłócenia);
   - rodzaj zakłóceń (aktywne, bierne, szumowe, odzewowe);
   - źródła informacji o zakłóceniach (nr obiektów zakłócanych);
   - ocena skuteczności występujących zakłóceń.

Punkty dowodzenia OPL SD FOW (SD MW) odpowiadają za:

- zbieranie, opracowanie i właściwą interpretację danych o sytuacji powietrznej;
- prognozowania rozwoju sytuacji powietrznej dla obrony powietrznej;
- śledzenia położenia, stanu i możliwości wykorzystania sił i środków BL MW i OPL MW oraz współdziałających sił WLOP (LM, LMB, WR, WRt, rozpoznania i WRE);
- zapewnienia bezpieczeństwa przelotów przez strefy rażenia aktywnych środków OPL MW;
- utrzymywania łączności z wydzielonymi środkami OPL MW.

PD OPL SD FOW podejmuje decyzje o charakterze taktycznym i dotyczą one:

- powiadamiania podległych jednostek o zagrożeniu środkami napadu powietrznego;
- wskazywania celów do zniszczenia;
- zakazu otwierania ognia do określonego celu;
- wykorzystywania, doskonalenia oraz odtwarzania w toku walki sił i środków ogniowych, obserwacji i łączności oddziałów i pododdziałów OPL;
- zmiany elementów planu obrony powietrznej flotylli.

PD OPL SD MW podejmuje decyzje o charakterze operacyjnym i dotyczą one:

- nakazu i zakazu użycia aktywnych i pasywnych środków walki;

- wskazania obiektu zagrożonego środkami (ich rodzaj) napadu powietrznego;
- wskazania celów z przeznaczeniem (rozpoznanie, zwalczanie, śledzenie) dla danego środka OPL;
- zmiany elementów planu działań podległych i współdziałających sił;
- zmiany ugrupowania oddziałów i pododdziałów OPL (daplot i baplot);
- zmiany priorytetu osłony wskazanego obiektu;
- zmiany gotowości bojowej elementów obrony powietrznej.

W dowodzeniu obroną przeciwlotniczą na SD MW niezbędne informacje wynikające z wymiany współdziałających sił i środków generalnie dotyczą:

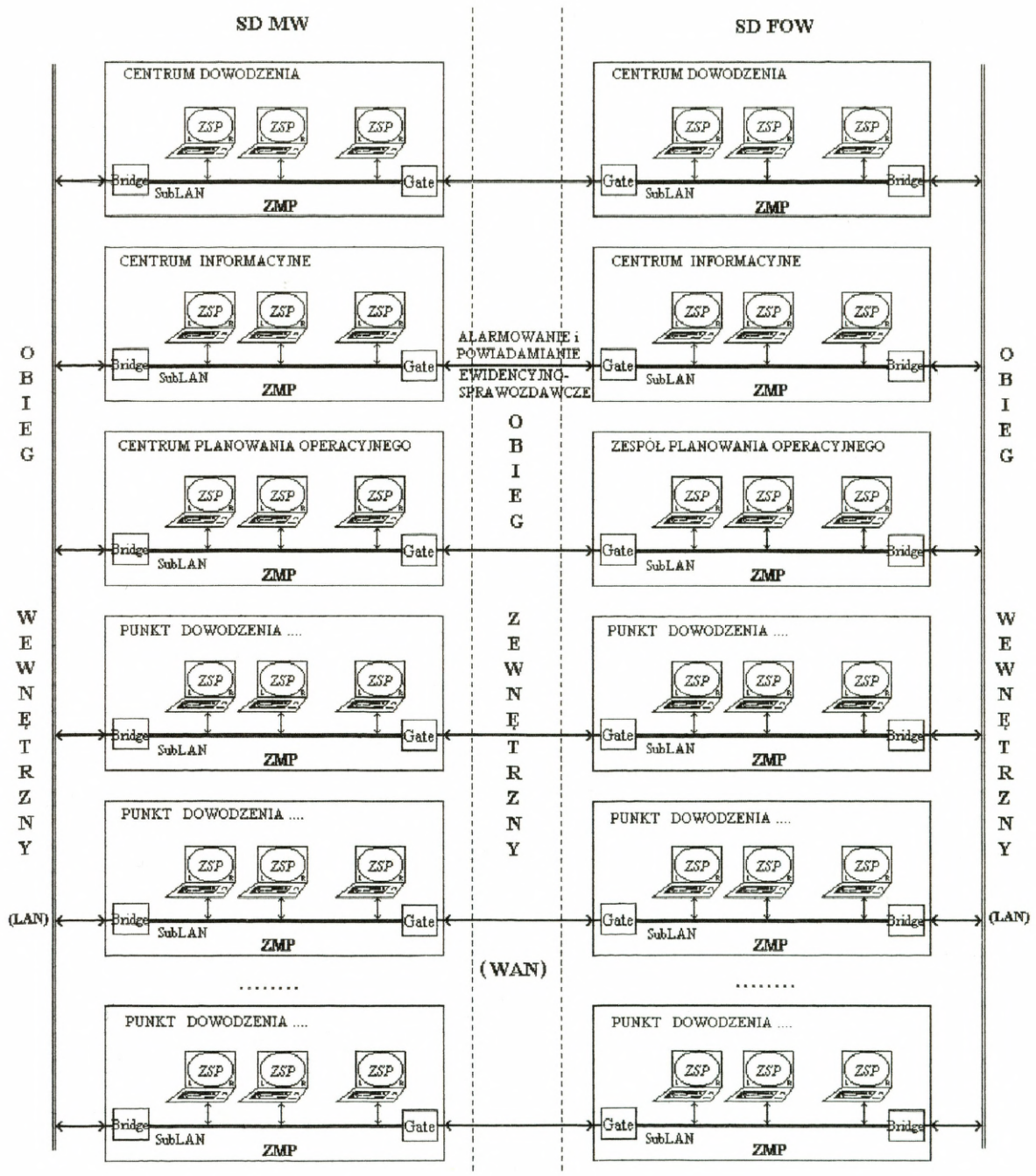
- użycia sił i środków WLOP w obronie powietrznej strefy działania sił marynarki wojennej;
- planowanych lotów i przelotów lotnictwa własnego;
- ugrupowania i działalności oddziałów i pododdziałów WOPL w rejonach baz morskich i lotniczych oraz obiektów brzegowych MW;
- ugrupowań i działań sił i środków OP w strefie operacyjnej (obrony) MW.

W dowodzeniu obroną przeciwlotniczą na SD FOW zasadniczo wykorzystuje się informacje:

- źródłowe zbierane z podsystemu monitorowania sytuacji;
- wymieniane z PłSD odnośnego rejonu;
- wymieniane z oddziałami i pododdziałami WOPL usytuowanymi w strefie brzegowej danej flotylli;
- z działalności środków OPL zespołów okrętowych i pojedynczych okrętów (dozorów).

Za aktualizację informacji dla potrzeb PD OPL odpowiada Centrum Informacyjne SD FOW (MW).

Schemat obiegu informacji o sytuacji powietrznej w Marynarce Wojennej przedstawiony został na rysunku 4.17.



Rys. 4.17. Ogólny schemat wewnętrznego i zewnętrznego obiegu informacji o sytuacji powietrznej w MW

4.4. Stan prac i kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą) SZ RP

4.4.1. Kierunki doskonalenia organizacji i struktur dowodzenia obroną powietrzną wynikające z przyjętej koncepcji restrukturyzacji OP RP

Zgodnie z przyjętymi kierunkami restrukturyzacji, docelowa organizacja systemu dowodzenia obroną powietrzną RP powinna posiadać prostą i elastyczną strukturę - odpowiednią do jednoznacznie określonych zadań i kompetencji dowódców poszczególnych szczebli dowodzenia i stanowisk dowodzenia oraz powinna zapewniać:

- optymalne wykorzystanie w ramach jednolitego systemu OP RP wszystkich sił i środków OP niezależnie od ich organizacyjnej podległości;
- skuteczne dowodzenie siłami i środkami OP na wszystkich kierunkach zagrożenia oraz doraźnie tworzonymi zgrupowaniami sił i środków na wybranym kierunku zagrożenia;
- możliwość współdziałania z systemem dowodzenia OP NATO.

Podstawę funkcjonalnej i technicznej integracji systemów dowodzenia elementów składowych systemu OP stanowić będzie ZtSD DUNAJ, który wejdzie na wyposażenie SD szczebla taktycznego - ośrodki dowodzenia i naprowadzania. Główne funkcje jakie spełniać będzie system DUNAJ to:

- zbiór i przetwarzanie informacji o sytuacji powietrznej ze wszystkich środków radiolokacyjnych niezależnie od ich przeznaczenia i organizacyjnej podległości oraz przekazywanie jej w czasie rzeczywistym i w niezbędnym zakresie wszystkim ogniwom elementów dowodzenia i kierowania środkami walki oraz stanowisk dowodzenia szczebla operacyjnego i centralnego;
- wspomaganie dowódców w procesie podejmowania i przekazywania decyzji do działań bojowych;
- scentralizowane kierowanie ogniem wszystkich sił i środków OP rozwiniętych w sektorze odpowiedzialności ODN oraz koordynowanie działań ogniowych sił i środków bezpośredniej obrony przeciwlotniczej;

- zbiór i przekazywanie informacji o stanach i stopniach gotowości bojowej i rezultatach działań bojowych.

Strukturę systemu dowodzenia OP RP tworzyć będą następujące elementy:

a) terytorialny podsystem dowodzenia SP składający się z dwóch rejonów i ośmiu sektorów OP (po cztery w każdym rejonie OP), który zapewni:
   - dowodzenie siłami i środkami OP w ramach walki o przewagę w powietrzu w całej przestrzeni powietrznej RP lub na wybranym kierunku zagrożenia;
   - dowodzenie siłami i środkami OP w ramach osłony wojsk lądowych, MW oraz obiektów infrastruktury kraju rozmieszczonych na całym terytorium i morskiej strefie przybrzeżnej;
   - powiadamianie i ostrzeganie o zagrożeniach uderzeniami z powietrza wojsk i administracji terytorialnej;
   - nadzór przestrzeni powietrznej i kontrolę ruchu lotniczego nad terytorium kraju i w rejonach przygranicznych państw sąsiednich;
b) organy dowodzenia (Gr. Sz OPL na SD KZ, PD na SD DZ) OW tworzone w ramach mobilizacyjnego i operacyjnego rozwijania wojsk okręgów wojskowych, ściśle powiązane z ich ugrupowaniem i przeznaczone do realizacji dowodzenia siłami i środkami OPL OW (KZ) bezpośredniej osłony wojsk okręgów wojskowych (KZ);
c) organy dowodzenia (ODL, GDL, PDL) lotnictwem wsparcia i lotnictwem wojsk lądowych OW (KZ) tworzone w ramach mobilizacyjnego i operacyjnego rozwijania wojsk okręgów wojskowych, ściśle zależne od ich ugrupowania;
d) organy dowodzenia (GR Sz OPL na SD DMW, PD na SD FOW) OPL MW przeznaczone do realizacji dowodzenia siłami i środkami OPL MW w bezpośredniej osłonie okrętów, baz morskich i innych obiektów infrastruktury MW.

W ten sposób zgrupowania wojsk lądowych i MW będą miały podwójną osłonę przed uderzeniami z powietrza. Autonomiczne oddziały i pododdziały OPL wojsk lądowych i MW wyposażone w mobilne zestawy rakietowe, rakietowo - artyleryjskie przeznaczone do zwalczania ŚNP na małych odległościach i wysokościach realizować będą bezpośrednią ich osłonę. Mobilne zestawy rakietowe średniego zasięgu

i lotnictwo SP utworzą „parasol" nad terytorium kraju ze szczególnym uwzględnieniem rejonów rozwinięcia zasadniczych zgrupowań wojsk lądowych i MW.

Dowódca SP realizować będzie zadania postawione przez Szefa SG WP w zakresie organizacji i funkcjonowania systemu OP RP oraz dowodził będzie w ramach obrony powietrznej wszystkimi siłami i środkami OP, wykorzystując trójszczeblowy system dowodzenia składający się z:

- na szczeblu strategicznym - z CSD Dowódcy SP wchodzącego w skład SD NW;
- na szczeblu operacyjnym - z dwóch SD KOP (SD rejonu OP) i SD KL;
- na szczeblu taktycznym - z ośmiu ośrodków dowodzenia i naprowadzania (ODN).

Dowódca KOP realizować będzie zadania postawione przez Dowódcę SP w zakresie organizacji i funkcjonowania systemu OP oraz dowodził będzie w ramach obrony powietrznej wszystkimi siłami i środkami OP rozwiniętymi w rejonie KOP.

Podstawowym ogniwem dowodzenia docelowego systemu OP będzie etatowe dowództwo sektorów OP, a ich organem wykonawczym ośrodki dowodzenia i naprowadzania.

Zasadnicze zadania ODN to:

- tworzenie jednoznacznego obrazu sytuacji w powietrzu na podstawie informacji radiolokacyjnej ze wszystkich stacji radiolokacyjnych rozwiniętych w sektorze odpowiedzialności (stacjonarnych i manewrowych posterunków wykrywania i naprowadzania SP, RSWP oddziałów i pododdziałów OPL wojsk lądowych i MW oraz RLS cywilno - wojskowej służby RL);
- dostarczanie wszystkim stanowiskom dowodzenia SP, wojsk lądowych i MW (rozwiniętym w sektorze odpowiedzialności ODN) jednolitej i wiarygodnej informacji o sytuacji powietrznej;
- scentralizowane kierowanie ogniem wszystkich sił i środków OP rozwiniętych w sektorze odpowiedzialności ODN oraz koordynowanie działań ogniowych sił i środków obrony przeciwlotniczej.

W celu zapewnienia ciągłości dowodzenia oraz zachowania wysokiej żywotności systemu dowodzenia na każdym szczeblu organizowane będą:

- zasadnicze umocnienia stanowiska dowodzenia;

- zapasowe umocnienia stanowiska dowodzenia;
- ruchome stanowiska dowodzenia spełniające rolę wysuniętych SD lub zapasowe SD drugiej kolejności użycia.

W styczniu 1994r. na spotkaniu przedstawicieli państw Grupy Wyszehradzkiej w Pradze Prezydent Stanów Zjednoczonych Ameryki Bill Clinton zaoferował pomoc rządu amerykańskiego w budowie zintegrowanego systemu zarządzania przestrzenią powietrzną państw Grupy Wyszehradzkiej kompatybilnego ze strukturami państw zachodnich.

W czasie kolejnych spotkań (czerwiec, wrzesień 1995r.) specjaliści amerykańscy i polscy uzgodnili koncepcję systemy ASOC oraz przedyskutowali stronę techniczną całego przedsięwzięcia, styki informacyjne oraz protokoły wymiany informacji.

Zgodnie z deklaracją prezydenta USA pomoc rządu amerykańskiego ukierunkowana będzie przede wszystkim na budowę Narodowego Centrum Wspomagania Operacji Powietrznych (ASOC - Air Soverignty Operations Center) pod warunkiem deklaracji rządów zainteresowanych państw o współfinansowaniu programu.

Osiągnięcie zamierzonego celu wymaga z naszej strony podjęcia szeregu działań organizacyjnych i modernizacyjnych istniejących systemów, tak aby doprowadzić do:

- zbudowania narodowego systemu zarządzania przestrzenią powietrzną opartego o standardy zalecane przez ICAO (International Civilian Aviation Organization), spełniającego rolę zintegrowanego cywilno - wojskowego system kontroli ruch lotniczego;
- nawiązanie współpracy z ośrodkami zarządzania przestrzenią powietrzną pozostałych państw Grupy Wyszehradzkiej, a w przypadku rozszerzenia inicjatywy na państwa sąsiadujące z Polską (Litwa, Łotwa, Ukraina), z ośrodkami tych państw;
- włączenie naszego zintegrowanego systemu w europejski system zarządzania przestrzenią powietrzną, mając na względzie osiągniecie docelowego stałego członkostwa w systemie EUROCONTROL.

Prace nad powyższym programem będą przebiegać w dwóch warstwach:

1. Implementacji systemu ASOC w Polsce i jego powiązania z systemem obrony powietrznej.
2. Stworzenie warunków do pełnej integracji wojskowej i cywilnej służby ruchu lotniczego oraz powołania międzyresortowego (cywilno - wojskowego) organu ds. zarządzania przestrzenią powietrzną.

W ramach pierwszej warstwy należy uzgodnić (ze wszystkimi partnerami) zakres i postać przekazywanych informacji, przyjąć techniczne standardy styków informacyjnych, zmodyfikować istniejące systemy i stacje radiolokacyjne, aby były zdolne wydawać niezbędne dane oraz uwzględnić w nowoprojektowanych zautomatyzowanych systemach funkcje umożliwiające współpracę z ASOC.

W ramach drugiej warstwy należy:

- powołać międzyresortowy (cywilno - wojskowy) zespół do opracowania koncepcji budowy zintegrowanego systemu zarządzania przestrzenią powietrzną, wyposażając go w niezbędne instrumenty umożliwiające dynamiczne oddziaływanie na dwa resorty: Ministerstwo Obrony Narodowej i Ministerstwo Transportu i Gospodarki Wodnej;
- podjąć działania legislacyjne związane z nowelizacją prawa lotniczego i uspójnienia go z przepisami europejskimi, co będzie wymagać zaangażowania się w ten proces czynników parlamentarnych, rządowych i prezydenckich;
- opracować wykładnię przyjętych parlament i rząd aktów prawnych uwzględniając specyfikę działania różnych organów i instytucji biorących udział w nadzorze przestrzeni powietrznej;
- kontynuować prace związane z:
  - wyposażeniem wojskowych statków powietrznych w transpondery i urządzenia odzewowe „swój - obcy";
  - wdrożeniem do wojsk nowych środków ubezpieczenia lotów, radiostacji korespondencyjnych, radiostacji lotniczych i środków cyfrowej transmisji danych;
  - wdrożeniem do wojsk nowych środków rozpoznania radiolokacyjnego (stacji radiolokacyjnych 3D) z wyjściami cyfrowymi;

- budową nowych zautomatyzowanych systemów zbioru i przetwarzania informacji i wspomagania procesów podejmowania decyzji (BODZISZEK, DUNAJ, ORZYC);
- budową i wyposażeniem Centrum Zarządzania Przestrzenią Powietrzną na bazie Centrum Kierowania Ruchem Lotniczym na Okęciu i Centralnego Ośrodka Koordynacji Ruchu Lotniczego na CSD Dowódcy WLOP, gdzie jednocześnie ma być rozwinięty system ASOC.

W pierwszym etapie źródłem informacji dla systemu ASOC dyslokowanego w Polsce, byłby obecnie funkcjonujący na CSD WLOP system WIDŁAK, z późniejszym przeniesieniem tej funkcji na system BODZISZEK, którego wdrożenie przewiduje się na 1998r.

W drugim etapie, celem zmniejszenia opóźnień informacji i jej udokładnienia, źródłem danych o sytuacji powietrznej byłyby obiekty projektowanego obecnie systemu DUNAJ planowanego do rozwinięcia na szczeblu taktycznym WLOP.

Przyjęto, że komunikacja do systemu ASOC i miedzy tymi systemami odbywać się będzie w formacie ASTERIX zalecanym przez ICAO do stosowania w systemach kontroli ruchu lotniczego. Standard ASTERIX określa aspekt techniczny i proceduralny wymiany danych o trasach obiektów powietrznych, sygnałach wykrycia obiektu i diagnostycznych. Sugeruje się również, aby docelowo widzieć zasilanie informacyjne, systemu ASOC bezpośrednio z ustalonego zbioru stacji radiolokacyjnych w skład którego wchodziłyby zarówno cywilne jak i wojskowe stacje obserwacji przestrzeni powietrznej. Problem ten może być rozpatrywany z chwilą realizacji wszystkich przedsięwzięć związanych z integracją wojskowej i cywilnej służby ruchu lotniczego, wyposażeniem wojsk w trójwspółrzędne radary (SD) z wyjściami cyfrowymi, a także rozbudowaniem wojskowej cyfrowej utajnionej sieci transmisji danych.

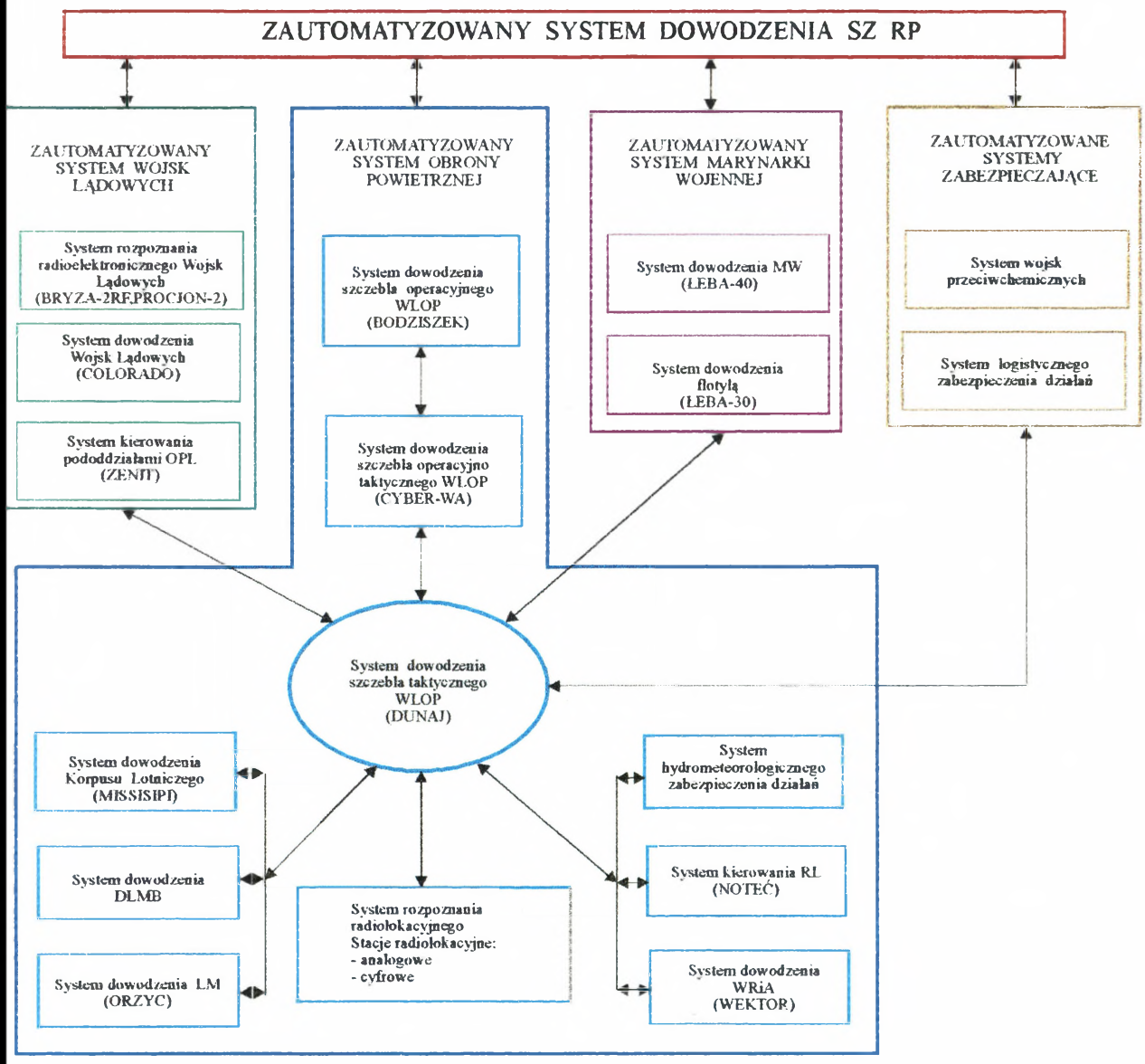
4.4.2. Stan prac i kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną WLOP

Podjęte w WLOP prace badawczo-rozwojowe w sferze automatyzacji dowodzenia zmierzają w kierunku budowy jednolitego i jednorodnego pod względem technicznym systemu OP, kompatybilnego z systemem OP państw zachodnich.

W tym kierunku idą zarówno prace modernizacyjne funkcjonujących systemów jak i budowa nowych elementów systemu OP - takich jak:

1. Na szczeblu operacyjnym
   a) system BODZISZEK - na etapie projektowania technologicznego (wdrożenie planowane w 1997 r.), którego głównymi zadaniami będzie:
      - wspomaganie zespołu dowodzenia oraz grup szefów RW w zakresie:
        - organizacji i planowania działań bojowych;
        - alarmowania i mobilizacyjnego rozwinięcia wojsk;
        - oceny sytuacji powietrznej i stanu wojsk;
        - kierowanie działalnością sił i środków OP;
        - manewru i odtwarzania gotowości bojowej.
      - automatyzacja procesów meteorologicznego zabezpieczenia działań wojsk;
      - automatyzacja procesów planowania, koordynacji i kontroli RL we współdziałaniu z cywilną służbą RL.
2. Na szczeblu operacyjno-taktycznym:
   a) system CYBER-WA, którego modernizacja i dostosowanie do nowych struktur organizacyjnych w oparciu o doświadczenia nabytyte przy projektowaniu systemu BODZISZEK rozpoczeła się w 1996 r.
3. Na szczeblu taktycznym:
   a) projektowane są:
      - system zbioru i przetwarzania informacji o sytuacji powietrznej oraz wspomagania koordynacji działań bojowych w strefie taktycznej OP DUNAJ.

Ogólny schemat proponowanych powiązań systemu DUNAJ z otoczeniem przedstawiony jest na rysunku 4.18 .



Rys. 4.1. Docelowa struktura powiązań systemu DUNAJ

Zbudowanie tego systemu pozwoli na:

- zastąpienie obecnie eksploatowanych obiektów szczebla taktycznego:
  - RPT-10/20 DUNAJEC (WLOP),
  - DP-10/20 ZENIT (WOPL),
  - ŁB-10/20 ŁEBA (MW).

- stworzenie jednolitego zautomatyzowanego systemu zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej w strefie odpowiedzialności Ośrodka Dowodzenia i Naprowadzania (ODN) oraz wskazywanie celów dla aktywnych środków walki;
- informowanie wszystkich ZTOP znajdujących się w strefie ODN o planowanej i realizowanej działalności lotnictwa myśliwskiego i myśliwsko-bombowego oraz lotnictwa wojsk lądowych.

• obiekty systemu dowodzenia lotnictwem myśliwskim - ORZYC obejmujące:
- SD plm (DL-30),
- główny i wysunięte punkty naprowadzania (DL-25 i DL-15),
- wieżę portu lotniczego i elementy struktur zabezpieczających funkcjonowanie plm (TU-20 i TU-10).

System realizować będzie następujące główne zadania:

- zbiór i opracowanie informacji o sytuacji powietrznej i stanie LM;
- wspomaganie procesu osiągania gotowości bojowej;
- wspomaganie procesów decyzyjnych o użyciu LM;
- kierowanie pracą podległych punktów naprowadzania;
- przekazywanie zadań bojowych i odbiór meldunków o ich wykonaniu;
- automatyzacja obliczeń nawigatorskich;
- automatyzacja procesu naprowadzania lub jego zautomatyzowane wspomaganie;
- szkolenie obsług funkcyjnych.

Praca jest na etapie projektowania technologicznego. Badania obiektu przeznaczonego do naprowadzania samolotów myśliwskich na cele powietrzne przewidziane są w IV kw. 1995 r.

• system symulacji pola walki na szczeblu taktycznym - TAMIZA. System ten zabezpieczać ma potrzeby szkoleniowe WRt, WRiA, WL oraz WRE zastępując dotychczas eksploatowane symulatory:

- AKORD w WR i A,

- NATAL w WRt,
- REGA, SKAŁKA, OBERON w WL.

Wdrożenie systemu zapewni realizację szkoleń indywidualnych i dwuszczeblowych oraz szkoleń zintegrowanych wszystkich rodzajów wojsk.

Temat realizowany jest etapowo. W 1995 r. przewidziano oddanie modułu do szkolenia obsług WRt.

W 1996 r. planowane jest podjęcie prac nad systemem automatyzującym procesy kierowania działaniami bojowymi lotnictwa myśliwsko-bombowego ze szczebla KL (DLMB) z uwzględnieniem elementów struktur polowych wydzielanych z KL w wyższych stanach gotowości bojowej (ODL, GDL) - system MISSISIPI.

System ten realizowałby następujące główne zadania:

- obliczenia operacyjno-taktyczne na użycie LMB;
- ocena możliwości pokonania OP nieprzyjaciela;
- ocena stanu i poziomu wyszkolenia personelu latającego oraz stanu sprzętu bojowego i zabezpieczającego;
- obliczenia wskaźników możliwości przestrzennych i czasowych samolotów oraz wybór środków rażenia;
- przekazywanie danych rozkazodawczych i odbiór meldunków.

Wszystkie elementy projektowanych systemów planuje się realizować w wersji przewoźnej, a czas ich rozwinięcia i włączenia się w system OP nie powinien przekraczać 2 godzin.

- w sferze informatycznego zabezpieczenia Dowództw i Sztabów WLOP na etapie wdrożenia dla CSD i DWLOP jest system MIKOŁAJEK.

W ramach tego systemu funkcjonować będą moduły:

- pracy sztabowo-biurowej (w tym poczta elektroniczna),
- danych stałych i wolnozmiennych,
- bazy danych,
- współpracy z otoczeniem.

W końcu 1995 r. planujemy objąć tym systemem 2 KOP, a w latach kolejnych sukcesywnie KL i pozostałe korpusy OP. System budowany jest jako system otwarty, podatny zarówno na modyfikację struktur technicznych jak i zmiany zakresu funkcji użytkowych. Dzięki wykorzystaniu w budowie systemu sprzętu i oprogramowania o standardach światowych stanowić on może element terytorialnego systemu informatycznego WP i współdziałać z podobnego typu systemami wojsk lądowych i MW, pod warunkiem, że inne rodzaje wojsk zbudują swoje systemy o cechach systemu otwartego mogące przetwarzać i przesyłać nie tylko dane tekstowe lecz również graficzne (analiza dotychczasowych koncepcji informatyzacji OW na to nie wskazuje).

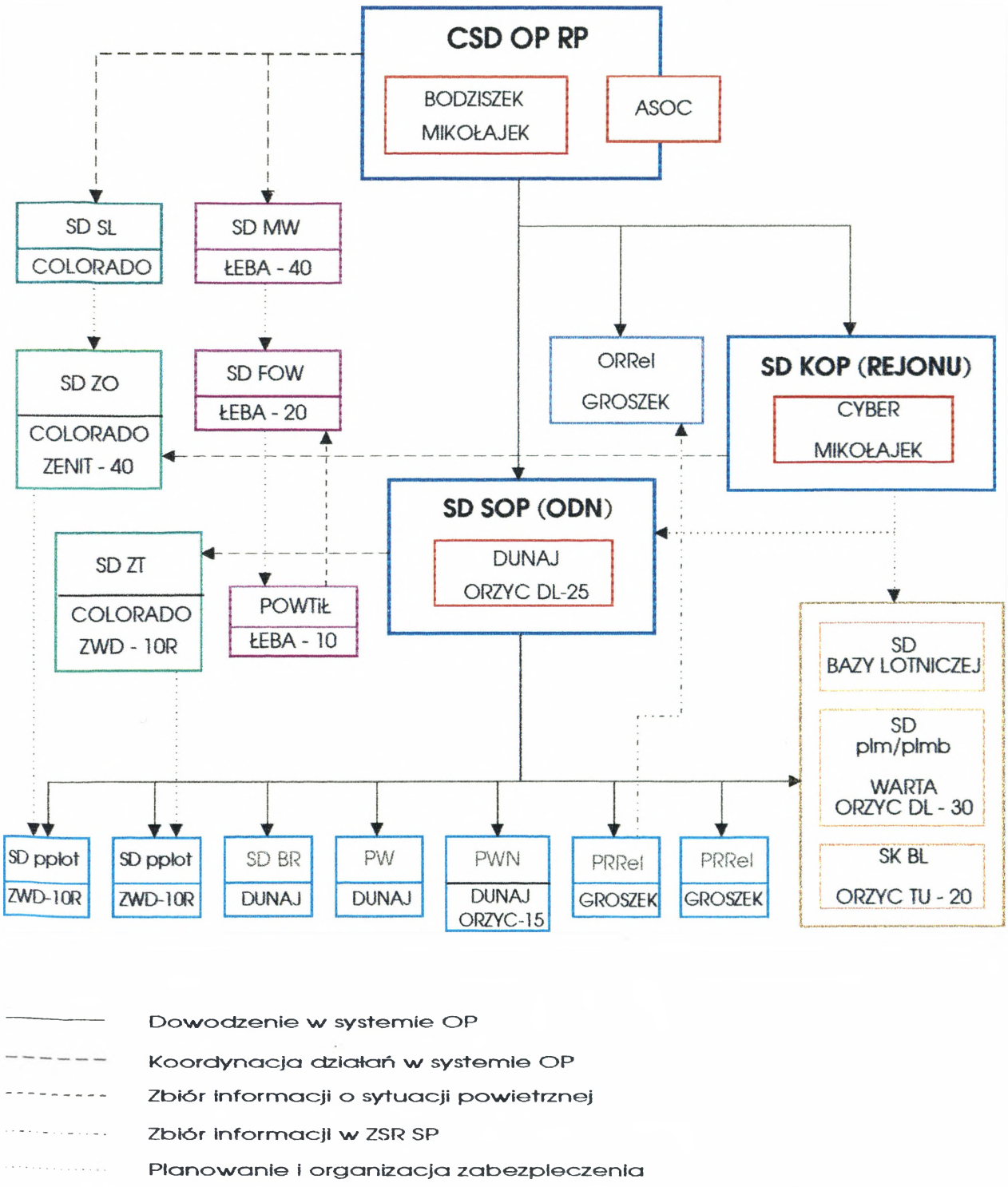
W 1997 r. kończy się resurs zestawu technicznego ODRA -1305 będącego na wyposażeniu ośrodka przetwarzania Centrum Informatyki WLOP na CSD D-cy WLOP. Nie wszystkie z eksploatowanych 19 systemów informatycznych w tym 12 dwuszczeblowych będzie można przenieść na inną platformę sprzętową. Jest to problem, o którym należy mówić już dzisiaj i podejmować próby jego rozwiązania.

Pozostaną w eksploatacji i rozwijać się będą systemy informatyczne dla poszczególnych komórek funkcjonalnych Dowództw i Sztabów WLOP, które nie muszą być włączone w terytorialną sieć komputerową.

Należy podkreślić, że w sytuacji gdy poszczególne okręgi wojskowe prezentują dopiero swoje koncepcje informatycznego zabezpieczenia, do realizacji których będą dochodzić znacznym wysiłkiem i w dość długim okresie czasu, w Wojskach Lotniczych i Obrony Powietrznej jesteśmy na etapie wdrożeń, a zebrane w tej materii doświadczenia wskazują na poprawność przyjętych rozwiązań zarówno w sferze funkcjonalnej jak i technicznej.

Należy wyrazić żal, że tak mało inne zespoły korzystają z dorobku organów informatyki WLOP, tworząc systemy, które w swej warstwie organizacyjnej i sprzętowej odbiegają od rozwiązań przyjmowanych w WLOP i nie na każdej płaszczyźnie będą mogły współpracować z innymi systemami. Ponadto budowane w OW systemy zabezpieczenia informatycznego powinny w swoich rozwiązaniach przewidywać sprzężenie z terytorialną siecią informatyczną WLOP, co wymaga

uwzględnienia w ich projektach uwarunkowań narzucanych przez rozwiązania przyjęte w WLOP.



Rys. 4.19. Koncepcja automatyzacji docelowego systemu dowodzenia OP RP

W sferze technicznej w oparciu o szeroką analizę wykonaną pod kątem:

- wykorzystania technik komputerowych w zastosowaniach wojskowych;
- tworzenia rozległych sieci komputerowych przy wykorzystaniu dowolnych kanałów transmisji;
- bazy technicznej stosowanej w systemach OP państw zachodnich;
- możliwości uzyskania kompatybilności rozwiązań funkcjonalnych z systemami OP państw zachodnich;
- ochrony danych w systemach informatycznych.

Przyjęto oprzeć się zarówno w systemach dowodzenia jak i informatycznych (co jest niezmiernie istotne z uwagi na jednorodność rozwiązań) na ofercie firmy amerykańskiej DIGITAL® EQUIPMENT Co. Szeroki wachlarz doskonałych narzędzi do wspomagania prac projektowych, niezawodny sprzęt, sprawedzone rozwiązania sieciowe, otwartość systemu operacyjnego oraz moc i trwałość firmy gwarantują stabilność rozwoju tej linii komputerowej jak i stałą nowoczesność rozwiązań. Linia ta jest stosowana w większości systemów państw zachodnich i USA. Również na komputerach tej linii budowane są ośrodki szkolenia i centra, gdzie prowadzi się symulacyjne gry wojenne.

W oparciu o linie komputerową VAX firmy DIGITAL opracowano już:

- zautomatyzowany system dowodzenia dla DLMB i plmb - WARTA - B;
- system informatyczny wspomagający pracę CSD D-cy WLOP i DWLOP MIKOŁAJEK;
- system wspomagający służby RL dla COKRL na CSD - NOTEĆ-W - będący elementem docelowego systemu BODZISZEK (cywilna służba RL wyposażona jest w amerykański system kontroli firmy WESTINGHOUSE bazujący również na komputerach VAX firmy DIGITAL.

Planuje się wykorzystać założoną linię sprzętową w systemach: BODZISZEK, DUNAJ, MISSISIPI i w kolejnej wersji systemu CYBER. Koncepcja automatyzcji docelowego systemu dowodzenia OP RP przedstawiona jest na rysunku 4.20.

Można stwierdzić, że w zakresie obrony powietrznej jesteśmy w stanie budowć własnymi siłami złożone systemy kompatybilne z systemami zachodnimi o zbliżonych

parametrach funkcjonalnych. Docelowy układ terytorialnego systemu umożliwi tworzenie różnych konfiguracji, a w przyszłości pozwoli zintegrować system informatyczny WLOP z zautomatyzowanym systemem dowodzenia.

Wnioski końcowe

Prace badawczo rozwojowe w zakresie automatyzacji WLOP zmierzają do utworzenia jednolitego zautomatyzowanego systemu dowodzenia OP RP. Uwzględniając dotychczasowy stan informatyzacji i automatyzacji dowodzenia WLOP oraz konieczność spełnienia wielu uwarunkowań wynikających z współczesnego pola walki i zmiany doktryny wojskowej, przyjęte przez WLOP kierunki rozwoju pozwalają na osiągnięcie zamierzonego celu metodą ewolucyjną.

Przyjęte kierunki rozwoju informatyzacji WLOP obejmują:

- modernizację obecnie eksploatowanych środków automatyzacji;
- zastępowanie starych rozwiązań nowymi systemami;
- wprowadzanie systemów automatyzacji dowodzenia w elementy struktury organizacyjnej pozbawione do tej pory środków automatyzacji.

Modernizacja eksploatowanych środków automatyzacji pozwala na:

- dostosowanie właściwości systemu do wymagań użytkownika, wynikających z nabytych doświadczeń w czasie eksploatacji systemu;
- częściowe dostosowanie systemu do nowych warunków operacyjno-taktycznych wynikających z :
  - współczesnego pola walki;
  - nowej doktryny wojskowej;
  - utrzymania sprzętu automatyzacji w dalszej eksploatacji.

Modernizacje techniczne obejmują wymianę zużytych technicznie i moralnie oraz zawodnych elementów tych systemów, a także rozszerzanie ich składu technicznego. Modernizacje programowe obejmują rozszerzenie właściwości funkcjonalnych oraz operacyjno-taktycznych. Największy zakres prac modernizacyjnych wykonany został w systemie CYBER i DUNAJEC.

W wyniku zrealizowania planowanych prac modernizacyjnych w ZtSD WLOP oraz ich wdrożenia osiągnięte zostaną następujące cele:

- utrzymana zostanie względna efektywność wykorzystania ZtSD WLOP w zakresie funkcjonalnym do czasu wdrożenia systemów dowodzenia nowej generacji;
- zapewniona zostanie wymiana informacji o sytuacji powietrznej z dyskretnością 10 sek. w całym systemie dowodzenia WLOP;
- zapewniona zostanie możliwość łączenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia WLOP (DUNAJEC, CYBER-WA) z obiektami Wojsk OPL (DP-10/20/40, ZWD-10R) i MW (ŁB-10/20);
- zapewniona zostanie możliwość włączenia nowo projektowanych obiektów automatyzacji systemu ORZYC (DL-30, DL-25, TU-20L) oraz podsystemu WARTA-B do zautomatyzowanego systemu dowodzenia WLOP kanałami telefonicznymi (1200 bodów).

W wyniku wykonania planowych modernizacji systemów (obiektów) automatyzacji WLOP zostałyby one utrzymane w eksploatacji do momentu wprowadzenia systemów nowej generacji, a także pozwoliłoby to na częściowe dostosowanie systemu dowodzenia WLOP do koncepcji jednolitego systemu dowodzenia OP RP, integrującej wszystkie rodzaje wojsk (WLOP, WOPL i MW).

Drugim kierunkiem w którym zmierza informatyzacja i automatyzacja dowodzenia WLOP jest wprowadzenie w miejsce starych - nowych systemów charakteryzujących się wysokim stopniem uniwersalności w odniesieniu do planowanych działań restrukturyzacyjnych.

W WLOP przyjęto, że automatyzacja i informatyzacja powinna bazować na komputerach o zweryfikowanej niezawodności działania i mocy obliczeniowej, posiadających rozbudowany aparat narzędziowy, wspomagający procesy projektowania, a system operacyjny posiadać ma cechy systemu otwartego o zwiększonej odporności na niepożądany dostęp do informacji systemowych. Powyższe wymagania spełniają komputery firmy DEC DIGITAL.

Zmiany struktur organizacyjnych prowadzone w Wojskach Lotniczych i Obrony Powietrznej w ramach restrukturyzacji wymuszają znaczny dynamizm działań oraz skoncentrowanie się na tych problemach, których rozwiązanie przyniesie największe

efekty operacyjne, umożliwi zmianę zasad funkcjonowania naszego systemu dowodzenia oraz otworzy możliwość integracji z strukturami państw zachodnich.

Podejmowane działania nie mogą jednocześnie naruszyć ciągłości funkcjonowania naszego systemu oraz możliwość współpracy z innymi rodzajami Sił Zbrojnych i Rodzajami Wojsk.

Mając powyższe na względzie jako podsumowanie przedstawionego materiału można sprecyzować następujące wnioski:

- funkcjonujące i modernizowane zautomatyzowane systemy dowodzenia starszej generacji (CYBER-WA, DUNAJEC, WOZDUCH) zapewniają współpracę z systemami wojsk OPL oraz MW w ograniczonym zakresie (poprzez transkodery) ale przyjętych rozwiązań nie należy traktować jako docelowe;
- nową jakość systemu OP chcemy osiągnąć drogą ewolucyjną, zapewniając ciągłość jego funkcjonowania i utrzymania właściwości bojowych;
- dla przejścia, w ramach restrukturyzacji, na nowe struktury organizacyjne WLOP (dwa rejony obrony, osiem ośrodków dowodzenia i naprowadzania) koniecznym jest podjęcie prac nad nowym obiektem zbioru i przetwarzania informacji o sytuacji powietrznej na szczeblu taktycznym. Umożliwi to jednocześnie koordynację działań bojowych wszystkich dowódców rodzajów wojsk działających w taktycznej strefie OP. Zgodnie z rekomendacjami ekspertów amerykańskich i ustaleniami Konferencji państw Grupy Wyszechradzkiej w Trenczynie na Słowacji, przy pełnej akceptacji dotychczasowych rozwiązań, dążyć powinniśmy do budowy narodowego Centrum Zarządzania Przestrzenią Powietrzną, będącego elementem europejskiego systemu zarządzania tą przestrzenią.

4.4.3. Kierunki zmian automatyzacji systemów dowodzenia OPL wojsk lądowych

Doskonalenie podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk operacyjnych

Doskonalenie podsystemu dowodzenia w systemie OPL wojsk operacyjnych wiąże się bardzo ściśle z modernizacją lub opracowaniem nowych urządzeń lub zautomatyzowanych systemów rozpoznania radiolokacyjnego i wspomagania dowodzenia. Chodzi głównie o rozwój zautomatyzowanych systemów dowodzenia

należących do klasy systemów informacyjno-decyzyjnych o wyraźnie wyodrębnionych podsystemach funkcjonalnych: zbierania informacji, przesyłania informacji i przetwarzania informacji. Funkcje te są jednakowo ważne z punktu widzenia celu działania systemu. Dlatego też, przy określaniu potrzeb rozwojowych lub kierunków doskonalenia należy uwzględnić zasadę harmonijnego rozwoju podsystemów funkcjonalnych. Stąd wydaje się celowe skupić wysiłek na tzw. "słabych ogniwach" podsystemu dowodzenia, do których zalicza się:

- systemy kierowania środkami walki;
- systemy identyfikacji obiektów powietrznych;
- systemy transmisji danych;
- moduły decyzyjne oprogramowania użytkowego.

Zwiększenie skuteczności bezpośredniej osłony przeciwlotniczej oddziałów wymaga doskonalenia systemów kierowania takimi środkami ogniowymi jak zestawy rakiet przeciwlotniczych STRZAŁA-2, STRZAŁA-3, IGŁA, działa przeciwlotnicze ZU-23-2 i ZSU-23-4. Porównanie czasu reakcji systemów kierowania tymi środkami walki z czasem przebywania celów powietrznych w strefach rażenia oraz z tzw. czasową rezerwą dyspozycyjną wskazuje, że możliwości ogniowe tych środków są znacznie ograniczone przez występujące opóźnienie informacji, czy nawet całkowity brak zasilania informacyjnego. Sytuacje takie prowadzą do autonomii w działaniu tych środków lub ich pododdziałów w działaniach bojowych. W tych warunkach niezbędny jest dla tych środków system kierowania zapewniający wykrywanie i identyfikację obiektów powietrznych, przetwarzanie danych (przede wszystkim zobrazowanie) śledzenie i naprowadzanie. System taki powinien charakteryzować się:

- czasem reakcji rzędu kilku-kilkunastu sekund;
- wykrywaniem obiektów na odległości 15-20 km gwarantujących czasową rezerwę dyspozycyjną porównywalną z czasem reakcji;
- samodzielnością identyfikacji obiektów powietrznych i wysoką niezawodnością funkcjonalną.

Takie właściwości można zaobserwować w systemach kierowania przeciwlotniczymi zestawami rakietowymi i artyleryjskimi w armiach zachodnich.

System wykrywania zestawów rakietowych typu CROTALE-NG, ADATS, ROLAND-2 czy też zestawu artyleryjskiego GEOPARD stanowi stacja radiolokacyjna wstępnego wykrywania zamontowana na pojeździe zestawu. W zestawie rakietowym RAPIER stacja taka jest przewożona na ciągnionej przyczepie, lecz w tym przypadku funkcjonuje jako podsystem wykrywania pododdziału.

Wszystkie wyżej wymienione zestawy są wyposażone w system identyfikacji obiektów powietrznych. Układ identyfikacji znajduje się również w ukompletowaniu przenośnego zestawu rakietowego STINGER.

Zainstalowane w zestawach systemy przetwarzania realizują zróżnicowany zestaw funkcji, np. pierwszy i drugi poziom przetwarzania informacji radiolokacyjnej, zobrazowanie danych lub wypracowanie danych sterujących podsystemem śledzenia i naprowadzania. Wykorzystanie tych ostatnich danych może być automatyczne np. w zestawie CROTALE-NG lub ręczne np. w zestawie ADAST.

Charakterystyczną właściwością analizowanych zestawów jest multisensorowy podsystem śledzenia i naprowadzania: np. w zestawie CROTELE-NG podsystem taki tworzą: radiolokacyjna stacja śledzenia, układ termowizyjny oraz układ optyczny (kamera telewizyjna), a w zestawie ADATS układ termowizyjny lub optyczny (telewizyjno-laserowy).

Ogólne wnioski są następujące:

1. Konfiguracja systemów kierowania w analizowanych zestawach przeciwlotniczych jest dość zróżnicowana.
2. Stopień rozbudowy systemu pozostaje w ścisłym związku ze skutecznością ogniową zestawu. Zestawy o dużej skuteczności ogniowej np. ADATS lub CROTALE-NG posiadają rozbudowany system kierowania, który jest skromniejszy w zestawie artyleryjskim GEPARD, a ograniczony jedynie do układu identyfikacji obiektów powietrznych.
3. Wszystkie zestawy posiadają samodzielny układ identyfikacji obiektów powietrznych.
4. Obserwuje się tendencję, którą można nazwać wspólnością lub wielodostępnością niektórych podsystemów. W pododdziałach zestawów ADATS w radiolokacyjną

stację wstępnego wykrywania może być wyposażony tylko jeden zestaw, który zasila informacyjnie pozostałe zestawy w informację radiolokacyjną. Podobne rozwiązanie można spotkać w zestawie RAPIER.

Powyższa analiza porównawcza wyznacza w sposób jednoznaczny kierunki doskonalenia (rozwoju, potrzeb) systemów kierowania środkami OPL. Alternatywne drogi rozwiązania zależą od odpowiedzi na następujące pytania:

1. Czy system kierowania jest konstruowany dla pododdziału czy dla pojedynczego środka OLP (zestawu)?
2. Jaki powinien być charakter sprzężeń między podsystemami (automatyczny czy z udziałem operatora)?
3. Czy system ma być sprzężony z innymi systemami?
4. Czy system można tworzyć etapami, czyli drogą elastycznej rozbudowy konfiguracji?

Niezależnie od odpowiedzi na powyższe pytania wydaje się celowe pilne podjęcie prac nad urządzeniami: radiolokacyjną stacją wykrywania (o zasięgu ok. 20 km, pułapie ok. 5000 m, okresie odnowy informacji 1-1,5 s), urządzeniem identyfikacyjnym i zintegrowaną głowicą (blokiem) śledzenia i naprowadzania (układ termowizyjno-optyczny z laserowym dalmierzem). Kompleksowego rozwiązania wymaga problem identyfikacji obiektów powietrznych. Jest on uwarunkowany założeniami narodowej doktryny obronnej, perspektywą wdrażania do sił zbrojnych samolotów środków OPL nabywanych w różnych źródłach zaopatrzenia oraz sytuacjami bojowymi wymuszającymi autonomiczne działanie środków (pododdziałów) OPL szczególnie tych na niższych szczeblach organizacyjnych wojsk lądowych.

W rozwoju zautomatyzowanych systemów kierowania obroną przeciwlotniczą istotnym problemem jest zapewnienie informacyjnych i technicznych warunków współpracy różnych podsystemów i urządzeń. W rozwiązaniu tego problemu podstawowe znaczenie ma ujednolicenie systemów transmisji danych. W ciągu szeregu lat prac nad tymi systemami opracowane zostały urządzenia transmisji danych różniące się protokółami warstwy fizycznej, informacyjnej i warstwy sieciowej. Dla pokonania tych przeszkód opracowuje się różnego rodzaju transkodery i adaptery. Zachodzi pilna

potrzeba ustalenia i respektowania pewnego standardu w systemach transmisji danych tworzonych dla systemów kierowania obroną przeciwlotniczą (powietrzną). Ujednolicenie systemu transmisji danych pozwoli realizować awaryjne relacje w strukturze kierowania np. obiekt ZWD-10R - terminal ZPK-10, obiekt DP-20 z obiektem DP-40.

Szerokim i bardzo ważnym problemem jest doskonalenie modułów decyzyjnych w oprogramowaniu użytkowym zautomatyzowanych systemów dowodzenia. W dotychczasowych rozwiązaniach programowych moduły decyzyjne są pewnym odwzorowaniem algorytmów stosowanych w systemach planszetowo-fonicznych. Wprowadzenie do systemów dowodzenia efektywniejszych urządzeń przetwarzania informacji stwarza warunki do nowego podejścia do matematycznego opisu procesów decyzyjnych. Chodzi tu głównie o takie zagadnienia jak:

- sformułowanie funkcji kierowania uwzględniającej cel działania systemu obrony przeciwlotniczej,
- podział funkcji kierowania na ustalone poziomy (szczeble) struktury systemu,
- ustalenie zmiennych decyzyjnych odpowiadających każdemu poziomowi systemu,
- opracowanie algorytmów wyznaczania zmiennych decyzyjnych,
- częstotliwość interwencji poszczególnych poziomów struktury,
- model procesów decyzyjnych w warunkach awaryjnych (np. z pominięciem jednego szczebla w strukturze).

Wymienione wyżej problemy nie mają już charakteru teoretycznego, a jedynie bardzo pilny problem praktycznych zastosowań.

Propozycje modernizacji obiektów automatyzacji Wojsk Obrony Przeciwlotniczej

Zakłada się, że do budowy obiektów zostaną wykorzystane wcześniej wykorzystywane kabiny oraz źródła zasilania energetycznego (polowe elektrownie - holowane, samodzielne stacje zasilania), środki transportu kabin, radiostacje średniej mocy.

Do transportu kabin proponuje się zastosowanie samochodu typu TATRA-815. Krajowy przemysł radiolokacyjny planuje dalsze stosowanie tego samochodu jako środka transportu krajowych stacji radiolokacyjnych. Nadwozie typu kontenerowego

(baza do budowy kabin) jest wyposażone w specjalne podnośniki (mechaniczne) umożliwiające jego zdejmowanie i ustawianie na podwoziu samochodowym.

W zakresie zasilania energetycznego można będzie stosować niżej podane rozwiązania:

1. Zasilanie kabiny z polowej elektrowni, którą będzie holował samochód z umieszczoną na nim kabiną.
2. Zasilanie kabin z samodzielnej stacji zasilania typu Sz - 4M.

Jeżeli w składzie obiektu jest tylko jedna kabina to proponuje się przyjąć, że zasilana będzie z elektrowni holowanej przez samochód z umieszczoną na nim kabiną, a obsługę elektrowni będzie zabezpieczał kierowca samochodu. W obiektach wielokabinowych można będzie stosować rozwiązania mieszane z uwzględnieniem miejsca rozwijania poszczególnych kabin.

Naprawa uszkodzeń będzie się odbywała tylko przez zmianę uszkodzonego zespołu na sprawny z zestawu części zapasowych. Części zapasowe będą umieszczone w kabinie. Nie przewiduje się stosowania do przewozu części zapasowych specjalnych przyczep.

Ponadto zakłada się budowę specjalnych obiektów (kabin) do współpracy z samolotami rozpoznania radiolokacyjnego i elektronicznego. Obiekty te zapewnią również dystrybucję odebranej z samolotu informacji. Odbiorcami tej informacji mogą być obiekty naziemnego systemu rozpoznania powietrznego np. CRI lub stanowiska dowodzenia środkami przeciwlotniczymi.

Perspektywiczne naziemne źródła informacji o sytuacji powietrznej powinny być podatne na zarządzanie ze szczebla CRI. Wchodzące w skład tych źródeł środki łączności radiowej muszą być objęte zarządzanie z tego samego szczebla. Wyposażenie kabin, terminali i obiektów zapewnia łączność (transmisja danych, mowa) wewnątrz zautomatyzowanego stanowiska oraz z obiektami innych szczebli bezpośrednia łączność lub za pośrednictwem węzła łączności. Sprzężenie z węzłem łączności może być realizowane za pomocą: radolinii cyfrowej RL - 432, traktu kablowego lub za pomocą linii światłowodowej.

Kierunki modernizacji obiektów dla automatyzacji podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego (powietrznego)

Obiekty typy 10

Do budowy obiektu 10 proponuje się zastosować kabinę typu PC-4. Przyjęcie tej propozycji oznacza:

- stosowanie urządzeń radiolokacyjnych, a ogólniej źródeł informacji o sytuacji powietrznej z wyjściami cyfrowymi. Informacja o sytuacji powietrznej musi być przekazywana w czasie rzeczywistym;
- urządzenia radiolokacyjne z wyjściami analogowymi będą podłączone do kabiny PC-4 za pomocą specjalnych bloków BSO i BSW;

Obiekt 10 będzie miał możliwość sprzężenia z:

- czterema źródłami informacji o sytuacji powietrznej z wyjściami cyfrowymi;
- jednym odległościomierzem radiolokacyjnym z wyjściami analogowymi (za pomocą bloku BSO);
- dwoma wysokościomierzami radiolokacyjnymi z wyjściami analogowymi (za pomocą bloku BSW).

Bloki BSO i BSW oraz kable do połączeń na czas transportu będą umieszczone wewnątrz kabiny lub mocowane do kabiny.

Uogólniona informacja o sytuacji powietrznej za pomocą środków łączności będzie wydawana abonentom w szczególności będzie przesyłana do nadrzędnego szczebla (CRI). Będzie zapewnione wydawanie informacji na żądanie np. przychodzące z terminala przewoźnego. Za pomocą sieci radiowo - przewodowej informacja o sytuacji powietrznej może być przekazywana do punktów kierowania (terminali) środkami ogniowymi. Jedno ze stanowisk w kabinie można wykorzystać do dowodzenia środkami przeciwlotniczymi albo do naprowadzania na cele naziemne. Obiekt będzie miał możliwość współpracy centralą komutacji pakietów (X-25) za pomocą kanałów cyfrowych lub analogowych (telefonicznych).

Centrum Rozpoznawczo - Informacyjne - obiekty 20 i 20M

Do budowy Centrum Rozpoznawczo - Informacyjnego (CRI) można zastosować obiekty typu 20 lub 20M.

Obiekt 20 składa się z dwóch kabin, a obiekt 20 M z jednej kabiny. Obiekt 20 można zastosować do budowy CRI na szczeblu korpusu zmechanizowanego, a obiekt 20 M do budowy CRI batalionu radiotechnicznego.

Do budowy obiektu 20 proponuje się zastosować:

- kabinę PC-3, w której są trzy stanowiska pracy;
- kabinę OC, w której jest pięć stanowisk pracy.

Obiekt 20 będzie miał możliwość współpracy z czterema podległymi obiektami 10 oraz nie więcej niż czterema źródłami informacji o sytuacji powietrznej z wyjściami cyfrowymi. Przykładem takiego źródła może być stacja radiolokacyjna, system rozpoznania radioelektronicznego, obiekt dystrybucji informacji odbieranej z samolotu dozoru powietrznego, itp. Uogólniona informacja o sytuacji powietrznej będzie przekazywana użytkownikom (abonentom) w szczególności do obiektu 40, systemów współpracujących w tym do terminali. Obiekt 20 będzie miał możliwość współpracy z Centralą komutacji pakietów (X-25) za pomocą kanału cyfrowego lub analogowego.

Do budowy obiektu 20 M proponuje się wykorzystać tylko jedną kabinę typu PC-4. Wchodzące w skład kabiny cztery stanowiska pracy proponuje się wykorzystać w następujący sposób:

- trzy stanowiska będą wykorzystane przez obsługę operacyjną CRI;
- jedno stanowisko będzie wykorzystane przez obsługę techniczną (zarządzanie, łączność).

Obiekt 20 M. będzie miał możliwość współpracy z 6 - 8 podległymi obiektami 10, podporządkowanymi źródłami informacji o sytuacji powietrznej z wyjściami cyfrowymi.

Uogólniona informacja o sytuacji powietrznej będzie wydawana do szczebla nadrzędnego, systemów współpracujących np. punktów kierowania środkami ogniowymi, terminali.

Stanowiska (centrum) dowodzenia bojowego środkami obrony przeciwlotniczej - obiekt 40

Możliwe są dwie koncepcje budowy obiektu 40, w których przewiduje się:

1. Pierwsza koncepcja budowy obiektu 40 zakłada wykorzystanie:
   a) kabiny łączności i przetwarzania PC-3;
   b) kabina techniczna z trzema stanowiskami pracy;
   c) jedna, dwie kabiny operacyjne OC. 5-10 stanowisk pracy dla obsługi operacyjnej z grupy dowodzenia bojowego obroną przeciwlotniczą;
   d) kabiny dowódczo - sztabowej CC. Pięć stanowisk pracy dla obsługi operacyjnej z grupy dowodzenia (planowania) obroną przeciwlotniczą.

   Obiekt 40 nie musi być rozwijany na tej samej pozycji co obiekt 20. Obiekty te mogą współpracować ze sobą za pomocą środków łączności radiowej lub przewodowej.
2. Druga koncepcja budowy obiektu 40 zakłada jego integrację z obiektem 20. Zintegrowany obiekt „20-40" będzie się składał z jednego obiektu 20 tj.:
   a) kabiny łączności i przetwarzania PC-3 (kabina techniczna z trzema stanowiskami pracy);
   b) kabiny operacyjnej OC z pięcioma stanowiskami pracy oraz dodatkowo:
      - 1 - 2 kabin operacyjnych OC, z 5 - 10 stanowisk pracy dla obsługi operacyjnej z grupy dowodzenia bojowego obroną przeciwlotniczą;
      - kabiny dowódczo - sztabowej CC, z pięcioma stanowiskami dla obsługi operacyjnej z grupy dowodzenia bojowego (planowania) obroną przeciwlotniczą.

Kabiny wchodzące w skład obiektu „20-40" będą rozwijane na jednej pozycji lecz odległość między kabinami nie powinna przekraczać 300-500 m.

Przedstawiona koncepcja obiektu zintegrowanego „20-40" jest oszczędna ze względu na ilość zastosowanych kabin, ale wymagać będzie większego nakładu na opracowanie oprogramowania użytkowego. Obiekty 40 względnie „20-40" zapewniają również sprzężenie (transmisja danych, mowa) z obiektami podległymi - SD (punkty kierowania) przeciwlotniczymi środkami ogniowymi.

Zautomatyzowany Wóz Dowodzenia (wersja kołowa)

Zautomatyzowany Wóz Dowodzenia (ZWD) zbudowany na bazie transportera gąsienicowego SPG-2A jest przeznaczony dla automatyzacji dowodzenia środkami przeciwlotniczymi na szczeblu taktycznym.

Ograniczenie wynikające z zastosowanej bazy transportowej w połączeniu z potrzebą zapewnienia pracy w ruchu oraz zastosowana baza elementowa i środki łączności są przyczyną zawężenia obszaru zastosowań ZWD.W związku z powyższym jest planowane opracowanie wersji ZWD na bazie pojazdu kołowego. Bazą transportową dla ZWD w wersji kołowej może być np. samochód STAR-266 z nadwoziem SARNA-II. Jeżeli uwzględnić dość powszechną opinię, że ZWD w wersji kołowej nie powinien być „kopią" wersji gąsienicowej, to celowym jest uwzględnienie w tej dyskusji niżej przedstawionych problemów i propozycji.Do budowy ZWD w wersji kołowej powinna zostać wykorzystana nowa generacja urządzeń, która powstała w wyniku realizacji tematów: ORZYC, ŁOWCZA-3, STORCZTK. Proponuje się umieszczenie w nadwoziu samochodu trzech stanowisk pracy. Dwa stanowiska typu ZSP-20 (bez monitorów małoformatowych) będą przeznaczone dla obsługi operacyjnej. Trzecie stanowisko będzie przeznaczone dla obsługi technicznej (łączność, zarządzanie). Stanowiska pracy będą połączone z komputerem - serwerem. Komputer będzie sprzężony z urządzeniami transmisji danych w kanałach cyfrowych i analogowych. Będzie zapewniona współpraca z Centralą komutacji pakietów (X-25) za pomocą kanału cyfrowego i analogowego. W składzie ZWD powinien być terminal noszony jako zewnętrzne stanowisko pracy. Analiza możliwości zastosowań ZWD w wersji kołowej, wskazuje na potencjalną możliwość zastosowania na niektórych stanowiskach dowodzenia (punktach kierowania) kabiny typu PC zamiast ZWD. Dla takiego zastosowania niezbędne będzie opracowanie odpowiedniego oprogramowania użytkowego. Praktyczne wykorzystanie tej propozycji wydłuża serię produkcyjną kabiny typu PC, stwarza nowe możliwości taktyczne, zwiększa stopień unifikacji środków automatyzacji. Do transportu kabiny typu PC można wykorzystać samochód TATRA-815 (względnie inny samochód dostosowany do transportu kontenerów). Samochód może holować elektrownię polową. Na czas zmiany miejsca rozwinięcia SD, w kabinie kierowcy samochodu można stworzyć

możliwości korzystania z terminala noszowego podłączonego do radiostacji UKF. Samochód może być wyposażony w urządzenie nawigacji zliczeniowej, zintegrowanej z GPS.

Zautomatyzowany Ruchomy Punkt Dowodzenia i Kierowania - terminale dowódcy (specjalizowane)

Zautomatyzowany Ruchomy Punkt Dowodzenia i Kierowania (ZRPDiK) oraz terminale dowódcy (TDR-10 i TDP-10) są przeznaczone do stosowania na najniższych szczeblach dowodzenia i kierowania środkami przeciwlotniczymi.

ZRPDiK będzie stanowił platformę sprzętową do budowy Punktu Dowódczo - Obserwacyjnego (PDO) baterii przeciwlotniczej, Terminale będą stanowiły wyposażenie zespołów (środków) ogniowych.

Do budowy ZRPDiK będzie zastosowany samochód osobowo - terenowy stosowany w WP na szczeblu taktycznym. ZRPDiK będzie pracował na postoju i w ruchu. Położenie (współrzędne) będzie określone z błędem nie większym od 0.7 - 0.9% przebytej drogi, będzie zapewniona możliwość korzystania z GPS. ZRPDiK będzie miał możliwość sprzężenia z 6 terminalami (TDR-10, TDP-10). Przekazywanie informacji pomiędzy ZRPDiK, a terminalami będzie mogło być realizowane za pomocą sieci radiowej, sieci przewodowej albo sieci przewodowo - radiowej (mieszanej).

ZRPDiK będzie miał możliwość współpracy z centralą komutacji pakietów oraz ze źródłami informacji o sytuacji powietrznej, w tym ze stacją radiolokacyjną np. NUR-22.

Obsługa ZRPDiK będzie liczyła 3 osoby, w tym jedna z nich będzie kierowcą. Stanowisko kierowcy będzie wyposażone (dodatkowo) w pulpit kontroli i sterowania zasilaniem energetycznym oraz we wskaźniki z zestawu nawigacji lądowej. Wyświetlane na wskaźnikach informacje będą użyteczne w czasie jazdy. Stanowiska dwóch pozostałych osób (operacyjne) będą wyposażone w środki łączności radiowej, przewodowej, środki zobrazowania o rozdzielczości (640 x 480) pikseli (tekst, grafika), klawiaturę z 84 kluczami.

Terminal TDR-10 będzie umieszczany na pojazdach - nośnikach środków przeciwlotniczych. Terminal będzie wyposażony w ekran płaski z przekątną około 10

cali, klawiaturę (84 klucze). Na ekranie mogą być zobrazowane dane w postaci graficznej lub tekstowej (opisy, tablice). Funkcje realizowane przez terminal będą określone oprogramowaniem użytkowym.

Terminal TDP-10 będzie noszony prze pojedynczego żołnierza. Zastosowany ekran umożliwia zobrazowanie tekstu w czterech wierszach, a w każdym wierszu może być 20 znaków. Terminal jest wyposażony w klawiaturę z 50 kluczami. Funkcje realizowane przez terminal będą określone oprogramowaniem użytkowym.

4.4.4. Stan aktualny i kierunku automatyzacji dowodzenia MW

Ogólny zamiar automatyzacji systemu dowodzenia MW

Podstawowym kryterium budowy ZtSD MW jest operatywność systemu dowodzenia rozumiana jako jego zdolność do wymaganej natychmiastowej reakcji (tj. pracy w tzw, czasie rzeczywistym) oraz dotrzymywanie ustalonych (normatywnych) terminów w zakresie obsługi i obróbki strumieni informacji sytuacyjnej (meldunki o sytuacji taktycznej) i informacji dowodzenia (rozkazy, powiadamianie).

Celem automatyzacji jest racjonalizacja dotychczasowego systemu dowodzenia MW poprzez wzbogacenie i usprawnienie serwisu informacyjnego dla dowództw, sztabów, stanowisk dowodzenia i ich komórek organizacyjnych, a tym samym stworzenie warunków do przyspieszenia i podniesienia jakości przetwarzania informacji taktycznej oraz optymalizacji decyzji wypracowywanych przez organy dowodzenia MW.

System powinien umożliwić efektywne użycie wszystkich sił i środków technicznych i uzbrojenia według jednolitego planu Sztabu MW, zamiaru dowódcy. ZtSD powinien także zabezpieczać codzienną działalność szkoleniową sił MW poprzez współpracę z podsystemem planowania i szkolenia wchodzącym w skład terytorialnego systemu informatycznego (TSI).

ZtSD MW powinien zabezpieczać automatyzację realizowanych procesów informacyjnych i dokumentacyjnych takich jak:

- przyjmowanie, opracowywanie i przekazywanie rozkazów, komend, sygnałów i zarządzeń bojowych;

- zbieranie, przetwarzanie, przechowywanie, dystrybucję i wydawanie osobom funkcyjnym komórek organizacyjnych (centrów, grup i punktów) stanowisk dowodzenia informacji o stanie, dyslokacji i działaniach sił własnych;
- zbieranie, przetwarzanie, przechowywanie, zobrazowanie i dokumentowanie informacji o obiektach przeciwnika i charakterze jego działań;
- wymianę informacji z nadrzędnymi i podległymi organami dowodzenia;
- dokumentowanie informacji operacyjno - taktycznej;
- prowadzenie dzienników zdarzeń.

ZtSD MW powinien zapewniać automatyzację procesów informacyjnych realizowanych przez SD w każdym rodzaju działań i każdej fazie cyklu decyzyjnego:
- przy funkcjonowaniu w każdym z obowiązujących stanów gotowości bojowej;
- w trakcie dowodzenia siłami służby bojowej i dyżuru bojowego;
- w procesie planowania działań sił MW i rozwiązywania zadań wykonywanych samodzielnie oraz w ramach sił zbrojnych;
- w czasie dowodzenia mobilizacyjnym rozwinięciem sił MW;
- w procesie dowodzenia siłami MW w działaniach bojowych;
- przy nadzorze dyslokacji statków floty handlowej i współdziałaniu z systemem odwołań i ochrony statków;
- przy nadzorze stanu zabezpieczenia materiałowo - technicznego sił MW.

Zakłada się automatyzację wszystkich głównych elementów systemu dowodzenia MW, a w szczególności:

a) brzegowych stanowisk dowodzenia organizowanych na szczeblu operacyjnym i taktycznym:
   - SD MW, ZSD MW orz WSD MW i PSD MW;
   - SD i ZSD flotyll obrony wybrzeża;
   - SD i ZSD brygady lotnictwa MW;
   - stanowiska dowodzenia jednostek brzegowych.

b) okrętowych stanowisk dowodzenia:
   - SD zespołów okrętów;
   - SD grup taktycznych (OGU, OGPU, OGT itp.).

c) systemów łączności i transmisji danych.

d) źródeł informacji o sytuacji powietrznej, nawodnej i podwodnej takich jak:

- posterunki obserwacji wzrokowo - technicznej i łączności (POWTiŁ);
- środki obserwacyjne i komunikacyjne pododdziałów rozpoznania;
- system obserwacji i łączności okrętów i samolotów.

Na system środków automatyzujących procesy dowodzenia siłami MW będą składać się wyodrębnione konstrukcyjnie obiekty przeznaczone na wyposażenie w/w elementów SD MW.

Podstawowa wymiana informacji pomiędzy obiektami systemu brzegowego powinna być realizowana przez podsystem transmisji danych ZtSD MW oraz przez pakietową wojskową sieć wymiany danych.

Realizacja podsystemu transmisji danych ZtSD MW na szczeblu taktycznym została oparta na urządzeniach transmisji danych (UDT MW), zapewniających utajnioną wymianę danych przez aktualnie wykorzystywane w MW środki łączności.

Miejscem wykorzystania informacji do oceny sytuacji i wypracowania decyzji będą ZSP (zautomatyzowane stanowiska pracy) osób funkcyjnych na stanowiskach dowodzenia szczebla taktycznego i operacyjnego. Lokalne sieci ZSP będą zapewniać pracę punktów dowodzenia szefów organów, rodzajów wojsk i służby.

Kluczową rolę w zasilaniu informacyjnym wszystkich komórek organizacyjnych i stanowisk będących miejscem analizy sytuacji, przygotowania oraz podejmowania decyzji mają do spełnicnia zautomatyzowane centra informacyjne.

Zautomatyzowane Centra Informacyjne będą integralnymi częściami zautomatyzowanych systemów dowodzenia szczebla taktycznego (BCI, SD FOW) i operacyjnego (CI SD MW). Podstawowym zadaniem centrum informacyjnego powinno być wypracowanie aktualnego obrazu sytuacjo operacyjno - taktycznej w zakresie wzajemnego położenia sił przeciwnika i własnych oraz parametrów ich ruchu w celu informacyjnego wspomagania organów stanowisk dowodzenia. Powinna to być informacja selektywna, syntetyczna i terminowa zapewniająca warunki optymalizacji ciągu podejmowania decyzji oraz właściwego manewru sił i ognia w czasie prowadzenia działań bojowych.

Wymiana informacji pomiędzy centrum informacyjnym, a poszczególnymi komórkami i stanowiskami pracy każdego SD będzie realizowana przez podsystem transmisji danych zbudowany na bazie efektywnego standardu okólnej sieci komputerowej, posiadający wyjścia rozległej sieci wymiany danych.

Wspomaganie czynności poszczególnych osób funkcyjnych i ich zespołów będzie realizowane przez odpowiednio do zadań dobrane wyposażenie pojedynczych i grupowych stanowisk pracy w zestawy środków informatyki tworzącej jednolity system zautomatyzowanych miejsc pracy (ZMP).

Całościową ocenę sytuacji, w tym postępów wykonania zadań przez dowodzone siły, zapewni stanowisko zobrazowania wielkoformatowego, przedstawiając syntetyczny obraz sytuacji w strefie działań. Stanowisko to zostanie zbudowane z wykorzystaniem nowoczesnych środków grafiki komputerowej.

Koncepcja modułowej budowy obiektów automatyzacji

Zamierza się zautomatyzować kluczowe elementy systemu dowodzenia MW takie jak:

- Centrum Dowodzenia SD MW (Centrum Dowodzenia Bojowego SD FOW);
- Centrum Informacyjne SD MW (Bojowe Centrum Informacyjne SD FOW);
- zautomatyzowane miejsca pracy grupujące stanowiska pracy wybranych osób funkcyjnych SD;
- system transmisji danych pomiędzy elementami SD;
- system wymiany danych miedzy poszczególnymi SD funkcjonującymi w MW;
- system wymiany danych pomiędzy ZtSD MW i ZtSD WLOP oraz ZtSD ZO (ZT) współdziałających z MW wojsk lądowych.

Uwarunkowania kontynuacji budowy ZtSD MW - II etap

Generalnym celem II etapu (93-97r.) było opanowanie stosowania najnowszych metod, technik i środków automatyzacji oraz wypracowanie metod projektowania, realizacji, wdrożenia i eksploatacji rozwiązań aplikacyjnych doskonalących informacyjnie i decyzyjnie procesy dowodzenia na miarę wymogów współczesnego pola walki.

Dla osiągnięcia zamierzonego celu przed wszystkimi służbami uczestniczącymi w procesie automatyzacji stały następujące zadania:

1. Uruchomienia planowanej od 1991 roku pracy n-b „ŁEBA-2". Dotychczas wykonane przedsięwzięcia n-b dotyczyły przede wszystkim właściwości i przydatności nowych środków automatyzacji. Wyniki tych przedsięwzięć, tworzyły duże zapotrzebowanie na przeprowadzenie prac naukowo - badawczych w dziedzinie doskonalenia procesów informacyjnych i decyzyjnych w warunkach kompleksowej automatyzacji dowodzenia siłami i kierowania środkami walki. Dlatego niezbędnym stało się określenie warunków prowadzenia tej pracy ze szczególnym uwzględnieniem:
   - zakresu przedsięwzięć naukowo badawczych niezbędnych dla rozwiązania podstawowych problemów metodycznych i technologicznych warunkujących postęp prac projektowych;
   - organów i służb MW, których udział jest niezbędny do wykonania i zabezpieczenia działań;
   - zasad finansowania realizowanych przedsięwzięć naukowo badawczych dostosowany do realnych warunków ich prowadzenia.
2. Unifikacja techniki komputerowej wykorzystywanej do budowy ZtSD MW, mających zastosowanie zarówno w realizacji obiektów brzegowych, okrętowych oraz samolotowych. Unifikacja ma na celu opracowanie powielanych w całym systemie modułowych rozwiązań w zakresie oprogramowania systemowego, narzędziowego i użytkowego. W unifikacji techniki należy upatrywać możliwość standaryzacji rozwiązań, zwłaszcza protokołów transmisyjnych między poszczególnymi komputerami systemu. Unifikacja powinna także wpłynąć na efektywną obsługę techniczną podatność naprawczą całych systemów. Zastosowanie w instalacjach przeznaczonych do pracy bojowej wysoce niezawodnej i odpornej na uszkodzenie techniki komputerowej, spełniającej odpowiednie wojskowe wymagania mechaniczno - klimatyczne, pomimo wysokiej ceny, w praktyce spowoduje obniżenie kosztów utrzymania systemu. Osiągnięcie w Polsce w najbliższych latach podobnego stanu produkcji tego typu sprzęt jest mało realne.
3. Opracowanie i uruchomienie systemu automatyzacji stanowisk dowodzenia MW i FOW - obiekt ŁB-30/40. Do realizacji konieczne są zestawy komputerowe

o najsilniejszym możliwym ukompletowaniem z wyposażeniem w pełne oprogramowanie narzędziowe.

4. Opracowanie i uzgodnienie wykazu dokumentów bojowych współdziałania podsystemów w ramach ZtSD MW oraz pomiędzy ZtSD innych RSZ (OW), a zwłaszcza z ZtSD WLOP.
5. Weryfikacja dotychczas opracowanych ZTT na podsystemy okrętowe i brzegowe zgodnie z ZTT na ZtSD MW. Uzgodnienie jednolitej dokumentacji budowy podsystemów ZtSD MW.
6. Rozwiązanie problemów zautomatyzowanego dowodzenia siłami na morzu, poprzez zbudowanie wzorcowego prototypu okrętowego systemu dowodzenia. Dotyczy to zwłaszcza:
   - podsystemu kontroli i zobrazowania;
   - podsystemu nawigacji;
   - podsystemu łączności;
   - podsystemu wspomagania decyzyjnego.

   W ramach systemu okrętowego należy trafnie rozstrzygnąć przyporządkowanie realizowanych funkcji autonomicznym modułom powielarnych w kolejnych instalacjach systemu.
7. Opracowano system zabezpieczenia hydrograficznego i kartograficznego wymagający zapewnienie współpracy z systemem mapy elektronicznej spełniający określone wymogi standaryzacyjne.

Etap III (1997 - 2000r.)

Zasadniczym celem III etapu powinna być kompleksowa automatyzacja punktów i stanowisk dowodzenia szczebla taktycznego - obiekty ŁB-30 i szczebla operacyjnego - obiekty ŁB-40 zapewniające sprzężenie z innymi systemami ZtSD RSZ oraz wdrożenie uniwersalnego okrętowego ZtSD (dla okrętu pojedynczego i flagowego).

Prace projektowe w latach 1997 - 2000 z perspektywy roku 1993 powinny obejmować:

- rozszerzenie możliwości funkcjonalnych zautomatyzowanych miejsc pracy poszczególnych komórek organizacyjnych (centra, grupy, zespoły, punkty) SD oraz wchodzących w ich skład zautomatyzowanych stanowisk pracy osób funkcyjnych;
- opracowanie zabezpieczenia programowego wspomagającego procesy decyzyjne.

Stan ZtSD MW w tych latach powinien zapewnić:

- modernizację eksploatowanych ŁB-10 i ŁB-20;
- uzupełnienie brzegowego systemu o ruchome (przewoźne) obiekty ŁR-10 (na bazie RLS NUR-22);
- dalsze wyposażenie okrętów i samolotów w obiekty ŁO-10 i ŁS-10 (w oparciu o elementy brzegowego obiektu ŁB-10);
- wyposażenie okrętów w okrętowe ZtSD szczebla taktycznego (ŁO-20);
- wdrożenie do eksploatacji obiektów ŁB-30 i ŁB-40;
- pełne sprzężenie ZtSD MW z ZtSD RSZ i kompleksowym systemem Sił Zbrojnych RP.

Rozdział 5. Wybrane modele i algorytmy wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia obroną powietrzną (obroną przeciwlotniczą)

Wprowadzenie

Rola informatyki w doskonaleniu procesów decyzyjnych zdeterminowana jest przez dwa rodzaje efektów współczesnych prac badawczo-rozwojowych. Pierwszy rodzaj efektów określa postęp w dziedzinie systemów komputerowych, którego znamionami, w powszechnej opinii, są: wzrost prędkości wykonywania operacji i pojemności pamięci operacyjnej oraz uproszczenie form komunikowania się człowieka z komputerem. Drugi natomiast określa postęp w dziedzinie modelowania sytuacji decyzyjnych i metod ich rozwiązywania, który z kolei, związany jest z doskonaleniem modeli decydenta oraz heurystycznymi i algorytmicznymi metodami podejmowania decyzji. Doskonalenie modelu decydenta jest wynikiem badań interdyscyplinarnych, których uczestnikami są przedstawiciele cybernetyki i analizy systemowej, psychologii i socjologii oraz matematyki i ekonomii. Obecnie stopniowo przechodzi się z modelu decydenta racjonalnego na model decydenta o ograniczonej racjonalności. W obszarze metod rozwiązywania sytuacji decyzyjnych zainteresowanie klasycznymi technikami optymalizacyjnymi (programowanie liniowe i nieliniowe, dynamiczne itp.) wydaje się być mniejsze niż niegdyś, co można tłumaczyć miedzy innymi nie spełnieniem wielu oczekiwań związanych z ich zastosowaniami w procesach kierowania (zarządzania, dowodzenia). Coraz większe zainteresowanie budzą natomiast metody heurystyczne, a także metody optymalizacji wielokryterialnej, podejmowania decyzji w warunkach rozmytych i niepewności. Wydaje się ponadto, że pewien renesans przejawiać będą metody teorii gier, zaś ogólnie można powiedzieć - metody wynikające z przyjęcia gry jako pewnego paradygmatu.

Powyższa, bardzo ogólna konstatacja może posłużyć jako punkt wyjścia dla pewnej refleksji metodologicznej nad obecną i przyszłą rolą informatyki w procesach decyzyjnych. Wychodząc z niego i przyjmując za podstawę obserwowane dziś tendencje we wspomnianych wyżej obszarach działalności poznawczej i praktycznej możemy określić najbardziej prawdopodobny model komputerowego wspomagania decyzji w systemach dowodzenia obroną powietrzną.

System decyzyjny

W klasycznej literaturze z zakresu teorii decyzji pojęcie systemu decyzyjnego pojawia się raczej rzadko. Częściej pojawia się na gruncie koncepcji systemowych związanych z rozwojem tzw. inżynierii systemów kierowania, a w szczególności - pewnego modelu systemu kierowania[1].

Rozpatrzmy cztery najbardziej spotykane ujęcia systemu decyzyjnego, a mianowicie:

1. System decyzyjny to podsystem każdego systemu kierowania (zarządzania, dowodzenia) realizujący proces decyzyjny (podejmowania decyzji);
2. System decyzyjny to taki obiekt, który można interpretować jako metodę, algorytm lub program optymalizacji dialogowej;
3. System decyzyjny to zespół wzajemnie powiązanych norm, warunków i ograniczeń, które determinują proces dokonywania wyborów celów, środków i sposobów działania;
4. System decyzyjny to mechanizm grupowego podejmowania decyzji.

Przyjmijmy, że są to ujęcia komplementarne, które akcentują bądź rzeczowy, bądź czynnościowy charakter zjawiska. Ujęcie pierwsze, rzeczowe, lecz jednocześnie najogólniejsze obejmuje całokształt czynników racjonalnego decydowania zlokalizowanych w konkretnej rzeczywistości materialnej związanej z kierowaniem (zarządzaniem, dowodzeniem) określonymi procesami.

Powiemy więc, że rozwój systemów decyzyjnych zależy od:

- stopnia technicznego wspomagania decydentów (dowódców), czyli stopnia automatyzacji procesów informacyjno-decyzyjnych;

- stopnia wykorzystania banku metod i technik optymalizacyjnych[2];
- stopnia „kolektywizacji" decyzji, czyli stopnia „swobody decyzyjnej" charakteryzującej poszczególnych uczestników procesów decyzyjnych.

W związku z powyższym wyróżnić można osiem podstawowych klas systemów decyzyjnych, stosując skalę rozwoju: stopień niski (0) - stopień wysoki (1), które przedstawione zostały w tabeli 5.1.

Tabela 5. 1.

Lp.	Stopień			Charakterystyka systemu
	automatyzacji	optymalizacji	swobody decyzyjnej	
1	0	0	0	tradycyjny scentralizowany
2	0	0	1	tradycyjny zdecentralizowany
3	0	1	0	tradycyjny aktywny scentralizowany
4	0	1	1	grupowej optymalizacji
5	1	0	0	zautomatyzowany pasywny scentr.
6	1	1	0	zautomatyzowany aktywny scentr.
7	1	0	1	zautomatyzowany pasywny zdecentr.
8	1	1	1	dialogowej optymalizacji

Z dokonanej klasyfikacji wynika, że:

- systemem tradycyjnym określa się system decyzyjny o niskim stopniu automatyzacji (system o wysokim stopniu automatyzacji określany jest jako zautomatyzowany);
- systemem pasywnym nazywa się system o niskim stopniu stosowania metod optymalizacyjnych (system o wysokim stopniu wykorzystania banku metod optymalizacyjnych określa się jako aktywny);
- systemem scentralizowanym nazywa się system o niskim stopniu „kolektywizacji" podejmowania decyzji (w przeciwieństwie do systemu zdecentralizowanego), przy

---

[1] Gerencser M., Smetek R.: Artifical Inteligence: Technology and Applications. Military Technology, Vol. IX. Issue 6, 1985r.

[2] Praca zbiorowa: Teoretyczne podstawy optymalizacji w systemie dowodzenia. ASG WP 1986r.

czym tradycyjny system o wysokim stopniu stosowania metod optymalizacji i „kolektywizacji" podejmowania decyzji określa się jako system „grupowej optymalizacji" (GO), natomiast system zautomatyzowany jako system „dialogowej optymalizacji" (DO).

Dzięki przyjętym cechom można ogólnie nakreślić kierunki rozwoju systemów decyzyjnych. Niewątpliwie aktualne tendencje wyrażają następujące zjawiska:

1. Wzrost stopnia automatyzacji, czyli rośnie udział technicznych środków informatyki w procesie wspomagania procesów podejmowania decyzji - perspektywiczne zautomatyzowane systemy decyzyjne będą systemami „komputerowego wspomagania decydentów";
2. Wzrost znaczenia tak zwanej grupowej optymalizacji i dialogowej optymalizacji, co oznacza między innymi:
   - wzrost roli ekspertów, analityków systemowych i analityków decyzji w procesie wypracowywania decyzji;
   - wzrost znaczenia możliwości korzystania z zasobów komputerowych w trybie natychmiastowym (w czasie rzeczywistym) bezpośrednio ze stanowiska pracy osób funkcyjnych;
   - wzrost znaczenia metod adaptacyjnych i rozgrywających, co w szczególności może oznaczać możliwości automatycznego doboru warunków i algorytmów w zależności od parametrów zadania decyzyjnego i zmian otoczenia systemu.

Ewolucja systemów decyzyjnych może ulec zmianie, jednak na podstawie analizy aktualnego stanu rozwoju problematyki decyzyjnej wyróżnione powyżej tendencje rozwojowe wydają się być racjonalne.

Należy wyraźnie powiedzieć, że w procesie wspomagania podejmowania decyzji bardzo wielką rolę odgrywa informatyka. Jest to zagadnienie najważniejsze w kontekście wdrażania przyszłych zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki OP (OPL). Obecne zautomatyzowane systemy dowodzenia (przetwarzania informacji) pozwalają na realizację „pasywnych" systemów decyzyjnych ze względu na to, że dowódcom i oficerom sztabów dostarczają informacji analitycznych i ocenowych, nie zaś informacji decyzyjnych (w sensie wariantów decyzji - rozwiązań określonych sytuacji decyzyjnych). Nie są stosowane w nich procedury

optymalizacyjne. Oczekiwania decydentów wydają się być jednak odmienne, co już od dawna było akcentowane w wielu publikacjach. Podkreśla się w nich konieczność wariantowania działania, optymalizacji, symulacji itp.

Rozwój modeli grupowej, dialogowej i adaptacyjnej optymalizacji oraz ich zastosowań w praktyce decyzyjnej - w dowodzeniu, wymaga spełnienia wielu oczywistych warunków. Podstawowym jest podjęcie prac badawczo-rozwojowych w zakresie modelowania procesów decyzyjnych. W przeciwnym wypadku posiadanie nawet nowoczesnej techniki komputerowej nie przyniesie jakościowych zmian w systemach dowodzenia. Innym warunkiem jest kształcenie kadr dowódczo-sztabowych w zakresie analizy systemowej, nowoczesnych metod i technik podejmowania decyzji (optymalizacji) oraz symulacji komputerowej, a w szczególności - komputerowych gier wojennych.

Takie są obiektywne tendencje naukowo-techniczne, które prędzej, czy później przyniosą radykale zmiany w systemach kierowania (dowodzenia). Wiążą się one z pewnym wyścigiem, którego celem jest wzrost efektywności dowodzenia, czego oczywistym wyrazem będzie trafność podejmowanych decyzji na wszystkich szczeblach dowodzenia.

5.1. Modele i algorytmy na okres planowania i organizowania obrony powietrznej

Jednym z podstawowych problemów rozwiązywanych podczas planowania obrony powietrznej jest określenie najkorzystniejszego wariantu ugrupowania wojsk OP tak na szczeblach taktycznych jak i operacyjnych. Zwykle pod pojęciem najkorzystniejszego (optymalnego) wariantu ugrupowania rozumie się takie ugrupowanie, które spełniając wymagania operacyjno-taktyczne zapewnia wojskom i obiektom maksymalną efektywność osłony przed środkami napadu powietrznego przeciwnika.

Metody wyboru najkorzystniejszego ugrupowania wojsk OP oparte są zwykle o analizę i porównanie możliwych do przyjęcia wariantów ugrupowania wojsk OP w świetle najbardziej prawdopodobnych wariantów ŚNP przeciwnika. Dokonanie pełnego przeglądu i porównanie możliwych do przyjęcia wariantów ugrupowania wojsk OP

jest znacznie utrudnione przynajmniej z dwóch powodów. Po pierwsze - istnieją poważne trudności w zaprognozowaniu najbardziej prawdopodobnych wariantów działania ŚNP przeciwnika, po drugie - uciążliwość i czasochłonność określenia efektywności poszczególnych wariantów ugrupowania, porównanie ich oraz wybór wariantu najkorzystniejszego w świetle przyjętego kryterium jest na tyle duża, że bywa praktycznie nieopłacalna.

Istotną pomoc w tym zakresie przynoszą modele matematyczne, algorytmy i programy (baza metod) systemu MIKRO - OPL. Pozwalają one w stosunkowo krótkim czasie uzyskać dane do przyjęcia optymalnego wariantu ugrupowania wojsk OP.

Przy określaniu optymalnego wariantu ugrupowania wojsk OP bardzo ważne jest przyjęcie odpowiedniej funkcji kryterium, która z jednej strony zawierałaby cel działania przeciwnika powietrznego, z drugiej zaś cel działania systemu OP.

Dla przeciwnika powietrznego planującego uderzenia na wojska i obiekty muszą zajść dwa zdarzenia, aby mógł on wykonać zadanie:

1. Zdarzenie polegające na tym, że środki napadu powietrznego przeciwnika przenikają przez system OP (pokonają system OP, dolecą do osłanianych obiektów).
2. Zdarzenie polegające na tym, że środki napadu powietrznego zniszczą obiekty.

Prawdopodobieństwo wykonania zadania prze środki napadu powietrznego można określić ze wzoru:

$$Q = Q_1 \, Q_2 , \qquad (5.1)$$

gdzie:

Q_1 - prawdopodobieństwo zdarzenia 1/,

Q_2 - prawdopodobieństwo zdarzenia 2/.

Należy się liczyć z tym, że przeciwnik nigdy nie zmieni wartości Q_1 i Q_2 w kierunku niekorzystnym dla siebie. Przez zwiększenie stopnia skuteczności poszczególnych sposobów działania, dokładność celowania, skuteczność działania środków rażenia będzie się starał wybrać taki wariant działania, który zagwarantuje mu osiągnięcie maksymalnych wartości Q_1 *i* Q_2.

Strona organizująca obronę powietrzną wojsk i obiektów będzie usiłować sprowadzić wartość Q_1 i Q_2, a przez to i Q do minimum. Ze względu na ograniczoną ilość

sił i środków OP przeznaczonych do osłony wojsk i obiektów oraz ograniczone możliwości bojowe sprzętu wartości :

$$P_1 = 1 - Q_1,$$
$$P_2 = 1 - Q_2, \qquad (5.2)$$

można zmienić jedynie w pewnych granicach określonych nierównościami:

$$0 \le P_1 \le P_1^{max}, \qquad 0 \le P_2 \le P_2^{max} \qquad (5.3)$$

Należy w tym miejscu podkreślić, że strona organizująca obronę powietrzną będzie mieć większy wpływ na zmianę wartości Q_1, niż Q_2. Biorąc pod uwagę to, że wartość prawdopodobieństwa Q nie przekracza nigdy mniejszej z dwóch liczb Q_1 i Q_2 tzn. $Q \le min / Q_1, Q_2 /$, strona organizująca obronę powietrzną powinna dążyć do minimalizacji wartości Q_1.

Z powyższego wynika, że cele obu stron, tzn. przeciwnika powietrznego i strony organizującej obronę powietrzną, są zdecydowanie przeciwstawne. Taka sytuacja prowadzi do gry z sumą zerową, w której funkcją wypłaty jest prawdopodobieństwo odparcia napadu przeciwnika powietrznego wyrażone wzorem:

$$P = 1 - (1 - P_1)\ (1 - P_2). \qquad (5.4)$$

gdzie:

P_1 - prawdopodobieństwo tego , że ŚNP przeciwnika nie pokonają systemu OP (nie przenikną do obiektów).

P_2 - prawdopodobieństwo tego, że ŚNP przeciwnika, które przeniknęły przez system OP nie zniszczą obiektów.

Funkcja ta w dostatecznym stopniu odzwierciedla zainteresowania oraz cele obu stron. Dla j-tego wariantu nalotu ŚNP przeciwnika ($j = 1, 2, \ldots\ldots, J$) i k-tego wariantu ugrupowania wojsk OP ($k = 1, 2, \ldots\ldots, K$) wzór na prawdopodobieństwo odparcia napadu przeciwnika powietrznego przyjmuje postać:

$$P_k^j = 1 - \left(1 - P_{1k}^j\right)\left(1 - P_{2k}^j\right) \qquad (5.5)$$

Prawdopodobieństwo P_{1k}^j można obliczyć ze wzoru:

$$P_{1k}^{j} = \frac{M_k^j}{N_k^j} \qquad (5.6)$$

gdzie:

M_k^j - wartość przeciętna liczby zniszczonych ŚNP przeciwnika przy *j*-tym wariancie jego działania i *k*-tym wariancie ugrupowania,

N_k^j - ilość ŚNP przeciwnika biorących udział w *j*-tym wariancie nalotu i *k*-tym wariancie ugrupowania.

Wielkość M_k^j określa się ze wzorów:

$$M_k^j = \sum_{n=1}^{N_j} \left[1 - \prod_{i=1}^{I_k} \left(1 - p_{in} \right) \right] \qquad (5.7)$$

lub przy uwzględnieniu ważności celów powietrznych:

$$M_k^j = \sum_{n=1}^{N_j} a_n \left[1 - \prod_{i=1}^{I_k} \left(1 - p_{in} \right) \right] \qquad (5.8)$$

gdzie:

n - numer celu powietrznego;

i - numer pododdziału (środka) OP;

p_{in} - prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego o numerze n przez pododdział (środek) OP o numerze *i;*

a_n - ważność celu;

N_j - ilość ŚNP przeciwnika biorących udział w nalocie w *j*-tym wariancie działania;

I_k - ilość pododdziałów (środków) OP zwalczających cele powietrzne w *k*-tym wariancie ugrupowania.

W tym przypadku prawdopodobieństwo P_{1k}^j odpowiada średniemu prawdopodobieństwu zniszczenia każdego środka napadu powietrznego przeciwnika biorącego udział w *j*-tym wariancie nalotu i *k*-tym wariancie ugrupowania wojsk OP.

Prawdopodobieństwo P_{2k}^j można obliczyć ze wzoru:

$$P_{2k}^{j} = \frac{\sum_{c=1}^{c} P_{ck}^{j}\, b_c}{c} \qquad (5.9)$$

gdzie:

c - numer obiektu (c = 1,2, ..., c),

b_c - ważność operacyjna obiektu o numerze c,

P_{ck}^{j} - prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu o numerze c przy j-tym wariancie działania ŚNP przeciwnika i k-tym wariancie ugrupowania wojsk OP.

Prawdopodobieństwo P_{ck}^{j} można określić z zależności:

$$P_{ck}^{j} = 1 - \prod_{m=1}^{N_c} \left\{ 1 - z_n^c\, p_n^c \prod_{i=1}^{I_c} \left(1 - y_n^i\, p_{cn}^i \right) \right\} \qquad (5.10)$$

gdzie:

Nc - ilość ŚNP atakujących obiekt o numerze c,

p_n^c - prawdopodobieństwo zniszczenia obiektu c przez cel o numerze n,

p_{cn}^i - prawdopodobieństwo zniszczenia przez środek OP o numerze i celu o numerze n, atakującego obiekt c,

$$z_n^c = \begin{cases} 1; & \textit{gdy cel o numerze n atakuje obiekt c,} \\ 0; & \textit{w przeciwnym przypadku,} \end{cases}$$

$$y_n^i = \begin{cases} 1; & \textit{gdy środek OP o numerze i zwalcza cel o numerze n,} \\ 0; & \textit{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Dążeniem strony organizującej obronę powietrzną jest doprowadzenie wyrażenia $\sum_{c=1}^{c} P_{ck}^{j}\, b_c$ do wartości maksymalnej. Można to uzyskać przez przyjęcie takiego ugrupowania wojsk OP, które by akcentowało główny wysiłek obrony na obiektach o dużej ważności operacyjnej. Dla przeciwnika celem jest sprowadzenie wyrażenia $\sum_{c=1}^{c} P_{ck}^{j}\, b_c$ do minimum przez wykonanie uderzeń na obiekty o dużej ważności operacyjnej. Wynika to bezpośrednio ze wzoru na obliczenie prawdopodobieństwa P_{2k}^{j}.

Zmniejszenie P_{ck}^{j} w tych członach sumy, w których liczby b_c są duże obniża wartość P_{2k}^{j} i odwrotnie, każde zwiększenie P_{ck}^{j} przy dużych współczynnikach b_c podwyższa wartość P_{2k}^{j}. Dla j = 1, 2, ..., J najbardziej prawdopodobnych wariantów działania ŚNP przeciwnika i k = 1, 2, ..., K możliwych do przyjęcia, w określonej sytuacji operacyjnej, wariantów ugrupowania wojsk OP uzyskuje się macierz gry $\left[P_{kj}\right]$, w której funkcją wypłaty jest prawdopodobieństwo odparcia napadu przeciwnika powietrznego P_k^j. Wartość tego prawdopodobieństwa może być z dostateczną dokładnością określana przy pomocy programów eksploatowanych w mikrokomputerowym systemie MIKRO - OPL.

Dążenie przeciwnika powietrznego do minimalizacji P_k^j można zapisać:

$$\min_j P_k^j = \min_j \left[1-\left(1-P_{1k}^j\right)\left(1-P_{2k}^j\right)\right] \qquad (5.11)$$

Dla ustalonego k powyższe wyrażenie przedstawia minimalną wartość prawdopodobieństwa odparcia napadu przeciwnika powietrznego ze względu na możliwe sposoby działania.

Tabela 5.2.

k \ j	1	2	....	....	j	....	....	J
1	P_1^1	P_2^2	....	....	P_1^j	....	....	P_1^J
2	P_2^1	P_2^2	....	....	P_2^j	....	....	P_2^J
....	....	....	....	....	....	....	....	....
....	....	....	....	....	....	....	....	....
k	P_k^1	P_k^2	....	....	P_k^j	....	....	P_k^J
....	....	....	....	....	....	....	....	....
....	....	....	....	....	....	....	....	....
K	P_k^1	P_k^2	....	....	P_k^j	....	....	P_K^J

Rozwinięta postać macierzy $\left[P_{kj}\right]$ przedstawiona jest w tabeli 5.2 w sposób następujący.

Strona organizująca obronę powietrzną obiektów i wojsk powinna wybrać ten wariant ugrupowania, dla którego spełniony jest warunek:

$$\max_k \min_j P_k^j = \max_k \min_j \left[1-\left(1-P_{1k}^j\right)\left(1-P_{2k}^j\right)\right] = V_1 \qquad (5.12)$$

Wielkość V_1 jest dolną wartością gry o macierzy $\left[P_{kj}\right]$ czyli zagwarantowaną minimalną wygraną strony organizującej obronę powietrzną.

Przeciwnik powietrzny posiadając pewne informacje może zastosować taki wariant działania, przy którym prawdopodobieństwo odparcia napadu powietrznego będzie:

$$\max_k \min_j P_k^j = \max_k \min_j \left[1-\left(1-P_{1k}^j\right)\left(1-P_{2k}^j\right)\right] = V_2 \qquad (5.13)$$

Wielkość V_2 jest górną wartością gry o macierz $\left[P_{kj}\right]$, czyli zagwarantowaną minimalną przegraną przeciwnika powietrznego.

Z teorii gier macierzowych wiadomo, że:

1. $V_1 \le V_2$, czyli $\max_k \min_j P_k^j \le \min_j \max_k P_k^j$,

2. Warunkiem koniecznym i wystarczającym na to, aby $\max_k \min_j P_k^j = \min_j \max_k P_k^j$ jest, aby macierz $\left[P_{kj}\right]$ miała punkt siodłowy;

3. Jeżeli punkt (k^x, j^x) jest punktem siodłowym macierzy $\left[P_{kj}\right]$, to:

$$P_{k^x}^{j^x} = \max_k \min_j P_k^j = \min_j \max_k P_k^j \qquad (5.14)$$

W takim przypadku $P_{k^x}^{j^x}$ będzie wartością gry, k^x **będzie numerem optymalnego wariantu ugrupowania wojsk OP, a** j^x **będzie numerem optymalnego wariantu działania ŚNP przeciwnika.**

Jeżeli $V_1 < V_2$, to gra nie posiada rozwiązania w zakresie tzw. strategii czystych, i rozwiązania należy szukać w zakresie strategii mieszanych. Rozwiązania to można otrzymać stosując dowolną ze znanych metod rozwiązywania gier

macierzowych (np. metodę graficzną, programowania liniowego, metodę podmacierzy lub metodę von Neumana).

Strategią mieszaną strony organizującej obronę powietrzną i przeciwnika powietrznego nazywa się wielkości x i y, które spełniają warunki:

$$S_k = \left\{ X : x_k \geq 0, \sum_{k=1}^{K} x_k = 1 \right\}$$
$$S_j = \left\{ Y : y_j \geq 0, \sum_{j=1}^{J} y_j = 1 \right\} \qquad (5.15)$$

gdzie:

S_k - zbiór wariantów ugrupowania strony organizującej obronę powietrzną,

S_j - zbiór wariantów działania przeciwnika powietrznego,

X_k - częstość stosowania wariantu ugrupowania k,

Y_j - częstość stosowania wariantu działania ŚNP przeciwnika j.

Jeżeli rozwiązanie gry uzyskuje się w zakresie strategii mieszanych, oczekiwana wygrana strony organizującej obronę wyraża się wzorem:

$$P(X,Y) = \sum_{k=1}^{K} \sum_{j=1}^{J} P_k^j \; x_k \; y_j \qquad (5.16)$$

gdzie:

$X = (X_1, X_2, \ldots, X_k, \ldots, X_K)$ - zbiór strategii strony organizującej obronę,

$Y = (Y_1, Y_2, \ldots, Y_j, \ldots, Y_J)$ - zbiór strategii przeciwnika powietrznego.

Jeżeli dla pewnych $X^x \in S_k$ i $Y^x \in S_j$ spełniony jest warunek:

$$P(X, Y^x) \leq P(X^x, Y^x) \leq P(X^x, Y),$$

to strategie X^x i Y^x są optymalnymi strategiami mieszanymi, a $P(X^x\ Y^x)$ jest wartością gry.

Dolną wartość gry określa się z zależności:

$$V_1 = \max_{x \in S_k} \min_{y \in S_j} \sum_{k=1}^{K} \sum_{j=1}^{J} P_k^j \; x_k \; y_j, \qquad (5.17)$$

a górną wartość gry z zależności:

$$V_1 = \max_{y \in S_j} \min_{x \in S_k} \sum_{k=1}^{K} \sum_{j=1}^{J} P_k^j \, x_k \, y_j \qquad (5.18)$$

Po wyznaczeniu optymalnych strategii (X^x i Y^x) oraz wartości $P\left(X^x\, Y^x\right)$ należy ze względów praktycznych brać pod uwagę te warianty ugrupowania i te warianty działania ŚNP przeciwnika dla których częstości stosowania (X_k, Y_j) osiągają największe wartości .

Wykorzystując do określania prawdopodobieństwa odparcia napadu powietrznego przeciwnika (funkcja wypłaty w grze) programy systemu MIKRO - OPL rozwiązano dwa przykłady wyznaczania optymalnego wariantu ugrupowania wojsk OP.

Przykład 1

Macierz gry $[P_{kj}]$ przedstawia się następująco:

Tabela 5. 3.

k \ j	1	2	3	4	5
1	0,29	0,38	0,42	0,19	0,31
2	0,32	0,36	0,22	0,27	0,42
3	0,34	0,41	0,21	0,29	0,37
4	0,41	0,39	0,41	0,38	0,40
5	0,28	0,16	0,29	0,38	0,33

$$V_1 = \max_k \min_j P_k^j = 0{,}38$$

$$V_2 = \min_j \max_k P_k^j = 0{,}38 \qquad (5.19)$$

$$V_1 = V_2 = 0{,}38.$$

Ta gra posiada punkt siodłowy ($k = 4$, $j = 4$). W takim przypadku wariant ugrupowania $k = 4$ jest wariantem optymalnym dla strony organizującej obronę powietrzną, a wariant działania ŚNP przeciwnika $j = 4$ jest optymalnym wariantem działania przeciwnika powietrznego. Wariant ugrupowania ($k = 4$) gwarantuje prawdopodobieństwo odparcia nalotu przeciwnika powietrznego nie mniejsze niż 0,38 bez względu na przyjęty wariant działania ŚNP przeciwnika.

Przykład 2

Macierz gry $[P_{jk}]$ po odrzuceniu zdecydowanie niekorzystnych wariantów ugrupowania wojsk OP i działania ŚNP przeciwnika przedstawia się następująco:

Tabela 5. 4.

j \ k	1	2	3
1	0,52	0,41	0,13
2	0,31	0,43	0,38
3	0,51	0,37	0,51

$$V_1 = \max_k \min_j P_k^j = 0,37$$

$$V_2 = \min_j \max_k P_k^j = 0,43 \qquad (5.\ 20)$$

$$V_1 \neq V_2$$

Gra nie posiada punktu siodłowego. W takim przypadku poszukuje się rozwiązania w zakresie strategii mieszanych. Rozwiązując tę grę uzyskuje się następujące wyniki:

$$X = [x_1 = 0,10 ; x_2 = 0,50 ; x_3 = 0,40]$$

$$Y = [y_1 = 0,16 ; y_2 = 0,76 ; y_3 = 0,08]$$

Wielkości X i Y są częstościami stosowania poszczególnych wariantów ugrupowania wojsk OP i działania ŚNP przeciwnika. Z praktycznego punktu widzenia (szczególnie na szczeblach operacyjnych) ze względu na dużą liczbę wariantów ugrupowania oraz ograniczone możliwości manewrowe sprzętu nie ma sensu stosowanie wszystkich wariantów ugrupowania wojsk OP zgodnie z wyliczonymi częstościami. Proponuje się w takim przypadku następujące rozwiązanie.

Gdy $|V_1 - V_2| \leq \varepsilon$, / $\varepsilon -$ założony próg wzrostu prawdopodobieństwa odparcia napadu powietrznego przez stosowanie strategii mieszanych, to należy pozostać przy tym wariancie ugrupowania wojsk OP, który gwarantuje prawdopodobieństwo odparcia napadu powietrznego nie mniejsze niż V_1. Stosowanie manewru zgodnie z wyliczonymi częstościami pozwala w tym przypadku jedynie nieznacznie zwiększyć

prawdopodobieństwo odparcia napadu powietrznego, nieproporcjonalnie mało w stosunku do zużycia sił i środków na wykonanie manewru.

$|V_1 - V_2| > \varepsilon$, to opłacalne jest (jeżeli sytuacja operacyjna na to pozwala) zaangażowanie odpowiednich sił i środków na wykonanie manewru zgodnie z wyliczonymi częstościami. pozwoli to znacznie zwiększyć prawdopodobieństwo odparcia napadu powietrznego przeciwnika.

W przykładzie 2 jeżeli przyjmie się $\varepsilon = 0{,}10$, to rozwiązanie jest następujące:

1. Za optymalny wariant ugrupowania wojsk OP przyjąć wariant trzeci.
2. Prawdopodobieństwo odparcia nalotu ŚNP wyniesie 0,37.

Jeżeli przyjmie się $\varepsilon = 0{,}02$, to rozwiązanie jest następujące:

1. Stosować manewr z częstościami $x_1 = 0{,}10$; $x_2 = 0{,}50$; $x_3 = 0{,}40$.
2. Prawdopodobieństwo odparcia nalotu ŚNP przeciwnika wyniesie 0,405.

Optymalny wariant ugrupowania wojsk OP uzyskany w wyniku rozwiązania gry należy każdorazowo przeanalizować z punktu widzenia:

- warunków dowodzenia,
- możliwości manewru,
- zaopatrzenia,
- maskowania,
- obrony przed bronią masowego rażenia.

5.2. Modele i algorytmy na okres odpierania nalotów ŚNP (pracujących w czasie rzeczywistym)

5.2.1. Metoda optymalnego przydziału środków OP do zwalczania celów powietrznych

Problem optymalnego przydziału środków OP do zwalczania celów powietrznych można przedstawić w postaci następujących zależności:

$$max\ M(X) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} p_{ij}\ x_{ij}\ , \qquad (5.21)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le 1\ , \quad (1) \qquad (5.22)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \le m\ , (2) \qquad (5.23)$$

gdzie:

$M(X)$ - funkcja kryterium optymalności przydziału sił i środków OP do zwalczania celów powietrznych (wartość oczekiwana liczby zniszczonych celów);

$i = 1, 2, \ldots, m$ - numer środka OP;

$j = 1, 2, \ldots, n$ - numer celu powietrznego;

p_{ij} - prawdopodobieństwo zniszczenia j - tego celu powietrznego przez i - ty środek OP ($0 \le p_{ij} \le 1$); (5.24)

x_{ij} - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość zero gdy i - ty środek OP nie zwalcza j - tego celu i wartość 1 w przeciwnym przypadku.

Warunek (1) oznacza, że i - ty środek OP zwalcza co najwyżej jeden cel powietrzny, natomiast warunek (2) oznacza, że j - ty cel powietrzny może być zwalczany przez co najwyżej m środków OP. Rozwiązanie tego problemu polega na określeniu takiej macierzy $[\ X_{ij}\ ]$ gdzie $x_{ij} = (0,1)$, dla której funkcja kryterium $M(X)$ przyjmuje maksymalną wartość.

Tego typu problemy najczęściej rozwiązuje się metodami programowania matematycznego (nieliniowego).

W praktyce przydziału środków OP do zwalczania celów powietrznych można spotkać następujące przypadki:

1° $m = n$ (ilość środków OP jest równa liczbie celów powietrznych),

2° $m > n$ (ilość środków OP jest większa od liczby celów powietrznych),

3° $m < n$ (ilość środków OP jest mniejsza od liczby celów powietrznych).

W celu uwzględnienia, w procesie przydziału środków OP do zwalczania celów powietrznych, powyższych przypadków i wykorzystania opracowanych i znanych z literatury metod programowania liniowego problem sformułowany został następująco:

Przypadek 1:

$$\max_X M(X) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} p_{ij}\, x_{ij}\,, \tag{5.25}$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le 1\,, \quad (1) \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1\,, \quad (2) \end{cases} \tag{5.26}$$

Przypadek 2:

$$\max_X M(X) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} p_{ij}\, x_{ij}\,, \tag{5.27}$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le 1\,, \quad (1) \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1\,, \quad (2) \\ \sum_{j=n+1}^{m} \sum_{i=m-n}^{m} x_{ij} = m - n\,, \quad (3)\,. \end{cases} \tag{5.28}$$

W tym przypadku do problemu wprowadza się $m - n$ fikcyjnych celów powietrznych, dla których $p_{ij} = 0$, dla $i = 1, 2, \ldots, m$ i $j = n + 1, n + 2, \ldots, m$. Warunek (3) oznacza, że „nadwyżka" środków OP zostanie przydzielona do fikcyjnych celów powietrznych.

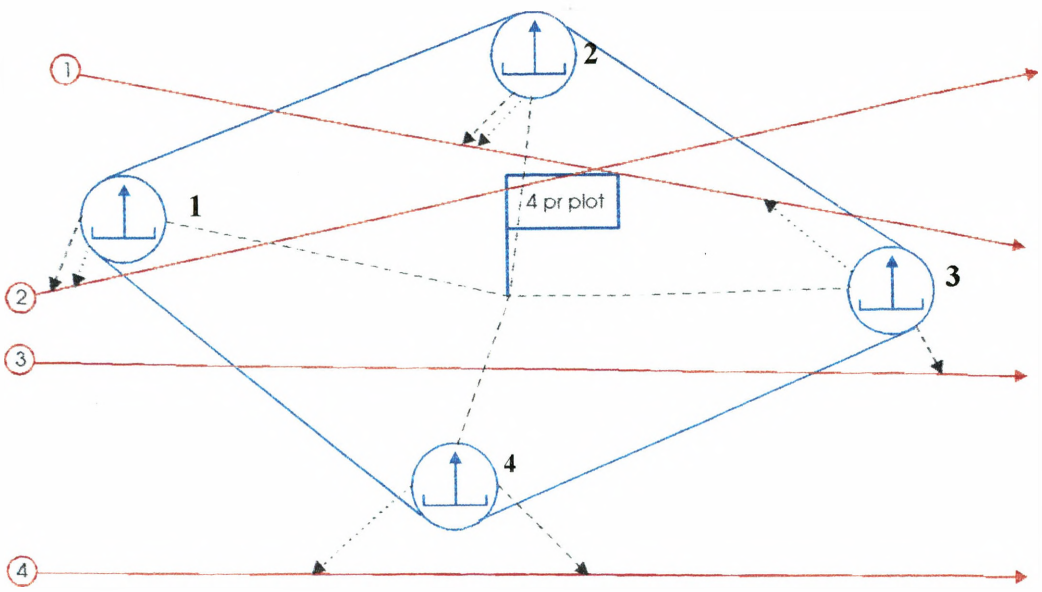
Przypadek 3:

$$\max_X M(X) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} p_{ij}\, x_{ij}\,, \tag{5.29}$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le 1, \quad (1) \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1, \quad (2) \\ \sum_{i=m+1}^{n} \sum_{j=n-m}^{n} x_{ij} = n - m, \quad (3). \end{cases} \tag{5.30}$$

W tym przypadku do problemu wprowadza się $n - m$ fikcyjnych środków OP, dla których $p_{ij} = 0$, dla $i = m + 1, m + 2, \ldots, n - m$ i $j = 1, 2, \ldots, n$. Warunek (3) oznacza, że „nadwyżka" celów powietrznych będzie zwalczana przez fikcyjne środki OP.

Do rozwiązania tak sformułowanego problemu optymalnego przydziału środków OP do zwalczania celów powietrznych w przedstawionej w pracy metodzie kompleksowej oceny efektywności wykorzystania sił i środków w systemie OP wykorzystany został algorytm Forda - Fulkersona. Przykład wpływu optymalizacji podziału ognia na efektywność zwalczania celów powietrznych przez oddział rakiet przeciwlotniczych przedstawiono na rysunku 5.1



Rys. 5.1. Wpływ optymalizacji podziału ognia na efektywność zwalczania celów powietrznych przez oddział rakiet przeciwlotniczych

Tabela 5. 5.

Pododdziały	Cele			
	1	2	3	4
1	0,30	$0,30^{*}_{\#}$	0,20	0,00
2	$0,25^{*}_{\#}$	0,15	0,00	0,00
3	0,20	$0,30_{\#}$	$0,30^{*}$	0,15
4	0,00	0,00	0,20	$0,30^{*}_{\#}$

* - przydział optymalny;

\# - przydział wg najkorzystniejszych warunków strzelania;

$M_1 = 0,25 + 0,30 + 0,30 + 0,30 = 1,15$

$M_2 = 1 - (0,7\ \ 0,7) + 0,25 + 0,30 = 1,06$

$\Delta M \cong 9\ \%$

Przykład wpływu koordynacji działań na efektywność zwalczania celów powietrznych znajduje się na rysunku 5.2.

Podstawowy algorytm wspomagający proces decyzyjny przydziału środków OP (np. na szczeblu ZT) do zwalczania celów powietrznych można przedstawić także w postaci następującego modelu:

1. Sprawdzenie możliwości wejścia celu w strefę rażenia środka OP według następujących logicznych warunków:

$$\begin{aligned} P_{ij} &\le P_{gr}^{j} \\ H_{c\,min}^{j} < H_{c}^{j} &\le H_{c\,max}^{j} \\ V_{c\,min}^{j} \le V_{0}^{j} &\le V_{c\,max}^{j} \end{aligned} \qquad (5.31)$$

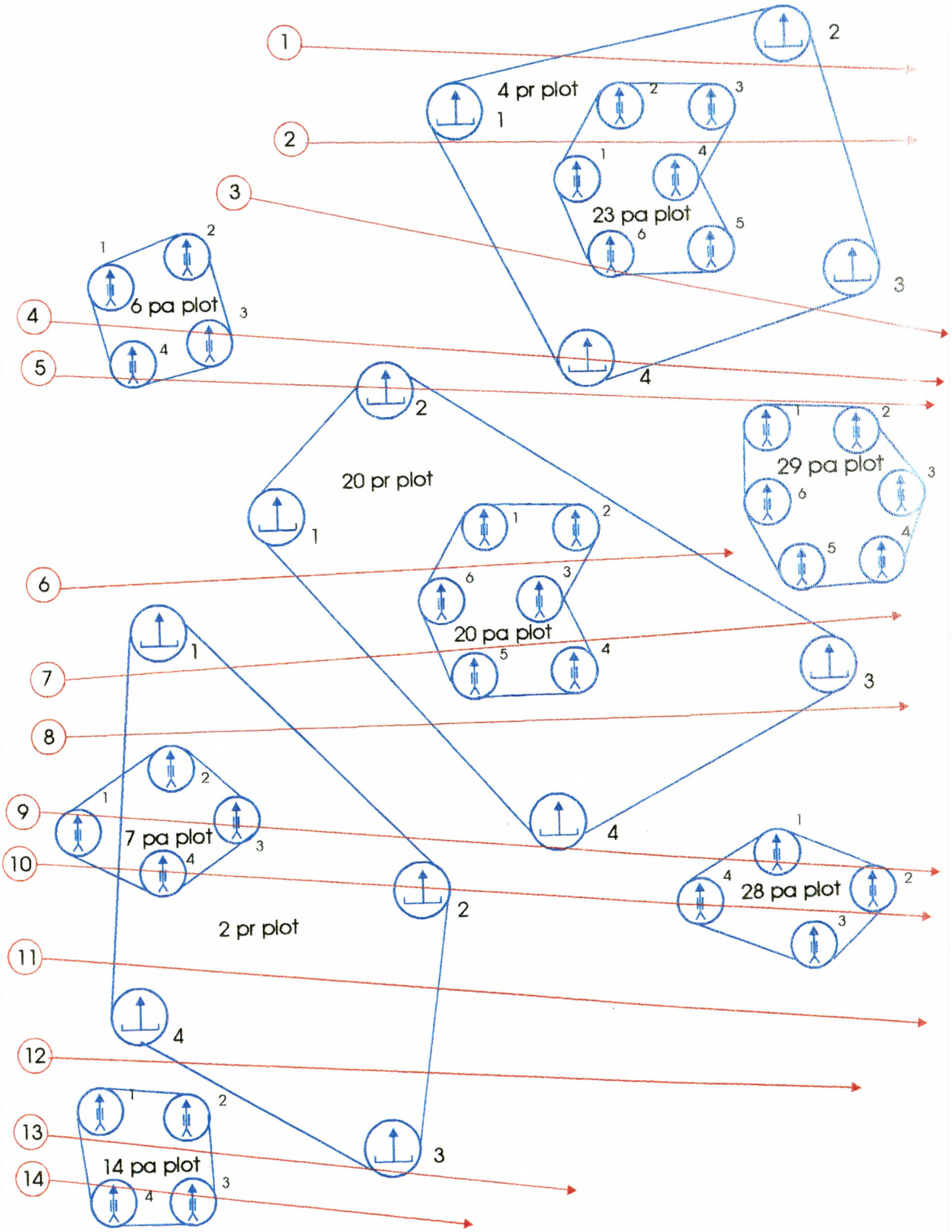
gdzie:

P_{ij} - parametr kursowy i - tego celu względem j - tego środka OP,

P_{gr}^{j} - parametr graniczny j- tego środka OP,

$H_{c\,min}^{j}$, $H_{c\,max}^{j}$ - minimalna i maksymalna wysokość zwalczania celów powietrznych przez j - ty środek OP,

$V_{c\,min}^{j}$, $V_{c\,max}^{j}$ - minimalna i maksymalna prędkość lotu celów zwalczanych przez j - ty środek OP.



Rys. 5.2. Wpływ koordynacji działań na efektywność zwalczania celów powietrznych

Tabela 5.6.

Pododdz iał		Cele													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4 prplot	1	⊗ 0,30	Δ 0,28	0,15											
	2	⊗ Δ 0,15	0,10												
	3	Δ 0,30	⊗ 0,30	0,20											
	4	0,10	0,15	Δ 0,28	⊗ 0,30	0,25	0,10								
20 prplot	1						⊗ Δ 0,30								
	2			0,10	⊗ Δ 0,30	0,25	0,10								
	3				0,10	0,15	⊗ 0,30	Δ 0,25	0,25	0,15	0,10				
	4									0,15	Δ 0,25	⊗ 0,30	0,15		
2 prplot	1								0,10	0,15	0,20	⊗ Δ 0,25	0,10		
	2				0,15	Δ 0,20	⊗ 0,20	0,15	0,10						
	3							0,10	0,15	0,25	⊗ 0,30	0,25	Δ 0,20		
	4											0,10	0,15	⊗ Δ 0,30	0,25
6 paplot				0,10	⊗ Δ 0,12	0,10									
7 paplot								0,05	0,08	0,10	⊗ Δ 0,12	0,08			
14 paplot													0,08	⊗ 0,12	Δ 0,12
28 paplot										0,10	⊗ Δ 0,12	0,08			
20 paplot	1,2,3						0,05	0,08	⊗ Δ 0,10						
	4,5,6									Δ 0,11					
23 paplot	1,2,3	⊗ Δ 0,11	0,03												
	4,5,6			⊗ Δ 0,10											
29 paplot	1,2,3					⊗ Δ 0,08	0,10	0,10							
	4,5,6						⊗ Δ 0,11								

M_1 = 3,61 ⊗ - bez koordynacji działań (wg. najkorzystniejszych warunków

M_2 = 4.11 $\Delta M \cong 16\%$ Δ - optymalny przydział

2. Sprawdzenie możliwości ostrzelania celu na zadanej rubieży:

$$T_{dol}^{ij} \leq T_{cd}^{j} \qquad (5.32)$$

gdzie:

T_{dol}^{ij} - czas dolotu i - tego celu do bliższej granicy strefy ognia j - tego środka OP,

T_{cd}^{j} - czas cyklu dowodzenia SD (PD) pododdziału (oddziału) j - tego środka OP ($T_{cd} = t_p + T_{cs}$; t_p - czas pracy SD, T_{cs} - czas cyklu strzelania).

3. Ocena gotowości bojowej pododdziału (środka OP) wyznaczonego do zwalczania celu powietrznego (sprawność, zapas rakiet).
4. Wskaźnik efektywności strzelania j - tego środka OP do i - tego celu określa się z zależności:

$$a_{ij} = a_1 P_k^{ij} + a_2 t_{dol}^{ij} + a_3 N_j \qquad (5.33)$$

gdzie:

P_k^{ij} - parametr kursowy i - tego celu względem j - tego środka OP;

t_{dol}^{ij} - czas dolotu i - tego celu do bliższej granicy strefy ognia j - tego środka OP;

N_j - zapas rakiet (amunicji) j - tego środka OP;

α_1 , α_2 , α_3 - współczynniki korekcyjne (1/km, 1/min, 1/szt) liczbowe z przedziału $(0, 99)$.

Ten z $j = 1, 2, \ldots\ldots, J$ środków OP ma lepsze warunki (w świetle wskaźnika efektywności) prowadzenia ognia do celu $i = 1, 2, \ldots., I$, dla którego wskaźnik a_{ij} przyjmuje wartość minimalną.

Tak sformułowany problem rozwiązuje się jedną z metod programowania matematycznego (liniowego).

Rozdział 6. Tendencje rozwojowe zautomatyzowanych systemów C3I2/WE

6.1. Charakterystyka systemów C3 I2/WE

6.1.1. Elementy rozwojowe systemów C3I2

Koncepcja stworzenia jednolitego systemu pozwalającego sprawnie zarządzać na polu walki wielkim potencjałem ludzkim i arsenałem potężnego, kosztownego uzbrojenia jakie składają się na współczesną armię, powstała w Stanach Zjednoczonych. Wygenerowały ją z jednej strony ciągle rosnące potrzeby, a z drugiej - możliwości stworzone przez rozwój współczesnej techniki, głównie elektronicznej oraz postęp w naukach systemowych i teorii kierowania.

Obok niewątpliwych zasług prekursorskich, Amerykanie mają na swym koncie spory dorobek teoretycznych i praktycznych w omawianej dziedzinie, wynikający między innymi z posiadanego zaplecza naukowo-badawczego, oraz dysponowania odpowiednio dużym budżetem i dostępem do najnowocześniejszych technologii. Wiele opracowań amerykańskich trafia do wyposażenia sił zbrojnych sojuszniczych państw z NATO. Dlatego w poniższym opracowaniu zostaną wyeksponowane osiągnięcia armii Stanów Zjednoczonych, w szczególności dotyczące wojsk lądowych.

Siły zbrojne USA pełnią istotną rolę w realizacji strategicznych celów polityki zagranicznej, czego wyrazem jest doktryna zakładająca, że dla obrony żywotnych interesów państwa, armia musi być zdolna do natychmiastowego reagowania w dowolnym zakątku globu na wszelkie zagrożenia począwszy od terroryzmu, poprzez ograniczony konflikt lokalny, aż do wojny nuklearnej włącznie.

Zagrożenia te charakteryzują się różnymi poziomami ryzyka i prawdopodobieństwami wystąpienia. Wszystkie jednak wymuszają utrzymywanie wysokiego stopnia gotowości bojowej, która jest w znacznej mierze pochodną możliwości efektywnego dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki.

Większość swych wysiłków armia koncentruje na przygotowaniach do wojny konwencjonalnej, szczególnie po podpisaniu przez Stany Zjednoczone traktatu o ograniczeniach nałożonych na broń nuklearną średniego zasięgu. Lansowana przez teoretyków zachodnich koncepcja bitwy powietrzno-lądowej, zakłada kompleksowe oddziaływanie na przeciwnika uderzeniami wojsk oraz wszelkimi innymi dostępnymi środkami (ogniowe, radioelektroniczne, psychologiczne itp.), na całym obszarze prowadzonych działań, przy jednoczesnym zapewnieniu żywotności i zdolności bojowej własnych sił i środków. W praktyce oznacza to walkę z wojskami przeciwnika będącymi w styczności, niszczenie i opóźnianie przejścia jego drugich rzutów i odwodów, walkę o zapewnienie swobody manewru, bezpieczeństwo szlaków komunikacyjnych i ciągłość zaopatrzenia na obszarze własnych tyłów oraz szereg działań związanych z zabezpieczeniem bojowym wojsk. W każdej z wymienionych stref: bliskiej, dalekiej i tyłowej, bez względu na rodzaj prowadzonych działań bojowych, jednym z najważniejszych czynników decydujących o pomyślnym wykonaniu zadań jest zapewnienie ciągłego i efektywnego dowodzenia wojskami oraz kierowania uzbrojeniem na wszystkich szczeblach. Dobrą ilustracją tej tezy jest powiedzenie gen. Curtisa Le May: "Prezydent jest w stanie zrobić cię generałem, ale tylko łączność może uczynić cię dowódcą".

Nie trudno wykazać, że dla zwiększenia skuteczności działań bojowych, dowodzenie i kierowanie powinny stanowić spójną całość, a stąd już tylko krok do stworzenia koncepcji systemu obejmującego i łączącego obie wymienione dziedziny. Ze względu na zakładane funkcje, nazwano go początkowo systemem C2 (Command and Control). Jednakże w czasie prowadzonych analiz systemowych zwrócono uwagę, iż skuteczność dowodzenia i kierowania ma związek z wieloma innymi czynnikami, wśród których za bardzo istotną uznano możliwość szybkiego wykorzystania zdobytych danych rozpoznawczych. Ujawniono też, iż użytkowane przez armię urządzenia oraz systemy łączności nie są w stanie podołać stawianym wymaganiom. Zaszła więc

potrzeba zaprojektowania i wykonania całkowicie nowych jakościowo środków technicznych, a także opracowania zasad ich optymalnego wykorzystania. Przy uwzględnieniu powyższych czynników powstała spójna koncepcja systemu C3I (Command, Control, Communications and Intelligence), którego stan i perspektywy zostaną omówione w niniejszym opracowaniu.

Na zakończenie wprowadzenia należy jeszcze dodać, że w prasie zachodniej pojawiają się artykuły o pracach prowadzonych nad przyszłościowymi systemami C4I, a nawet C4I2 (Control, Command, Communications, Computers, Intelligence and Interoperability), ale dotychczas brak informacji o praktycznych rezultatach.

6.1.2. Struktura i dotychczasowy stan systemów C3I

Jak już wspomniano, według poglądów teoretyków amerykańskich odniesienie sukcesu w konflikcie zbrojnym nawet przy posiadaniu zdecydowanej przewagi, jest mocno problematyczne bez możliwości sprawnego dowodzenia wojskami i kierowania uzbrojeniem. Z tego powodu za jedno z podstawowych zadań uznano stworzenie i rozwijanie systemu spełniającego wymienione funkcje, który obejmował by wojska, dowódców i sztaby, a nawet w niektórych przypadkach pojedynczych uczestników walki na całym jej obszarze. Według szefa zabezpieczenia materiałowego armii USA ren. Louisa Wagnera, system powinien wypełniać następujące podstawowe funkcje:

- przesyłanie informacji;
- zarządzanie informacjami;
- zbieranie informacji;
- ochrona informacji.

Zależnie od rodzaju informacji, stosuje się do ich przesyłania foniczne, znakowe i graficzne (telefax, telewizja) środki techniczne, wykorzystując optymalnie przepustowość posiadanych kanałów łączności. Dzięki ewolucji metod i środków przesyłania informacji od sieci radiowych i systemów opartych na tradycyjnych urządzeniach analogowych, do wielowstęgowych, wielomedialnych połączeń wykorzystujących technikę cyfrową, możliwa stała się szybka wymiana informacji z adresatami przebywającymi na całym obszarze działania i jednoczesne uzyskiwanie informacji o

położeniu. Obecnie dąży się do stworzenia wielopoziomowego, systemu dającego na całym obszarze zainteresowania możliwości szybkiego wybiórczego, bezpiecznego (niezawodnego, zapewniającego dużą wierność oraz założony stopień ochrony) zbierania i przekazywania informacji w celu bieżącego konfrontowania stopnia zgodności sytuacji na polu walki z planem działań bojowych oraz efektywnego synchronizowania działań wojsk.

Zarządzanie informacjami jest jednym z najbardziej złożonych zagadnień. Ciągle wzrasta liczba źródeł, odbiorców zainteresowanych posiadaniem określonych danych i objętość przesyłanych informacji, coraz bardziej komplikuje się architektura połączeń, a rekurencyjnie rozbudowane sieci wymagają złożonych protokołów sterowania. Dodatkowym utrudnieniem jest wzajemne nakładanie się systemu zarządzania i przesyłania informacji. W tej sytuacji zawodzą dotychczasowe rozwiązania. Armia oczekuje, że opracowanie nowych zasad organizacyjnych, postęp w mikroelektronice, rozwój sztucznej inteligencji i coraz doskonalsze techniki obróbki sygnałów pozwolą znaleźć pomyślne wyjście z sytuacji. Nie jest to jednak całość problemu. Według cytowanego już gen. Wagnera, dziedzina zarządzania informacjami obejmuje większy obszar, niż można intuicyjnie oczekiwać, ponieważ włącza w nią tworzenie i wykorzystywanie programów przeznaczonych do wspomagania decyzji dowódcy. W tym przypadku trudno jest całkowicie zgodzić się z autorem. Wydaje się, że funkcja ta nie została zaakcentowana proporcjonalnie do swej wagi i należało by raczej potraktować ją jako oddzielne zagadnienie.

Systemy zbierania informacji stanowią zbiór połączonych informacyjnie sensorów i przetworników, które w czasie rzeczywistym dostarczają wstępnie opracowanych danych rozpoznawczych. Nie są to duże porcje wszystkich danych jakie tylko udało się zdobyć, lecz informacje wyselekcjonowane i przetworzone odpowiednio do potrzeb użytkownika. Bada się możliwości opracowywania zdobytych danych przez układy sztucznej inteligencji, natomiast praca sensorów i przetworników ma być wspomagana przez najnowsze osiągnięcia mikroelektroniki i zaawansowane metody obróbki sygnałów, do których można zaliczyć np. automatyczne rozpoznawanie celów.

Ochrona informacji polega na stosowaniu urządzeń utajniających, zakłócaniu systemów rozpoznania przeciwnika, które wykorzystują promieniowanie

elektromagnetyczne ochranianych środków, myleniu przeciwnika i stosowaniu przedsięwzięć obrony radioelektronicznej. Dość duże znaczenie przywiązuje się do doskonalenia systemów mylenia, zwracając szczególną uwagę na poprawę ich zewnętrznego, trójwymiarowego wyglądu, uwiarygodnienie wielospektralnego promieniowania elektromagnetycznego, obniżenie rozmiarów i masy źródeł zasilania, a w przyszłości wykorzystanie sztucznej inteligencji, robotyki i najnowszych osiągnięć mikroelektroniki do naśladowania dynamicznych zachowań rzeczywistych obiektów.

Wymienione funkcje, których spełnienia oczekuje się od systemów dowodzenia i kierowania, są sformułowane dość ogólnie. Nie ulega wątpliwości, że ze względu na specyfikę poszczególnych rodzajów wojsk oraz ich funkcjonalne usytuowanie w obszarze działań, nie uda się, przynajmniej od razu, stworzyć systemu uniwersalnego, spełniającego wymagania wszystkich użytkowników.

Dlatego w ramach prowadzonych analiz systemowych, pole walki podzielono umownie na pięć zasadniczych obszarów funkcjonalnych:

- manewru;
- wsparcia ogniowego;
- obrony powietrznej;
- rozpoznania i walki radioelektronicznej;
- zabezpieczenia tyłowego.

Każdy z wymienionych obszarów dysponuje własnym (węzłowym) podsystemem wymiany informacji odpowiednio:

- kierowania manewrem wojsk (MCS);
- transmisji danych artylerii polowej (AFATDS);
- dowodzenia, kierowania i łączności obrony powietrznej (FAADS C3I);
- wielozródłowej analizy danych (ASAS);
- kierowania zabezpieczeniem tyłowym (CSSCS).

Obszary funkcjonalne pola walki wraz z podsystemami węzłowymi, które można zdekomponować na mniejsze podsystemy, urządzeniami dowodzenia, kierowania i łączności, tworzą polowy system dowodzenia i kierowania (ATCCS). W początkowym okresie każdy z programów rozwoju systemów dowodzenia i kierowania przeznaczonych dla poszczególnych BFA dopuszczał wprowadzenie własnych, unikalnych

rozwiązań sprzętowych i programowych. Komplikowało to proces integracji pięciu odseparowanych części ATCCS w zharmonizowaną całość, zapewniając bezproblemową współpracę i wymianę informacji , a jednocześnie sprzyjało niepotrzebnemu dublowaniu wysiłków na etapie projektowania i doskonalenia. Z tego względu uruchomiono działania mające na celu ujednoliceniu standardów.

Główna rola w pracach rozwojowych dotyczących systemów dowodzenia i kierowania przypadła wojskom łączności. Powierzono im pieczę nad tzw. obszarem informacyjnym (IMA), obejmującym łączność, automatyzację, zobrazowanie informacji, zarządzanie danymi i publikacje. Oprócz zadań koordynacyjnych, wojska łączności otrzymały też część problemów do samodzielnego rozwiązania. Jednym z kluczowych zadań stało się połączenie podsystemów obsługujących węzłowe obszary funkcjonalne pola walki kanałami zapewniającymi swobodny przepływ informacji zarówno pomiędzy poszczególnymi BFA, jak też jednostkami i kolejnymi szczeblami dowodzenia.

Tworzenie optymalnych rozwiązań systemowych, wymaga między innymi znalezienia kompromisowych rozwiązań pomiędzy potrzebami w zakresie dowodzenia wojskami i kierowania uzbrojeniem, a możliwościami sprzętowymi i organizacyjnymi łączności. Aby sprostać rosnącym potrzebom, system łączności musi rozwijać się równolegle z systemami dowodzenia i kierowania. Projektant komunikacyjnych systemów węzłowych musi spełnić wiele wymagań, wśród których można wymienić kryteria dotyczące sposobu przyjmowania i przekazywania wiadomości, mobilności urządzeń, stopnia utajnienia, odporności na zniszczenie poszczególnych elementów systemu, funkcjonalności, kompatybilności itp. W ostatnich latach coraz większego znaczenia nabierają koszty projektowania, wdrażania i wyposażania sił zbrojnych w nowe generacje sprzętu.

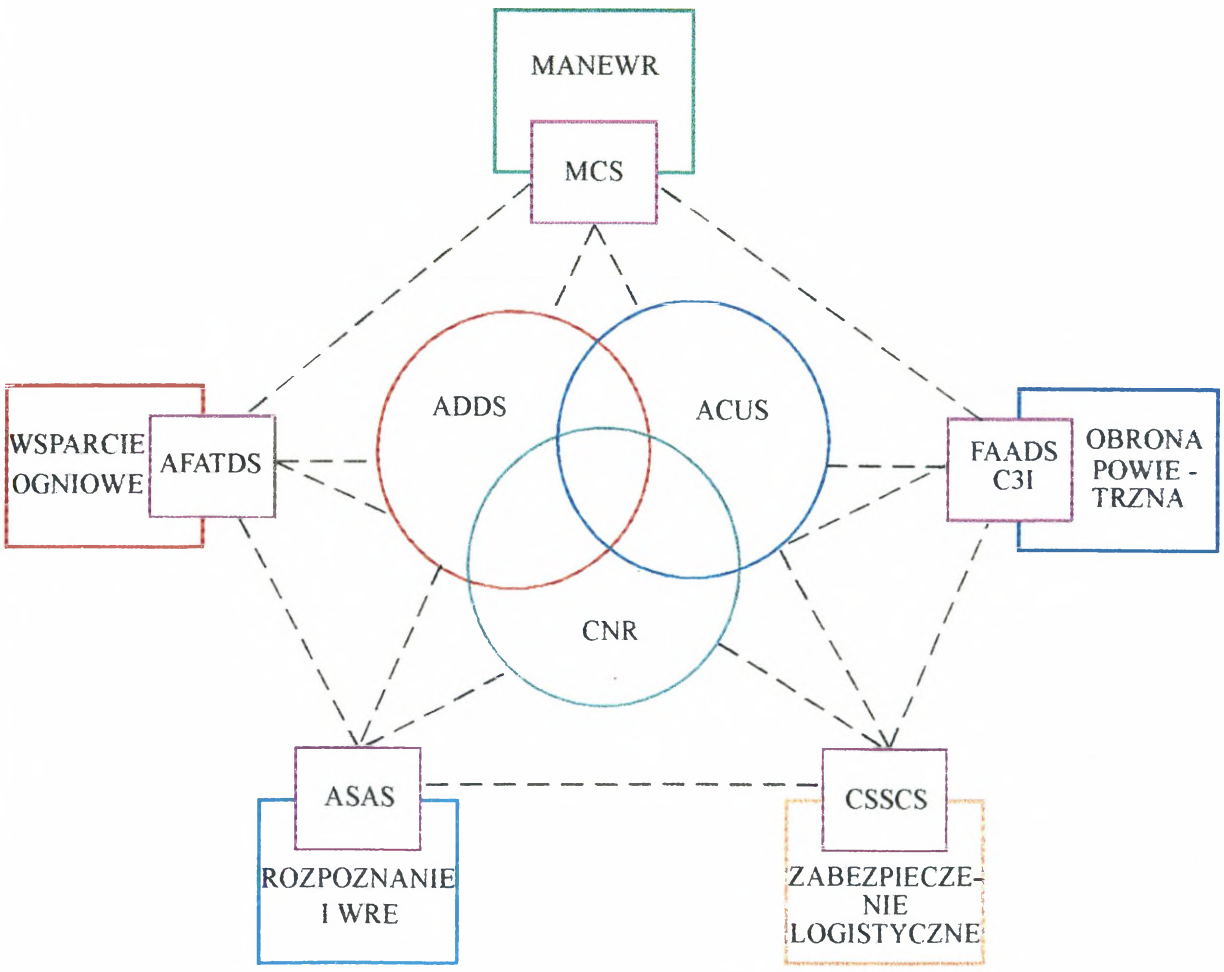
Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania i przeprowadzeniu niezbędnych prac teoretycznych, architekturę ATCCS zaprojektowano tak, aby powiązać wszystkie obszary funkcjonalne za pomocą trzech typów systemów komunikacyjnych o dużym stopniu zaawansowania technicznego:

- rejonowego systemu dystrybucji danych (ADDS);
- ogólnodostępnego systemu rejonowego (ACUS);

- sieci łączności radiowej (CNR).

Koncepcja ta została przedstawiona graficznie na rysunku 6.1.

W skład rejonowego systemu dystrybucji danych ADDS wchodzą dwa zasadnicze komponenty. Jeden z nich to opracowany w USA i udostępniony sojusznikom NATO wspólny system dystrybucji danych JTIDS. Uwzględniając najnowsze osiągnięcia naukowe, wykorzystuje udoskonaloną zasadę zwielokrotnienia czasowego, co zapewnia możliwość uzyskania wielkiej ilości kanałów o łatwym dostępie. Pozwoli prawdopodobnie rozwiązać problem zbyt dużego nasycenia informacjami kanałów łączności i obsłużenia lawinowo rosnącej ilości użytkowników. Drugim z elementów wchodzących w skład ADDS jest zautomatyzowany system EPLRS, dostarczający wszystkim jego użytkownikom dokładnych danych o położeniu.



Rys. 6.1. Architektura systemu ATCCS

Trzon ogólnodostępnego systemu rejonowego ACUS, stanowi obecnie TRITAC - system łączności szczebla operacyjno-taktycznego. Dalekosiężne i lokalne, wielokanałowe urządzenia komunikacyjne połączone w automatycznie sterowaną strukturę sieciową, zapewniają dużą szybkość uzyskiwania połączeń, niezawodność, odporność na zniszczenie poszczególnych elementów składowych oraz na przypadkowe i celowe zakłócenia radioelektroniczne.

6.1.3. Najbliższe perspektywy

Zakłada się, że prace nad omawianym w poprzednim rozdziale polowym systemie dowodzenia i kierowania ATCCS, zostaną zakończone w przeciągu kilku najbliższych lat. W ramach tych prac, rejonowy system dystrybucji danych ADDS zostanie w latach 90-tych całkowicie oparty na urządzeniach określania położenia EPLRS oraz łączności JTIDS. Pomimo, że jest on narazie na etapie wdrożenia, już wiadomo, iż Stany Zjednoczone zaplanowały realizację kolejnego programu technicznego nazwanego CNPI, mającego całkowicie zintegrować systemy łączności i nawigacji.

W ogólnodostępnym systemie rejonowym ACUS, w miejsce dotychczas eksploatowanego TRITAC a, sukcesywnie wprowadzany jest MSE - ruchomy system abonencki, zapewniający mobilnym użytkownikom możliwość transmisji danych i utrzymywania utajnionej komunikacji fonicznej z abonentami wybieranymi według indywidualnych adresów. Zarówno ze względów finansowych jak i czasowych, nie jest możliwe w krótkim czasie przeprowadzenie wymiany sprzętu w całych siłach zbrojnych. Dlatego równolegle z wyposażaniem jednostek w nowe urządzenia, dokonuje się przemieszczenia części wyposażenia obecnie znajdującego się w eksploatacji. I tak starszy, mniej mobilny system TRITAC wycofywany z dywizji i korpusów przeznacza się do użytku na wyższych szczeblach, a na jego miejsce wdrażany jest zestaw MSE. Wprowadzony po raz pierwszy w 1988r.,stanowi jeden z najlepszych przykładów adaptacji przez wojsko rozwiązań zaprojektowanych do użytku na odcinku cywilnym. Jest on jednocześnie przykładem programu charakteryzującego się stosunkowo niskimi nie przejawiającymi tendencji wzrostowych kosztami, co w dużym stopniu zawdzięcza owocnej współpracy międzynarodowej.

6.1.4. Tendencje rozwojowe

W tej części pracy przytoczone zostaną poglądy zachodnich praktyków i teoretyków na temat generalnej strategii rozwoju systemów C3I. Ogólnie uważa się, że przyszłościowy C3I, który już wyprzedzająco nazwano systemem informacyjnym pola walki (BIS), będzie systemem zintegrowanym, umożliwiającym zbieranie, syntezę, przekazywania i zobrazowania danych, zadań oraz wspomaganie procesu decyzyjnego. Powinien objąć wszystkie szczeble do-wodzenia w stopniu odpowiadającym realnym potrzebom każdego z nich. Przewiduje się, że powstanie BIS nie będzie związane z gwałtownym skokiem jakościowym, lecz odbędzie się na drodze ewolucyjnej, przy pełnym wykorzystaniu dotychczasowych doświadczeń.

Długoterminowe prognozy rozwoju strategii sił zbrojnych i rozwoju techniki, kładą specjalny nacisk na kierunki związane z C3I. Mocno akcentuje się potrzebę ustalenia proporcji pomiędzy specyficznymi wymaganiami, krytycznymi z punktu widzenia armii dla systemów kolejnych generacji i przewidywanymi ogólnymi kierunkami rozwoju techniki oraz poszukiwanie technologii rokujących największe szanse zaspokojenia potrzeb. W chwili obecnej znaczny wysiłek prac rozwojowych jest skierowany na rozwój mikroelektroniki, metody obróbki sygnałów oraz zastosowań sztucznej inteligencji i systemów ekspertowych. Przy wiodącej roli mikroelektroniki, te trzy wzajemnie powiązane dziedziny dokonują przełomu w prawie wszystkich obszarach militarnych zastosowań techniki. Mikroelektronika stanowi klucz do przyszłych C3I, rozwijając się najszybciej. Jej osiągnięcia spowodowały jakościowy skok w dziedzinie obróbki sygnałów, umożliwiające przetwarzanie sygnałów analogowych bez potrzeby przekształcania ich na cyfrowe oraz równoczesną obróbkę sygnałów analogowych i cyfrowych przy pomocy specjalizowanego procesora hybrydowego. Rozwój badań nad sztuczną inteligencją w niedalekiej przyszłości znajdzie prawdopodobnie zastosowanie w automatycznym przetwarzaniu i zarządzaniu informacjami, prognozowaniu rozwoju sytuacji na polu walki, wspomaganiu procesu podejmowania decyzji przez dowódcę w innych dziedzinach, które dziś nawet trudno przewidzieć. Dużym ułatwieniem w praktycznych zastosowaniach sztucznej inteligencji jest możliwość automatycznego zbierania danych wejściowych zarówno ze źródeł analogowych

jak i cyfrowych. Według opinii osoby tak kompetentnej, jaką jest niewątpliwie szef zabezpieczenia materiałowego gen. Wagner, armia zamierza w dalszym ciągu inwestować w rozwój wspomnianych trzech priorytetowych dziedzin, wprowadzając niezwłocznie wyniki prac do istniejących i nowopowstających C3I.

Niektórzy z ekspertów uważają, że na obecnym etapie rozwoju sprzętu wojskowego i teorii prowadzenia działań zbrojnych, potrzeby znacznie przerosły możliwości w zakresie przesyłania, przechowywania i przetwarzania informacji, choć nie wynika to bynajmniej z nienadążania technologii. Szef instytucji badawczo- rozwojowej armii Stanów Zjednoczonych (LABCOM) gen. Malcolm R. O'Neil jest zdania, że technologia elektroniczna rozwija się szybciej niż może być zaadaptowana i wprowadzona do systemów dowodzenia, co może powodować pewne niezdecydowanie i trudności z podjęciem optymalnej decyzji. Są to jednak kłopoty przejściowe. Ścisła współpraca między laboratoriami oraz kierownictwami programów rozwojowych i przemysłu rokuje z dużym prawdopodobieństwem, że wiele technologicznych nowinek zostanie wprowadzone do systemów C3I następnych generacji. Szczególna rola w osiągnięciu kolejnych szczebli rozwoju, ma według cytowanej opinii przypadać coraz szerzej wykorzystywanemu językowi programowania ADA, układom scalonym bardzo wielkiej szybkości działania VHSIC i mikrofalowym (pracującym w zakresie milimetrowym), monolitycznym układom scalonym MIMIC. Jako przykład praktycznej realizacji powyższych zapowiedzi może posłużyć specjalizowany, wykonany w technologii VHSIC układ scalony, który zastosowany w systemie EPLRS pozwoli podnieść niezawodność przy jednoczesnym obniżeniu masy urządzeń i poprawieniu ich własności użytkowych.

Oprócz już wymienionych, innymi problemami technicznymi nad którymi się obecnie pracuje jest ciągłe obniżanie ciężaru i gabarytów źródeł zasilania i urządzeń, przede wszystkim wykonywanych w wersjach przenośnych, tworzenie sprzętu i oprogramowania "przyjaznego" dla użytkownika oraz zmniejszenie wielkości i różnorodności zabezpieczenia materiałowo-technicznego, niezbędnego do eksploatacji sprzętu.

Jak widać problemy techniczne i technologiczne doczekały się już realnych perspektyw rozwiązania. O wiele poważniejszym natomiast wydaje się być problem natury systemowej, jaki stanowi niewątpliwie integracja podsystemów obsługujących

różne szczeble dowodzenia i różne obszary funkcjonalne pola walki. Siłą rzeczy każdy z nich musi spełniać pewne, właściwe sobie funkcje specjalistyczne, a zatem nie można, przynajmniej przy obecnym stanie wiedzy i techniki, stworzyć jednego, uniwersalnego systemu wszechogarniającego całe siły zbrojne (choć funkcjonuje pogląd, że należy do tego dążyć). Szukając złotego środka postanowiono skupić się na wybranych problemach mających żywotne znaczenie dla harmonijnej ewolucji systemów dowodzenia. Za najważniejsze z nich uznano:

- wykorzystanie w maksymalnym stopniu elementów powszechnie dostępnych i profesjonalnych, projektowanych do zastosowań cywilnych;
- oparcie się w większym niż dotychczas stopniu na gotowych systemach wykorzystywanych poza wojskiem, lub adaptacją całych ich fragmentów;
- standaryzację elementów składowych i interfejsów poszczególnych systemów;
- w miarę identyfikacji specyficznych cech i wymagań pola walki, rezygnacje z tworzenia wąsko specjalizowanych systemów na rzecz mniejszej liczby systemów uniwersalnych, zdolnych do sprzęgnięcia dotychczas odseparowanych podsystemów C3I. Głównie chodzi tu o zmniejszenie ilości typów hardware'u na rzecz zróżnicowania rozwiązań programowych.

Taki dobór priorytetów wynika między innymi z potrzeby oszczędności finansowych, gdyż istotnym hamulcem postępu są ograniczenia budżetowe przy szybko rosnących kosztach postępu technicznego. Nie bez znaczenia jest także możliwość zyskania na czasie na skutek skorzystania z gotowych rozwiązań i tym samym uzyskania przewagi technologicznej nad potencjalnym przeciwnikiem oraz karty przetargowej z partnerami z NATO również opracowującymi własne rozwiązania i pragnącymi uzyskać zamówienia układowe. Wymuszone niejako przyjęcie koncepcji bazowania na już istniejących rozwiązaniach cząstkowych, uzupełnianych sukcesywnie nowinkami technicznymi i organizacyjnymi pozwala uniknąć dublowania się prac. W tym celu prowadzone są badania nad wprowadzeniem do wyposażenia wojsk urządzeń niewojskowych zwanych NDI, nie wymagających żadnych, lub w najgorszym przypadku niewielkich zmian i przeróbek w celu przystosowania ich do potrzeb armii, głównie w celu spełnienia wymagań mechanicznych, klimatycznych i dopasowania sprzężeń. Biorąc pod uwagę przedstawiony powyżej kierunek rozwoju, w ramach ATCCS

zaplanowano zakupy ujednoliconego, specjalizowanego sprzętu komputerowego i oprogramowania odpowiadającego wymaganiom wojska (warto zwrócić uwagę, że jednocześnie "zakupiono" do tego zabezpieczenie eksploatacyjne i logistyczne). Stworzona tak rodzina komputerów, urządzeń peryferyjnych, łączności innej aparatury oraz programów użytkowych, stanie się dostępna w postaci modułów z których jak z klocków będzie można budować systemy C3I poszczególnych obszarów funkcjonalnych pola walki.

Perspektywicznie planuje się w ramach programu standaryzacji CHS, wprowadzenie jednolitego wyposażenia technicznego i oprogramowania dla wszystkich węzłów ATCCS. Będzie to wymagało zastosowania jednolitego programowo sprzętu obejmującego ręczne, przenośne, przewoźne jednostki centralne wraz z urządzeniami peryferyjnymi. Ograniczenie liczby istniejących systemów drogą ich kompleksowej standaryzacji i stosowania uniwersalnych elementów składowych, ma obniżyć koszty projektowania, produkcji, badań i eksploatacji. Pozwoli także zmniejszyć koszty szkolenia personelu technicznego eksploatującego urządzenia oraz osób funkcyjnych wykorzystujących omawiane systemy. Gwałtownemu zmniejszeniu ulegnie asortyment niezbędnych materiałów eksploatacyjnych i remontowych.

Całe przedsięwzięcie poczynając od etapu koncepcyjnego C3I, a kończąc na szczegółowych problemach eksploatacji jest doskonałym przykładem systemowego podejścia do zagadnienia. Podjęcie prac poprzedziła drobiazgowa analiza elementów, zależności i powiązań funkcjonującego systemu dowodzenia. Określono cel, ograniczenia (np. źródła, przeznaczenie, objętość, priorytety, sposób, częstość przekazywania informacji) i oczekiwane możliwości. Zbadano otoczenie jakim są np. walczące wojska, teren, budżet, czy też dostępne w danym etapie technologie. Przy projektowaniu wykorzystano metody inżynierii systemów, zapewniając w miarę optymalne (w stosunku do wydajności i nakładów) warunki dowodzenia. Szeroka gama specjalistów z różnych dziedzin zaprojektowała system zarówno w skali makro (struktura i zachowanie się systemu), jak i mikro (poszczególne urządzenia np. łączności, specjalizowane oprogramowanie, specjalizowane elementy jak układy scalone itp.).

Uwagę zwraca podkreślana w wypowiedziach fachowców tendencja do ewolucyjnego rozwoju systemu. Nie widać dążenia za wszelką cenę do wdrożenia świeżo

opanowanych technik i technologii. Powstające wersje rozwojowe i rozwiązania alternatywne są zawsze projektowane pod kątem zachowania kompatybilności z urządzeniami i systemami już działającymi.

Skąplikowane, unikalne funkcje wypełniane przez poszczególne elementy systemu, zmuszają narazie do budowania z pełną świadomością szerokiego asortymentu specjalizowanych urządzeń i zapewnienia im określonych warunków pracy. Cały czas jednak, w miarę rodzących się doświadczeń i coraz większych możliwości technicznych, konsekwentnie dąży się do ograniczenia różnorodności rozwiązań sprzętowych, programowych i organizacyjnych na rzecz koncepcji bardziej uniwersalnych. W jednym z cytowanych materiałów mówi się o tworzeniu urządzeń "przyjaznych" dla użytkownika. Mówi się także o urządzeniach "fool proof" czyli w wolnym tłumaczeniu odpornych na głupotę, a naprawdę - na niewiedzę użytkownika Wbrew pozorom, nie jest to tylko zbędny luksus. Dzięki zastosowaniu wspomnianego podejścia, można zaoszczędzić wiele czasu przeznaczonego na szkolenie, łatwiej zapewnić zamienność funkcji, uniknąć wielu pomyłek możliwych do popełnienia w ekstremalnych warunkach pola walki, a także uniknąć niepotrzebnych awarii sprzętu, kosztownych i dezorganizujących pracę.

I wreszcie, symptomatyczne jest, że nawet tak bogaty kraj jak Stany Zjednoczone dostrzega potrzebę oszczędnego gospodarowania swym potencjałem i funduszami, na co wskazuje program szerokiego wykorzystania rozwiązań powstałych poza wojskiem. Być może jesteśmy świadkami pewnych przewartościowań w dziedzinie postępu technicznego. Wojsko, które dotychczas było jedną z jego głównych sił napędowych, zaczyna w coraz większym stopniu korzystać z dorobku innych. Prawdopodobnie w chwili obecnej jest to spowodowane głównie chęcią zyskania na czasie oraz dążeniem do uniknięcia rozpraszania wysiłku i racjonalnego wykorzystania posiadanych zasobów twórczych. Tym niemniej eksperci przewidują, że już w bardzo niedalekiej przyszłości wydatki na zbrojenie ulegną poważnej redukcji i ten sposób postępowania stanie się jedynym możliwym do przyjęcia.

Z przedstawionego materiału widać, że coraz bardziej punkt ciężkości prac rozwojowych przesuwa się ze sprzętu na oprogramowanie. Można stąd wyciągnąć wniosek, że w armii amerykańskiej zakładany jest rosnący stopień automatyzacji

i komputeryzacji przyszłych systemów C3I, co w efekcie doprowadzi zapewne do zmniejszenia liczby stanowisk etatowych. Biorąc pod uwagę, że w prowadzonych porównaniach potencjałów bojowych liczy się ilość żołnierzy, nie biorąc pod uwagę zmian jakościowych wnoszonych przez nowoczesną technikę, może to wypaczyć obraz stosunku sił przeciwstawnych bloków militarnych. Jest to oczywiście ujęcie mocno przerysowane, ale chyba należy je również wziąć pod uwagę.

6.1.5. C4I2/EW - model perspektywicznego systemu dowodzenia

1. Kiedy w 1945 roku Winston Churchill podsumował wkład nauki i techniki do zwycięstwa aliantów wymienił trzy innowacje: radar, sonar i badania operacyjne. Te ostatnie, będące w istocie udaną próbą zastosowania naukowych, ścisłych metod do rozwiązywania praktycznych zadań decyzyjnych (np. związanych z planowaniem działań, przydziałem środków, wyborem najlepszych - w sensie przyjętego kryterium - wariantu systemu uzbrojenia itp.), zapowiadały późniejszy rozwój analizy systemowej i komputerowych systemów wspomagania decyzji. Wcześniej jednak dokonał się istotny postęp zarówno w dziedzinach technicznych (mikroelektronika, informatyka, telekomunikacja), jak i społecznych (organizacja i zarządzanie, analiza systemowa). Postęp techniczny wymuszał niejako (jak zawsze) postęp organizacyjny. Coraz doskonalsze systemy techniczne wymagały coraz sprawniejszych struktur organizacyjnych i efektywnych sposobów ich użycia w procesie osiągania zamierzonych celów politycznych i obronnych.
2. Kiedy w 1991 r. podsumowano wpływ innowacji naukowo - technicznych na zwycięstwo aliantów w wojnie w Zatoce Perskiej, lubiący skróty i akronimy Amerykanie stwierdzili krótko "4S". Te 4 x S, to po prostu

STEALTH
SEA - LAUNCHED CRUISE MISSILES
SDI - LIKE DEFENSE
SPACE SYSTEM (SPY SATELITIES)

po czym jednak szybko dodali "piąte S", od którego w istotny sposób zależały pozostałe cztery, a mianowicie: SEMICONDUCTORS. Otóż, zdumiewający postęp w dziedzinie techniki półprzewodnikowej, czyli w mikroelektronice, decydował o wysokiej efektywności bojowej systemów uzbrojenia i techniki bojowej oraz wysokiej sprawności decyzyjnej dowództw i sztabów. Znany futurolog A. Toffler ("Trzecia fala") powiedział w jednym z wywiadów, że wszystkie niemal samoloty i lotniskowce w Zatoce Perskiej, to w gruncie rzeczy latające i pływające komputery. "O wyniku wojny - twierdzi Toffler - zdecydowała inteligencja osadzona w mikroprocesorach". W tym efektywnym i zapewne przesadzonym, stwierdzeniu zawarta jest pewna prawda, że decyzje ludzi kierujących złożonymi działaniami wojennymi muszą być wspomagane przez systemy komputerowe.

3. Wszelkie rozważania dotyczące np. struktur organizacyjnych, organizacji procesów informacyjno-decyzyjnych itp. nie mogą być oderwane od tego, co określa postęp techniczny w dziedzinie tzw. zaawansowanych technologii (High - Technology). Na początku lat 80 zaczęto otrzymywać w laboratoriach coraz lepsze kryształki arsenku galu, który to półprzewodnik uznawany jest za bardziej atrakcyjny niż krzem. Rozwój technologii oparty na związkach arsenu i galu, uzupełniają niejako obecnie powszechnie stosowane technologie związków, dzięki którym uzyskano ogromne możliwości "upakowania" elementów w jednym układzie o wymiarach milimetrowych (VHLSI). Postęp w dziedzinie optoelektroniki to zastosowania techniki laserowej i holografii w systemach rozpoznania i nawigacji, przesyłania i zobrazowania informacji, które zapewniły znaczny wzrost efektywności tych systemów. Zwraca uwagę postęp w technice i technologii światłowodowej.

Utrzymanie obecnego tempa rozwoju technologicznego oznacza, że w latach 90 będą dostępne łącza o przepływności kilka Gbit/s dla odcinków miedzy regeneratorami 100 km (lub łącza 10 Gbit/s o długości 10 km).

INTEGRACJA USŁUG INFORMATYCZNYCH:

DANE
FONIA
TEKST
OBRAZ

Podstawowym kanałem dla sieci ISDN jest kanał 64 kbit/s, przełączony synchronicznie w centralach elektronicznych. Komutacja kanału 64 kbit/s jest efektywną metodą komutacji dla usług w czasie rzeczywistym (fonia) oraz dla przesyłania dużych porcji informacji. W pracy interaktywnej stosowana jest głównie komutacja pakietów - komutacja "zapamiętaj i przekaż dalej". Sygnalizacja scentralizowana służy do ustanowienia, nadzorowania i rozłączania połączeń. Zarządzanie bazami danych jest niezbędne dla efektywnego i zunifikowanego zarządzania usługami fonicznymi i niefonicznymi. Przetwarzanie i buforowanie informacji oraz sterowanie dostępu do sieci szerokopasmowych, to także funkcje sieci ISDN. Obecnie dąży się do budowy sieci szerokopasmowych BISDN (Broadband ISDN), zaś trwają prace nad sieciami inteligentnymi IN (Intelligent Networks).

ROZWÓJ SIECI TELEKOMUNIKACYJNYCH:

IND
ISDN
BISDN
IN

4. Jeszcze trudniej dokonać syntezy postępu, jaki się dokonał w informatyce, chociażby w okresie ostatniego dziesięciolecia. Należy wspomnieć, że "boom mikrokomputerowy" lat 80 spowodował wynalazek mikroprocesora, tj. gdy w 1973r. wykonano pierwszy 8 - bitowy mikroprocesor w oparciu o technologię VLSI. Spowodował on dynamiczny rozwój mikrokomputerów osobistych PC opartych na strukturach mikroprocesorowych, najpierw 8 - i 16 - bitowych, a obecnie 32 i więcej - bitowych. Obecnie oferowanych jest około 400 typów mikrokomputerów będących odpowiednikami IBM PC. Trwa nadal "boom mikrokomputerowy", w cieniu którego niejako znajdują się autentyczne problemy rozwoju systemów informatycznych.

W KRAJACH ROZWINIĘTYCH PROFESJONALNA

INFORMATYKA ZACZYNA SIĘ OD PC - TÓW,

U NAS - NA PC - TACH SIĘ KOŃCZY.

Uwagę przyciągają obecnie rozwiązania typu "stacja robocza" (workstation). Wielkie nadzieje związane są z architekturą procesorów RISC, czyli o zredukowanej liczbie rozkazów. Pierwszym producentem, wytwarzającym procesory RISC w skali masowej była firma MIPS Computer Corporation. Na targach "Komputer 92" można było zapoznać się z 64 - bitową wersją procesora R4000. Obecnie praktycznie wszystkie liczące się na świecie firmy komputerowe posiadają w swych ofertach stacje robocze i serwery, bazujące na procesorach RISC. Niejako równolegle odbywa się rozwój superkomputerów takich, jakie oferuje firma CRAY. Należy zauważyć, że zainteresowanie użytkowników systemów informatycznych w coraz większym stopniu koncentruje się na sieciach lokalnych LAN (Local Area Network) i rozproszonych WAN (Wide Area Network).

LATA 80 - te to DEKADA PC - tów,

LATA 90 - te to DEKADA SIECI KOMPUTEROWYCH

Technologia niezbędna do powszechnej, racjonalnej informatyzacji to trzy elementy : tanie komputery o niewielkiej mocy obliczeniowej, oprogramowanie o szerokim zastosowaniu i sieci łączące to wszystko razem.

Pierwsza sieć komputerowa ARPANET powstała pod koniec lat 60 i została opracowana dla ARPA (Advanced Research Projects Agency) - agencji Departamentu Obrony USA. Stanowi ona pewien wzorzec rozwiązań systemowych.

POŁĄCZENIE TECHNIKI KOMPUTEROWEJ
I TELEKOMUNIKACYJNEJ POZWOLI
STWORZYĆ INFRASTRUKTURĘ GRUNTOWNIE
ZMIENIAJĄCĄ NASZ SYSTEM SPOŁECZNY

5. Najważniejszą cechą rozwoju mikroelektroniki, informatyki i telekomunikacji jest:

INTEGRACJA

Można wyróżnić charakterystyczne rodzaje integracji:

- integrację techniczną, czyli techniczną organizację współdziałania systemów, dzięki dopasowaniu konfiguracji urządzeń technicznych na poziomie sygnałów, kodów, formatów danych itp.;
- integrację informacyjną, czyli stworzenia warunków dla wzajemnego udostępniania lub wspólnego wykorzystania baz danych przez wielu użytkowników;
- integrację funkcjonalną, czyli stworzenie warunków, pozwalających na to, aby zadania informacyjno - decyzyjne realizowane przez poszczególne systemy mogły wchodzić w skład pewnych zadań kompleksowych, stanowiących istotne elementy procesu kierowania;
- integrację organizacyjną, czyli podporządkowanie poszczególnych systemów jednemu centrum zarządzania informacjami, koordynującemu ich współdziałanie.

Tendencje integracyjne sprzyjały poszukiwaniu nowych rozwiązań strukturalnych (organizacyjnych) w obszarze systemów kierowania (zarządzania, dowodzenia). Wybitny znawca problemów organizacji i zarządzania Peter Drucker przewiduje powstanie - pod wpływem rozwoju systemów informatycznych - nowego typu organizacji, odmiennego od klasycznych struktur hierarchicznych i liniowo -sztabowych.

6. Ewolucję systemów zmierzających do perspektywicznego modelu systemów dowodzenia można przedstawić następująco:

C 2	- Command and Control
C 3 I	- Command, Control, Communication and Intelligence
C 4 I 2 / EW	- Computerizend, Command, Control, Communication, Intelligence, Interoperability and Electronic War

Oznacza to dążenie do budowy zintegrowanych systemów dowodzenia, sterownia środkami walki, łączności, rozpoznania i walki radioelektronicznej. Integracja tych systemów jest rezultatem naturalnych tendencji integracyjnych w dziedzinie informatyki i telekomunikacji.

Perspektywiczne systemy informacyjne powinny wypełniać następujące podstawowe funkcje:

- przesyłanie informacji,
- przetwarzanie informacji,
- zbieranie informacji,
- zarządzanie informacjami,
- ochrona informacji.

Według nowych koncepcji rozwojowych zaproponowano podział pola walki na pięć podstawowych obszarów funkcjonalnych (BFA-Battlefield Functional Area):

MANEWR
WSPARCIE OGNIOWE
OBRONA POWIETRZNA
ROZPOZNANIE I WRE
LOGISTYKA

Każdy z wyróżnionych obszarów funkcjonalnych dysponuje własnym (węzłowym) systemem wymiany informacji, a mianowicie:

- systemem kierowania manewrem wojsk (MCS);
- systemem transmisji danych artylerii polowej (AFATDS);
- systemem dowodzenia, kierowania i łączności obrony powietrznej (FAADSC3);
- systemem wielozródłowej analizy danych (ASAS);
- systemem kierowania logistyką (CSSCS).

Obszary funkcjonalne wraz z systemami węzłowymi tworzą polowy system dowodzenia i kierowania (ATCCS). Strukturę ATCCS zaprojektowano tak, aby powiązać wszystkie obszary funkcjonalne za pomocą trzech typów systemów telekomunikacyjnych o wysokim stopniu rozwoju technologicznego:

- rejonowego systemu dystrybucji danych (ADDS);
- ogólnodostępnego systemu rejonowego (ACUS);
- sieci łączności radiowej (CNR).

7. Wnioski płynące z wojny w Zatoce Perskiej potwierdzają w pełni, że tendencje rozwojowe w dziedzinie technologii informacyjnych spowodowały istotne zmiany w taktyce i strategii oraz w organizacji i funkcjonowaniu systemów dowodzenia. Znajdujemy się u progu zmian w strukturach systemów dowodzenia, które nie mogą być jedynie repliką systemów wywodzących się z II wojny światowej. Ostatnie doświadczenia bojowe potwierdzają tezę, że efektywność systemów dowodzenia, łączności i rozpoznania jest podstawowym czynnikiem zwiększającym efektywność bojową sił zbrojnych.

SIECI KOMPUTEROWE SPRZYJAJĄ TWORZENIU NOWEGO RYNKU I NOWYCH METOD KIEROWANIA ORGANIZACJAMI. POWSZECHNE ICH STOSOWANIE DOPROWADZI DO ZASADNICZYCH PRZEOBRAŻEŃ W STRUKTURZE KORPORACJI I ZARZĄDZANIU

6.2. Przykłady wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej państw NATO

Zautomatyzowany system obrony powietrznej i systemy dowodzenia sił powietrznych (zwłaszcza o zasięgu strategicznym) należały do pierwszych systemów informatycznych, które można określić jako wielkie, a które jako pierwsze w armii Stanów Zjednoczonych zostały zaprojektowane i wdrożone. Funkcjonują one od blisko trzydziestu lat i są permanentnie doskonalone. Systemy te są dość dobrze znane i szeroko opisane w literaturze specjalistycznej. Z tego powodu poświęcimy uwagę wybranym systemom i okresowi ich rozwoju przypadającemu na lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte. W tych przypadkach, w których to będzie możliwe, zastanowimy się nad perspektywami ich rozwoju.

Podstawowymi zautomatyzowanymi systemami dowodzenia sił powietrznych USA są:

- system dowodzenia strategicznych sił powietrznych SACCS 465L;
- system dowodzenia sił powietrznych 473L.

Natomiast system NORAD 425L jest połączonym systemem obrony powietrznej kontynentu amerykańskiego.

Powyższe systemy są sprzężone z globalnym i narodowym systemem operacyjnego dowodzenia (WWMCCS i NMCS).

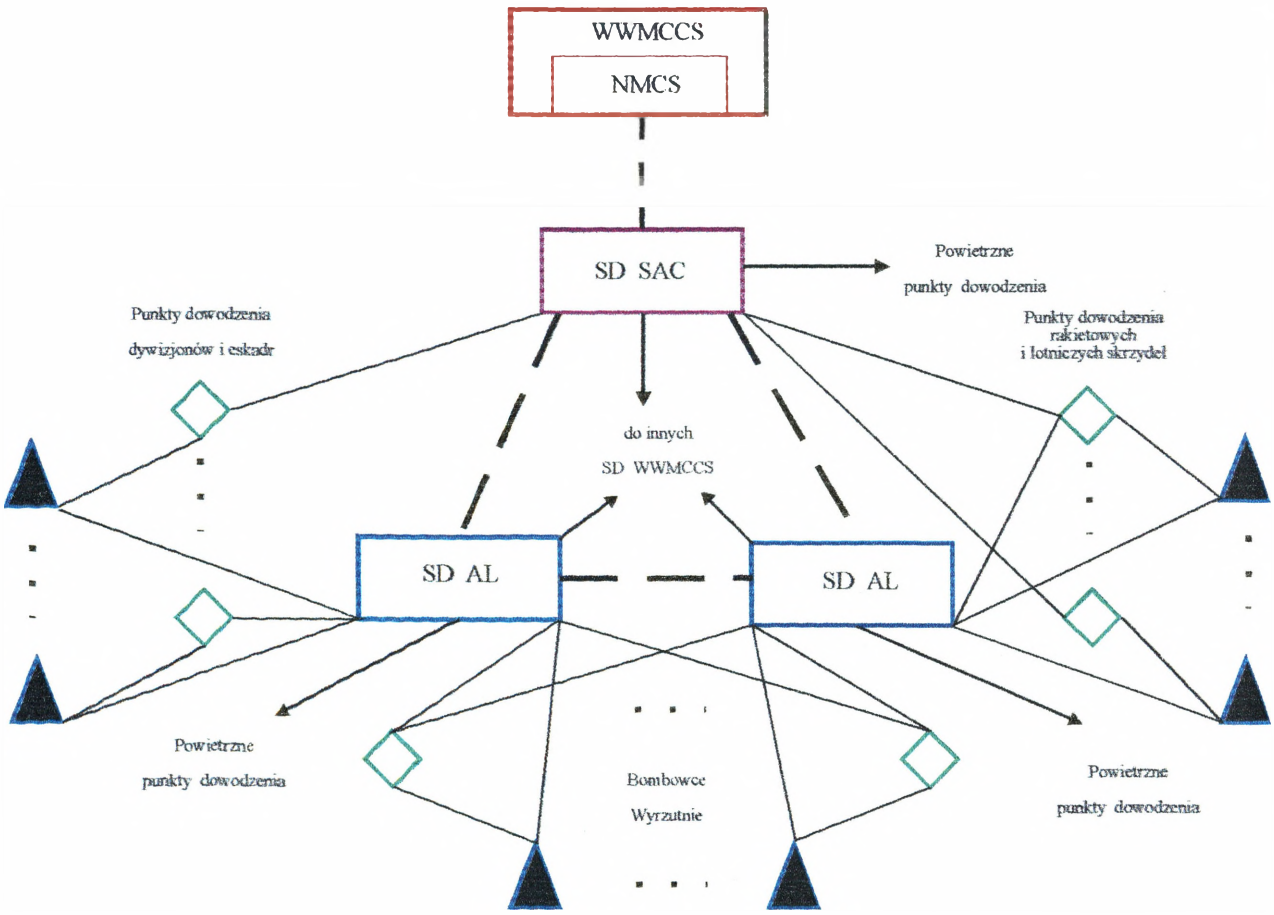
6.2.1. System dowodzenia strategicznych sił powietrznych 465L SACCS

Dowództwo strategicznych sił powietrznych USA - SAC (Strategic Air Command) podlega bezpośrednio naczelnemu kierownictwu wojskowo-politycznemu. Strategiczne siły powietrzne obejmują lotnictwo strategiczne i międzykontynentalne balistyczne pociski rakietowe, podzielone organizacyjnie na trzy armie lotnicze i samodzielną dywizję pocisków rakietowych.

System 465 L - SACCS (Strategic Air Command Control System) ma strukturę hierarchiczną, w której najwyższe organa - punkty dowodzenia dowództwa SAC i podległych mu armii lotniczych - są połączone bezpośrednio z NBCS (WWMCCS). Punkty dowodzenia armii lotniczych są jednocześnie punktami zapasowymi dla dowództwa SAC. W systemie istnieje możliwość bezpośredniego przekazywania rozkazów do załóg bombowców znajdujących się w powietrzu oraz do baz lotniczych i rakietowych z punktów dowodzenia armii lotniczych, dowództwa SAC oraz punktów naczelnego kierownictwa wojskowo-politycznego. Struktura zautomatyzowanego systemu dowodzenia SACCS-465 L przedstawiona została na rysunku 6.2.

System umożliwia:

- zbieranie, przesyłanie, przechowywanie, przetwarzanie i zobrazowanie informacji o nieprzyjacielu, o siłach i środkach własnych, o sytuacji meteorologicznej itp;
- planowanie operacji i materiałowo-technicznego zabezpieczenia, utrzymywania gotowości bojowej itp.;
- przekazywanie rozkazów do wojsk;
- prowadzenie ćwiczeń z wojskami.



Rys. 6.2. Struktura zautomatyzowanego systemu dowodzenia SACCS-465 L

Najważniejszym ogniwem systemu jest centrum przetwarzania informacji kwatery głównej SAC, zlokalizowane w bazie lotniczej Offhut (Nebraska). W całym zaś systemie można wydzielić pięć podstawowych podsystemów:

- podsystem zbierania i przetwarzania danych;
- podsystem planowania działań bojowych;
- podsystem zobrazowania danych;
- podsystem informacyjny;
- podsystem łączności z globalnym systemem teleinformatycznym AUTODIN.

Podsystem zbierania i przetwarzania danych wyposażony jest w dwa specjalizowane systemy liczące H 6080 (o szybkości ok. 2mln. operacji na sekundę), z których jeden traktowany jest jako komputer rezerwowy. Realizuje on następujące zadania:

- zbieranie, przetwarzanie i uaktualnianie oraz przetwarzanie danych o stanie ilościowym i stanie gotowości bojowej sił i środków własnych, ich lokalizacji, możliwościach itp.;
- zbieranie i przetwarzanie danych o nieprzyjacielu (np. dane o obiektach administracji państwowej i gospodarki narodowej jako obiektach ewentualnego ataku, o środkach systemu obrony powietrznej, o rozmieszczeniu lotnisk i stanowisk pocisków rakietowych, a także niektóre dane taktyczno-techniczne samolotów itp.) ;
- przygotowanie ścisłych danych do zobrazowania bieżącej sytuacji (np. wykryte straty pocisków rakietowych nieprzyjaciela i rozpoznane działania jego lotnictwa, rozmiary strat i ocena skażeń terytorium spowodowanych wybuchami jądrowymi itp.).

Podsystem realizuje zadania, wykorzystując informacje napływające z: jednostek podległych, systemu zbierania danych rozpoznawczych (438L), systemów ostrzegania przed napadem powietrznym międzykontynentalnych balistycznych pocisków rakietowych (410L, 474L, 474 N), globalnego systemu wykrywania i śledzenia obiektów kosmicznych (496L), systemu powiadamiania o wybuchach jądrowych (477L), połączonego systemu obrony powietrznej Ameryki Płn. (NORAD), systemu meteorologicznego i innych.

W zakresie przetwarzania danych meteorologicznych centrum przetwarzania danych kwatery głównej SAC współpracuje z ośrodkiem globalnego zautomatyzowanego systemu meteorologicznego SOFNET-433L, dysponującego komputerem UNIV AC-1108. Dane meteorologiczne są niezbędne do obliczeń toru lotu pocisków rakietowych, prognoz meteorologicznych na trasach lotu samolotów bombowych itp.

Podsystem zobrazowania danych pozwala śledzić sytuację w czasie rzeczywistym na czterech ekranach o wymiarach 4,8 x 4,8m, wykorzystując 20 specjalnych projektorów. Pozostałe informacje przechowywane w pamięci komputerów wyświetlane są na żądanie na indywidualnych i zbiorowych monitorach i tablicach świetlnych lub drukowane za pomocą drukarek.

Głównym elementem rozwiniętego podsystemu informatycznego jest tzw. centrum komutacji informacji, wyposażone w dwa specjalizowane procesory

komunikacyjne firmy ITT (w tym jeden rezerwowy). Centrum kieruje przepływem wszelkiej informacji przez kwaterę główną, a w szczególności:

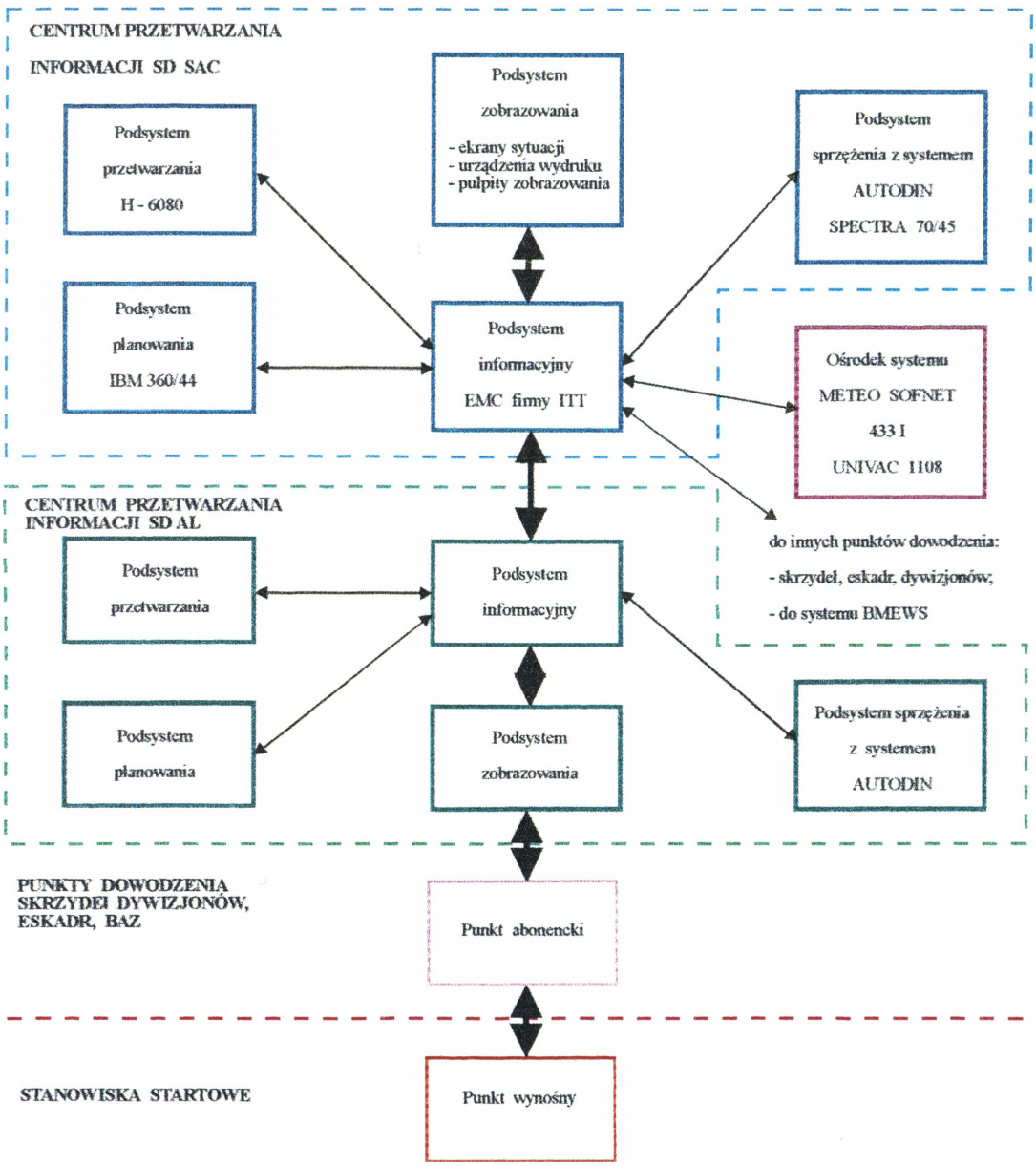
- zbiera dane z zapasowych punktów dowodzenia oraz z jednostek podległych, rejestruje je i przesyła do odpowiedniego adresata;
- pośredniczy w przekazywaniu sygnałów alarmowych i innych;
- realizuje sprzężenie z podobnymi systemami komutacji armii lotniczych z elementami systemów niższych szczebli dowodzenia, z systemami wczesnego wykrywania startów pocisków rakietowych BMEWS-474L i IMEWS-647L, z punktami dowodzenia systemów WWMCCS, NMCS i NORAD, z systemem meteorologicznym i innymi za pośrednictwem systemu SATEN oraz zintegrowanych globalnych systemów łączności - fonicznej AUTOFON i cyfrowej AUTODIN;
- kontroluje stan kanałów łączności i zapewnia odpowiednią elastyczność podsystemu informatycznego oraz wiarygodność przesyłania informacji.

Podobne centrum komutacji informacji znajduje się na stanowisku dowodzenia armii lotniczej, które połączone jest z kwaterą główną za pomocą 32 dupleksowych kanałów łączności cyfrowej ponadto 80-90 kanałów zapewnia przesyłanie z niego informacji do niższych szczebli dowodzenia.

Punkty dowodzenia poszczególnych armii lotniczych, jako zapasowe punkty dowodzenia SAC, są wyposażone w podobne techniczne środki automatyzacji. Natomiast w punktach dowodzenia skrzydeł, dywizjonów i eskadr zainstalowano przede wszystkim urządzenia końcowe (terminale), takie jak: urządzenia drukujące i pulpity "zapytań" oraz urządzenia utajnionej łączności, tworząc punkty abonenckie. Na startowych stanowiskach pocisków rakietowych znajduje się proste urządzenie drukujące do przekazywania (otrzymywania) rozkazów i komend, tworząc tzw. punkty wynośne.

System 465 L jest przedmiotem stałego doskonalenia i rozwoju i jego struktura funkcjonalna przedstawiona została na rysunku 6.3.

Dla zwiększenia niezawodności scentralizowanego dowodzenia służą powietrzne punkty dowodzenia SAC i armii lotniczych. Elementy te prowadzą dobowe dyżury w powietrzu z jedenastoosobową grupą operacyjną na pokładzie, utrzymując łączność



Rys. 6.3. Struktura funkcjonalna systemu dowodzenia strategicznego sił powietrznych SACCS-465

ze wszystkimi stanowiskami SAC, poszczególnych AL oraz systemami NMCS i NORAD, a także z kompleksami rakietowymi, mając możliwość zdalnego kierowania startami pocisków rakietowych, bombowcami i ich bazami. Wprowadzone w tym celu powietrzne punkty dowodzenia na samolotach Boeing 747 są wyposażone w niezbędne urządzenia elektroniczne - wyłącznie z komputerem o szybkości 300 000 operacji na sekundę, pamięciami bębnowymi i taśmowymi, środkami zobrazowania itp.

6.2.2. Zautomatyzowany system dowodzenia siłami powietrznych USA-473L

Siły powietrzne (Air Force) dysponują systemem dowodzenia włączonym do globalnego systemu operacyjnego sił zbrojnych USA. Elementy systemu informatycznego 473 L rozwinięto na stanowisku dowodzenia sił powietrznych (głównym i zapasowym). System 473 L umożliwia automatyczne przekazywanie różnych danych (rozkazy, zarządzenia) ze stanowisk dowodzenia sił powietrznych do globalnego systemu operacyjnego dowodzenia, do systemu NORAD oraz:

- zbieranie, gromadzenie, aktualizację danych o siłach własnych;
- przetwarzanie i zobrazowanie danych w celu oceny sytuacji i podejmowania decyzji;
- wykonywania obliczeń opracowanie różnych wariantów planów użycia sił i środków;
- przekazywanie rozkazów (zarządzeń) podległym organom i jednostkom oraz kontrolę ich wykonania;
- dostarczanie danych organom nadrzędnym o sytuacji;
- planowanie i realizacja ćwiczeń sił powietrznych w okresie pokoju.

Wszystkie informacje wejściowe docierają do komputera przez procesor buforowy, zapewniający sprzężenie komputera z globalnym systemem łączności AUTODIN. Po przetworzeniu w procesorze centralnym dane są analizowane, a następnie rejestrowane w pamięci lub zobrazowane.

Należy zwrócić uwagę na to, że system 473 L jest systemem o zdecentralizowanej strukturze organizacyjnej. Znajduje się w kwaterze głównej sił powietrznych i zapewnia automatyzację dowodzenia wszystkich organów na tym szczeblu. System ma także powiązania informacyjne ze wszystkimi podległymi ogniwami dowodzenia: dowództwami sił powietrznych na terenie USA, w strefach Pacyfiku, w Europie oraz z głównymi bazami lotniczymi, bazami zaopatrzenia i innymi instytucjami, a ponadto współpracuje ze wszystkimi ważniejszymi zautomatyzowanymi systemami dowodzenia sił zbrojnych USA.

6.2.3. Połączony system dowodzenia obrony powietrznej kontynentu północnoamerykańskiego NORAD - 425 L

W wyniku dokonanej w 1957r. integracji obrony powietrznej USA i Kanady powstało połączone dowództwo obrony powietrznej kontynentu NORAD (North American Air Defense). Zasadniczym celem sił i środków obrony powietrznej NORAD jest obrona kontynentu przed napadem lotniczym, rakietowych i kosmicznych środków przenoszenia broni jądrowej. Na szczeblu dowództwa NORAD funkcjonuje zautomatyzowany system dowodzenia 425 L rozwinięty w centrum dowodzenia w Cheyenne w stanie Colorado.

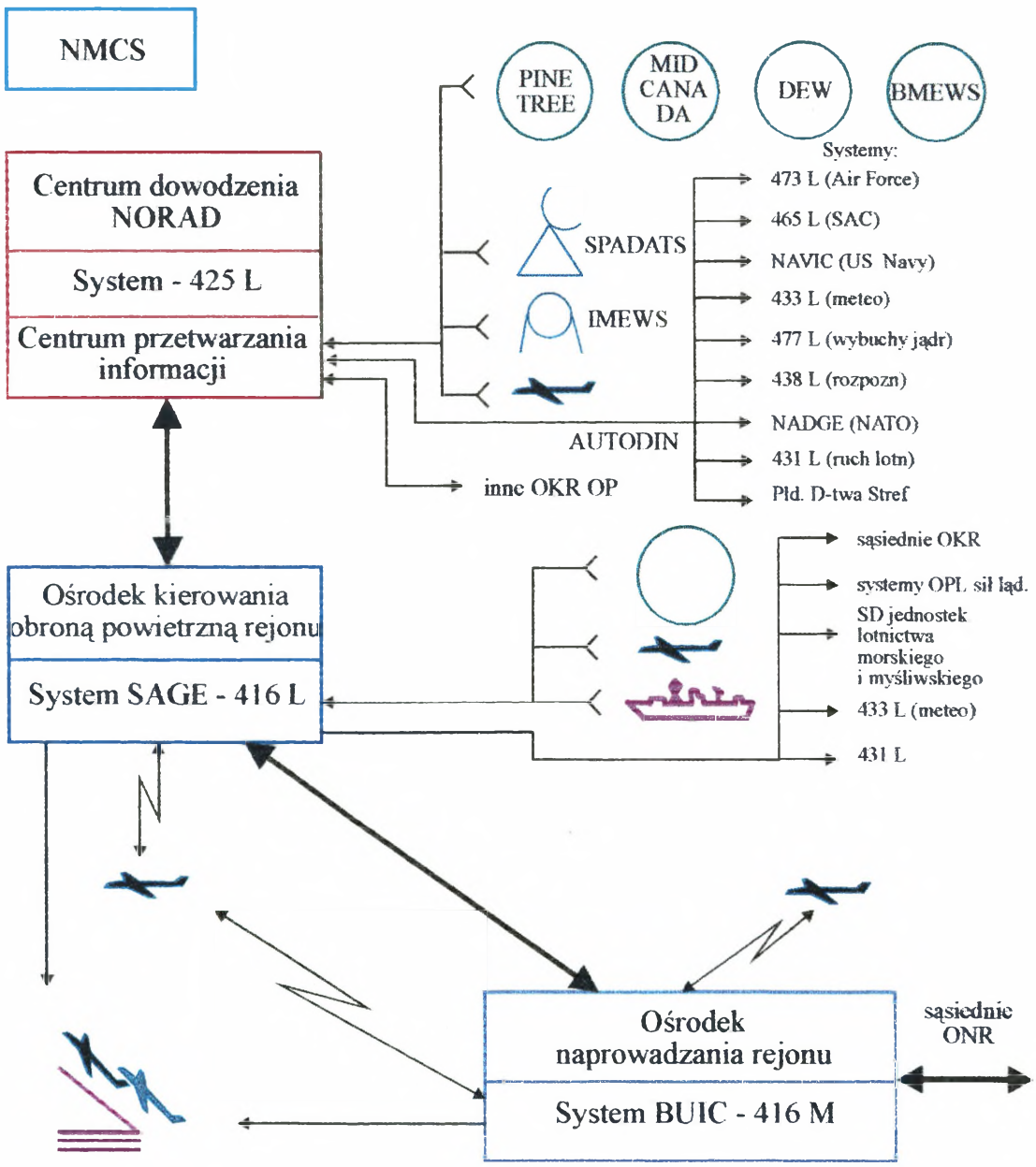
System 425 L umożliwia:

- zbieranie, przetwarzanie oraz zobrazowanie danych o sytuacji powietrzno-kosmicznej, w tym opracowanie informacji zbiorczej o celach powietrznych w obszarze podległym NORAD;
- powiadamianie kierownictwa wojskowo-politycznego i innych dowództw oraz organów obrony cywilnej o groźbie napędu powietrznego;
- kontrolę stanu gotowości bojowej sił i środków obrony powietrznej;
- ocenę sytuacji i przygotowanie wariantów odparcia napadu powietrznego;
- kierowanie operacyjne działaniami bojowych środków obrony powietrznej w trakcie odpierania napadu powietrznego.

Strukturę systemu tworzą:

a) cztery tzw. linie dalekiego wykrywania środków napadu powietrznego przeciwnika:
   - linia PINE TREE (wzdłuż granicy USA - Kanada),
   - linia MID-CANADA (przez środek terytorium Kanady),
   - linia DEW (od Alaski przez Grenlandię do Wielkiej Brytanii),
   - linia BMEWS (w ramach systemu BMEWS-474L);
b) systemy dowodzenia obroną przeciwlotniczą na obszarze kontynentu (416 L SAGE i 416 M BUIC);
c) siły i środki obrony powietrznej wszystkich rodzajów wojsk USA i Kanady (np. systemy OPL wojsk lądowych MISSILE MINDER).

Struktura funkcjonalna zautomatyzowanego systemu dowodzenia obroną powietrzną kontynentu północnoamerykańskiego NORAD została przedstawiona na rysunku 6.4.



Rys. 6.4. Struktura funkcjonalna zautomatyzowanego systemu dowodzenia obroną powietrzną kontynentu północnoamerykańskiego NORAD

Ponadto w systemie wykorzystywane są informacje pochodzące z wielu innych systemów, np.:

- z systemu kierowania ruchem lotniczym - 413 L;

- z systemu informacji rozpoznawczych - 438 L;
- z systemu wykrywania i śledzenia obiektów kosmicznych - SPADATS;
- z systemu powiadamiania o wybuchach jądrowych - NUDETS-477 L;
- z globalnego systemu informacji meteorologicznych - 433 L;
- z radioelektronicznego systemu przetwarzania danych rozpoznawczych PEGASUS - 466 L;
- z systemu wykrywania pozahoryzontalnego - 440 L (w stadium prób);
- z satelitarnego systemu wykrywania startów pocisków rakietowych przeciwnika - IMEWS-647 L;
- z systemów dowodzenia rodzajów wojsk: SAC-465 L, 473 L (siły powietrzne), NAVIC (siły morskie) itp.

Podsystem zobrazowania informacji został wyposażony w kilka olbrzymich ekranów, kilkanaście monitorów ekranowych i konsoli operatorskich oraz urządzenia wprowadzenia informacji w postaci alfanumerycznej i graficznej. Na ekranach o wymiarach 4,9 x 3,6m zobrazowana jest bieżąca sytuacja za pomocą siedmiu podstawowych kolorów, za pośrednictwem specjalnych kabin projekcyjnych z projektorami współpracującymi z komputerem.

Indywidualne konsole operatorskie i monitory ekranowe umożliwiają personelowi śledzenie sytuacji powietrznej w różnych sektorach i strefach, pozwalają analizować dane napływające ze wszystkich systemów wykrywania pocisków rakietowych i samolotów, dane rozpoznawcze, dane o gotowości sił i środków obrony powietrznej, o uderzeniach jądrowych przeciwnika (miejsce, moc, strefy skażeń, straty), o materiałowo-technicznym zabezpieczeniu wojsk, a także o stanie łączności i systemu informatycznego.

System dowodzenia obroną powietrzną 425 L utrzymuje wielokanałową łączność z systemami dowodzenia obroną powietrzną NATO-NADGE, połączonych dowództw w strefach Atlantyku, Pacyfiku, Alaski oraz z systemami WMMCCS i NMCS, z federalnym ośrodkiem powiadamiania Kanady, z władzami cywilnej obrony itp. - za pośrednictwem systemu łączności AUTODIN.

6.2.4. System dowodzenia obroną powietrzną SAGE I BUICK-3

Kierowanie obroną przeciwlotniczą kontynentu Ameryki Północnej w ramach systemu NORAD, zapewniają:

- zautomatyzowany system kierowania obroną przeciwlotniczą 416 L - SAGE (Semi Automatic Ground Environment);
- zautomatyzowany system kierowania i naprowadzania 416 M - BUICK-3 (BACK-UP Interceprot Control System).

W każdym z ośmiu rejonów obrony znajduje się ośrodek kierowania rejonu systemu SAGE, podległy bezpośrednio dowództwu NORAD i dwa ośrodki naprowadzania rejonu - systemu BUICK-3. Te ostatnie realizują procesy kierowania obroną powietrzną na szczeblu taktycznym oraz pełnią funkcje ośrodków rezerwowych w wypadku wyeliminowania ośrodka SAGE. Każdy z ośrodków może jednocześnie śledzić 300-400 celów i realizować 150-200 naprowadzeń lotnictwa myśliwskiego. Czas potrzebny do uruchomienia środków rażenia celu wynosi około minuty od chwili wykrycia przez posterunki radiolokacyjne, które pozwalają na uprzedzenie o nalocie środków napadu powietrznego na 40-90 minut przed ich wejściem w obszar obrony powietrznej kontynentu.

System pracuje, oczywiście, w czasie rzeczywistym. Ośrodki SAGE wyposażone są dwa komputery typu AN/FSQ-7A lub AN/FSQ-8, natomiast ośrodki BUICK - w jeden komputer typu AN/GYK-3. Dzięki temu wyposażeniu zapewniają realizację następujących zadań:

- zbieranie, przechowywanie i aktualizowanie danych o sytuacji powietrznej, otrzymywanych z nadrzędnych organów dowodzenia, sąsiednich rejonów itp;
- obliczanie parametrów lotu celów powietrznych (współrzędne, kurs, prędkość, przynależność);
- zbieranie, przechowywanie i aktualizowanie danych o gotowości bojowej podległych jednostek obrony przeciwlotniczej;
- przygotowanie danych niezbędnych do podjęcia decyzji o wyborze ośrodków obrony przeciwlotniczej;

- wykonanie obliczeń niezbędnych do sterowania przechwyceniem celów powietrznych oraz dla baterii przeciwlotniczych pocisków rakietowych;
- przygotowanie danych do meldunku dla nadrzędnego organu dowodzenia.

Każdy ośrodek wyposażony jest w tzw. pulpit kierowania i naprowadzania, ekrany zobrazowania sytuacji itp. Komputery znajdujące się w ośrodkach naprowadzania systemu BUIC, są wyposażone w specjalne programy, które zabezpieczają przed nieprawidłowym użyciem samolotów myśliwskich, tzn. nie dopuszczają do przechwycenia własnego samolotu itp.

6.2.5. Zautomatyzowany system wczesnego ostrzegania przed uderzeniem międzykontynentalnych pocisków rakietowych BMEWS-474 L

System BMEWS (Ballistic Missile Early Warning System)-474 L stanowi przednią rubież w systemie wczesnego wykrywania obrony powietrznej NORAD. Jego podstawowymi elementami są trzy kompleksy stacji radiolokacyjnych rozmieszczonych na Alasce, Grenlandii i w Wielkiej Brytanii. Wszystkie stacje radiolokacyjne są wpełni zautomatyzowane dzięki posiadaniu mikrokomputerów, a ponadto poszczególne kompleksy stacji dysponują autonomicznym ośrodkiem przetwarzania danych i ośrodkiem łączności. Wiadomo także, że system ten umożliwia:

- wykrywanie startów oraz lotu rakietowych środków napadu powietrznego na dużych i średnich wysokościach;
- powiadamianie systemu NORAD (z 15-20 minutowym wyprzedzeniem);
- zgrubne określenie zagrożonych obiektów na podstawie analizy parametrów lotu.

6.2.6. System dowodzenia obroną powietrzną 412 L

System **412 L** jest amerykańskim zautomatyzowanym systemem dowodzenia lotnictwem myśliwskim obrony powietrznej i kierowania bateriami przeciwlotniczych pocisków rakietowych typu Nike-Herkules i Hawk. Zbudowano trzy zestawy tego systemu dla:

- dowództwa lotnictwa taktycznego;

– dowództwa sił powietrznych USA w Europie.

Stacjonarny system 412 L w Europie rozmieszczono w całości na terytorium RFN. Wchodzi w skład zautomatyzowanego systemu kierowania siłami i środkami obrony powietrznej NATO-NADGE. Obejmuje stacje radiolokacyjne, urządzenia do przetwarzania i zobrazowania sytuacji powietrznej oraz środki łączności zapewniające funkcjonowanie dwóch ośrodków wykrywania i naprowadzania. Ośrodki te są jednocześnie ośrodkami operacyjnymi sektorów obrony powietrznej oraz 8 posterunków wykrywania i naprowadzania (5 w USA i 3 w RFN).

Dane ze stacji radiolokacyjnych dotyczące wysokości, azymutu, odległości i charakterystyki celu są automatycznie wprowadzane do urządzeń przetwarzania sygnałów radiolokacyjnych i do komputera. Na podstawie tych danych określane są m.in. najbardziej dogodne punkty przechwyceń, optymalne środki do zwalczania celów itp.

System 412 L pozwala na jednoczesne użycie 40 przeciwlotniczych kierowanych pocisków rakietowych oraz naprowadzanie na cel 60 samolotów myśliwskich

6.2.7. System dowodzenia obroną powietrzną LINESMAN

System obejmuje obszar obrony powietrznej strefy brytyjskiej. Jest on częścią kompleksu cywilno-wojskowego, przeznaczonego do wykonywania zadań obrony powietrznej kraju i kierowania ruchem powietrznym. Wszystkie informacje o sytuacji powietrznej przekazywane są do ośrodka sztabu sił powietrznych. Ośrodek ten jest centralnym organem obrony powietrznej Wielkiej Brytanii.

6.2.8. System dowodzenia lotnictwem taktycznym 407 L

Powstały w 1963 r. system 407 L - przeznaczony jest do informacyjnego zapewnienia współdziałania lotnictwa z wojskami lądowymi oraz dowodzenia samolotami podczas wsparcia lotniczego i osłony z powietrza sił lądowych.

Zbudowany na typowych elementach i układach radioelektronicznych jest systemem lekkim, całkowicie przystosowanym do transportu drogą powietrzną. Ma budowę modułową, dzięki czemu istnieją możliwości zwiększenia możliwości.

System zapewnia realizację następujących zadań:

- zbieranie, przetwarzanie i zobrazowanie informacji niezbędnych do oceny sytuacji powietrznej i ogólnej;
- planowanie zadań lotnictwa taktycznego na TDW;
- dowodzenie lotnictwem podczas odpierania napadu powietrznego nieprzyjaciela, w warunkach współdziałania z systemami dowodzenia obrony powietrznej;
- dowodzenie lotnictwem taktycznym podczas wykonywania uderzeń na obiekty nieprzyjaciela na głębokość taktyczną i operacyjną;
- kierowanie ruchem lotniczym w strefie odpowiedzialności;
- współdziałanie z wojskami lądowymi oraz koordynacja działań z lotnictwem wojsk lądowych i marynarki wojennej (na nadmorskim TDW).

Funkcjonowanie systemu 407 L opiera się na działaniu sieci: naziemnych ośrodków dowodzenia lotnictwem, posterunków radiolokacyjnych oraz posterunków naprowadzania i powiadamiania.

Wyróżnia się trzy podstawowe podsystemy funkcjonalne:

- podsystem dowodzenia lotnictwem taktycznym;
- podsystem kierowania ruchem lotniczym;
- podsystem bezpośredniego wsparcia lotniczego.

W skład podsystemu dowodzenia wchodzą:

- ośrodki naprowadzania i powiadamiania (CRC),
- posterunki naprowadzania i powiadamiania (CRP),
- wysunięte posterunki naprowadzania i powiadamiania (FACP) oraz główny element systemu - ośrodek dowodzenia lotnictwem taktycznym dowództwa sił powietrznych na TDW - TACC (Tactical Air Control Center).

Dane o celach powietrznych przekazywane są automatycznie do komputera ze stacji radiolokacyjnych posterunków CRP i FACP. Po przetworzeniu w komputerze dane te są przesyłane do urządzeń zobrazowania sytuacji, które wypracowują dane do naprowadzania samolotów na cele. W oparciu o bieżące dane i dane przechowywane w komputerze dowódca podejmuje decyzję o użyciu lotnictwa. Ogniwa na niższych szczeblach dowodzenia wyposażone są także w urządzenia informatyczne. Natomiast

zadania bezpośredniego kierowania i naprowadzania samolotów na cele realizowane są w punktach naprowadzania, wyposażone w urządzenia wejścia-wyjścia.

Podsystem kierowania ruchem lotniczym spełnia funkcje nawigacyjne i kontrolno-decyzyjne. Elementy podsystemu umieszcza się przy centrum dowodzenia TACC, tworząc tzw. ośrodek kontroli ruchu powietrznego ATRC, oraz na lotniskach. wszystkie ośrodki wyposażono w konsole z monitorami.

Podsystem bezpośredniego wsparcia lotniczego realizuje zadania zbierania, przetwarzania zgłoszeń na wsparcie wojsk lądowych z powietrza, przygotowania danych dla lotnictwa, planowanie uderzeń lotnictwa oraz bezpośredniego dowodzenia lotnictwem myśliwsko - bombowym, łącznie z nawigacją w rejonie wsparcia.

Podstawowymi elementami podsystemu są:

- ośrodki bezpośredniego wsparcia lotniczego DASC - rozmieszczone przy stanowiskach dowodzenia korpusów armijnych;
- grupy dowodzenia lotnictwem taktycznym, rozmieszczone przy stanowiskach dowodzenia pierwszorzutowych dywizji i brygad wojsk lądowych;
- wysunięte punkty naprowadzania lotnictwa, bezpośrednio kierujące wykonywaniem uderzeń na obiekty naziemne.

Stacje radiolokacyjne, funkcjonujące w systemie, mają zasięg 280-490 km. W razie konieczności mogą być także wykorzystywane stacje pracujące w systemie wykrywania obrony powietrznej. System 407 L może być rozwinięty w ciągu 1-2 godzin.

6.2.9. Zintegrowany system dowodzenia obroną powietrzną NATO-NADGE

System NADGE (Nato Air Defence Ground Environmrnt) przeznaczony jest do wykrywania, identyfikacji i śledzenia celów powietrznych oraz naprowadzania na wykryte cele samolotów przechwytujących i przeciwlotniczych pocisków rakietowych NIKE i HAWK. Zbudowany w 1973 r. na bazie narodowych systemów dowodzenia niektórych państw NATO, obejmuje swym zasięgiem 11 państw, począwszy od Norwegii, wzdłuż granic z państwami Układu Warszawskiego, aż po Turcję. W zintegrowanej strukturze systemu działają wszystkie siły i środki wojsk obrony powietrznej, sił powietrznych i lądowych oraz wydzielone jednostki sił morskich.

Cały obszar państw NATO, oprócz Islandii i Portugalii, został podzielony na strefy, rejony i sektory, w których zorganizowano:

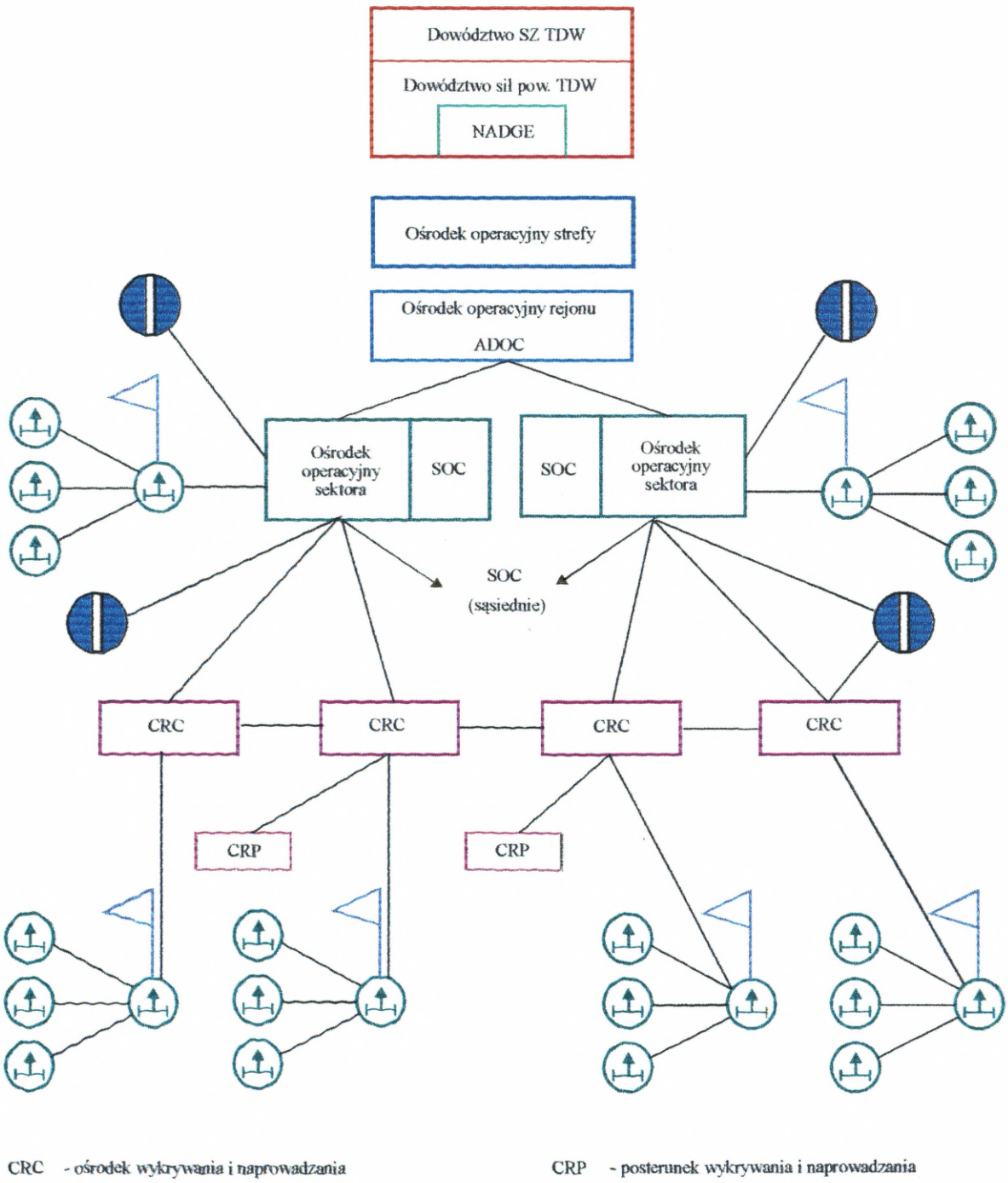
- ośrodki operacyjne: strefy, rejonu i sektora (SOC);
- ośrodki wykrywania i naprowadzania (CRC);
- posterunki wykrywania i naprowadzania (CRP).

Kierowanie siłami i środkami obrony powietrznej odbywa się z ośrodków operacyjnych rejonów przez ośrodki sektorów. Ośrodek operacyjny sektora kieruje bezpośrednio wszystkimi środkami obrony powietrznej, znajdującymi się w jego obszarze. Dane o położeniu wykrytych obiektów przesyłane są automatycznie z posterunku radiolokacyjnego do ośrodków operacyjnych sektora, rejonu, strefy oraz do sztabu połączonych sił zbrojnych NATO. Ogólnie w systemie funkcjonują 84 posterunki radiolokacyjne, w tym 37 ośrodków typu CRC, wyposażonych w środki przetwarzania danych. Podstawowym ogniwem systemu NADGE są ośrodki Wykrywania i naprowadzania CRS, wyposażone w komputery H-3118M firmy HUGHES, działające w czasie rzeczywistym, o prędkości obliczeń ok. 500 000 operacji na sekundę, które współpracują z 8 urządzeniami we-wy. Strukturę organizacyjna systemu NADGE przedstawiono na rysunku 6.5.

Ośrodek CRC realizuje następujące zadania:

- obliczanie parametrów trajektorii lotu (prędkości, wysokości, kursu) na podstawie danych z posterunków wykrywania;
- rozpoznanie przynależności obiektów za pomocą identyfikatorów "swój-obcy" oraz danych o planowanych przelotach lotnictwa przechowywanych w komputerze;
- alarmowanie dowództwa ośrodka w przypadku, gdy samolot przelatujący zmieni ustalone w planie lotów parametry (np. zboczy z trasy ponad 9,5 km, zmieni o 150 m wysokość lotu i o 92 km/h - prędkość) oraz nie odpowie na zapytanie "swój-obcy";
- wybór optymalnego wariantu środków bojowych w celu rażenia obiektu nieprzyjaciela;
- wyznaczanie najkorzystniejszych tras lotu samolotów myśliwskich;

- udostępnianie na żądanie danych taktyczno-technicznych środków obrony powietrznej z pamięci komputerów;
- kontrola stanu zapasu paliwa, trasy powrotu itp.;
- przesyłanie danych o celach do sąsiednich CRC i ośrodka sektora.



Rys. 6.5. Struktura organizacyjna systemu NADGE

W związku z powyższym, system zapewnia otrzymywanie przez dowództwo każdego szczebla dowodzenia w każdych warunkach jednakowego obrazu sytuacji ogólnej i wycinkowej w sposób automatyczny. Tak więc w razie wykrycia przez posterunek celu powietrznego dane ze stacji radiolokacyjnej są automatycznie przekazywane do komputera ośrodka CRC, a następnie jednocześnie podawane są do sąsiednich stacji radiolokacyjnych i ośrodków CRC oraz do ośrodków rejonu i sektora. Informacje są ponadto zobrazowane na monitorach stanowisk roboczych oficerów identyfikacji celów, którzy po upewnieniu się, że wykryte cele nie znajdują się w planie przelotów, meldują o tym dowódcy CRC i ośrodka sektora SOC. Dowódca ośrodka CRS analizuje sytuację ogólną, wykorzystując dane z komputera, dotyczące wariantu użycia środków rażenia, a następnie składa meldunek dowódcy sektora SOC, który podejmuje decyzję. Jeżeli decyzja dotyczy użycia przeciwlotniczych pocisków rakietowych, to dowódca CRS wydaje rozkaz operatorowi wyboru środków rakietowych. Wykorzystując komputer, ustala się pododdział rakietowy posiadający najdogodniejsze warunki rażenia celu, co stanowi podstawę rozkazu przekazanego do punktu kierowania baterią pocisków rakietowych. Powyższy proces charakteryzuje czas upływający od chwili wykrycia celu do chwili jego zniszczenia, który w systemie NADGE wynosi ok. 2 minut. Jeden komputer umożliwia przetwarzanie danych o ok. 400 celach, ale może sterować przechwytywaniem tylko 20-30 celów powietrznych. W związku z tym, kompleksy wyrzutni przeciwlotniczych pocisków rakietowych dysponują własnymi komputerami.

Jeżeli natomiast dowódca SOC podejmuje decyzję o zastosowaniu do niszczenia celu lotnictwa myśliwskiego, to wydaje odpowiedni rozkaz operatorowi wyboru lotnictwa myśliwskiego. Operator ten za pomocą komputera ustala, czy samoloty znajdują się w powietrzu, w jakim stanie gotowości znajdują się na lotniskach, które samoloty należy użyć w pierwszej kolejności itp. Po ustaleniu samolotów przekazuje się rozkaz do pododdziału lotnictwa, gdzie naprowadzaniem samolotów na cel kieruje operator naprowadzania. Natomiast lotem powrotnym kieruje operator powrotu. Całkowity czas, upływający od chwili wykrycia celu do jego przechwycenia przez samolot, wynosi w tym systemie ok. 12 minut.

Ogólnie system NADGE może jednocześnie wykryć, śledzić i przechwycić na całym obszarze obrony powietrznej ok. 1100 celów poruszających się z prędkością ok. 2 Ma na wysokościach od 50 do 30 000 m.

Uważa się, że podstawową wadą systemu NADGE jest brak możliwości wykrycia obiektów lecących na małych wysokościach, a także znaczna wrażliwość stacjonarnych posterunków na zniszczenie. Aby zmniejszyć wpływ powyższych czynników na efektywność systemu, organizuje się np. w siłach powietrznych RFN ruchome wysunięte posterunki wykrywania i powiadamiania o celach lecących na małych wysokościach (poniżej 3000 m w odległości ok. 30 km).

Ostatnie decyzje NATO pozwalają sądzić, że efektywność systemu NADGE wzrośnie wraz z wprowadzeniem systemów powietrznych AWACS[1].

6.2.10. Powietrzny system wykrywania i naprowadzania AWACS-NIMROD

Powietrzny system wykrywania i naprowadzania AWACS (Airborne Warning and Control System), zwany także "Sentry", należy z pewnością do najefektywniejszych rozwiązań technicznych w dziedzinie obrony powietrznej. Polega na umieszczeniu w samolocie transportowym typu Boeing 707 (E-3A) stacji radiolokacyjnej obserwacji okrężnej wraz z komputerem służącym do analizy, zobrazowania i automatycznego przekazywania drogą radiową danych o sytuacji powietrznej niezbędnych do naprowadzania samolotów lotnictwa myśliwskiego na cel. Podstawowym zadaniem systemu jest zapewnienie wczesnego wykrywania obiektów, szczególnie na małych i bardzo małych wysokościach, i ostrzeganie przed napadem powietrznym oraz naprowadzanie samolotów na cele powietrzne. Samoloty systemu AWACS, wyposażone w dodatkową aparaturę, mogą być stosowane jako powietrzne elementy (stanowiska) dowodzenia lotnictwem taktycznym i naprowadzania samolotów na cele naziemne i nawodne. Aktualnie przewiduje się dwie wersje systemu: strategiczną i taktyczną. Wersja strategiczna jest przeznaczona dla potrzeb połączonego dowództwa obrony powietrzno-kosmicznej Ameryki Północnej NORAD, natomiast wersja taktyczna - dla

[1] W 1980 r. skierowano do Europy cztery samoloty systemu AWACS. W okresie kryzysu amerykańsko-irańskiego w 1980 r. samoloty AWACS skierowano na terytorium Egiptu i Arabii Saudyjskiej. W 1983 r.

taktycznych sił powietrznych USA oraz połączonych taktycznych sił powietrznych (PTSP) NATO na różnych TDW.

System AWACS jest wielofunkcyjnym i wielozadaniowym systemem, który może być wykorzystywany jako:

- ruchomy posterunek wczesnego wykrywania środków napadu powietrznego nieprzyjaciela;
- ośrodek ostrzegania naziemnych systemów obrony powietrznej o zbliżających się celach i ich identyfikacji bez względu na wysokość lotu(zwłaszcza na małych wysokościach), a przy tym dwukrotnie szybciej niż w systemach naziemnych;
- ośrodek naprowadzania samolotów przechwytujących na małych wysokościach, z dużych odległości i w warunkach prowadzenia walki radioelektronicznej, na cele powietrzne, naziemne i morskie;
- ruchome stanowisko dowodzenia obrony powietrznej do kierowania operacyjno-taktycznymi siłami lotnictwa myśliwsko-bombowego i rozpoznawczego na głębokość operacyjną, a także w wypadku zniszczenia elementów naziemnego systemu dowodzenia obroną powietrzną;
- ośrodek bezpośredniego wczesnego uprzedzania przeciwlotniczych środków rakietowych o zbliżających się celach z jednoczesnym przekazywaniem niezbędnych danych;
- ośrodek kierowania ruchem lotniczym, poszukiwaniami i ratownictwem powietrznym;
- samoloty ostrzegające własne lotnictwo przed atakiem powietrznym nieprzyjaciela.

Techniczne wyposażenie samolotów systemu AWACS oparto na najnowszych osiągnięciach technologicznych elektroniki i informatyki, zapewniając wzrost wydajności i niezawodności urządzeń (np. pamięci pęcherzykowe pokładowych komputerów). Wśród podstawowych urządzeń technicznych, znajdujących się na pokładzie samolotów AWACS, należy wyróżnić:

---

samoloty AWACS stacjonujące w Egipcie dostarczały danych lotnictwu francuskiemu działającemu na terytorium.

- pokładową stacje radiolokacyjną wykrywania celów powietrznych, sterowaną przez mikrokomputer, charakteryzującą się dużą odpornością na zakłócenia, dużą stabilnością pracy w warunkach zmiennego profilu lotu, pochyleń, kołysania itp.;
- komputery;
- aparaturę kontrolną łączności radiowej i radionawigacyjnej;
- urządzenia wejścia-wyjścia i zobrazowania informacji;
- urządzenia rozpoznawania radioelektronicznego itp.

W razie wykrycia obiektów przez pokładową stację radiolokacyjną dane o celach podlegają wstępnemu przetwarzaniu przez mikrokomputer, skąd przesyłane są do zasadniczego komputera, gdzie są rejestrowane. Umożliwia to śledzenie celów. W komputerach przechowywane są, i na bieżąco aktualizowane, dane o lokalizacji własnego lotnictwa w powietrzu i na ziemi. Samoloty są identyfikowane za pomocą urządzenia rozpoznawczego "swój-obcy" typu AN/APX-103. Wynikową sytuację powietrzną zobrazowuje się w czasie rzeczywistym na ekranie o wymiarach 2,3 x 2,8 m oraz na 9 wielofunkcyjnych wskaźnikach zobrazowania. Oprócz tego, dla naprowadzania samolotów przechwytujących lub wskazywania obiektów kompleksom rakietowym, dokonywane są w komputerach obliczenia na podstawie danych dotyczących położenia i parametrów celu, danych z własnego systemu nawigacyjnego i o własnych środkach przechwytujących na ziemi i w powietrzu. Po dokonaniu obliczeń dane o celach przekazywane są na tle umownego odwzorowania terenu, stref odpowiedzialności, linii frontu itp.

Możliwości samolotów AWACS w pełni określają następujące charakterystyki:

- czas patrolowania na wysokości 600-1000 m: 10 godzin;
- zasięg wykrywania celów na małych wysokościach: 440 km;
- zasięg wykrywania celów na dużych wysokościach: 720 km;
- możliwości jednoczesnego śledzenia: 1000 celów powietrznych;
- możliwość jednoczesnego naprowadzania: 100 samolotów myśliwskich (grup samolotów);
- odległość patrolowania od linii styczności bojowej: 200-300km;

- możliwość wykrywania celów powietrznych na małych wysokościach: 50-100 m i niżej.

Zautomatyzowane systemy dowodzenia w siłach powietrznych i obrony powietrznej w armiach państw NATO, to systemy charakterystyczne dla podstawowego nurtu badań i rozwoju w dziedzinie automatyzacji systemów militarnych ze względu na kompleksowość rozwiązań strukturalnych, technicznych i programowych oraz szczególną "chłonność innowacji". Inną cechą tych systemów, zasługującą na uwagę, stanowi proces ciągłego ich doskonalenia organizacyjnego i technicznego. Świadczy o tym program rozwoju automatyzacji w siłach powietrznych i obrony powietrznej, który obejmuje takie przedsięwzięcia, jak:

- utworzenie połączonego systemu obserwacji ISS (968 N);
- permanentne uzupełnianie sieci naziemnych systemów wykrywania i kierowania siłami powietrznymi oraz obrony powietrznej samolotami AWACS;
- wprowadzenie do wyposażenia kwatery głównej NORAD zmodernizowanego systemu kierowania obroną powietrzną 427 M na miejsce systemu 425 L;
- wymiana systemów SAGE i BUIC-3 na system ROCC;
- realizacja programu BLUE SPIKE;
- realizacja programu SEEK SKY-HOOK;
- prace nad opracowaniem tza bistatycznej stacji radiolokacyjnej;
- intensyfikacja prac badawczo-rozwojowych nad nowymi technologiami i technicznymi rozwiązaniami w dziedzinie automatyzacji systemów sterowania.

Połączony system obserwacji przestrzeni powietrznej Ameryki Północnej JSS (Joint Surveillance System) ma polegać na wspólnym wykorzystaniu sieci istniejących i zbudowanych w przyszłości posterunków radiolokacyjnych systemu NORAD oraz Federalnej Agencji Lotnictwa Cywilnego. W ten sposób zostaną zwiększone możliwości kontroli przestrzeni powietrznej m. in. przez włączenie do systemu ISS 20 ośrodków cywilnych. Poza USA takie wojskowo-cywilne kompleksy radiolokacyjne funkcjonują w Wielkiej Brytanii (Linesman-Mediator) i we Francji (STRIDA-2). Ponadto system ISS uzupełniać będą samoloty AWACS.

Program SEEK SKY-HOOK obejmuje prace nad zwiększeniem możliwości wykrywania niskolecących celów przez wykorzystanie aerostatów na uwięzi, z zainstalowanymi na nich stacjami radiolokacyjnymi i urządzeniami transmisji danych. Dotychczasowe badania wykazały możliwość pozahoryzontalnego wykrywania celów na wysokości 15-150 m z odległości do 230 km. Stwierdzono ponadto, że umieszczenie stacji radiolokacyjnych na aerostacie powoduje zmniejszenie do minimum poziomu zakłóceń w porównaniu z systemem AWACS, przy czym koszt aerostatu wynosi zaledwie 10% kosztu samolotu.

Koncepcja zastąpienia systemów SAGE i BUIC przez system ROCC (Regional Operation Control Center) zakłada doskonalszą technologię przetwarzania danych i wzrost efektywności systemów. Przewiduje się ponadto zmniejszenie liczby rejonów do 7 (5- USA i 2- Kanada), co powinno spowodować zmniejszenie liczby personelu ośrodków kierowania 5 - 10 krotnie.

Program BLUE SPIKE zakłada uzupełnienie systemu ISS ośrodkami wykrywania kosmicznego. W dalszym ciągu prowadzone będą badania nad wykrywaniem samolotów bombowych i pocisków rakietowych za pomocą czujników promieniowania podczerwonego w określonym zakresie widma widzialnego przez silniki.

Natomiast w ramach programu 440 L opracowywana jest stacja radiolokacyjna pozahoryzontalna, naziemna, z tzw. powrotno-pochyłym sondowaniem OTH. Uważa się, że cztery takie stacje, zorientowane na cztery podstawowe kierunki geograficzne, zapewnią pełną obserwację w strefie kontynentu Ameryki Północnej.

Należy także podkreślić zaawansowany stan prac nad doskonaleniem konstrukcji komputerów specjalizowanych i pokładowych oraz bardzo wyraźną tendencję zmierzającą do masowego stosowania mikroprocesorów w zautomatyzowanych systemach dowodzenia i kierowania (zwłaszcza pokładowych).

6.2.11. Francuski podsystem obrony powietrznej STRIDA

Charakterystyka ogólna systemu.

Obrona powietrzna Francji w aspekcie typowo wojskowym oparta jest o zautomatyzowany system dowodzenia nazywany w skrócie STRIDA. System ten

współpracując z całkowicie kompatybilnymi systemami wojsk lądowych (HAWK), Marynarki Wojennej (SENIT), wczesnego ostrzegania (AWE - AWACS) czy w końcu z systemem cywilnym (CAUTRA) zapewnia:

1. Obserwację przestrzeni powietrznej kraju i stref sąsiadujących.
2. Ocenę stopnia zagrożenia.
3. Rozprowadzanie sygnałów alarmowych.
4. Zarządzanie środkami obrony powietrznej.
5. Koordynację wojskowego i cywilnego ruchu powietrznego.

STRIDA jest francuskim systemem obrony powietrznej, opracowanym przez firmę ALCATEL ISR. System ten charakteryzuje się przede wszystkim wysokim stopniem zautomatyzowania, możliwościami zmiany konfiguracji tak na poziomie centrum jak i również na szczeblu kierowania i meldowania. Posiada on również wyrafinowany sposób łączenia danych , szeroką sieć sensorów, znakomite i wysoce niezawodne oprogramowanie użytkowe. STRIDA spełnia wymagania przyszłościowego Systemu Dowodzenia i Kierowania Obroną Powietrzną (ACCS). Ewolucyjna realizacja zamówienia umożliwia etapowe projektowanie systemu, który był w sposób ciągły rozszerzany i poddawany rafinacji w celu zaoferowania nowych, najbardziej zaawansowanych rozwiązań technicznych oraz spełniający coraz to nowe wymagania operacyjne. Staranne planowanie i maksymalne wykorzystanie istniejącego wyposażenia pozwoliło na optymalizację wydatków budżetowych Wojsk Obrony Powietrznej na etapie wprowadzania nowych technologii.

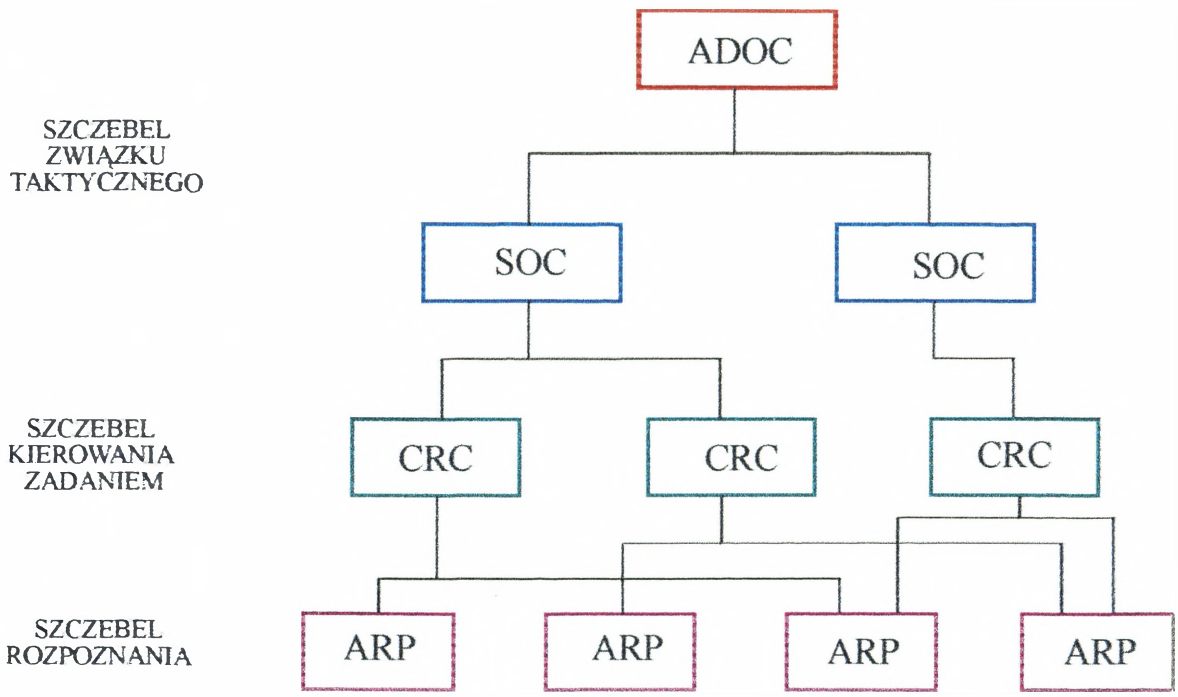
Funkcje systemu

System STRIDA skład się z różnych typów połączonych ze sobą stałych i ruchomych centrów operacyjnych pokrywających terytorium Francji:

- ADOC (Centrum Operacyjne Obrony Powietrznej),
- SOC (Sektorowe Centrum Operacyjne),
- CRC (Centrum Kontroli i Meldowania),
- ARP (Automatyczny Posterunek Meldowania).

Centra te zorganizowane są w strukturę hierarchiczną na trzech różnych szczeblach, które przedstawione zostały na rysunku 6.6.

System STRIDA składa się z trzech poziomów (szczebli): Pierwszy poziom jest to szczebel dowodzenia składający się z Centrum Prowadzenia Operacji Powietrznych (CCOA), będący odpowiednikiem naszego Centralnego Stanowiska Dowodzenia oraz z dwóch Centr Obrony Strefy (COZ) odpowiadających naszym stanowiskom dowodzenia szczebla Korpusu OP.



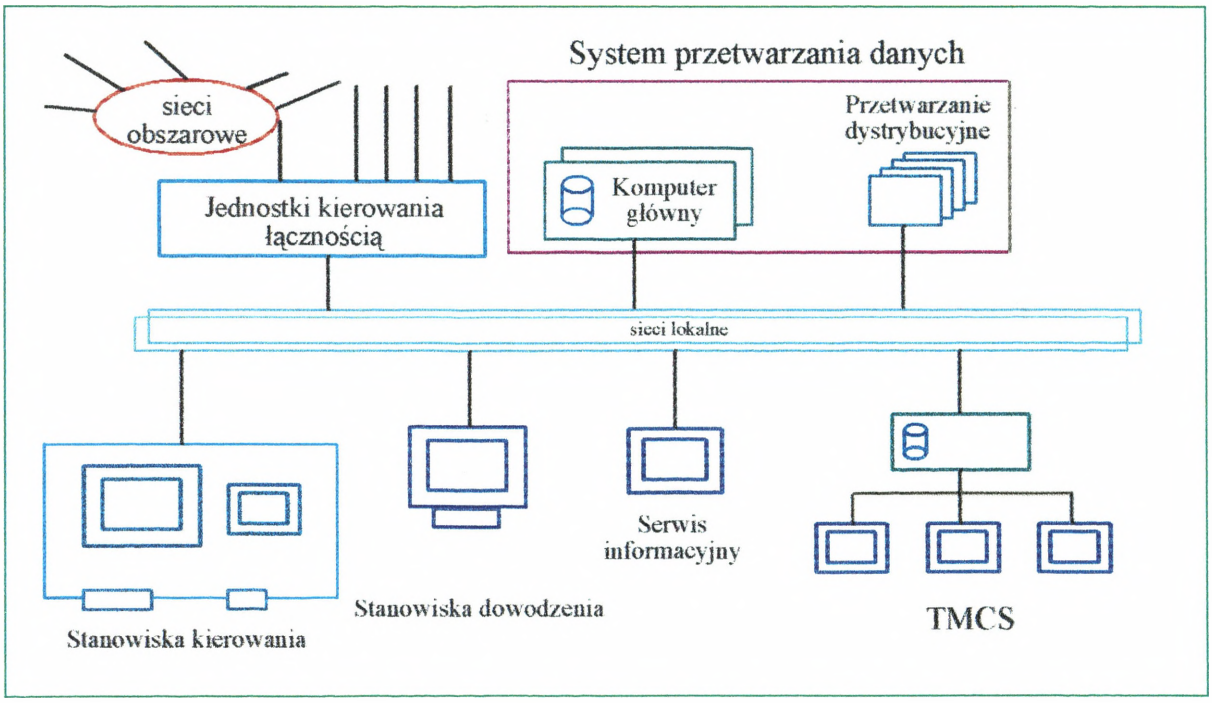
Rys. 6.6. Operacyjna struktura dowodzenia i kierowania systemu STRIDA

Na poziomie drugim jest szczebel kierowania misją w skład którego wchodzą trzy Centra Wykrywania i Kontroli (CDS) będące czymś między naszym stanowiskiem dowodzenia batalionu radiotechnicznego i Brygady Radiotechnicznej.

Poziom trzeci to szczebel wykrywania (CDS) do którego zalicza się: tzw. czujniki i sensory czyli urządzenia, układy dostarczające systemowi STRIDA informacji o sytuacji powietrznej. Mogą to być bezobsługowe stacje radiolokacyjne, system AWACS czy też najmłodszy i najnowocześniejszy mobilny system C3M.

Należy zaznaczyć, że szczebel dowodzenia planuje i koordynuje wykonanie zadań (misji), które wykonywane są przez aktywne środki walki podległe bezpośrednio

dowódcom szczebla kierowania misją. Architekturę systemu STRIDA przedstawiono na rysunku 6.7.



Rys. 6.7. Typowa architektura CDC/COZ STRIDA

Urządzenia systemu STRIDA są zamontowane na stanowiskach dowodzenia typu stacjonarnego w bunkrach o konstrukcji odpornej na uderzenia jądrowe, znajdujących się około 30 metrów pod powierzchnią ziemi, z możliwością pracy całodobowej przez cały rok. Wyposażone są one w autonomiczny system zasilania oraz wentylacji. W centralnej części znajduje się sala operacyjna (bojowa) gdzie zamontowane są wskaźniki sytuacji radiolokacyjnej typu Visu lub lastrowe, oraz urządzenia zobrazowania wielkoformatowego (planszety elektroniczne). Informacja z sieci obszarowych poprzez jednostki kierowania łącznością przesyłana jest do systemu przetwarzania danych kierowanego przez komputer główny, gdzie dzięki przetwarzaniu dystrybucyjnemu i sieciom lokalnym zobrazowywana jest na ekranach stanowisk kierowania , dowodzenia i analizy (TMCS) sytuacji powietrznej. Stanowiska TMCS zajmują się ciągłym śledzeniem sytuacji powietrznej w strefie odpowiedzialności systemu i w przypadku zaistnienia sytuacji konfliktowych wskazują je na stanowisko dowodzenia gdzie

informacja jest analizowana z danymi serwisu informacyjnego. W wyniku tego porównania wypracowywana jest decyzja. Gdy decyzja wskazuje na pojawienie się zagrożenia przekazywana jest na stanowiska kierowania aktywnymi środkami walki. W tak opisanej architekturze możliwości systemu są następujące:

- posiada 1000 ścieżek systemowych umożliwiających podłączenie 50 czujników i 50 łącz danych;
- możliwe jest prowadzenie jednocześnie 32 misji przechwycenia, 48 misji wsparcia z 60 punktów kierowania;
- całkowita niezawodność systemu wynosi 99,9 % przy czasie reakcji (odpowiedzi) 0,5 s;
- zaś konfiguracji (awaria lub zniszczenie) całego systemu od stanowisk COZ do CCOA wynosi 2 minuty, a w odniesieniu do jednego centrum COZ jest mniejszy od 30 s.

System STRIDA jest aktualnie najbardziej zaawansowanym systemem Obrony Powietrznej w NATO. Zastosowanie oprogramowania systemu STRIDA (części lub całości) jest sposobem na opracowanie nowych, tanich lub unowocześnienie dotychczas istniejących systemów. Przykładem może być zastosowanie w 1994 roku, z powodzeniem oprogramowania STRIDA do opracowania nowego centrum w Niemczech (ICAOC Kalkar - Tymczasowe Centrum Operacji Powietrznych) i unowocześnienie centrum w Belgii (ATCRU Semmerzake - Jednostka Meldowania dla Centrum Kontroli Lotów). Podsystem Przetwarzania Danych z Radaru systemu STRIDA został wykorzystany do systemu ADAPT (Cywilny System Kontroli Ruchu Powietrznego) w Szwajcarii.

6.2.12. Zestaw rakietowy ADATS do zwalczania celów powietrznych i naziemnych

Zestaw rakietowy ADATS (Air-Defence Anti-Tank System) jest w siłach zbrojnych państw Zachodu pierwszym środkiem bojowym przeznaczonym zarówno do zwalczania celów powietrznych, jak i naziemnych celów opancerzonych. Zestaw został opracowany przez szwajcarską firmę Oerlikon przy współudziale amerykańskiej firmy Martin Marietta. W konstrukcji tej broni wykorzystano najnowsze rozwiązania

techniczne, przez co w konsekwencji uzyskano system uzbrojenia odporny na przeciwdziałanie radioelektroniczne, efektywny nawet w złych warunkach atmosferycznych.

Zestaw rakietowy ADATS może być montowany na różnych typach opancerzonych pojazdów kołowych lub gąsienicowych. Zestaw na pojeździe bazowym tworzy wóz bojowy ADATS (o łącznej masie ok. 4t) stanowiący niezależną jednostkę ogniową, obsługiwaną przez trzech żołnierzy (dowódca, kierowca-mechanik i operator).

Zasadniczym elementem wozu bojowego ADATS, decydującym o jego przeznaczeniu, roli i zadaniach, jest zestaw rakietowy, w skład którego wchodzą: radiolokacyjna stacja wstępnego wykrywania; dwusegmentowa, ośmioprowadnicowa wyrzutnia z rakietami umieszczonymi w rurowych pojemnikach; blok elektro-optyczny; dwie konsole wskaźnikowe oraz oprzyrządowanie pomocnicze, obejmujące m.in. układ zasilania elektrycznego.

Radiolokacyjna stacja wstępnego wykrywania zestawu ADATS pracuje na zasadzie impulsowo-dopplerowskiej w paśmie X, ze skokową zmianą częstotliwości nośnej (freqency hopping), co czyni ją odporną na aktywne zakłócenia radioelektroniczne. Stacja wykorzystuje antenę z minimalnym poziomem listków bocznych i posiada niezbędne urządzenia do tłumienia zakłóceń pasywnych oraz elektronicznego przeciwdziałania zakłóceniom aktywnym. Zasięg widzialności stacji wynosi 24 km, a maksymalna wysokość wykrycia 6000 m. Stacja, dzięki dużej rozróżnialności, może wykrywać cele o niewielkiej skutecznej powierzchni odbicia (rakiety, samoloty bezzałogowe itp.). Wyposażenie pomocnicze stacji radiolokacyjnej stanowi układ przetwarzania danych radiolokacyjnych pozwalający na jednoczesne opracowanie informacji o sześciu celach (położenie w układzie współrzędnych x-y-z i odległość) oraz urządzenie identyfikacyjne celu "swój-obcy". Stacja radiolokacyjna zestawu wraz z układem przetwarzania danych radiolokacyjnych są umieszczone w jednym zwartym bloku, który może, ale nie musi, być instalowany w każdym wozie bojowym ADATS. W przypadku gdy któryś z wozów bloku takiego nie posiada, wówczas dane o celach uzyskuje on z innej jednostki ogniowej ADATS, wyposażonej w komplet urządzeń radiolokacyjnych.

Blok elektrooptyczny jest zamocowany na stabilizowanej podstawie umieszczonej pomiędzy dwoma czteropojemnikowymi segmentami wyrzutni. Blok został zbudowany w oparciu o system termowizyjny TADS/PNVS wykorzystywany na amerykańskich śmigłowcach wsparcia AH-64A Apache.

Do roku 2000 lub wkrótce później, NATO zamierza mieć rozległy system dowodzenia i kierowania siłami powietrznymi, który będzie skupiał, rozszerzał, modernizował i automatyzował wszystkie podsystemy kierowania. Wdrażany podsystem dowodzenia siłami powietrznymi **ACCS** (Air Command and Control System) ma wchłonąć podsystem NADGE, przy ewolucyjnej zmianie istniejących struktur dowodzenia siłami powietrznymi NATO.

Do realizacji programu powołano dwa międzynarodowe konsorcja: ACCSCO (ACCS Company) i AMS (Airspace Management System). Konsorcja różnią się podejściem do programu ACCS: AMS zamierza wprowadzić nowe technologie i doktryny operacyjne, natomiast ACCSCO chce oprzeć się na istniejących podsystemach i na nich budować nowe wyposażenie i technologie.

Rozdział 7. Badania ankietowe

7.1. Cel badań ankietowych

Badania ankietowe znajdują szczególną pozycję wśród wielu stosowanych metod empirycznych w szczególności w odniesieniu do badań zjawisk społecznych. Interdyscyplinarny charakter rozprawy wydaje się być wystarczającym uzasadnieniem wyboru tej metody badawczej do przeprowadzenia badań. Właściwy dobór próby oraz poczucie anonimowości stwarza duże prawdopodobieństwo szczerych wypowiedzi, które są tak ważne w tego typu badaniach.

Badania ankietowe polegają na wywołaniu zachowań słownych respondenta, do którego przy użyciu różnych technik, kieruje się pytania. Jest to jedna z podstawowych metod naukowych, służących do zbierania danych obiektywnych badanej rzeczywistości.

Ankieta polega na stawianiu pytań w określonej formie, z ewentualnymi modyfikacjami pytań, stosownie do uprzednio uzyskanych odpowiedzi. Ankietę badawczą charakteryzuje wiele cech zbliżonych do powstałych technik opartych na wzajemnym komunikowaniu się (badacza i badanych). Między innymi wykorzystywane są w niej zawsze źródła wywołane, tj. wypowiedzi respondentów, w których stosunek wypowiedzi do zjawisk stanowiących przedmiot badań jest mocno zróżnicowany.

Badania ankietowe mogą mieć charakter jednorazowy albo być powtarzane wielokrotnie wśród zbiorowości (populacji), co pozwala nie tylko na uchwycenie

obrazu poglądów w danej chwili, ale też przeobrażenia ich w pewnym okresie (badania panelowe)[1].

Celem badań ankietowych było zweryfikowanie przyjętej w pracy hipotezy roboczej oraz rozwiązanie wybranych problemów badawczych, które dotyczyły:

1. Zakresu wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) SZ RP.
2. Wpływu wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia na efektywność tych systemów.
3. Warunku sprawnego i efektywnego dowodzenia wojskami OP (OPL).
4. Możliwości zwiększenia efektywności systemu dowodzenia wojskami OP (OPL).
5. Integracji funkcji dowodzenia w perspektywicznych zautomatyzowanych systemach dowodzenia OP (OPL).
6. Aktualnego stanu automatyzacji systemów dowodzenia obroną powietrzną (OPL).
7. Wpływu zautomatyzowanych systemów dowodzenia na efektywność systemu dowodzenia OP (OPL).
8. Stanu prac i badań nad zautomatyzowanymi systemami dowodzenia obroną powietrzną (OPL).
9. Tendencji rozwojowych zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną (OPL).
10. Porównanie zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w ZtSD OP (OPL) RP z wybranymi zautomatyzowanymi systemami państw NATO.

W celu dokonania analizy i wyciągnięcia wniosków, wyniki badań ankietowych poddano statystycznemu „uformowaniu" przy pomocy programu komputerowego „Sformalizowana ankieta SFAN".

7.2. Charakterystyka badanej populacji

Dobór grupy ekspertów pod względem fachowości został dokonany głównie na podstawie wstępnych badań, sformułowanych w pracy problemów badawczych oraz

[1] Z. Ziembiński, Wykłady socjologii dla pracowników i administratywistów, Wydawnictwo Przemiany, Warszawa 1990r, s. 126.

przyjętych hipotez roboczych. Jako materiał źródłowy do wytypowania najbardziej reprezentatywnej pod względem fachowości grupy ekspertów były wykazy uczestników konferencji naukowych na temat „Automatyzacji dowodzenia", które odbywały się w ostatnich trzech latach między innymi w Wyższej Oficerskiej Szkole Radiotechnicznej. Analiza wykazów osób uczestniczących w tych konferencjach wykazała, że biorą w nich udział: przedstawiciele zainteresowanych branż przemysłu zbrojeniowego, naukowcy parający się problematyką automatyzacji dowodzenia (tak cywilni jak i wojskowi) oraz użytkownicy zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP czyli wojsko (przedstawiciele wszystkich rodzajów wojsk). Przy doborze grupy ekspertów mając na uwadze jej reprezentatywność przyjąłem jako zasadę doboru równomiernego z każdej wyżej opisanej grupy uwzględniając przede wszystkim wysokie kwalifikacje poszczególnych osób.

Z przeprowadzonej analizy danych osobowych o ekspertach wynika, że wśród ankietowanych aż 68% posiadało stopień naukowy doktora, 20% tytuł zawodowy magistra, 4% tytuł naukowy doktora habilitowanego, a 8% legitymowało się tytułem naukowym profesora. Wykształcenie grupy ekspertów przedstawiało się następująco: 73% ukończyło Wojskową Akademię Techniczną, 19% wyższe studia cywilne, 4% to absolwenci AON (ASG), 4% ukończyło zagraniczne uczelnie wojskowe. Wiek kształtował się następująco: 60% to osoby między 41, a 50 rokiem życia, 24% to ci którzy przekroczyli 50-ty rok, a pozostali tj. 16% to osoby między 26, a 40 rokiem życia. Staż na zajmowanym stanowisku przedstawiał się następująco: do 15 lat na danym stanowisku było 32% badanych, do 10-ciu i 20-tu po 24% badanych, do 5 lat było 12%, a do 25 i więcej 8% badanych. Dane mertyczkowe badanej populacji zamieszczone są w formie graficznej w załączniku 2.

7.3. Opis programu SFAN

Komputerowy program SFAN (sformalizowana ankieta) został opracowany i wykonany w Wyższej Oficerskiej Szkole Radiotechnicznej w oparciu o pierwotnie opracowany program na elektroniczną maszynę cyfrową (EMC) ODRA 1305.

Zastosowanie tego programu w obróbce statystycznej wyników badań poprzedza zdefiniowanie przez użytkownika struktury ankiety (ilości wierszy, kolumn i możliwych odpowiedzi) oraz założenie bazy (wpisanie otrzymanych wyników badań ankietowych).

SFAN umożliwia obliczanie: procentowego rozkładu odpowiedzi, korelacji Chi-kwadrat wraz z określeniem związku statystycznego, korelacji rangowej oraz konekcji[2]. Wydruk korelacji Chi-kwadrat zawiera numery, korelowanych pytań, wynik χ^2, χ_a^2, założony poziom istotności, liczbę stopni swobody, współczynnik Cramera oraz decyzję o odrzuceniu lub przyjęciu hipotezy H_0. Warunkiem obliczenia korelacji rangowej jest badanie zgodności dwóch ciągów o jednakowej długości (2 kolumny odpowiedzi). Wydruk zawiera wyniki korelacji analizowanych ciągów badanych cech w postaci tabel oraz współczynnika Spearmana.

Zarówno test Chi-kwadrat, jak i korelacji rangowej dają pewną statystyczną podstawę w oparciu o którą można szukać przyczyn analizowanych zjawisk, budować teorię występującego związku badanych cech.

Zastosowanie w badaniach procesów społecznych badań ankietowych wiąże się z koniecznością określenia zależności statystycznych otrzymanych wyników. Wykorzystanie do tego celu programu komputerowego SFAN jest w pełni uzasadnione z powodu jego możliwości obliczeniowych oraz prostoty obsługi. Należy jednak pamiętać, że umiejętne opracowanie wyników obliczeń stwarza dogodne warunki do analizy badanych problemów.

7.4. Wyniki badań ankietowych

Po przeprowadzeniu wstępnych badań w wojskach i organach projektowych zajmujących się problematyką automatyzacji dowodzenia w pracy przyjęto następującą hipotezę roboczą:

1. Zakres wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną jest niewystarczający.

2. Wspomaganie procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia ma istotny wpływ na efektywność systemów dowodzenia.
3. Efektywne i sprawne dowodzenie obroną powietrzną jest możliwe pod warunkiem wprowadzenia do wyposażenia podsystemów dowodzenia wysoce efektywnych, odpornych na zakłócenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki wyposażonych w modele i algorytmy optymalizacji procesów dowodzenia.
4. Wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia : ZENIT, DUNAJ, ŁEBA, ORZYC, BODZISZEK, GROSZEK i innych opartych o nowoczesną technologię wpłynie wyraźnie na zwiększenie efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną.
5. Integracja funkcji dowodzenia w perspektywicznych systemach wspomagania dowodzenia w systemach obrony powietrznej jest właściwą tendencją rozwojową tych systemów.

Przeprowadzone badania ankietowe, których głównym celem była weryfikacja przyjętej hipotezy roboczej oraz rozwiązanie wybranych problemów badawczych dotyczyły problematyki wspomagania procesów decyzyjnych w ZtSD OP (OPL).

Zakres wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) SZ RP

Na tak sformułowany problem, aż 92% respondentów stwierdziło, że zakres wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia obecnie eksploatowane w wojskach jest niewystarczający, a tylko 8%, że wystarczający. Wyniki badań w formie graficznej przedstawione zostały w załączniku 4a.

W uzasadnieniu eksperci podają następujące argumenty:

1. Okres planowania działań „w praktyce" nie jest w pełni możliwy do zrealizowania na istniejących zautomatyzowanych systemach dowodzenia OP (OPL).

[2] Parametr koneksji określany jako współzależność dwóch zmiennych, przy założeniu określonego prawdopodobieństwa występowania jednej z nich.

2. Brak spójnej koncepcji automatyzacji integrującej procesy od wykrycia celów powietrznych do ich zwalczenia. Brak spójności automatyzacji całej triady (ośrodek sensorowy - ośrodek decyzyjny - ośrodek efektorowy). Mamy raczej rozwiązania dotyczące podsystemu monitorowania sytuacji.
3. Konieczny jest opis i algorytmizacja procesów decyzyjnych.
4. W wielu już funkcjonujących systemach problem ten był marginalizowany lub pomijany (DUNAJEC, ZENIT).
5. Informacje zasilające procesy dowodzenia są w małym stopniu przetworzone. Generalnie, w większości nie są to informacje decyzyjne.

Wpływ wspomaganie procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia na efektywność tych systemów

80% ekspertów potwierdza, że wspomaganie procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia ma zdecydowany wpływ na efektywność systemu dowodzenia, niemniej 20% ankietowanych uznało ten wpływ za umiarkowany. Wyniki dotyczące tego problemu w formie graficznej przedstawiono w załączniku 3b.

Swojej opinii eksperci uzasadniali następująco:

1. Minimalizując czas reakcji, maksymalizuje się „mnożnik C^3 I ".
2. Doskonaląc technikę środków napadu powietrznego, a zwłaszcza wysoka manewrowość (duża prędkość, niski pułap lotu) wymusza się poszukiwanie skutecznych i efektywnych rozwiązań - automatyzacja dowodzenia, a poprzez nią wspomaganie procesów decyzyjnych, które jest jednym z istotnych środków poprawy efektywności systemów dowodzenia.
3. W problemie tym zawarty jest bezpośredni związek, skracania czasu na podjęcie decyzji oraz podejmowania decyzji zbliżonych do optymalnych.
4. Oczywiście taki związek istnieje, jednak zależy on od zakresu pojęcia wspomagania procesów decyzyjnych (jakie decyzje? i jakich problemów dotyczące).

Warunki sprawnego i efektywnego dowodzenia wojskami OP (OPL)

W pracy założono, że wprowadzenie na wyposażenie podsystemów dowodzenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki, odpornych na zakłócenia oraz wyposażonych w modele i algorytmy optymalizacji procesów dowodzenia, pozwoli na efektywne i sprawne dowodzenie obroną powietrzną RP. Potwierdzeniem tego założenia była akceptacja 84% ekspertów, 12% z pośród ankietowanych uważa, że może to być warunek sprawnego dowodzenia, ale niekoniecznie, a tylko 4% badanych jest przeciwnego zdania. Wyniki w formie graficznej przedstawione zostały w załączniku 7a. Analiza tych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że warunki sprawnego i efektywnego dowodzenia wojskami OP (OPL) jest wprowadzenie na wyposażenie podsystemów dowodzenia w zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania środkami walki, które będą wysoce efektywne, odporne na zakłócenia oraz wyposażone w modele i algorytmy optymalizacji procesów dowodzenia. Uzasadnieniem otrzymanych wyników są następujące stwierdzenia respondentów:

1. „To wiąże się również z przygotowaniem obsług funkcyjnych".
2. „Nic dodać, nic ująć o to po prostu chodzi".
3. „Odpowiedź zawarta jest w postawionej tezie".
4. „W chwili obecnej stan nauki np. w zakresie optymalizacji jest taki, że uzyskanie wyniku optymalnego zabiera zbyt dużo czasu, aby zastosować ten system w istniejących i planowanych ZtSD".
5. „Trudno jednoznacznie dać odpowiedź - dowodzenie OP nie zależy tylko od wyposażenia podsystemów dowodzenia w ZtSD i kierowania środkami walki, ale od wielu innych czynników. Należy się spodziewać, że jest to czynnik sprzyjający, ale niewystarczający".
6. „Należy przekonać użytkowników, żeby wykorzystywali te systemy".
7. „Warunek to przygotowanie wykwalifikowanych kadr dowódczo-sztabowych i technicznych".

Możliwości zwiększenia efektywności systemu dowodzenia wojskami OP (OPL)

Założono, że wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia DUNAJ, ZENIT, ORZYC, ŁEBA, BODZISZEK, GROSZEK i innych opartych o nowoczesną technologię kompatybilnych z systemami państw NATO wpłynie na wyraźne zwiększenie efektywności systemów dowodzenia obroną powietrzną (OPL). Opinie badanych w tym temacie były następujące: większość ekspertów bo aż 68% stwierdziła tak (lub zdecydowanie tak), 32% raczej tak, a tylko 8% , że nie zwiększy to efektywności systemu dowodzenia OP (OPL).

Eksperci, którzy nie zgadzali się z taką opinią, przytaczali następujące argumenty:

1. „W ograniczonym zasięgu obejmujących nadal tylko RSZ".
2. „Są to systemy autonomiczne, różnych generacji technologicznych tworzone bez spójnych, kompleksowych założeń. Ponadto nie posiadają one odpowiednich elementów wykonawczych w „dole" - związki taktyczne, oddziały".

Integracja funkcji dowodzenia w perspektywicznych zautomatyzowanych systemach dowodzenia OP (OPL)

Zakładając, że integracja funkcji dowodzenia w perspektywicznych zautomatyzowanych systemach wspomagania dowodzenia obroną powietrzną (OPL) jest właściwą tendencją rozwojową tych systemów uzyskałem następujące wyniki: pogląd taki podziela zdecydowana większość ekspertów, „zdecydowanie tak" wypowiedziało się 20% respondentów, „tak" 56%, 16% ma wątpliwości do takiej tendencji rozwojowej zautomatyzowanych systemów dowodzenia, a tylko 4% nie podziela takiego poglądu. Rozkład odpowiedzi uzyskanych w trakcie badań w formie graficznej przedstawia załącznik 9b. Eksperci którzy twierdzą, że integracja funkcji dowodzenia w przyszłościowych zautomatyzowanych systemach jest właściwa tendencją rozwojową tych systemów uzasadniają to następująco:

1. Z uwagi na centralizację dowodzenia operacyjnego oraz decentralizację dowodzenia taktycznego.
2. Zależy to od rozwoju podsystemu wymiany danych i podsystemu monitorowania sytuacji powietrznej. Jeżeli monitoruję całą sytuację (mam dobre dane) i posiadam podsystem łączności o wystarczającej przepustowości to raczej tak, a jeśli nie, to w układzie triady (sensor - decydent - efektor) na odpowiednim szczeblu.
3. Podstawą są : system rozpoznania (odporny na przeciwdziałanie), sprawny system telekomunikacyjny (łączność) oraz algorytm optymalizacji użycia środków ogniowych.
4. Tylko zintegrowane systemy rozpoznania planowania, kontroli, decydowania i kierowania środkami walki (ogniowe) mogą prowadzić skuteczną obronę powietrzną (przeciwlotniczą) - inaczej wystarczą STRZAŁY, STINGERY itp.
5. Integracja funkcji uczyni cały układ systemem.
6. W niektórych rozwiązaniach w NATO na stanowiskach dowodzenia szczebla taktyczno-operacyjnego już dzisiaj łączy się klasyczne funkcje dowodzenia.

Wpływ zautomatyzowanych systemów dowodzenia na efektywność systemu dowodzenia OP (OPL)

W pracy dużo miejsca poświęcono problemowi wpływu automatyzacji dowodzenia na efektywność systemu dowodzenia OP (OPL). Problem ten był również przedmiotem badań ankietowych, w których eksperci w zdecydowanej większości tj. 88% respondentów potwierdza „zdecydowanie", że automatyzacja dowodzenia ma wpływ na efektywność systemu dowodzenia OP (OPL), a tylko 12%, że wpływ ten zapewne występuje. Wyniki badań w formie graficznej przedstawione są w załączniku 3a. W uzasadnieniu swoich odpowiedzi eksperci podawali następujące fakty:

1. Skraca się czas cyklu informacyjno-decyzyjnego, a dostarczana informacja jest w potrzebnej ilości oraz o niezbędnej jakości.
2. Szczególnie wpływ ten zaznacza się w dynamice działań bojowych oraz w zakresie zdobywania , przetwarzania i dystrybucji informacji o sytuacji powietrznej.

3. Pozwala na wykorzystanie modeli prognozowanych sytuacji, uwzględnienie wariantowości decyzji, optymalizacja algorytmów decyzyjnych, korzystanie z baz danych.
4. Minimalizuje czasu reakcji systemu obrony, optymalizuje rozdział celów pomiędzy środki ogniowe. Pozwala na automatyczne śledzenie oraz zwalczanie celów powietrznych.
5. Minimalizuje czas reakcji, maksymalizując „mnożnik C^3 I".

Aktualny stan automatyzacji systemów dowodzenia obroną powietrzną (OPL)

Analizując obecny stan automatyzacji systemów dowodzenia obroną powietrzną (OPL) można zadać pytanie „Czy obecne wyposażenie wojsk OP (OPL) w ZtSD i kierowania środkami walki pozwala na efektywne i sprawne dowodzenie tymi wojskami?". Spośród badanej populacji 80% ekspertów wyraziło opinię, że pozwala lecz w sposób ograniczony, 20% stwierdziło, że w ogóle nie pozwala na efektywne i sprawne dowodzenie wojskami OP (OPL). Wyniki badań tego problemu przedstawione są w załączniku 4b. Uzasadnienia otrzymanych odpowiedzi były następujące stwierdzenia respondentów:

1. „ZtSD pracujące na poszczególnych SD posiadają programy działające na różnych algorytmach, stąd uzyskane wyniki obliczeń np. na PłSD będą inne niż wyniki uzyskane na SD KOP".
2. „Znane mi ZtSD produkcji polskiej pełnią funkcje dydaktyczno-badawcze, a nie użytkowe, tym bardziej bojowe".
3. „Wynika to z jakości naszych rozwiązań technologicznych - ograniczona ilość celów, ograniczenie transmisyjne (słaba infrastruktura telekomunikacyjna)".
4. „Brak spójności automatyzacji całej triady (ośrodek sensorowy - ośrodek decyzyjny - ośrodek efektorowy)".
5. „Brak nowoczesnych systemów radiolokacyjnych i metod szybkiego automatycznego przetwarzania danych do obiektów nadrzędnych".

6. „Na różnych szczeblach organizacyjnych jest różne jakościowo wyposażenie (np. archaiczny Dunajec, niezautomatyzowane LM, ograniczona ilość systemów Wektor, itp.)".
7. „Zbyt różnorodny sprzęt, brak unifikacji i standaryzacji modułów".

Integracja eksploatowanych obecnie zautomatyzowanych systemów dowodzenia w RSZ i RW

Kolejnym problemem dotyczącym aktualnego stanu automatyzacji systemu dowodzenia OP (OPL) jest problem integracji ZtSD eksploatowanych w RSZ i RW. W czasie prowadzenia badań wstępnych w rodzajach wojsk nie udało się autorowi uzyskać jednoznacznej odpowiedzi na ile obecnie wykorzystywane zautomatyzowane systemy dowodzenia w różnych rodzajach wojsk są podatne na integracje. Wyniki badań tej problematyki wśród ekspertów są następujące: 64% respondentów stwierdziło że, jest możliwość integracji obecnie eksploatowanych systemów dowodzenia, ale z pewnymi ograniczeniami, 36% jest zadania, że takiej możliwości nie ma. Wyniki badanego problemu zaprezentowane zostały graficznie w załączniku 6a. Uzasadnieniem otrzymanych wyników były następujące opinie:

1. „Brak integracji wynika z braku koncepcji integracji (taktycznej koncepcji), a nie możliwości technicznych tych obiektów".
2. „Brak standaryzacji rozwiązań sprzętowo-programowych, a zwłaszcza w zakresie interfejsów komunikacyjnych".
3. „Trzeba więcej odwagi w zespołach projektowo-wykonawczych. Przyjąć należy standard wspólny do którego należy zmierzać, chodzi o transmisję, symbolikę itp.".
4. „Problem ten powinien być widziany i rozwiązany na etapie koncepcji i podczas projektowania technologicznego".
5. „W dobie „komputerów" wszystko można zintegrować - pytanie brzmi - czy koszt integracji nie będzie zbyt wysoki w stosunku do systemu jednolitego?".
6. „Takie próby są czynione (np. integracja systemu ZENIT i DUNAJEC)".
7. „Brak koordynacji".

8. „Nie - o tej bardzo negatywnej ocenie przesądzają przede wszystkim wysokie koszty integracji systemów w różnych okresach i różnych technologiach".

Porównanie zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w ZtSD OP (OLP) RP z wybranymi zautomatyzowanymi systemami państw NATO

Porównanie zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia OP (OPL) SZ RP z wybranymi tego typu systemami państw NATO wypada na niekorzyść naszych systemów. Wniosek taki nasuwa się po analizie charakterystyk t/t systemów i wniosków z konfliktów regionalnych (Zatoka Perska). Potwierdzają to również wyniki badań wśród ekspertów, którzy uważają (52%), że zakres wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia OP (OPL) RP odbiega zdecydowanie od zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w systemach państw NATO. Z kolei 28% badanych nie ma jasno sprecyzowanych poglądów na ten temat, a jedynie 20% twierdzi, że zakres wspomagania procesów decyzyjnych naszych systemów nie odbiega o systemów zachodnich. Wyniki badań w formie graficznej przedstawione są w załączniku 5a. Eksperci którzy uważają, że zakres wspomagania procesów decyzyjnych zachodnich systemów przewyższa zakres wspomagania naszych systemów uzasadniają to następująco:

1. „Realizacja komend w systemach dowodzenia NATO jest bardziej automatyczna (zautomatyzowana)".
2. „Zasadą w NATO jest pracowanie w oparciu o jednolitą informację, działającą w jednym środowisku".
3. „Główna różnica polega na wykorzystywanej technice (informatycznej i łączności)".
4. „W naszych systemach zaniedbano prace w zakresie modelowania procesów decyzyjnych i dlatego zautomatyzowane systemy dowodzenia obejmują przede wszystkim przetwarzanie informacji, natomiast pozostałe są marginalne".
5. „Zakres wspomagania odbiega ponieważ brak standardów".
6. „Znaczenie ma to do jakiego państwa NATO będziemy się porównywać".

Stan prac i badań nad zautomatyzowanymi systemami dowodzenia obroną powietrzną (OPL)

Stan prac i badań nad automatyzacją wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej (przeciwlotniczej) WLOP, WOLP i MW jest trudny do jednoznacznego określenia. Z analizy materiałów źródłowych (rozdział 4.4.) dotyczących tej problematyki wynika, że w poszczególnych rodzajach wojsk stan prac i badań jest na zróżnicowanym poziomie. Przeprowadzone badania ankietowe zdają się potwierdzać ten stan rzeczy. Zdania ekspertów są podzielone i tak: 44% respondentów przyznaje, że stan prac i badań jest niezadowalający, raczej dobry twierdzi również 44% badanych, a tylko 12% uważa, że stan prac i badań nad automatyzacją wspomagania dowodzenia OP (OPL) jest dobry. Wyniki badań w formie graficznej znajdują się w załączniku 5b. Eksperci, którzy twierdzą, że stan prac i badań jest niezadowalający uzasadniają to w sposób następujący:

1. „Brak koordynacji między poszczególnymi rodzajami wojsk (MW-sobie WLOP - sobie, WOPL -sobie) oraz docelowej wizji i konsekwencji w działaniu".
2. „Nie wszystkie prace prowadzone na temat automatyzacji dowodzenia znajdują odbicie w projektach wdrożeniowych".
3. „Brak wspólnej i jednomyślnej koncepcji budowy takiego systemu., brak wyraźnego centrum koordynującego chociażby wymianę informacji pomiędzy ZtSD różnych RSZ i RW".
4. „Ze względu na brak spójności branżowej (inne RW i RSZ) oraz w układzie samej triady OP".
5. „W wielu przypadkach brak opisu algorytmu działania osób funkcyjnych (podział kompetencji) i koncepcji automatyzacji. Automatyzacja - wspomaganie dowodzenia to nie tylko dostarczanie danych (baza), ale ich selekcja i obróbka".
6. Nie ma jednolitej koncepcji - merytorycznej i technicznej.

Kolejnym problemem dotyczącym stanu prac i badań nad ZtSD jest to czy kierunek prac i badań jest zgodny z tendencjami światowymi. W rozdziale 4.4. zostały zaprezentowane kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP (OPL). Wyniki badań tego problemu są przedstawione w formie graficznej w

załączniku 8a. Spośród badanych 60% wyraziło opinię, że kierunek prac i badań nad ZtSD jest zgodny z tendencjami światowymi, 32% nie miała jasno sprecyzowanego poglądu co do kierunku prac i badań, a tylko 8% badanych twierdzi, że kierunek prac i badań nie jest zgodny z tendencjami światowymi, argumentując następującymi stwierdzeniami:

1. „W USA analiza rynkowa mająca doprowadzić do ZTT trwa 2-3 lata, a u nas terminy są 3-4 miesiące. Ponadto teoria nie jest przekładana na praktykę".
2. „Ogromne zaniedbania szczególnie w systemach eksperckich i symulacyjnych, do tworzenia których niezbędne są solidne badania naukowe z teorii dowodzenia i sztuki operacyjnej".
3. „Taka jest potrzeba i możliwości dostępu do rozwiązań światowych (patrz zachodnich)".
4. „Ocena ta dotyczy raczej chęci, nie ma nic wspólnego z realiami wykonawczymi (jakość) oraz ekonomicznymi (długi termin wykonania, wdraża się systemy moralnie zużyte)".

Bardzo ważnym problemem właściwego stanu prac i badań na ZtSD OP (OPL) jest współpraca między konstruktorami (naukowcami), producentami i użytkownikami. Obserwując spotkania wszystkich zainteresowanych na sympozjach i konferencjach poświęconych automatyzacji dowodzenia można odnieść wrażenie, że ta współpraca układa się dobrze. Przeprowadzone badania wykazały jednak, że tak nie jest. Większość respondentów (56%) jest zadania, że współpraca miedzy konstruktorami (naukowcami), a producentami i użytkownikami w zakresie rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP (OPL) nie jest wystarczająca. Natomiast 44% wyraża opinię, że współpraca ta jest „raczej wystarczająca". Nikt nie dał odpowiedzi twierdzącej, że współpraca jest wystarczająca. Wyniki przedstawiono w formie graficznej w załączniku 6b. Uzasadniając swoje opinie na ten temat eksperci twierdzili, że:

1. „Użytkownicy powinni posiadać wyspecjalizowane organy (kompetentne) do współpracy z pozostałymi instytucjami - w obecnej chwili nie posiadają".
2. „Nie ma takiej współpracy".
3. „Nie ma współpracy głównie ze względów partykularnych oraz braku jednomyślności w zakresie celu działania systemu OP i jednoznacznej koncepcji".

4. „Konstruktor winien znać potrzeby użytkownika, winien przedstawić dodatkowe możliwości (sprzętowe, oprogramowania), których użytkownik nie wykorzystywał, ponieważ nie zdawał sobie sprawy iż jest to możliwe do uzyskania".
5. „Organizuje się konferencje „Automatyzacja dowodzenia", gdzie następuje wymiana poglądów. Brak kompetencji decydentów i finansistów".
6. „Praktycznie współpraca żadna nie istnieje, każdy wykonawca robi jak potrafi i tylko dla siebie".
7. „Czy nie powinno się wypracować mechanizmu powodującego zainteresowanie wszystkich stron w budowie systemu OP".
8. „Brak silnego ośrodka koordynującego i wymuszającego standaryzację. W ostatnich latach widać działania integrujące to środowisko (jest już kilka konferencji branżowych, gdzie się o tym mówi)".
9. „Brak jednego silnego ośrodka koordynacyjnego i wyłącznie kompetentnego w zakresie standaryzacji systemowej (wspólnej dla różnych ZtSD). Departament Rozwoju i Wdrożeń MON nie jest w stanie zapewnić tej koordynacji".
10. „Użytkownikowi brak koncepcji organizacji systemu. Zbyt pobieżne traktowanie takich dokumentów jak ZTT".
11. „Brak w WLOP komórek odpowiedzialnych za koordynację i nadzorujących pełny cykl tworzenia i wdrażania ZtSD wynikających z inżynierii systemów kierowania. Współpraca kilkuosobowej komórki sztabowej z przemysłem i instytutami jest niewystarczająca. Potrzebny jest odpowiednik Centrum Elektronicznych Systemów Sił Powietrznych USA".
12. „Brak ścisłego kontaktu na etapie prac projektowych i tworzenia modelu. Z różną interpretacją wymagań często użytkownik styka się na etapie badań".
13. „Należy doskonalić przede wszystkim funkcjonowanie ogniwa „użytkownik" (rodzaj wojsk, Sztab Generalny, Departament Rozwoju i Wdrożeń)".
14. „Nie ma standardów opracowania ZTT przez użytkownika (na wzór ZTT dla samolotów)".

Analizując uzyskane wyniki badań ankietowych wśród ekspertów, wyłania się kolejny problem dotyczący stanu prac i badań nad zautomatyzowanymi systemami dowodzenia OP (OPL), a dotyczy on tego kto powinien koordynować działania

wszystkich zainteresowanych rozwojem zautomatyzowanych systemów dowodzenia na szczeblu centralnym. Otrzymane wyniki badań dowodzą, że koordynatorem powinno być MON (60%), z kolei 20% jest za powołaniem „określonego gremium" przy współpracy z instytucjami badawczo - rozwojowymi, natomiast 8% badanych uważa, że to RSZ i RW powinny prowadzić taką koordynację, a 12% badanych miało inne propozycje. Nikt z badanych nie dał propozycji, aby koordynatorem były instytuty badawczo - rozwojowe. Wyniki przedstawiono są w formie graficznej w załączniku 11b.

W uzasadnieniu opinii, że MON powinno być koordynatorem działań eksperci podawali następujące argumenty:

1. „Z uwagi na konieczność współpracy z systemami NATO oraz zachowanie płynności finansowej w poszczególnych latach budowy systemu".
2. „MON ze względów na unifikację systemów, mając jako doradcę CI oraz PIT".
3. „Oczywiście MON, ale o zupełnie innym aparacie wykonawczym w dziedzinie prac B+R+W (inne : struktura, potencjał merytoryczny oraz regulacje prawne - szczególnie odpowiedzialność za finanse publiczne)".
4. „Oczywiście MON, bo odpowiada za strategię".
5. „MON - Departament Rozwoju i Wdrożeń, ale nie jako administrator, lecz silna merytorycznie komórka".

Podający inne propozycje uzasadniali swoje propozycje następującymi stwierdzeniami:

1. „Kompetentne jednostki sztabowe na szczeblu rodzajów wojsk zorientowane w stanie prac pozostałych i realizujące strategię MON (narodową lub NATO)".
2. „Powołane gremia przy współpracy z instytucjami badawczo-rozwojowymi".
3. „Międzyresortowy ośrodek koordynacyjny (np. na szczeblu Rady Ministrów lub Rady Bezpieczeństwa Narodowego) lub tym podobny".
4. „Dowódca Sił Powietrznych (w obecnych rozwiązaniach strukturalnych) lub Inspektor Sił Powietrznych w MON".

Tendencje rozwojowe zautomatyzowanych systemach dowodzenia obroną powietrzną (OPL)

Ukierunkowanie rozwoju automatyzacji systemów dowodzenia obrona powietrzną (OPL) w najbliższych latach skierowane będzie na wspomaganie dowódców w realizacji procesów dowodzenia co bardzo często jest przedmiotem krytyki obecnie eksploatowanych systemów, a równocześnie podkreślane jako zaleta systemów na wyższym poziomie technologii. Problem ten był przedmiotem badań ankietowych, gdzie eksperci zdecydowanie podzielają taki pogląd (60%), 32% twierdzi, że może być taki kierunek rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia, a tylko 8% przewiduje inne kierunki ich rozwoju. Wyniki w formie graficznej przedstawione są w załączniku 8b.

Eksperci, którzy przewidują rozwój ZtSD w kierunku wspomagania dowódców w realizacji procesów decyzyjnych przytaczają następujące argumenty:

1. „Takie są założenia systemu DUNAJ".
2. „Obecny rozwój systemów ekspertowych daje taką nadzieję".
3. „Informacyjne zabezpieczenie procesów dowodzenia przy obecnym oprogramowaniu i wyposażeniu sprzętowym sieci komputerowych nie jest żadnym problemem".

Przeciwnicy i niezdecydowani co do kierunku rozwoju ZtSD twierdzą, że:

1. „Nie można na zautomatyzowane systemy dowodzenia patrzeć wyłącznie przez pryzmat procesów decyzyjnych, należy widzieć rozwój innych bardzo ważnych (np. automatyzacją zbioru danych o przeciwniku i wojskach własnych, formy zobrazowania informacji itp.)".
2. „Trudno powiedzieć jakie będą w przyszłości wirtualne systemy dowodzenia. Ze względu na ograniczone środki finansowe nie będzie możliwości podjęcia tematów integracyjnych, a jeżeli już to zadziała brak koordynacji".
3. „Rozwój będzie ukierunkowany na dostarczania jednolitej informacji na każde SD i dla indywidualnego odbioru niezależnie od miejsca znajdowania się. Problem ochrony przed dostępem osób niepowołanych będzie rozwiązany".

Trudno sobie wyobrazić rozwój automatyzacji dowodzenia bez doskonalenia techniki zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej na stanowiskach (punktach)

dowodzenia OP (OPL). Prawie jednomyślnie (92%) ekspertów stwierdza, że przyszłość w technice zobrazowania będzie ukierunkowana na rozwój techniki multimedialnej, tylko 8% widzi inny kierunek rozwój techniki zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej. Wyniki badań tego problemu zostały przedstawione w formie graficznej w załączniku 9a. Argumenty przemawiające za rozwojem multimediów to między innymi:

1. „Technika ta wydaje się być bardzo efektywną, gdyż pozwala w szerokim stopniu wykorzystać możliwości sensomotoryczne człowieka (operatora zautomatyzowanego stanowiska pracy)".
2. „Multimedia - jest to jednak zależne od szczebla i funkcji stanowiska".
3. „Multimedia- szkolenie na symulatorach sytuacji (rzeczywistość multimedialna) szeroka gama wykorzystania środków rozpoznania".
4. „Cyfrowe systemy multimedialne, zanurzone w środowisku teleinformatyki i militarnej rzeczywistości wirtualnej".
5. „Multimedia - finał to obraz trójwymiarowy (3D)".
6. „Jest to najszersze spektrum informowania (w tym selektywnego) oraz umożliwia to istniejąca technika".

Inne propozycje respondentów to:

1. „Tendencją światową jest filozofia LAN i WAN bazująca na szerokopasmowych traktach FDDI i ATM".
2. „Zobrazowanie rastrowe na monitorach".
3. „Wielkoformatowe zobrazowanie".

Przewidując wzrost stopnia automatyzacji środków ogniowych (zestawów rakietowych, samolotów, rakiet samonaprowadzających itp.) należy liczyć się z tym, że wpływać będzie na system automatyzacji dowodzenia (kierowania) tymi środkami. Tą opinię podziela 64%respondentów, 20% nie jest zdecydowanie pewna o takim wpływie, a tylko 16% sądzi, że takiego wpływu nie będzie. Wyniki badań tego problemu przedstawiono w formie graficznej w załączniku 10a.

Argumenty przemawiające za takim wpływem to:

1. „Tak, ale jest w tym zagrożenie dla utraty motywacji doskonalenia „rzemiosła" przez ludzi".

2. „Dla człowieka tak, bo zostanie on wyłączony (ograniczony) z procesów decyzyjnych, skomplikują się jednak procedury i programy komputerowe".
3. „Warunkiem jest posiadanie jednolitych łącz transmisyjnych i eliminacji części używanych obecnie urządzeń".
4. „Wykładniczo rosną wymagania podsystemu monitorowania sytuacji oraz podsystemu wymiany danych (dokładność, niezawodność i czas)".

Przeciwnicy tej opnii twierdzą, że:

1. „Trudno zauważyć tego rodzaju korelację, mogą raczej występować zjawiska przeciwne, które spowodują skomplikowanie (np. wymagania na szybko-zbieżne algorytmy optymalizacji)".
2. „Wydaje się, że należy dążyć do uproszczenia dowodzenia środkami ogniowymi OP, a nie do uproszczenia automatyzacji dowodzenia tymi środkami".
3. „Są to dwie różne funkcje (wypracowanie decyzji oraz jej realizacja)".
4. „Chyba nie można mówić o uproszczeniu, ale wpłynie to na proces integracji funkcji systemu dowodzenia".

Mimo wielu zastrzeżeń wyniki badań ankietowych dają podstawę do stwierdzenia, że wzrost stopnia automatyzacji środków ogniowych (zestawów rakietowych, samolotów, rakiet samonaprowadzających itp.) wpłynie na „uproszczenie" automatyzacji dowodzenia (kierowania) tymi środkami.

Jednym z ważnych problemów dotyczących tendencji rozwojowych zautomatyzowanych systemów dowodzenia jest wyposażenie tych systemów w symulacyjne prognozowanie rozwoju sytuacji bojowej (naziemnej i powietrznej) implikowanej zadanym wariantem decyzji. Również w tym przypadku eksperci w zdecydowanej większości (84%) uważają, że nowoczesne (przyszłościowe) zautomatyzowane systemy dowodzenia powinny być wyposażone w podane wyżej możliwości. Jedynie 12% respondentów nie jest do końca przekonana do takie potrzeby, a tylko 4% jest przeciwnego zdania. Wyniki badań tego problemu w formie graficznej przedstawiono w załączniku 10b.

W uzasadnieniu wypowiedzi eksperci przytaczali następujące argumenty:

1. „Rozwiązania takie umożliwiają intensyfikację szkolenia przy relatywnie niewysokich nakładach finansowych (zasada racjonalnego gospodarowania)".

2. „Dają możliwość wyboru wariantu oraz globalnej optymalizacji".
3. „Podstawą są: system rozpoznania (odporny na przeciwdziałanie), sprawny system telekomunikacyjny (łączność) oraz algorytm optymalizacji użycia środków ogniowych, oraz rozszerzone o możliwości weryfikacji przyjętego ugrupowania bojowego i oceny decyzji".
4. „Warunkiem jest wielka doskonałość modeli i programów symulacyjnych i ich adaptatywności do dynamiki zadań na polu walki".
5. „Powinny one mieć funkcję dydaktyczną odpowiadającą na pytania: dlaczego taki?, co by było gdyby?"
6. „Powinna podpowiadać dowódcy (pewne) możliwe rozwiązania (decyzje)".
7. „Jest to oczywiste (także dla celów szkoleniowych, treningowych)".
8. „To jest istota zmian jakościowych, tzn. większy stopień przetworzenia informacji (informacje decyzyjne)".

Analizując tendencje rozwojowe ZtSD OP (OPL) rodzi się pytanie, czy w perspektywie wstąpienia do NATO należy planować zakupy systemów zachodnich czy rozwijać własne kompatybilne z „zachodnimi"? Problem ten eksperci ocenili następująco: większość (60%) badanych uważa, że nie należy kupować zachodnich systemów lecz rozwijać własne kompatybilne z zachodnimi. 28% badanych jest za zakupami przy jednoczesnym rozwoju i doskonaleniu własnych systemów, a 12% opowiada się za zakupami. Wśród badanych nie było zdecydowanych zwolenników zakupu systemów zachodnich. Wyniki badań przedstawiono w formie graficznej w załączniku 11a.

Zwolennicy rozwijania własnych systemów kompatybilnych z zachodnimi argumentują swoje opinie następująco:

1. „Przede wszystkim rozwijać własne systemy i kupować takie elementy, które w danym horyzoncie czasu przekraczają nasze możliwości technologiczne, ekonomiczne".
2. „Wszystkie znaczące gospodarczo kraje członkowie NATO posiadają narodowe systemy dowodzenia i je rozwijają".
3. „Własny rynek pracy i promocja rodzimej myśli technicznej. Jest to korzystne ekonomicznie i uniezależnia od innych państw".

4. „System kupowany nigdy nie będzie idealnie pasował do istniejącej organizacji wojsk. Konieczne jest budowanie systemów dedykowanych".
5. „Mamy duży potencjał naukowy, badawczy i realizacyjny w przemyśle".
6. „Systemy nie należą do klasy wyrobów, które można zakupić z tzw. „półki"".
7. „Kupować standardowe elementy (moduły). Konstruować i produkować „całość" w kraju".

Opinie zwolenników zakupu są następujące:

1. „Najpierw zakup w celu likwidacji luki technologicznej zwłaszcza w zakresie sprzętowo-programowym, ale bezwzględnie należy kontynuować prace dotyczące oprogramowania użytkowego".
2. „Istnieje poważna luka technologiczna mimo znacznego postępu w ostatnich latach. Zasadnicze potrzeby to: środki rozpoznania i ognia (zautomatyzowane)".
3. „Zbyt wielkie jest zacofanie technologiczne przemysłu krajowego, aby jego produkty mogły być kompatybilne z osiągnięciami NATO".
4. „W zależności od rozwoju wydarzeń politycznych może to być rozwój własnych systemów kompatybilnych z NATO, lub zakup i rozwój własnych".

7.5. Wnioski z badań ankietowych

Wśród ankietowanych (ekspertów) wystąpiła dominacja wieku w przedziale 41-50 lat oraz staż pracy na zajmowanym stanowisku do 15 lat, co ma istotne znaczenie z racji ukształtowanych, wyważonych i popartych dużym doświadczeniem poglądów (opinii) na poruszone w rozprawie problemy. Świadczy to również o właściwym doborze próby badanej populacji specjalistów zajmujących się automatyzacją dowodzenia. Zdecydowana większość ekspertów jest absolwentami Wojskowej Akademii Technicznej (73%), wyższe uczelnie cywilne ukończyło 19% ankietowanych. Posiadane tytuły, stopnie naukowe i tytuły zawodowe świadczą o wysokich kwalifikacjach respondentów, których z całą pewnością można uznać za ekspertów w dziedzinie automatyzacji dowodzenia. Najwięcej tj. 60% respondentów posiadała stopień naukowy dr inż.

Pytania pierwszej części ankiety dotyczyły weryfikacji przyjętej w pracy hipotezy roboczej. Analiza wyników pozwala na stwierdzenie, że przyjęta w pracy hipoteza została zweryfikowana pozytywnie. Zdecydowana większość badanych zgadza się z opinią, że zakres wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia w wojskach OP (OPL) jest niewystarczający. Eksperci zgadzają są również ze stwierdzeniem, że wspomaganie procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia w wojskach OP (OPL) ma istotny wpływ na ich efektywność.

Warunkiem sprawnego i efektywnego dowodzenia wojskami OP (OPL) zdaniem ekspertów jest wyposażenie podsystemów dowodzenia w zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania środkami walki, które będą wysoce efektywne, odporne na zakłócenia oraz wyposażone w modele i algorytmy optymalizacji procesów dowodzenia.

Analizując aktualny stan i najbliższe perspektywy rozwoju ZtSD w wojskach OP i OPL, oraz opierając się na wynikach przeprowadzonych badań można z dużą dozą prawdopodobieństwa przypuszczać, że wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia : DUNAJ, ZENIT, ORZYC, ŁEBA, BODZISZEK, GROSZEK i innych opartych o nowoczesną technologię wyraźnie wpłynie na zwiększenie efektywności systemów dowodzenia wojskami OP (OPL).

Na podstawie analizy rozwoju systemów dowodzenia państw zachodnich jak i biorąc pod uwagą wyniki badań ankietowych można powiedzieć, że integracja funkcji dowodzenia w perspektywicznych systemach wspomagania dowodzenia w systemach obrony powietrznej (OPL) jest właściwą tendencją rozwojową tych systemów.

Celem przeprowadzonych badań ankietowych było również rozwiązanie wybranych problemów badawczych takich jak:

1. Określenie wpływu automatyzacji dowodzenia na efektywność systemów dowodzenia obroną powietrzną;
2. Określenie aktualnego stanu automatyzacji systemów dowodzenia OP (OPL).

3. Porównanie zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach obrony powietrznej RP z wybranymi tego typu systemami państw NATO;
4. Określenie stanu prac i badań nad automatyzacją wspomagania procesów decyzyjnych w systemach obrony powietrznej WLOP, WOPL wojsk lądowych i Marynarki Wojennej;
5. Określenie tendencji rozwojowych zautomatyzowanych systemów dowodzenia obroną powietrzną;

Analiza wyników przeprowadzonych badań ankietowych wśród ekspertów wyżej wymienionych problemów badawczych pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Wpływ automatyzacji na efektywność systemu dowodzenia OP (OLP) został szczegółowo omówiony w rozdziale 3.2, a wyniki badań ankietowych (załącznik 3a) potwierdzają, że automatyzacja dowodzenia wojskami OP (OPL) wpływa istotnie na efektywność systemu dowodzenia tymi wojskami.

2. Aktualne wyposażenie wojsk OP (OPL) w zautomatyzowane systemy dowodzenia pozwala jedynie w sposób ograniczony na efektywne i sprawne dowodzenie tymi wojskami. Taką opinię wyraziła zdecydowana większość badanych. Badania potwierdziły również, że integracja systemów dowodzenia aktualnie eksploatowanych w różnych rodzajów wojsk jest możliwa. Dyskusyjny jest jedynie problem kosztu takiej operacji oraz sensu integracji tak różnych pod względem technologii systemów. Tam gdzie takie próby są czynione uzyskuje się przede wszystkim możliwości pozyskiwania informacji o sytuacji powietrznej, natomiast o pełnej integracji nie ma mowy.

3. Biorąc pod uwagę wyniki badań wstępnych i ankietowych można stwierdzić, że porównanie zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia OP (OPL) SZ RP z wybranymi tego typu systemami państw NATO wypada na niekorzyść naszych systemów. Dostrzegając niższy poziom technologii eksperci podkreślają, że systemy nasze umożliwiają przede wszystkim mo-

nitorowanie sytuacji, natomiast nie są skierowane na wspomaganie dowódców w procesie podejmowania decyzji.

4. Obecny stan prac i badań nad automatyzacją dowodzenia obroną powietrzną (OPL) w opinii ekspertów jest trudny do jednoznacznego określenia, a efekty tych prac nie są narazie zbyt widoczne. Do głównych przyczyn takiego stanu rzeczy eksperci zaliczają:
   - brak spójnej, jednolitej, konsekwentnej koncepcji automatyzacji wspomagania procesów decyzyjnych;
   - brak koordynacji i wymiany doświadczeń oraz docelowej wizji automatyzacji dowodzenia wojskami OP (OPL).

   Na taki stan prac i badań ma również wpływ współpraca między stronami zainteresowanymi automatyzacją dowodzenia. Wniosek ogólny z przeprowadzonych badań jest taki, że niewystarczająca jest współpraca między konstruktorami (naukowcami), producentami i użytkownikami. Nie zmienią tej sytuacji żadne zabiegi biurokratyczne. Poprawić ten stan może uruchomienie mechanizmów (przede wszystkim ekonomicznych), które spowodują zainteresowanie problematyką automatyzacji dowodzenia wszystkich odpowiedzialnych, włączając w ten proces również najwyższe czynniki rządowe RP. Cały ten proces powinien być przez „kogoś" koordynowany. Z przeprowadzonych badań wynika, że koordynatorem i odpowiedzialnym za rozwój zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP (OPL) powinno być Ministerstwo Obrony Narodowej. Jest to opinia większości ekspertów, ale były również inne propozycje takie jak:
   - Międzyresortowy Ośrodek Koordynacyjny na szczeblu Rady Ministrów lub Rady Bezpieczeństwa Narodowego;
   - Dowódca WLOP (Sił Powietrznych);
   - „gremia" reprezentujące zainteresowane strony przy współpracy z instytucjami badawczo-rozwojowymi.
5. Badania wykazały również, że rozwój zautomatyzowanych systemów dowodzenia będzie ukierunkowany w najbliższych latach głównie na wspomaganie dowódców w realizacji procesów decyzyjnych co potwierdza ponad połowa ankietowanych, część respondentów uważa, że taki kierunek rozwoju automatyzacji dowodzenia jest

możliwy. Wyniki badań wskazują również na to, że przyszłość rozwoju techniki zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej należy do multimediów. Uzyskane wyniki badań pozwalają na stwierdzenie, że nowoczesne zautomatyzowane systemy dowodzenia powinny posiadać możliwości symulacyjnego prognozowania rozwoju sytuacji bojowej (naziemnej i powietrznej) implikowanej zadanym wariantem decyzji. Taką opinię podziela przeważająca większość ankietowanych. Mimo krytycznej oceny aktualnego stanu prac i badań nad zautomatyzowanymi systemami dowodzenia z opinii ekspertów wynika, że kierunek tych prac i badań jest zgodny z tendencjami światowymi. Włączenie naszych Sił Zbrojnych do struktur NATO powinno spowodować rozwój, a w konsekwencji zmianę jakościową automatyzacji dowodzenia wojskami OP (OPL). W obliczu takiej perspektywy wśród ekspertów przeważa opinia, aby rozwijać i doskonalić własne systemy dowodzenia OP (OPL), które będą kompatybilne z systemami NATO. Nie brakuje również opinii odmiennych chociażby takich, aby w celu likwidacji luki technologicznej dokonać zakupów systemów zachodnich, ale nie rezygnować z kontynuacji prac obejmujących oprogramowania użytkowego.

Wnioski i zakończenie

Doktryna obronna RP zakłada harmonijne kształtowanie wszystkich rodzajów sił zbrojnych i rodzajów wojsk z zachowaniem priorytetu dla sił przewidzianych do wykonania zadań obrony powietrznej, przeciwlotniczej, przeciwpancernej i przeciwdesantowej. Podkreślono w niej, że siły zbrojne organizują się zgodnie z zasadą niezbędnej wystarczalności obronnej.

W świetle doktryny doskonalenie systemu OP powinno zmierzać w kierunkach: modernizacji i rozwoju środków rozpoznania radiolokacyjnego, modernizacji i sukcesywnej wymianie (na bardziej efektywne) środków rakietowych (rakietowo-artyleryjskich), automatyzacji podsystemu dowodzenia, symulacji komputerowej procesów walki sił i środków OP z ŚNP, poszukiwaniu jakościowo nowych form i zasad użycia oddziałów (pododdziałów) OP (przeciwlotniczych) w działaniach obronnych (zwłaszcza w obronie manewrowej), opracowanie na podstawie wspólnych ćwiczeń (treningów) jednolitych zasad współdziałania wojsk OPL z lotnictwem, ZT (oddziałami) rakiet WLOP oraz pododdziałami zakłóceń, wykrywania i zwalczania celów powietrznych na bardzo małych i małych wysokościach oraz w warunkach bardzo silnych zakłóceń radioelektronicznych, zwiększania żywotności sił i środków OP (OPL) na polu walki.

Nowoczesny podsystem dowodzenia wojskami funkcjonującymi w systemie OP, w celu wypełnienia stojących przed nim zadań i skutecznego przeciwstawienia się sile przeciwnika, musi bazować na najnowszych osiągnięciach nauki i techniki, powinien być poddany ustawicznej i wszechstronnej modernizacji we wszystkich swoich działach funkcjonalnych.

Podstawą efektywnego podsystemu dowodzenia wojskami OP, OPL wojsk lądowych i OPL MW jest zintegrowany system łączności, w ramach którego funkcjonują środki łączności telefonicznej, telegraficznej, radiowej, systemy transmisji danych oraz

systemy łączności satelitarnej itp. Obecnie jak nigdy dotąd, skuteczność dowodzenia jest zależna od efektywności systemów łączności.

Analiza i przeprowadzone badania aktualnego stanu automatyzacji dowodzenia wojskami OP upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. Brak jednoznacznej koncepcji rozwoju sił zbrojnych RP.
2. Na stan automatyzacji (jej koncepcję i pełne wdrożenie) ma niewątpliwie wpływ niejasna koncepcja OP RP.
3. Środki dowodzenia (automatyzacja) wymagają dużych nakładów finansowych i wysoko kwalifikowanej kadry informatyków, łączności, operatorów itd.
4. Wspomaganie dowódców w procesie dowodzenia jest niewystarczające i nie pozwala w pełni na efektywne wykorzystanie sił i środków obrony powietrznej (przeciwlotniczej).
5. Wpływ automatyzacji dowodzenia na efektywność systemów dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) jest niepodważalny i istotny.
6. Zakres wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach OP (OPL) SZ RP jest niewielki w porównaniu do zautomatyzowanych systemów państw NATO.
7. Brak jest jednoznacznie zdefiniowanych zasad, metod i środków wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia obroną powietrzną.
8. Należy stwierdzić, że podstawową tendencją rozwojową zautomatyzowanych systemów dowodzenia jest integracja funkcji dowodzenia w tych systemach (zgodnie z ideą C3I2/WE).
9. W zautomatyzowanych systemach dowodzenia OP (OPL) brak jest algorytmów i modeli optymalizacji procesów kierowania aktywnymi środkami walki, a automatyzacja w większości systemów kończy się na opracowaniu i zobrazowaniu sytuacji powietrznej i lądowej.
10. Brak modeli i algorytmów decyzyjnych.
11. Brak specjalizowanych systemów ekspertowych wspomagających pracę dowódców i sztabów (OP).

12. Zautomatyzowane systemy dowodzenia powinny być zintegrowane z aktywnymi środkami walki (po uprzednim zdefiniowaniu środków walki, koncepcji ich wykorzystania i na to dopiero „nałożyć" automatyzację).
13. W kwestii automatyzacji dowodzenia obserwuje się swoisty „stan nieustalony" wynikający przede wszystkim z:
    - braku koncepcji rozwoju sił zbrojnych RP;
    - niejasnej koncepcji funkcjonowania OP RP;
    - braku nakładów finansowych i wysoko kwalifikowanej kadry.
14. Dzisiejsze możliwości technologiczne, projektowe i inne nie są już barierą w rozwoju automatyzacji. Wiadomym jest jak i co należy zrobić. Wystarczy decyzja oraz określenie następujących parametrów:
    - jakie siły zbrojne RP;
    - jaka OP RP;
    - jakie aktywne środki walki;
    - środki finansowe na realizację.

Przeprowadzane badania empiryczne pozwoliły na wysnucie wniosków, które zostały oparte na opinii ekspertów (w istocie rzeczy są to przemyślenia ekspertów):

1. Wspomaganie procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia ma istotny wpływ na efektywność systemów dowodzenia.
2. Integracja funkcjonujących aktualnie systemów dowodzenia w różnych rodzajach wojsk (WLOP, OPL WL, OPL MW) jest możliwa, ale z pewnymi ograniczeniami, chociaż sens jej wprowadzenia stoi pod znakiem zapytania głównie w aspekcie koszt - efekt.
3. Efektywne i sprawne dowodzenie obroną powietrzną jest możliwe pod warunkiem wprowadzenia na wyposażenie organów dowodzenia wysoce efektywnych, odpornych na zakłócenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki wyposażonych w modele i algorytmy optymalizacji procesów dowodzenia.
4. Wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia: DUNAJ, ZENIT, ŁEBA, BODZISZEK, GROSZEK i innych także z importu opartych o nowoczesną

technologię wpłynie na wyraźne zwiększenie efektywności systemów dowodzenia obrona powietrzną (przeciwlotniczą).

5. Rozwój automatyzacji dowodzenia obrona powietrzną (przeciwlotniczą) ukierunkowany będzie w najbliższych latach na wspomaganie dowódców w realizacji procesów decyzyjnych.
6. Kierunek badań prowadzonych w SZ RP nad zautomatyzowanymi systemami dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą) jest zgodny z tendencjami światowymi (koncepcją systemów C3I2/WE).
7. Brak jest ścisłej współpracy miedzy konstruktorami (naukowcami), producentami i użytkownikami w zakresie rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia obrona powietrzną (przeciwlotniczą).
8. Zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej na stanowiskach dowodzenia powinno rozwijać się w kierunku technik „multimedialnych".
9. Podstawowe prognostyczne wymagania taktyczno - operacyjne zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP (OPL), związane są z nowoczesnymi (przyszłościowymi) zautomatyzowanymi systemami dowodzenia obroną powietrzną (przeciwlotniczą), które powinny posiadać możliwości symulacyjnego prognozowania rozwoju sytuacji bojowej (naziemnej i powietrznej) implikowanej zadanym wariantem decyzji.
10. W perspektywie wstąpienia do NATO należy rozwijać własne systemy kompatybilne z zachodnimi, a importować należy jedynie standardowe elementy (moduły) w celu uzupełnienia luki technologicznej.
11. Kierowanie oraz koordynowanie wszelkimi działaniami zmierzającymi do rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia obrona powietrzną (przeciwlotniczą) powinno odbywać się na najwyższych szczeblach kierowania (MON, Szt. Gen. WP).

Dotychczas istniejące i aktualnie opracowywane rozwiązania jedynie w niewielkim stopniu uwzględniają potrzeby wymiany informacji oraz współdziałania obiektów i systemów zautomatyzowanych. Bez wątpienia istotny wpływ na tą sytuację miał aktualny stan wiedzy użytkowników i projektantów systemów (odnośnie możliwości automatyzacji poszczególnych procesów dowodzenia) oraz aktualny stan dostępnej bazy elementowej, a także dostępnych środków łączności i transmisji danych.

Wyraźnie występujący w praktyce problem integracji zautomatyzowanych systemów dowodzenia dotyczy dwóch zasadniczych zagadnień:

1. Sprzęgnięcia istniejących systemów zautomatyzowanych w celu zapewnienia ich współpracy.
2. Wypracowania jednolitych zasad projektowania systemów oraz opracowania jednorodnych urządzeń do ich realizacji.

Pierwsze zagadnienie jest szczególnym przypadkiem problemu integracji różnorodnych sieci komputerowych, działających według odmiennych zasad i wykorzystujących różne protokoły komunikacyjne i standardy transmisji. Drugie zagadnienie dotyczy budowy sieci telekomunikacyjnych ze zintegrowanymi usługami.

Rozwój systemów walki radioelektronicznej powoduje konieczność zabezpieczenia systemów dowodzenia, systemów łączności i systemów informatycznych przed działaniem środków walki radioelektronicznej przeciwnika. Ranga tego problemu ciągle rośnie.

Wyjątkowe miejsce w niniejszej rozprawie zajmuje informatyka. Wynika to z przekonania, że rozpatrywanie współczesnych systemów dowodzenia bez uwzględnienia metod i środków informatyki jest błędne. Jednakże, mówienie o informatyce jako jedynym źródle rozwoju systemów dowodzenia jest raczej złudne, gdy abstrahuje się od stanu wiedzy o organizacjach, kierowaniu oraz od konkretnych modeli systemów dowodzenia. Rozpatrywanie systemu OP (OPL) w aspekcie jego analizy, oceny i syntezy jest niepełne, jeżeli zostanie oderwane od stanu dotychczasowego, uzyskanego w określonych warunkach techniczno - ekonomiczno - społecznych. Koncepcja współczesnych podsystemów dowodzenia OP (OPL) w systemie obronnym RP, jego modele, muszą zawierać jedność decydowania i informowania (całość określone dowodzeniem) oraz uwzględniać fakt, że istotą każdej formy kierowania jest podejmowanie decyzji rozumianej jako świadomy wybór celów, sposobów i środków działania w oparciu o informację określonej wartości. Stąd wielka rola do spełnienia i perspektywa rozwojowa przed systemami wspomagania decyzji, a szczególnie ich najwyższej klasy systemami ekspertowymi.

Należy sobie zdawać sprawę, że rozwój wspomagania dowodzenia w systemie OP (OPL) zależy w decydującej mierze od technik informatycznych, poziomu

technicznego zautomatyzowanych systemów dowodzenia, ale także od struktury organizacyjnej i funkcjonalnej.

Bazę techniczną współczesnej informatyki (dziś już dostępną polskim projektantom i konstruktorom) stanowią mikroprocesory i mikroprocesorowe układy segmentowe, pamięci o bezpośrednim dostępie, matryce logiczne, pamięci zewnętrzne, urządzenia wejścia-wyjścia oraz zespoły pomocnicze, umożliwiające integrowanie wymienionych elementów w funkcjonalne kompletne systemy komputerowe.

W rozwoju techniki środków informatyki zasadniczą rolę odgrywają układy scalone VLSI o bardzo dużej skali integracji. Układy te wytwarza się w dwóch zasadniczych technikach: unipolarnej i bipolarnej. Dla zastosowań wojskowych stosuje się w coraz szerszym zakresie bipolarne układy CMOS na podłożu szafirowym (CMOS-SOS), które charakteryzują się dodatkowo zwiększoną odpornością na promieniowanie. Przewiduje się wprowadzenie do szerokiego stosowania w komputerach wojskowych układów logicznych opartych o nowe zjawiska fizyczne-nadprzewodnictwo i efekty optoelektryczne. W zastosowaniach wojskowych przeważać będą procesory specjalizowane 64, 128 bitowe o wielkiej skali integracji. Warto także wspomnieć o stworzonej przez Japończyków koncepcji komputera piątej generacji. Podstawowymi cechami tego komputera są: dostęp do niego za pomocą naturalnej mowy ludzkiej oraz obrazów, zdolność uczenia się i kojarzenia, zdolność prowadzenia integracyjnego dialogu z człowiekiem w trybie pytanie-odpowiedź, dysponowanie tzw. bazą wiedzy. Rozwój pamięci zarówno o bezpośrednim dostępie (RAM) jak i pamięci zewnętrznych doprowadził do całkowitego wyeliminowania w zastosowaniach wojskowych pamięci rdzeniowych. W rozwoju urządzeń wejścia-wyjścia znaczenia nabierają urządzenia sprzężenia z różnorodnymi obiektami sensorowymi, wykonawczymi i kooperującymi. Eliminowane są z zastosowań wojskowych lampy kineskopowe na rzecz szeroko rozumianej techniki multimedialnej, z wykorzystaniem ekranów plazmowych i ciekło krystalicznych. W zobrazowaniu pola walki we wszystkich obszarach działań bojowych (lądowym, powietrznym, nawodnym, podwodnym, kosmicznym) wykorzystuje się w coraz większym stopniu technikę wirtualnej rzeczywistości (virtual reality). Nabierają wagi urządzenia wejścia-wyjścia do przekształcania informacji graficznej na cyfrową z nośników zewnętrznych (map) i odwrotnie. Należy spodziewać się również

pojawienia się urządzeń do zobrazowania przestrzennego opartego na efekcie holograficznym. W rozwiązaniach wojskowych widać coraz silniejszą tendencję do bezpośredniego, instrumentalnego sprzęgania systemów informatycznych z ich otoczeniem operacyjnym jakim jest pole walki. Integracja odbywa się za pomocą „inteligentnych" urządzeń, umożliwiających automatyczne zbieranie informacji u jej źródeł. Dotyczy to osobistych urządzeń nadawczo-odbiorczych, umożliwiających komunikację foniczną i tekstową, urządzeń do rozpoznania, śledzenia i lokacji obiektów oraz urządzeń wykonawczych automatyki napędowej, ogniowej itp. Nasilają się tendencje do integrowania terytorialnie rozrzuconych środków technicznych informatyki za pomocą sieci transmisji danych tworzonych w oparciu o: łącza specjalne typu radioliniowego i satelitarnego, rozsiewane łącza radiowe, łącza kablowe i światłowodowe. Podstawowym medium teledacyjnym stają się kanały światłowodowe, szczególnie atrakcyjne w zastosowaniach wojskowych z punktu widzenia ich niewrażliwości na zakłócenia elektromagnetyczne, warunki klimatyczne oraz odporność na środki rozpoznania radioelektronicznego.

Sformułowanie i rozwiązanie problemów analizy, oceny i syntezy podsystemu dowodzenia w systemie OP (OPL) wymaga sięgnięcia do arsenału metod matematycznych zarówno tych, które cieszą się już powszechnym uznaniem (analiza funkcjonalna, teoria optymalizacji, rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna) jak i tych które uznanie to zdobywają (teoria niezawodności jako dział probabilistyki, teoria zbiorów rozmytych, teoria katastrof), a także bardzo efektywnego narzędzia badawczego, jaki jest symulacja komputerowa.

Przez wszystkie rozdziały rozprawy przewijają się pojęcia efektywności podsystemu dowodzenia, które są przedmiotem zasadniczych rozważań w rozdziale 3. Efektywność rozumiana jest jako cecha systemowa. Pojęciu efektywności można nadać konkretny, ścisły sens i konkretną postać matematyczną, a także stanowiącą podstawę do wyjaśnienia podstawowych właściwości strukturalnych i funkcjonalnych podsystemu dowodzenia. Zaproponowane funkcje efektywności mogą posłużyć za podstawę modeli ocenowych podsystemu dowodzenia oraz systemu OP jako całości. Przedstawione fragmenty modeli matematycznych mogą stanowić punkt wyjścia do ścisłego badania takich charakterystyk podsystemu dowodzenia (systemu OP) jak:

potencjał bojowy, gotowość bojowa, stosunek sił, żywotność itp. Z problematyką oceny efektywności podsystemu dowodzenia związano zagadnienie oceny wartości (jakości i użyteczności) informacji oraz elementy metodologii wspomagania podejmowania decyzji w obecności wielu kryteriów. Chodzi o rozwiązywanie sytuacji decyzyjnych wraz z typową dla nich niedokładnością, niestałością, niepewnością i nieokreślonością danych, ocen i preferencji.

Obecny stan rozwoju automatyzacji podsystemu dowodzenia w systemie OP w zakresie urządzeń technicznych i oprogramowania oraz rozwiązań systemowych stwarza możliwości realizacji następujących funkcji (wymienionych według stopnia złożoności i trudności):

1. Automatyzacja podstawowych pracochłonnych procedur obliczeń planistycznych oraz przetwarzania danych ewidencyjno-sprawozdawczych zarówno na szczeblach taktycznych jak i operacyjnych (np. obróbka informacji radiolokacyjnej, ewidencja stanu sił i środków OP.
2. Automatyzacja obsługi informacyjnej podległych elementów systemu o stanie procesów ogniowych, logistycznych, o stanie sił i środków OP i szeroko rozumianego otoczenia.
3. Automatyzacja obsługi informacyjnej podległych elementów systemu w zakresie dystrybucji danych z baz danych.
4. Integracja przetwarzania danych umożliwiająca automatyczne generowanie pełnego zestawu dokumentów decyzyjno-planistycznych (w różnych przekrojach).
5. Zapewnienie większej skuteczności koordynacji decyzji w hierarchicznym wielopoziomowym podsystemie dowodzenia przez automatyzację przekazywania nakazów, rozkazów, poleceń i meldunków zwrotnych.
6. Zapewnienie większej skuteczności planowania przez zautomatyzowanie procesu generowania wielu wariantów planów, porównanie ich w celu wybrania planu optymalnego (racjonalnego).
7. Włączenie do systemu przetwarzania danych matematycznych modeli optymalizacyjnych.
8. Wykorzystanie w procesie dowodzenia prognoz (w tym kompleksowych) uzyskanych w wyniku realizacji komputerowych modeli symulacyjnych (w tym np. gier

wojennych), pozwalające na dowodzenie „wyprzedzające" („kształtowanie przyszłości").

9. Zapewnienie współpracy z systemami zautomatyzowanymi sąsiadów i współdziałających wojsk OP i OPL WL oraz MW.

Realizacja wymienionych funkcji przez zautomatyzowane systemy - DUNAJ, ZENIT, ŁEBA, ORZYC, GROSZEK i innych powinna doprowadzić do ogólnego wzrostu efektywności. Podstawowe korzyści powinny obejmować:

- zwiększenie operatywności dowodzenia;
- zwiększenie efektywności wykorzystania potencjału bojowego;
- zwiększenie zakresu kompetencyjnej i twórczej szefa (dowódcy) i oficerów sztabu;
- zwieszenie wartości informacji funkcjonującej w systemie.

Uogólniając podstawowe cechy wspomagania dowodzenia w systemie OP, jako zasadniczy jakościowy czynnik wzrostu szeroko rozumianej efektywności tego procesu proponuje się przyjąć charakter integracji rozwiązań w tym zakresie. Wyróżnić można przy tym następujące poziomy integracji:

- poziom integracji funkcjonalnej, polegającej na tym, że zadania realizowane przez poszczególne systemy przetwarzania danych wchodzą w skład pewnych zadań kompleksowych, stanowiących istotne elementy procesów dowodzenia;
- poziom integracji informacyjnej, polegającej na wzajemnym udostępnianiu lub wspólnym wykorzystywaniu baz danych;
- poziom integracji technicznej, polegającej na współpracy jednostek przetwarzania danych za pośrednictwem transmisji danych, stąd wynikają warunki dopasowania konfiguracji systemów liczących na poziomie sygnałów, kodów maszynowych i języków programowania;
- poziom integracji organizacyjnej, polegający na podporządkowaniu poszczególnych systemów przetwarzania danych jednemu centrum sterowania koordynującym ich współdziałanie.

Przyjmując w rozprawie dość rozległą perspektywę metodologiczną autor miał świadomość tego, jak wiele problemów zostanie, siłą rzeczy, tylko zasygnalizowanych oraz, że w wielu przypadkach będzie zmuszony do korzystania z prac już istniejących,

z pozoru odległych od poruszanych spraw. Będąc przekonany o ich wartości poznawczej i praktycznej uwzględnił je w rozprawie. Bez nich rozprawa byłaby uboższa.

Jeżeli udało się wnieść do problematyki wspomagania dowodzenia nowe i wartościowe elementy, to świadomość tego stanowi dostateczny powód do satysfakcji dla autora. Z nadzieją tą idzie w parze także przekonanie, że podjęta problematyka należy do grupy problemów, których rozwiązanie może posiadać znaczący wpływ na doskonalenie systemu OP RP.

Bibliografia

1. **Ciesielski B**: Obrona powietrzna w systemie obronnym RP, Myśl Wojskowa Nr 5 (580) Warszawa 1995 r.
2. **Denk H**: Naziemne środki i systemy obrony powietrznej NATO - WPZ 2(184) Warszawa 1989 r
3. **Gotowała J**: Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej w systemie obronnym RP - wywiad z Dowódcą WLOP - PWLOP Nr1,Poznań1993 r.
4. **Hooton T**: Zmodernizowany system NADGE jako baza przyszłościowego systemu ACCS - WPZ Nr 2 (188), Warszawa 1990 r.
5. **J. K**: Perspektywy rozwoju cyfrowych systemów dowodzenia i kierowania walką - WPZ Nr 4 (210), Warszaw 1995 r.
6. **Jura J**: Przygotowanie rozprawy doktorskiej - AON Warszawa 1994 r.
7. **Koliński K**: Dowodzenie w jednolitym systemie obrony powietrznej, PWLOP Nr 5 Warszawa 1991 r.
8. **Koliński K**: Dowodzenie w obronie powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej - PWLOP Nr7/8, Poznań 1993 r.
9. **Koncepcja systemu obrony powietrznej RP, perspektywy rozwoju, założenia strukturalne i organizacyjne 1995 - 2005**, Zespół pod kierunkiem H. Pietrzaka, Zespół Restrukturyzacyjny systemu OP, SG WP , Warszawa 1995 r.
10. **Koncepcja zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW**, Sztab MW, Gdynia 1993r.
11. **Koncepcja II i III etap budowy ZSyD MW RP pk. ŁEBA**, Szefostwo Łączności, Obserwacji i Informatyki MW, Gdynia 1993r.
12. **Kotarbiński T**: Traktat o dobrej robocie, Ossolineum, Wrocław 1975r.

13.**Kozubski J**: Badania operacyjne i ich zastosowanie w transporcie, UW Gdańsk 1980r.

14.**Leksykon wiedzy wojskowej,** MON, Warszawa 1978 r.

15.**Lechner H**: Systemy dowodzenia i systemy łączności Sił Lądowych Budeswehry lat dziewięćdziesiątych, WPZ Nr 4 (186), Warszawa 1989 r.

16.**Lutelmowski L**: Obrona powietrzna okręgu wojskowego, rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1996 r.

17.**Lutyńska K. Wejlond A**: Wywiad kwestionariuszowy, Ossolineum, Wrocław 1983r.

18.**Materiały III Konferencji Naukowej „Automatyzacja dowodzenia"**, Jelenia Góra, ITWL Warszawa 1995 r.

19.**Materiały IV Konferencji Naukowej „Automatyzacja dowodzenia"**, Jelenia Góra, ITWL Warszawa 1996 r.

20.**Materiały V Konferencji Naukowej „Automatyzacja dowodzenia"**, Jelenia Góra, ITWL Warszawa 1997r.

21.**Miodek S., Krzywosz Z**: Rozwój techniki bojowej przeciwlotniczych wojsk rakietowych - zarys i prognoza (cz.II), PWLOP Nr 4 Poznań 1996 r.

22.**Miodek S., Kuriata R**: Obrona powietrzna i naziemne środki rażenia, PWLOP Nr 1, Poznań 1993 r.

23.**Model obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej**, praca zbiorowa pod kier. T.Jauera, Szefostwo WOPL MON, Warszawa 1991 r.

24.**Nowak E**: Teoria procesów decyzyjnych w obronie powietrznej, AON Warszawa 1992r.

25.**Obiekt automatyzacji ADAM-4 - tymczasowa instrukcja pracy bojowej,** SZiDTW MON Warszawa 1992 r.

26.**P.D**: Koncepcje budowy zautomatyzowanego systemu dowodzenia, WPZ Nr 1 (211), Warszawa 1996r.

27.**Podstawy dowodzenia w systemie obrony powietrznej,** zespół pod kierunkiem, S.Antczaka AON, Warszawa 1993 r.

28. **Pokruszyński W**: Koncepcja systemu obrony powietrznej RP (1995 - 2000) AON, Warszawa 1991 r.

29. **Przebieg i wnioski z działań wojennych w Zatoce Perskiej**, Oddz. II sztabu WLOP, Warszawa 1991 r.

30. **Pytkowski W**: Organizacja badań i ocena prac naukowych, PWN Warszawa 1981r.

31. **Radzikowski W**: Komputerowe systemy wspomagania decyzji, PWE Warszawa 1990r.

32. **Radzikowski W**: Badania operacyjne w organizacji i zarządzaniu, Wydawnictwo UW Warszawa 1985r.

33. **Rugała R, Ślizewski Z**: Rozwiązanie problemu wymiany danych pomiędzy ZSyD MW a ZSyD SZ i innych rodzajów wojsk i służb - DMW, Gdynia 1994 r.

34. **Sienkiewicz P**: Teoria efektywności systemów, Ossolineum, Warszawa 1987r.

35. **Sienkiewicz P., Szczepaniak M., Więckowski W**: Dowodzenie z komputerem, Wyd. MON 1984r.

36. **Siły Powietrzne Fracji**, Oddz. II Sztabu WLOP, Warszawa 1992 r.

37. **Sprawozdanie komisji „KASZUBY" z badań kwalifikacyjnych obiektów DP-10, DP-20, DP-40 „DUNAJEC-P". tom I**, Orzeczenie komisji „KASZUBY", WITU Zielonka 1986 r.

38. **Stoner James A. F**: Kierowanie, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1992r.

39. **Stan i kierunki rozwoju informatyzacji w WLOP**, Materiał na posiedzenie I z-cy Szefa SG WP DWLOP, Warszawa 1995 r.

40. **System obrony powietrznej RP - organizacja, skład bojowy i założenia rozwojowe wojsk rakietowych i artylerii 1995 - 2005**, zespół pod kierunkiem T. Jauera ,SG WP, Warszawa 1995 r.

41. **System obrony powietrznej RP - organizacja, skład bojowy i założenia rozwojowe systemu dowodzenia i automatyzacji 1995 - 2005**, - zespół pod kierunkiem A. Sikorskiego, SG WP, Warszawa 1995 r.

42.**System obrony powietrznej RP - organizacja, skład bojowy i założenia rozwojowe Wojsk Radiotechnicznych, rozpoznania i WRe**, zespół pod kierunkiem B. Sędziaka, Zespół Restrukturyzacyjny systemu OP, SG WP , Warszawa 1995 r.

43.**System obrony powietrznej RP - organizacja, skład bojowy i założenia rozwojowe lotnictwa Sił Zbrojnych 1995 -2005**, zespół pod kierunkiem F. Macioły, Zespół Restrukturyzacyjny systemu OP, SG WP , Warszawa 1995 r.

44.**Ściborek Z**: Pole walki 2000, Zeszyty Naukowe Nr4(17) AON Warszawa 1994 r.

45.**Świątnicki Z**: Zastosowanie systemów eksperckich w dowodzeniu Siłami Powietrznymi - PWLOP Nr 3, Poznań 1996 r.

46.**Tendencje rozwojowe w dziedzinie automatyzacji dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki**, Zarząd III SG WP Warszawa 1995 r.

47.**Wierzbicki A**: Wojska obrony przeciwlotniczej. Miejsce i rola w systemie obrony powietrznej - PWLOP Nr 12, Poznań 1992 r.

48.**Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej w systemie obronnym Rzeczypospolitej Polskiej, (WLOP - 1, IV etap badań)**, Wydział WLiOP, Warszawa 1994 r.

49.**Wpływ systemu informatycznego na efektywność dowodzenia**, ASG Warszawa 1986r.

50.**Zabłocki E**: - Siły Powietrzne w systemie obronnym państwa, AON Warszawa 1994 r.

51.**Zabłocki E**: - Metodyka dowodzenia siłami powietrznymi. Analiza - PWLOP Nr 9 Poznań 1996 r.

52.**Zabłocki E**: - Systemy obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. AON, Warszawa 1992r.

53.**Zabłocki E**: - Istota dowodzenia przez cele w interpretacji NATO - PWLOP Nr 7/8, Poznań 1996 r.

54.**Zabłocki E**: - Siły Powietrzne w systemie obronnym państwa - AON Warszawa 1996 r.

55.**Zabłocki E**: - Rola i zadania sił powietrznych RP na tle postawowych uwarunkowań ich użycia w systemie obronnym państwa - Zeszyty Naukowe Nr4(17) AON Warszawa 1994 r.

Wykaz załączników

1. Kwestionariusz ankiety.
2. Dane metryczkowe ankietowanych.
3. Rozkład odpowiedzi na pytanie 1 i 2.
4. Rozkład odpowiedzi na pytanie 3 i 4.
5. Rozkład odpowiedzi na pytanie 5 i 6.
6. Rozkład odpowiedzi na pytanie 7 i 8.
7. Rozkład odpowiedzi na pytanie 9 i 10.
8. Rozkład odpowiedzi na pytanie 11 i 12.
9. Rozkład odpowiedzi na pytanie 13 i 14.
10. Rozkład odpowiedzi na pytanie 15 i 16.
11. Rozkład odpowiedzi na pytanie 17 i 18.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OBRONY POWIETRZNEJ

Numer ankiety

1	2	3	4

(Wypełnia AON)

KWESTIONARIUSZ ANKIETY - KE 97

W Wydziale Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej Akademii Obrony Narodowej podjęte zostały badania na temat: „Wspomaganie procesów decyzyjnych w systemie dowodzenia obroną powietrzną RP".

W związku z powyższym zwracamy się z prośbą o udzielenie obiektywnych i wyczerpujących odpowiedzi na pytania zawarte w niniejszym kwestionariuszu.

Zgromadzone informacje pozwolą sformułować wnioski do określenia stanu i kierunków rozwoju systemów dowodzenia obroną powietrzną w okresie przejściowym w ramach reorganizacji wojsk oraz w okresie późniejszym.

Kwestionariusz jest anonimowy

Warszawa 1997

Prosimy o uważne przeczytanie niżej przedstawionych treści i wpisanie tego numeru odpowiedzi w okienku, które Panu najbardziej odpowiada oraz podanie krótkiego uzasadnienia.

I. Czy automatyzacja dowodzenia ma wpływ na efektywność systemów dowodzenia obroną powietrzną?

1). zdecydowanie tak
2). tak
3). raczej tak
4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

II. Czy wspomaganie procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia ma istotny wpływ na efektywność tych systemów?

1). zdecydowanie istotny wpływ
2). umiarkowany wpływ
3). raczej nie ma wpływu
4). nie ma wpływu

Ewentualne uzasadnienie:

.....

III. Czy według Pana zakres wspomagania procesów decyzyjnych przez zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną jest ?

1). zdecydowanie wystarczający
2). wystarczający
3). niewystarczający
4). inny (jaki?) .....

Ewentualne uzasadnienie:

.....

IV. Czy obecne wyposażenie OP w zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania środkami walki pozwala na efektywne i sprawne dowodzenie ?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). pozwala w sposób ograniczony

4). nie pozwala na efektywne i sprawne dowodzenie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

V. Czy zakres wspomagania procesów decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia obroną powietrzną RP odbiega zdecydowanie od zakresu wspomagania procesów decyzyjnych w systemach państw NATO?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

VI. Jaki według Pana jest stan prac i badań nad automatyzacją wspomagania procesów decyzyjnych w systemach dowodzenia obroną powietrzną RP?

1). zdecydowanie dobry

2). dobry

3). raczej dobry

4). niezadowalający

Ewentualne uzasadnienie:

.....

VII. Czy zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną funkcjonujące w różnych rodzajach wojsk są podatne na integrację?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). tak, ale z pewnymi ograniczeniami

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

VIII. Czy wystarczająca jest współpraca między konstruktorami, (naukowcami), producentami i użytkownikami (wojskiem) w zakresie rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie - dlaczego?

Ewentualne uzasadnienie:

.....

IX. Czy wprowadzenie do wyposażenia podsystemów dowodzenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki, które będą wysoce efektywne, odporne na zakłócenia oraz wyposażone w modele i algorytmy optymalizacji procesów dowodzenia pozwoli na efektywne i sprawne dowodzenie OP RP?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

X. Czy wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia: ZENIT, ŁEBA. DUNAJ, DUNAJEC, BODZISZEK, GROSZEK i innych wpłynie na wyraźne zwiększenie efektywności dowodzenia obroną powietrzną ?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XI. Czy badania nad zautomatyzowanymi systemami dowodzenia obroną powietrzną RP są zgodne tendencjami światowymi?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XII. Czy rozwój automatyzacji systemów dowodzenia będzie w najbliższych latach ukierunkowany głównie na wspomaganie dowódców w realizacji procesów decyzyjnych?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). jeżeli nie to w jakim kierunku?

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XIII. W jakim kierunku rozwijać się będzie technika zobrazowania na stanowiskach dowodzenia?

1). multimedia

2). wideo zdjęcia

3). obraz telewizyjny

4). jeżeli inny to jaki?

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XIV. Czy integracja funkcji dowodzenia w perspektywicznych systemach wspomagania dowodzenia systemów obrony powietrznej jest właściwą tendencją rozwojową tych systemów?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XV. Czy wzrost stopnia zautomatyzowania środków ogniowych OP spowoduje uproszczenie automatyzacji dowodzenia tymi środkami?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XVI. Czy nowoczesne (przyszłościowe) zautomatyzowane systemy dowodzenia obroną powietrzną powinny posiadać możliwość symulacyjnego prognozowania rozwoju sytuacji bojowej (naziemnej i powietrznej) implikowanej zadanym wariantem decyzji?

1). zdecydowanie tak

2). tak

3). raczej tak

4). nie

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XVII. Czy w perspektywie wstąpienia do NATO należy planować zakupy systemów „zachodnich", czy rozwijać własne kompatybilne z „zachodnimi"?

1). zdecydowanie zakup „zachodnich"

2). zakup

3). raczej zakup, ale równolegle doskonalić własne

4). nie kupować lecz rozwijać własne systemy mogące współpracować z „zachodnimi"

Ewentualne uzasadnienie:

.....

XVIII. Kto powinien koordynować działania wszystkich zainteresowanych rozwojem zautomatyzowanych systemów dowodzenia OP na szczeblu centralnym?

1). MON ☐

2). Rodzaje wojsk

3). Utworzone z przedstawicieli wojsk „gremia"

4). Instytuty badawczo - rozwojowe (przemysł)

5). inna propozycja

Ewentualne uzasadnienie:

.....

Dane metryczkowe wypełniającego

1. Wiek (lat):

od 26 - 30
od 31 - 35
od 36 - 40
od 41 - 50
powyżej 50

2. Wykształcenie:

WSO
wyższe cywilne
WAT
AON (ASG)
zagraniczne uczelnie wojskowe
inne (jakie?)

3. Posiadany tytuł, stopień naukowy i tytuł zawodowy:

prof. dr hab. inż.
prof. dr hab.
prof. dr
dr hab. inż.
dr hab.
dr inż.
dr
oficer dypl.
mgr inż.
mgr

4. Staż pracy na zajmowanym stanowisku:

5 lat
10 lat
15 lat
20 lat
5 lat
więcej jak 25 lat

Dziękujemy za szczere i wyczerpujące odpowiedzi.

Załącznik 2

Dane metryczkowe ankietowanych

Tabela 1

Lp.	Przedział wieku	Ilość odpowiedzi	% odpowiedzi
1	26 - 30 lat	2	8
2	31 - 35 lat	0	0
3	36 - 40 lat	2	8
4	41 - 50 lat	15	60
5	powyżej 50 lat	6	24

Tabela 2

Lp.	Wykształcenie	Ilość odpowiedzi	% odpowiedzi
1	WSO	0	0
2	Wyższe cywilne	2	8
3	WAT	18	72
4	AON (ASG)	3	12
5	Zagraniczne uczelnie	1	4
6	Inne	1	4

Załącznik 2

Dane metryczkowe ankietowanych

Tabela 3

Lp.	Kwalifikacje ekspertów	Ilość ekspertów	% odpowiedzi
1	Prof. dr hab. inż.	2	8
2	Prof. dr hab.	0	0
3	Prof. dr	0	0
4	dr hab. inż.	1	4
5	dr hab.	0	0
6	dr	15	60
7	oficer dypl.	2	8
8	mgr inż.	0	0
9	mgr	4	16
10		1	4

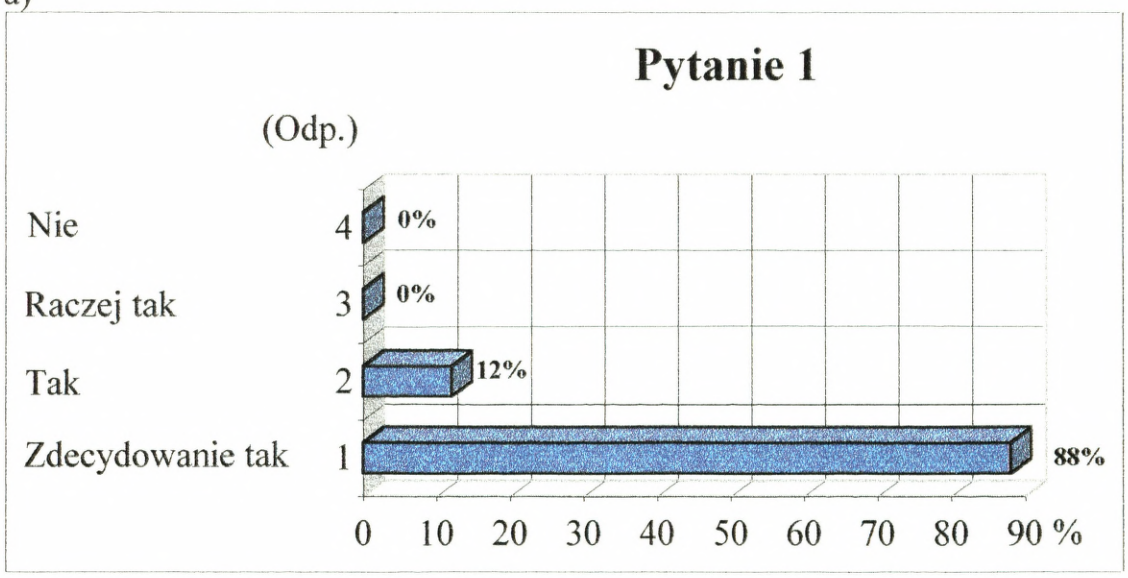
Tabela 4

Lp.	Staż pracy na stanowisku	Ilość odpowiedzi	% odpowiedzi
1	do 5 lat	3	12
2	do 10 lat	6	24
3	do 15 lat	8	32
4	do 20 lat	6	24
5	do 25 lat	1	4
6	powyżej 25 lat	1	4

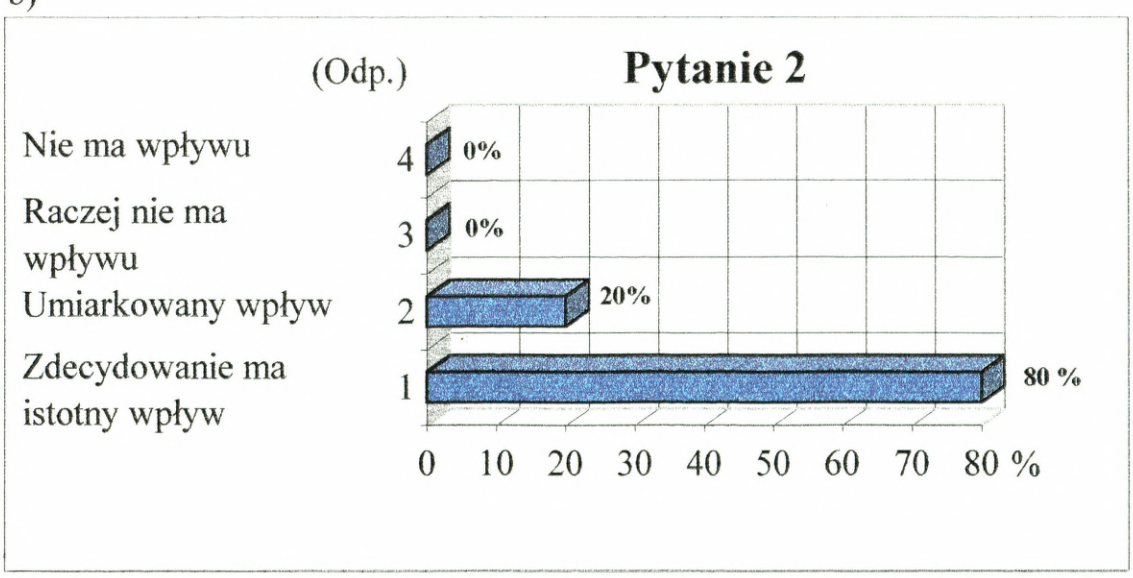
Załącznik 3

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



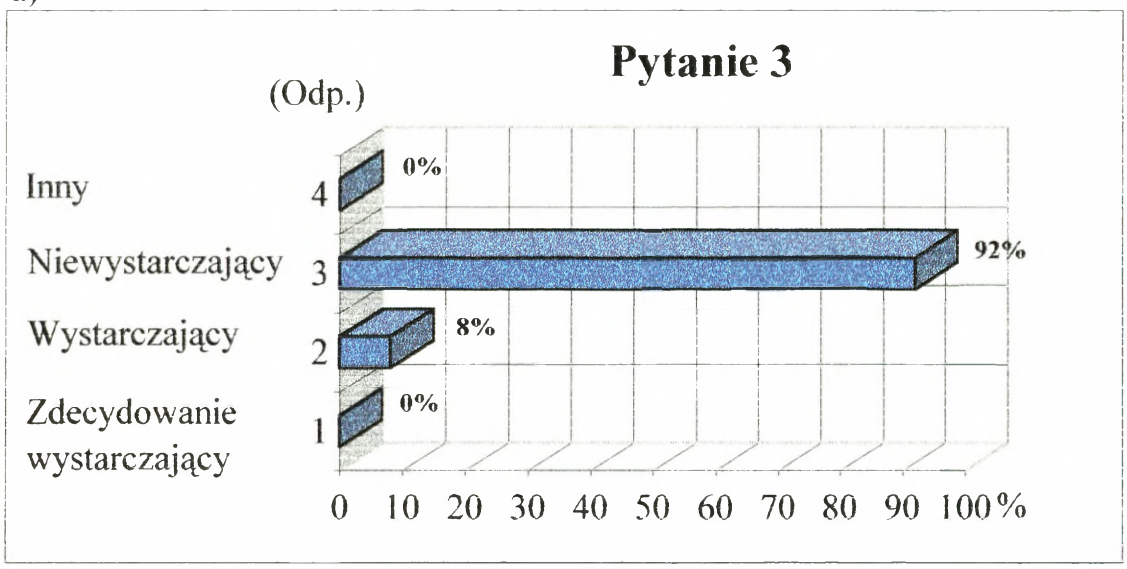
b)



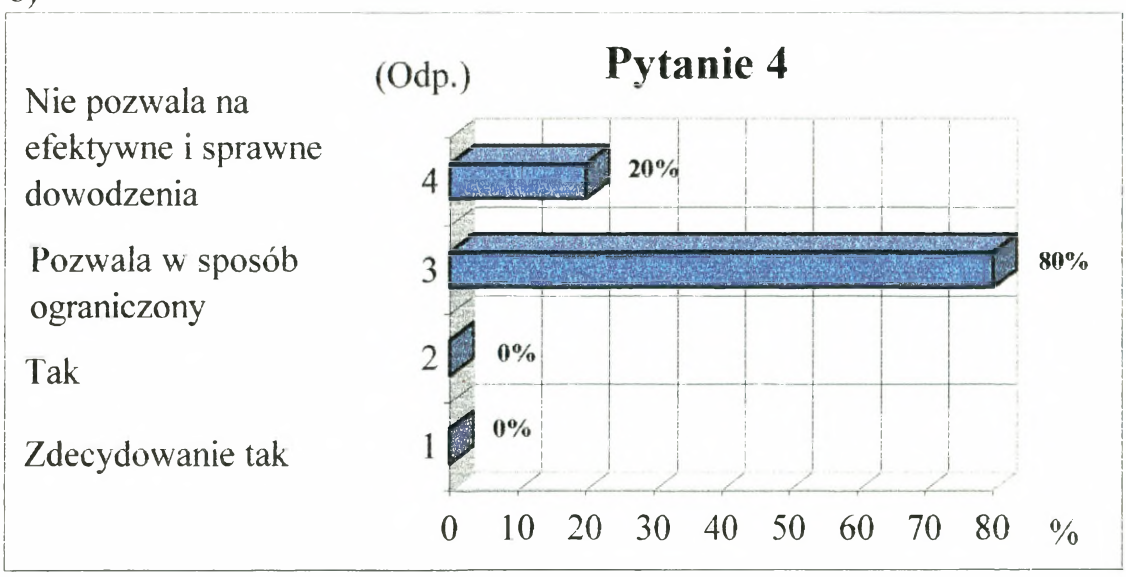
Załącznik 4

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



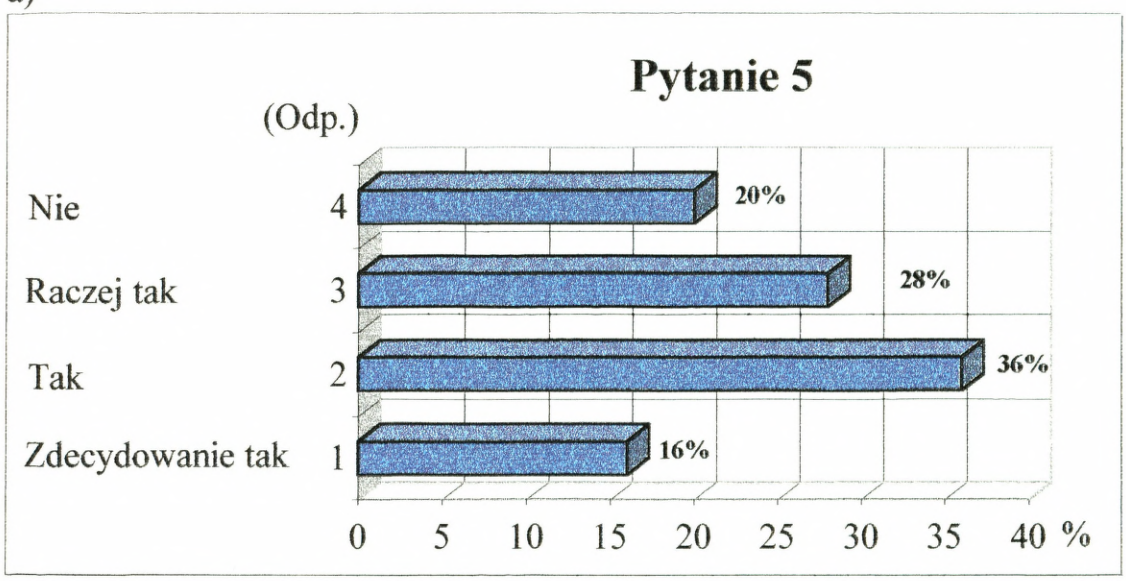
b)



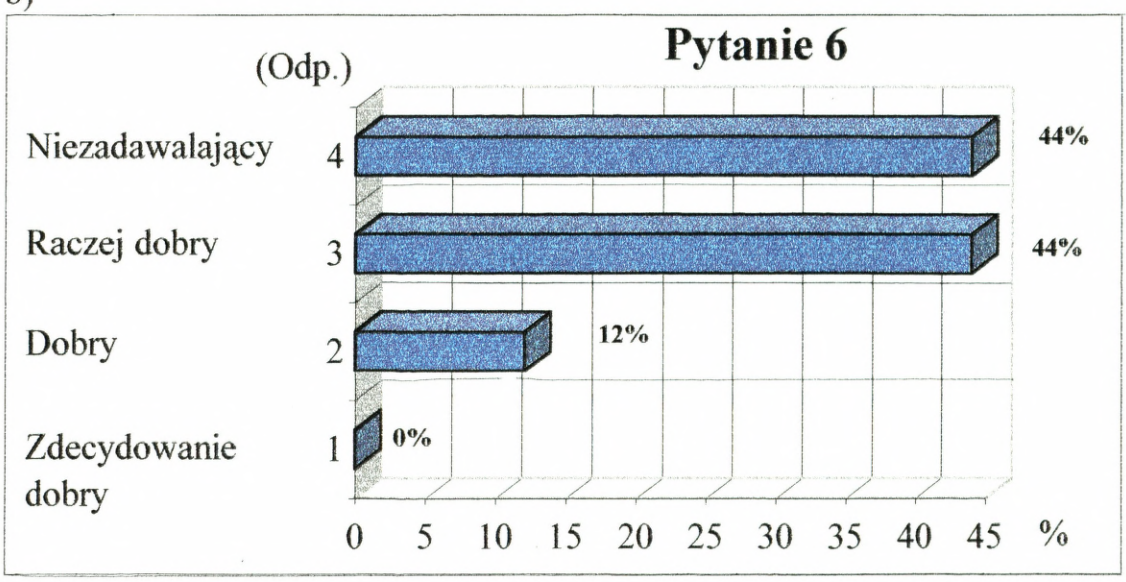
Załącznik 5

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



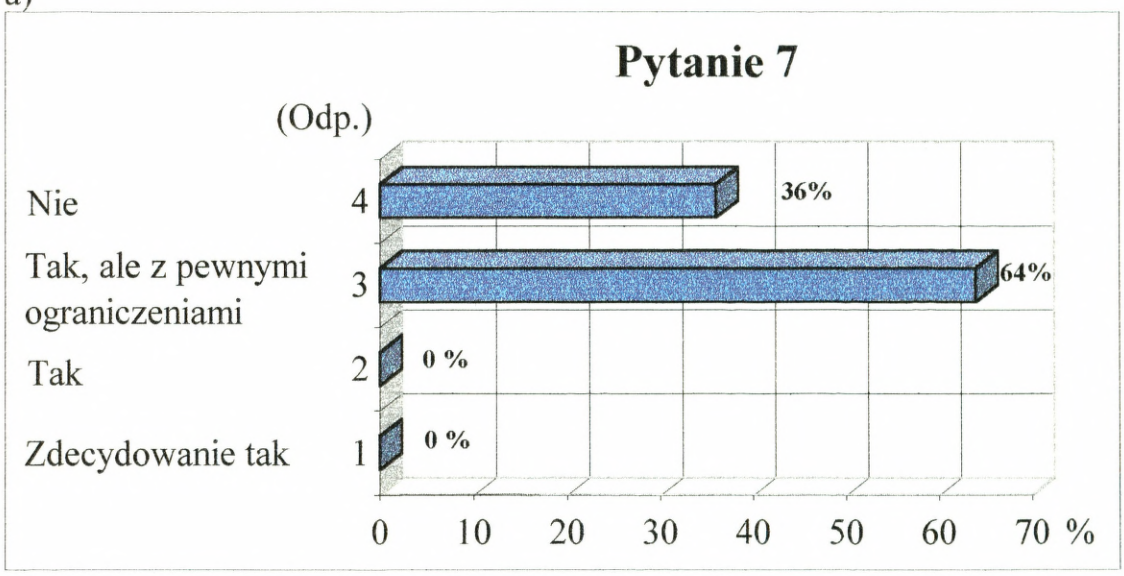
b)



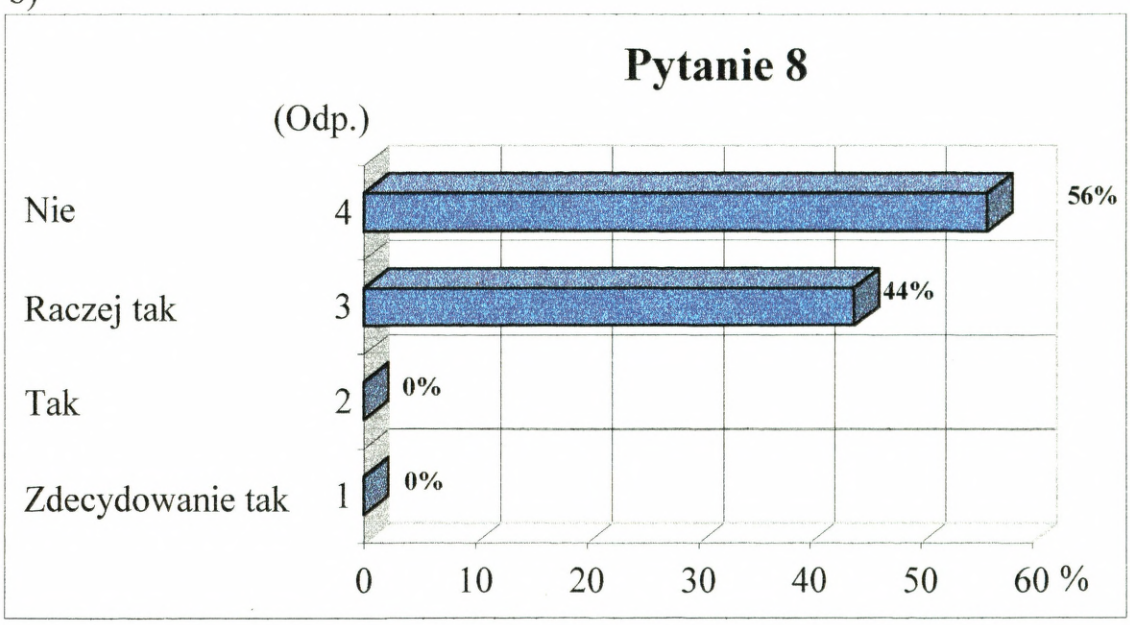
Załącznik 6

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



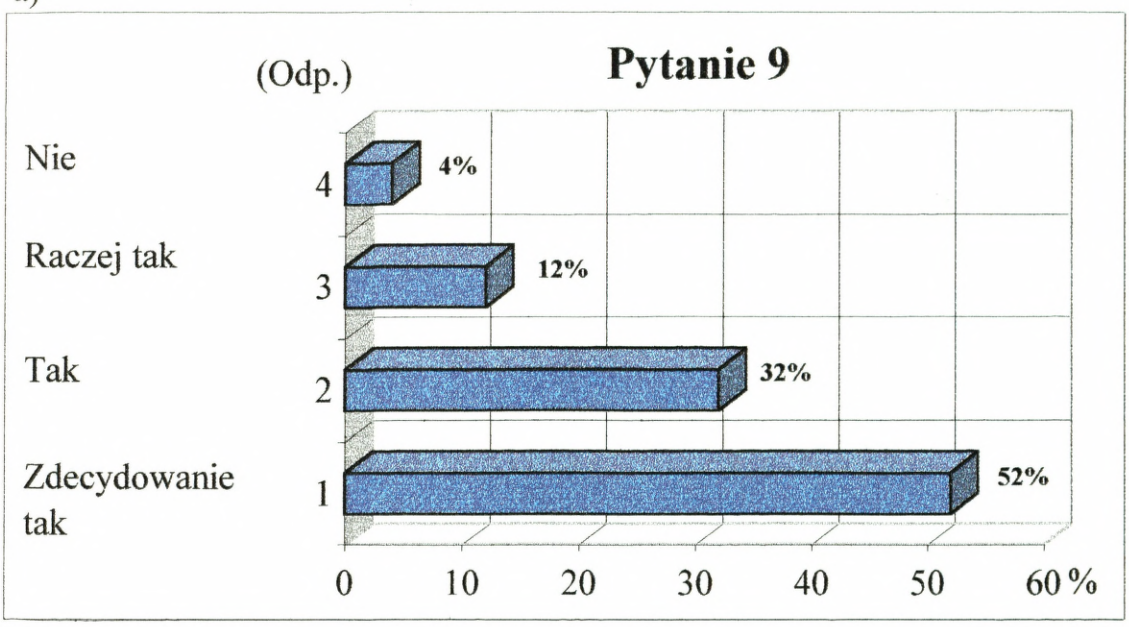
b)



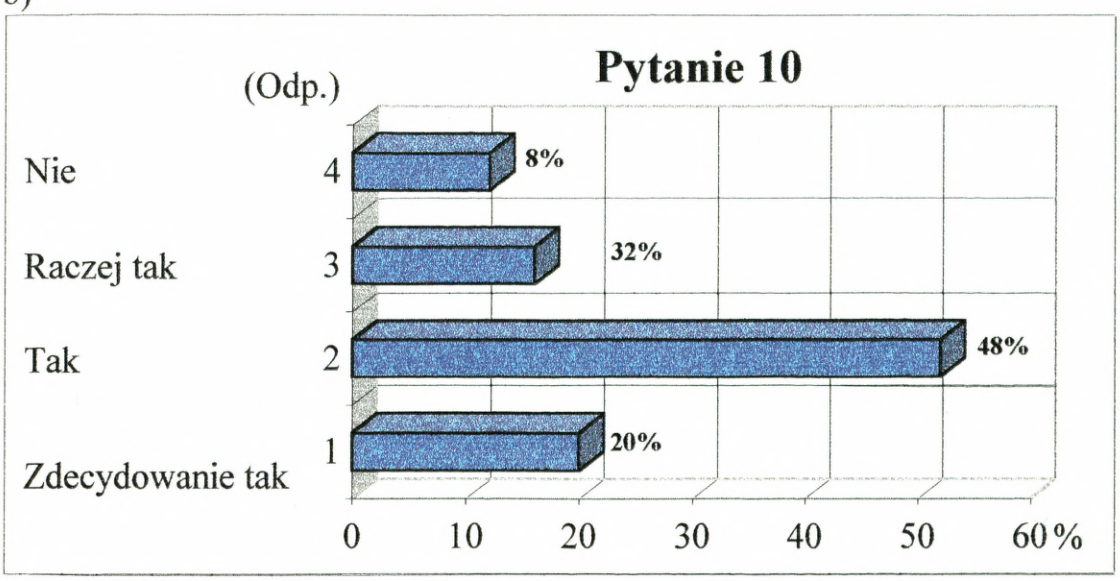
Załącznik 7

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



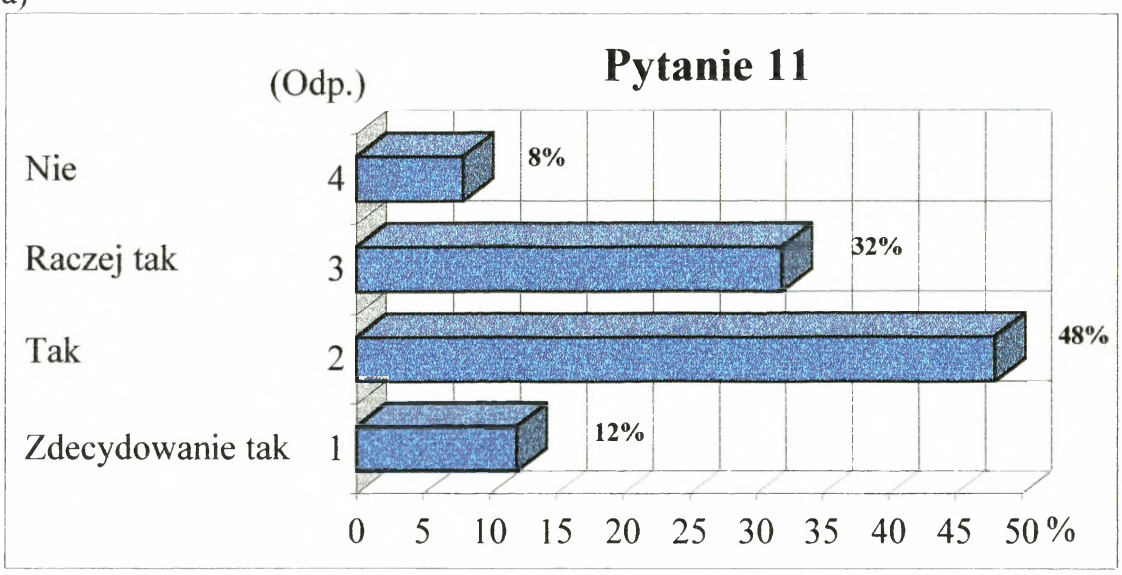
b)



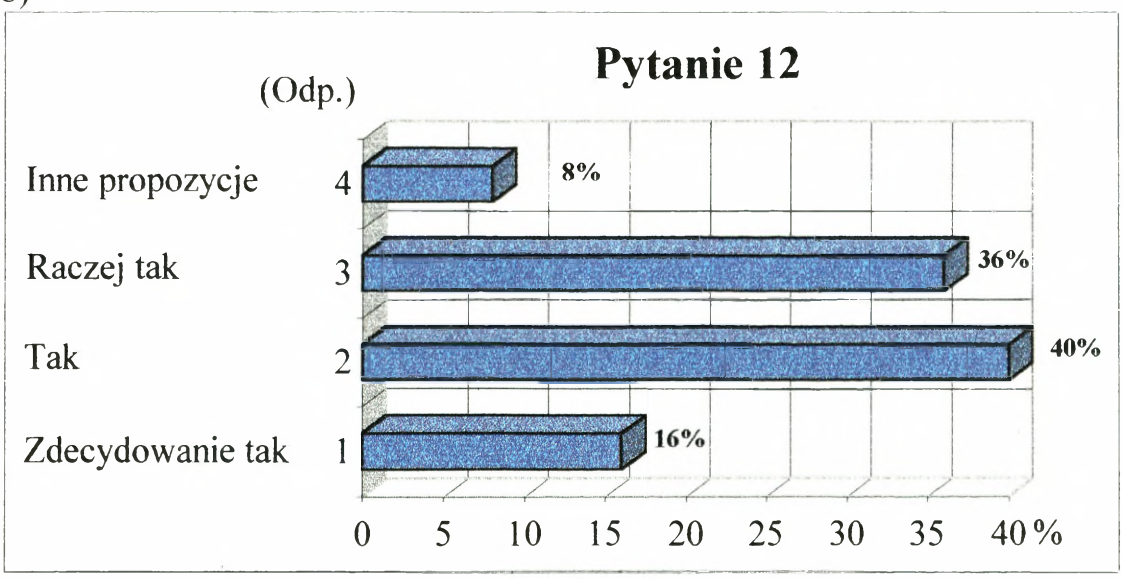
Załącznik 8

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



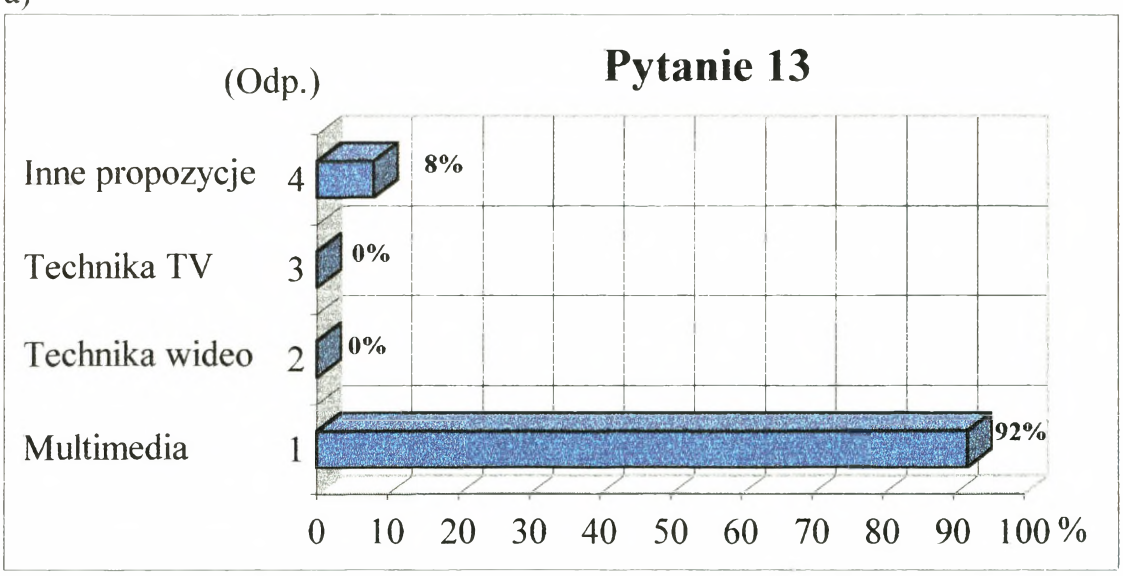
b)



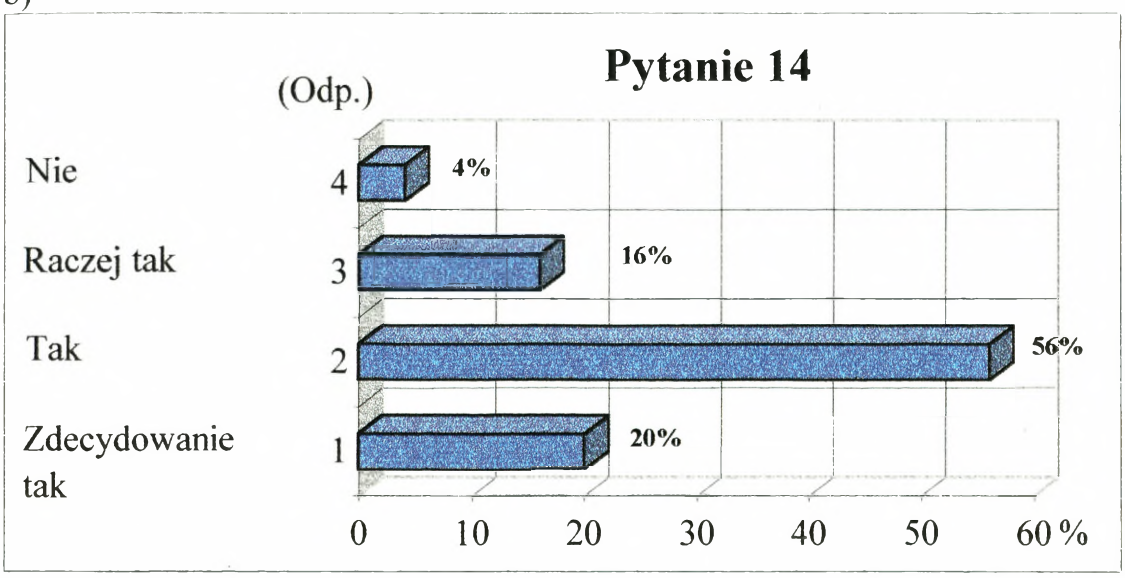
Załącznik 9

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



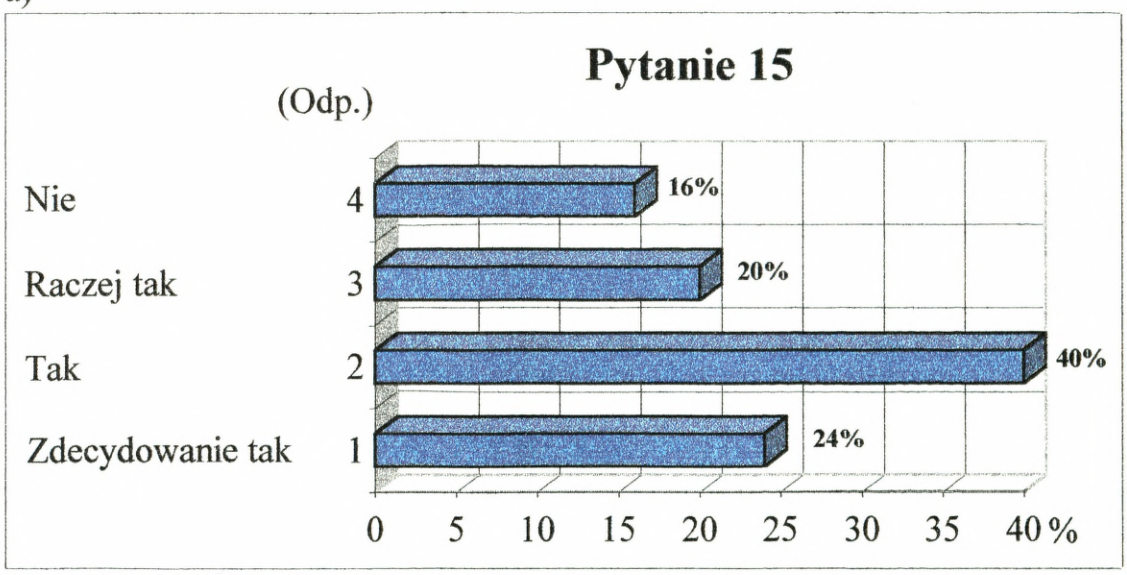
b)



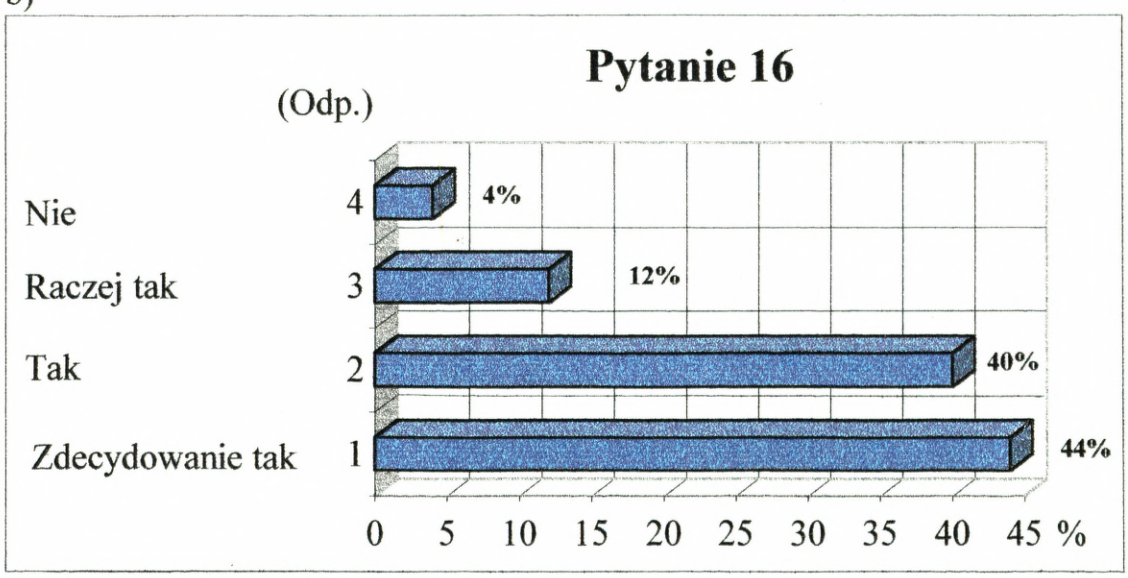
Załącznik 10

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



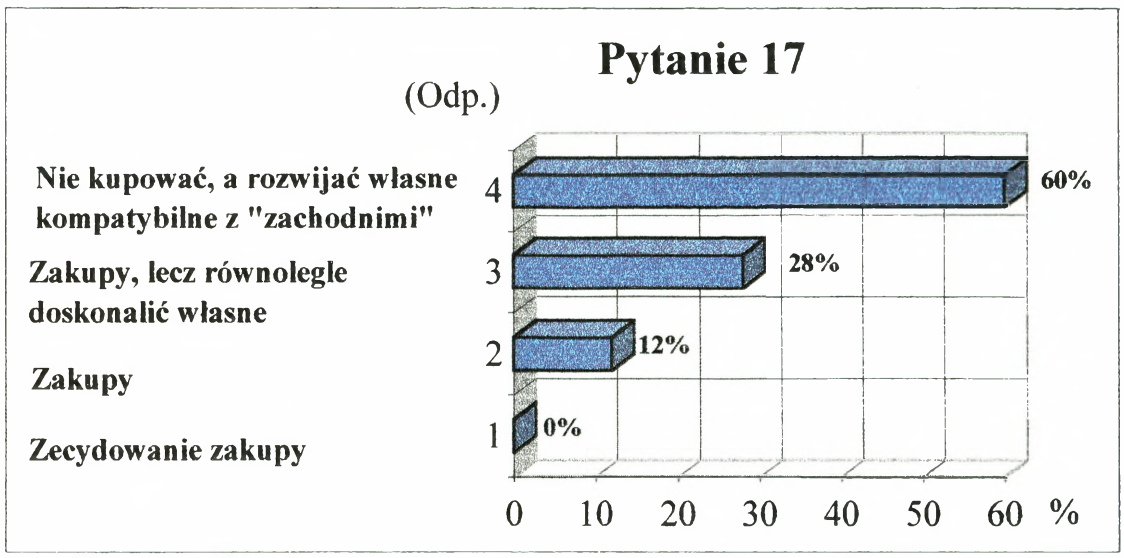
b)



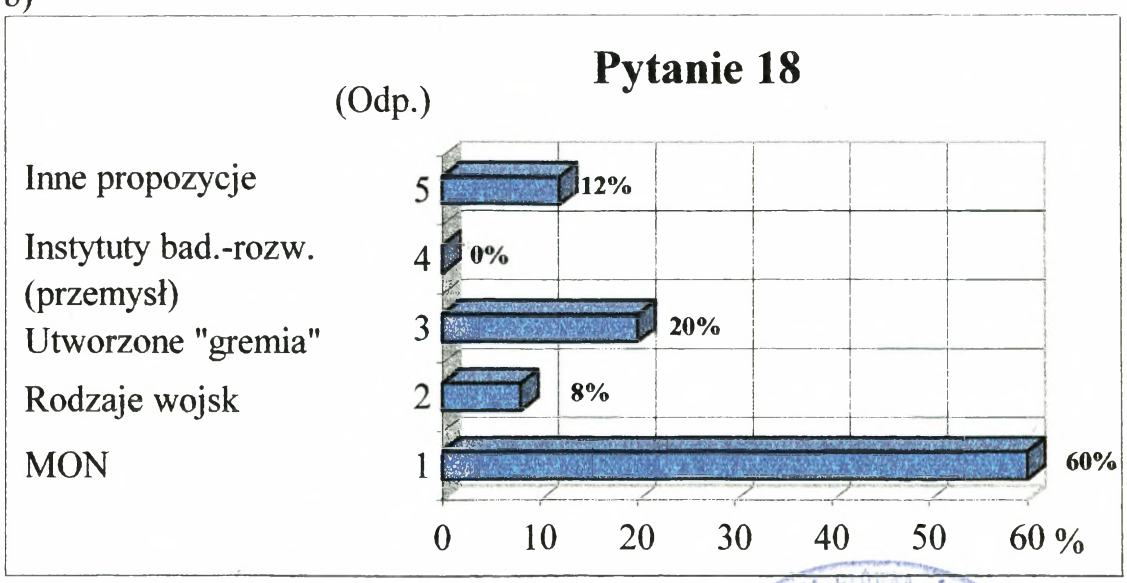
Załącznik 11

ROZKŁAD ODPOWIEDZI NA PYTANIA

a)



b)



BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademia
57718