AKADEMIA
OBRONY NARODOWEJ

Ppłk mgr inż. Mirosław POPIS

SIEĆ TELEKOMUNIKACYJNA KORPUSU WOJSK LĄDOWYCH SZ RP W OPERACJI OBRONNEJ

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid.
Akademii Obrony Narodowej
55820

WARSZAWA 2003

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ
WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 55820
Akademii Obrony Narodowej

ppłk mgr inż. Mirosław POPIS

SIEĆ TELEKOMUNIKACYJNA KORPUSU WOJSK LĄDOWYCH SZ RP W OPERACJI OBRONNEJ

ROZPRAWA DOKTORSKA

Kierownik naukowy
płk dr hab. inż. Józef MICHNIAK

WARSZAWA 2003

SPIS TREŚCI

WSTĘP 4
1. METODOLOGIA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ 7
1.1. Założenia metodologiczne 7
1.2. Cel rozprawy 7
1.3. Problemy badawcze 8
1.4. Hipoteza robocza 9
1.5. Przedmiot i obszar badań 9
1.6. Metody badawcze 10
2. IDENTYFIKACJA SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ JAKO PRZYSZŁEGO OBIEKTU BADAŃ 14
2.1. Identyfikacja elementów sieci telekomunikacyjnej w obszarze prowadzonej operacji obronnej 14
2.2. Analiza współczesnych sieci telekomunikacyjnych wybranych armii NATO 20
2.3. Umiejscowienie struktury sieci telekomunikacyjnej korpusu w obszarze prowadzenia operacji obronnej 24
2.3.1. Usytuowanie struktury podstawowej sieci łączności KZ w obszarze prowadzenia operacji obronnej 25
2.3.2. Usytuowanie węzłów łączności stanowisk dowodzenia w obszarze prowadzenia operacji obronnej 29
2.4. Linie teletransmisyjne jako elementy sieci telekomunikacyjnej 34
3. IDENTYFIKACJA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA FUNKCJONOWANIE SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ KORPUSU WOJSK LĄDOWYCH W OPERACJI OBRONNEJ 35
3.1. Wpływ czynników operacyjnych na sieć telekomunikacyjną KZ w operacji obronnej 36
3.2. Wpływ czynników środowiskowych na sieć telekomunikacyjną KZ w operacji obronnej 43
3.3. Wpływ systemu dowodzenia na sieć telekomunikacyjną KZ WL w operacji obronnej 47
3.3.1. Wpływ struktury dowodzenia na właściwości sieci telekomunikacyjnej KZ WL w operacji obronnej 50
3.3.2. Wpływ potrzeb organów dowodzenia na sieć telekomunikacyjną KZ WL w operacji obronnej 58
3.3.3. Wpływ postaci, rodzaju i ilości generowanych wiadomości abonenckich na sieć telekomunikacyjną KZ WL w obronie 61
3.4. Wnioski 77
4. IDENTYFIKACJA ŚRODKÓW I URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH MOGĄCYCH SPROSTAĆ WYMAGANIOM NA SIEĆ TELEKOMUNIKACYJNĄ KORPUSU W OPERACJI OBRONNEJ 79
4.1. Analiza współczesnych technik i technologii telekomunikacyjnych 79
4.1.1. Analiza technologii ISDN w aspekcie przydatności do zastosowania w wojskowych systemach łączności 79
4.1.2. Analiza technologii B-ISDN w aspekcie zastosowań w wojskowych systemach łączności. 83
4.1.3. Analiza technologii sieci teleinformatycznych funkcjonujących na bazie zestawu protokołów TCP/IP w aspekcie zastosowań w wojskowych systemach łączności 87
4.1.4. Analiza technik wykorzystywanych do budowy sieci teleinformatycznych LAN 89

4.2. Identyfikacja sprzętu i urządzeń w elementach sieci telekomunikacyjnej korpusu w obronie 98
4.2.1. Identyfikacja sprzętu i urządzeń w architekturze podstawowej sieci łączności 100
4.2.2. Identyfikacja urządzeń na węzłach łączności stanowisk dowodzenia 104
4.3. Identyfikacja aparatowni węzłowych 107
4.3.1. Aparatownia teletransmisyjna ATM (AT ATM) 108
4.3.2. Aparatownia komutacyjna ATM (AK ATM) 109
4.3.3. Pozostałe aparatownie łączności 110
4.4. Synteza wyników badań – identyfikacja nowoczesnych standardów i parametrów techniczno-eksploatacyjnych urządzeń i środków łączności do budowy sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie 110
5. KONCEPCJA SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ KORPUSU WOJSK LĄDOWYCH SZ RP W OPERACJI OBRONNEJ 112
5.1. Wymagania operacyjno-taktyczne dla sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej 112
5.2. Wymagania techniczno-eksploatacyjne na sieć telekomunikacyjną korpusu w operacji obronnej 114
5.3. Struktura sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie 117
5.4. Ocena jakości opracowanej sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej przy pomocy badania symulacyjnego z wykorzystaniem pakietu komputerowego COMNET III 122
5.4.1. Ogólna charakterystyka pakietu symulacyjnego COMNET III 122
5.4.2. Model sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej 123
4.4.2.1. Topologia modelu sieci radioliniowo - przewodowej 123
5.4.2.2. Parametry elementów modelu sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie 126
5.4.2. Scenariusz symulacji 139
5.4.3. Wyniki 140
5.5. Analiza wyników 150
5.6 Wnioski 153
ZAKOŃCZENIE 155
LITERATURA 156
ZAŁĄCZNIKI 161

WSTĘP

Od kilku lat w Siłach Zbrojnych RP trwa proces poszukiwania nowych rozwiązań organizacyjno-funkcjonalnych związków operacyjnych i taktycznych zdolnych do realizacji złożonych zadań zarówno samodzielnie jak i w ramach sił połączonych. Szczególnie istotne zadania są realizowane w obszarze dostosowania form i metod dowodzenia odpowiadających rozwiązaniom obowiązującym w armiach NATO. Wprowadzanie coraz doskonalszych środków walki powoduje, że od procesu podejmowania decyzji wymaga się przesyłania coraz większej ilości informacji oraz realizacji zupełnie nowych usług telekomunikacyjnych świadczonych na znacznie wyższym poziomie jakości w porównaniu z systemami analogowymi. Problemem o zasadniczym znaczeniu w procesie kierowania i dowodzenia jest walka o czas. Szybkość przekazania informacji przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego stopnia ich wiarygodności i bezpieczeństwa są podstawowymi wymaganiami stawianymi systemowi kierowania i dowodzenia w działaniach obronnych.

Doświadczenia wyniesione z ćwiczeń i prowadzone badania jednoznaczne wskazują na trafność podjętej decyzji o wprowadzeniu do eksploatacji na szczeblu ZT cyfrowych aparatowni łączności. Obecnie sprzęt ten funkcjonuje, w ograniczonej możliwościami finansowymi ilości, nie tylko na szczeblu taktycznym wojsk lądowych, ale też w strukturach jednostek dowodzenia i łączności wyższych szczebli.

Sieci telekomunikacyjne budowane z wykorzystaniem wspomnianych aparatowni posiadają znacznie lepsze parametry w porównaniu z sieciami budowanymi w oparciu o sprzęt analogowy. Jednak wymagania w zakresie wymiany informacji stawiane perspektywicznemu, zautomatyzowanemu systemowi dowodzenia i kierowania środkami rażenia korpusu powoduje, że tego typu system łączności na szczeblu ZO trzeba traktować jako wariant przejściowy i nie rozwiązujący szeregu istotnych problemów.

Innym problemem jest potrzeba zapewnienia interoperacyjności systemów dowodzenia i łączności z odpowiednimi systemami NATO oraz w układzie bilateralnym z systemami państw członkowskich. Należy zauważyć, że już w tej chwili systemy NATO i jego państw członkowskich są systemami opartymi o standard wąskopasmowej sieci ISDN a zaawansowane są prace (TACOM POST 2000) nad systemami łączności opartymi o szerokopasmowe sieci ISDN z platformą transportową ATM. Problem interoperacyjności tym łatwiej rozwiązać im standardy współpracujących sieci są bliższe sobie. Dlatego wydaje się koniecznym opracowanie, zbadanie i określenie struktury organizacyjno-funkcjonalnej sieci

telekomunikacyjnej KZ SZ RP z zastosowaniem szerokopasmowych aparatowni mobilnych z urządzeniami o odpowiednich parametrach.

Trzeba mieć też świadomość, że Wojsko Polskie w najbliższym czasie zobowiązane będzie do zwolnienia częstotliwości przewidzianych do wykorzystania przez komercyjne sieci łączności mobilnej UMTS. To spowoduje wycofanie z eksploatacji środków radioliniowych szczebla operacyjnego wykorzystywanych obecnie do budowania analogowej sieci teletransmisyjnej.

Bazując na dotychczasowych najnowszych rozwiązaniach sieci telekomunikacyjnych ZO wojsk własnych i NATO nie ulega wątpliwości, że powinna być ona oparta o podstawową sieć łączności. Sieć ta będzie powiązana z sieciami łączności szczebla strategicznego i związków taktycznych. Taka konstrukcja zapewni realizację usług wymiany informacji między organami dowodzenia w warunkach szybkich i częstych zmian sytuacji bojowej oraz przemieszczania się jednostek w obszarze odpowiedzialności związku operacyjnego. Tak zbudowany system telekomunikacyjny najbardziej ekonomicznie wykorzystuje potencjał teletransmisyjny oraz zapewnia oczekiwane prawdopodobieństwo przekazania wiadomości.

Jednocześnie w strefie operacyjnej należy się liczyć z poważnym stopniem obezwładnienia stacjonarnych węzłów łączności, co wskazuje na konieczność budowy tego systemu w oparciu o sprzęt mobilny. Zastosowanie, w aparatowniach, urządzeń szerokopasmowych powinno zaspokoić potrzeby na wymianę informacji między organami dowodzenia także w dalszej perspektywie czasowej.

W rozdziale pierwszym przedstawiono metodologię przeprowadzonych badań. Zadeklarowano cel główny i cele cząstkowe a także problemy badawcze. Ponadto sformułowano hipotezę, zaprezentowano przedmiot i obszar badań a także zastosowane metody badawcze.

W rozdziale drugim zidentyfikowano obiekt badań wraz z jego częściami składowymi i umiejscowiono go w obszarze prowadzonej operacji obronnej.

W kolejnym rozdziale ustalono czynniki oddziaływujące na sieć telekomunikacyjną korpusu i skutki ich wpływu na badany obiekt.

Rozdział czwarty został poświecony identyfikacji nowoczesnych technik i technologii telekomunikacyjnych. Poza tym określono jakie urządzenia łączności i aparatownie mogą być zastosowane do budowy współczesnej sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie. Na tej podstawie zidentyfikowano architekturę węzłów telekomunikacyjnych.

W ostatnim rozdziale przedstawiono strukturę sieci i węzłów telekomunikacyjnych, oraz dokonano weryfikacji tego rozwiązania przy pomocy metody symulacyjnej.

Podczas badań autor korzystał z pomocy pracowników naukowych AON, ITK WAT jak również oficerów G6 DWL.

Wszystkim wymienionym osobom składam serdeczne podziękowania za życzliwość i merytoryczną pomoc.

Dziękuję wszystkim tym przełożonym, którzy wykazali dobrą wolę i umożliwiali mi prowadzenie badań.

Szczególne wyrazy wdzięczności kieruję do Pana płk dr hab. inż. Józefa Michniaka, prof. nadzw. AON Szefa Instytutu Dowodzenia, który poprzez seminaryjną inspirację pomógł mi w realizacji niniejszej rozprawy.

1. METODOLOGIA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

1.1. Założenia metodologiczne

Przeprowadzony proces badawczy składał się z trzech zasadniczych etapów:

I. Badania wstępne:
- Identyfikacja problemu,
- Określenie celów badawczych,
- Wskazanie problemów badawczych,
- Sformułowanie hipotezy roboczej,
- Zaplanowanie procesu badawczego.

II. Badania zasadnicze – weryfikacja hipotezy w procesie badawczym.

III. Opracowanie wyników badań – weryfikacja badań metodą symulacyjną.

1.2. Cel rozprawy

Głównym celem rozprawy jest ustalenie możliwości zapewnienia organom dowodzenia korpusu wymaganych usług telekomunikacyjnych gwarantujących sprawne dowodzenie w czasie prowadzenia operacji obronnej.

Tak sformułowany główny cel badawczy może być osiągnięty przez realizację następujących celów szczegółowych:

1. Identyfikację struktur i zadań organów dowodzenia korpusu oraz ustalenie relacji informacyjnych w systemie dowodzenia i oszacowanie potrzeb informacyjnych w czasie przygotowania i prowadzenia operacji obronnej,

2. Określenie zbioru czynników determinujących w zasadniczy sposób funkcjonowanie mobilnej sieci telekomunikacyjnej pola walki (operacji),

3. Wskazanie standardów i parametrów techniczno-eksploatacyjnych urządzeń oraz elementów łączności, które mogą być zastosowane do budowy sieci telekomunikacyjnej korpusu,

4. Opracowanie modelu sieci telekomunikacyjnej KZ i przeprowadzenie eksperymentu określającego wpływ parametrów sieci na jakość świadczonych usług telekomunikacyjnych,

5. Sformułowanie wymagań, które powinna spełniać sieć telekomunikacyjna korpusu wojsk lądowych SZ RP w czasie prowadzenia operacji obronnej.

1.3. Problemy badawcze

Osiągnięcie sformułowanych wyżej celów, wymaga rozwiązania głównego problemu badawczego, który można wyrazić w postaci następującego pytania:

Jak powinna być zbudowana sieć telekomunikacyjna korpusu, żeby zapewniła realizację wymaganych usług telekomunikacyjnych organom dowodzenia w czasie prowadzenia operacji obronnej?

Rozwiązanie tak określonego problemu badawczego, wymaga stosownych rozstrzygnięć szczegółowych i uzyskania odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jakie wymagania są stawiane przed współczesnymi sieciami telekomunikacyjnymi najbardziej zaawansowanych technologicznie armii NATO?

2. Jaki jest wpływ otoczenia na własności sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie?

3. Jakie elementy składowe są niezbędne do tworzenia sieci telekomunikacyjnej korpusu w obronie?

4. Jakiego rodzaju węzły telekomunikacyjne powinny być elementami sieci telekomunikacyjnej korpusu?

5. Ile sieciowych węzłów łączności powinno się znaleźć w sieci telekomunikacyjnej korpusu?

6. Jakie, ile i gdzie będą rozmieszczone stanowiska dowodzenia korpusu i korpuśnego podporządkowania?

7. Jakie są potrzeby osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia w zakresie usług telekomunikacyjnych?

8. Jaka powinna być struktura węzłów łączności stanowisk dowodzenia i podstawowych węzłów sieciowych?

9. Jakie relacje teletransmisyjne powinny występować między węzłami telekomunikacyjnymi?

10. Jakimi standardami i parametrami techniczno-eksploatacyjnymi powinny charakteryzować się środki łączności i międzywęzłowe linie teletransmisyjne?

11. Jaki podstawowy model sieci telekomunikacyjnej korpusu przyjąć do zbadania metodą symulacji komputerowej?

12. Jak zachowa się sieć telekomunikacyjna korpusu przy różnym stopniu obciążenia jej ruchem telekomunikacyjnym?

13. Jaka będzie jakość usług świadczonych przez sieć telekomunikacyjną przy uwzględnieniu destrukcyjnego oddziaływania przeciwnika?

14. Jakie wymagania powinna spełniać sieć telekomunikacyjna by obsłużyć obieg informacji w systemie dowodzenia korpusu wojsk lądowych SZ RP podczas prowadzenia operacji obronnej?

1.4. Hipoteza robocza

Dla osiągnięcia celu rozprawy założono następującą tezę:

Wykorzystanie do budowy sieci telekomunikacyjnej perspektywicznego sprzętu łączności umożliwi zaplanowanie i zorganizowanie takiej sieci, która zapewni realizację wymaganych usług telekomunikacyjnych na potrzeby dowodzenia i sterowania środkami rażenia podczas prowadzenia operacji obronnej przez korpus wojsk lądowych SZ RP.

Tak sformułowana hipoteza robocza stanowiła drogowskaz dla prowadzonych badań, zobowiązywała do studiowania określonej literatury, zobowiązywała do uszczegółowiania problemu badawczego i pozwalała na dobór odpowiednich narzędzi badawczych umożliwiających osiągnięcie celu dysertacji.

1.5. Przedmiot i obszar badań

Przedmiotem badań jest *struktura sieci telekomunikacyjnej korpusu wojsk lądowych SZ RP* wraz z jej elementami składowymi i ogółem czynników wpływających na jej funkcjonalność w procesie dowodzenia w okresie prowadzenia operacji obronnej.

Szczególnym zainteresowaniem objęto obszar wiedzy o otoczeniu oraz jego wpływ na sieć telekomunikacyjną korpusu. W badaniach uwzględniono wymagania stawiane przed współczesnymi sieciami telekomunikacyjnymi najbardziej zaawansowanych technologicznie armii NATO a także zawartych w polskich pracach badawczo-rozwojowych dotyczących szczebla operacyjnego.

Istotnym fragmentem pracy było ustalenie elementów składowych sieci telekomunikacyjnej i powiązań między nimi. Ustalono strukturę KZ w obronie i jego ugrupowanie w czasie prowadzenia operacji obronnej.

Identyfikacja rodzajów, ilości, topologii stanowisk dowodzenia i węzłów telekomunikacyjnych wszystkich rodzajów oraz relacji informacyjnych między nimi pozwoliła na sprecyzowanie ogólnej struktury sieci telekomunikacyjnej.

W kolejnym etapie podjęto próbę określenia potrzeb osób funkcyjnych w zakresie wymiany wiadomości w obrębie stanowisk dowodzenia jak również w relacjach dalekosiężnych. Zidentyfikowano tu ilości osób funkcyjnych i ich miejsca pracy oraz wyposażenie w końcowe urządzenia łączności.

Za istotne ustalenie należy przyjąć wskazaną postać wiadomości niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania systemu dowodzenia i kierowania walką. Odniesiono się również do wielkości ruchu telekomunikacyjnego generowanego przez osoby funkcyjne stanowisk dowodzenia.

Następnie zbadano możliwości zastosowania do budowy elementów sieci telekomunikacyjnej środków łączności o określonych parametrach techniczno-eksploatacyjnych po czym zaproponowano struktury organizacyjno-techniczne węzłów łączności stanowisk dowodzenia i węzłów podstawowej sieci łączności co pozwoliło na identyfikację postaci sieci telekomunikacyjnej.

Kolejnym obszarem zainteresowania autora było zbadanie jakości oferowanych usług przez sieć telekomunikacyjną, w zależności od natężenia generowanego ruchu oraz z uwzględnieniem działań destrukcyjnych przeciwnika, co pozwoliło na wskazanie takiej sieci telekomunikacyjnej, która zapewnia realizację wymaganych usług telekomunikacyjnych na potrzeby dowodzenia i sterowania środkami rażenia podczas prowadzenia operacji obronnej przez korpus wojsk lądowych SZ RP.

1.6. Metody badawcze

Przedstawiona hipoteza, postawione pytania szczegółowe oraz określenie przedmiotu i obszaru badań są wynikiem doświadczeń wyniesionych z okresu służby w jednostkach dowodzenia i łączności szczebla operacyjnego oraz przede wszystkim studiów i opracowań literatury przedmiotu, publikacji zawartych w periodykach i w innych wydawnictwach wojskowych i powszechnie dostępnych.

Ze względu na potrzebę zweryfikowania dotychczasowej wiedzy i w celu osiągnięcia celu pracy korzystano z różnych metod badawczych teoretycznych, empirycznych i symulacji komputerowej.

Spośród metod empirycznych najczęściej stosowano:

- badanie opinii ekspertów,
- obserwację naukową,

wśród metod teoretycznych zastosowanych do badań można wyróżnić:

- analizę,
- analogię,
- dedukcję,
- syntezę,
- uogólnianie,

a w czasie symulacji wykorzystano modelowanie i wyznaczenie wskaźników jakościowych za pomocą komputerowego pakietu symulacyjnego COMNET III firmy CACI.

Badania były prowadzone w trzech obszarach wiedzy:

- operacyjno-taktycznej,
- dowodzenia,
- łączności.

Metodami *empirycznymi i teoretycznymi* zidentyfikowano:

- w zakresie operacyjno-taktycznym:
  - obszar odpowiedzialności obronnej korpusu,
  - parametry przestrzenne obszar odpowiedzialności obronnej korpusu,
  - sposoby realizacji operacji obronnej,
  - struktury organizacyjne korpusu w operacji obronnej,
  - ugrupowanie KZ w czasie operacji obronnej,
- w zakresie dowodzenia:
  - rodzaje i ilości stanowisk dowodzenia korpusu, związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów,
  - struktury stanowisk dowodzenia korpusu,
  - ilości osób funkcyjnych na stanowiskach dowodzenia korpusu,
  - relacje wymiany wiadomości między stanowiskami dowodzenia,
  - potrzeby informacyjne w okresie planowania, organizowania i prowadzenia operacji obronnej.
- w zakresie łączności:
  - zbioru wymagań dla mobilnej sieci telekomunikacyjnej korpusu,
  - elementy sieci telekomunikacyjnej korpusu,
  - powiązanie węzłów liniami telekomunikacyjnymi,
  - zbiór determinantów wpływających na funkcjonalność sieci telekomunikacyjnej pola walki korpusu,
  - współczesne technologie telekomunikacyjne,

- możliwość zastosowania do budowy sieci telekomunikacyjnej urządzeń i środków łączności o odpowiednich parametrach techniczno-eksploatacyjnych,
- architekturę sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie,
- struktury organizacyjno-techniczne węzłów telekomunikacyjnych,
- architektura aparatowni łączności,
- postać wiadomości przekazywanych w relacjach wewnętrznych i zewnętrznych,
- ilości i rodzaj końcowych urządzeń abonenckich,
- wielkość generowanego ruchu (ilość i objętość wiadomości).

Następnie korzystając z dotychczasowej wiedzy, ustaleń i wniosków z badań przeprowadzono proces modelowania sieci telekomunikacyjnej przy użyciu narzędzia komputerowego w postaci pakietu symulacyjnego COMNET III w wersji 1.3.

Model zawiera parametryczny opis wszystkich elementów sieci telekomunikacyjnej, uwzględnia zidentyfikowane rodzaje usług i wielkość generowanego ruchu przez osoby funkcyjne poszczególnych stanowisk dowodzenia. Elementy składowe sieci telekomunikacyjnej a w tym węzły łączności i linie teletransmisyjne oraz źródła generacji ruchu telekomunikacyjnego i zachodzące procesy telekomunikacyjne opisano odpowiednimi wartościami liczbowymi lub rozkładami prawdopodobieństwa występowania zdarzeń.

Ponadto model sieci telekomunikacyjnej uwzględnia także rozmieszczenie przestrzenne jego elementów.

Badania modelu przeprowadzono zmieniając różne wybrane parametry sieci telekomunikacyjnej powtarzając każdą z prób wielokrotnie, by zapewnić wiarygodność statystyczną wyników eksperymentu.

Jednocześnie w celu sprecyzowania uwarunkowań funkcjonowania sieci telekomunikacyjnej korpusu (modelu) zastosowano różne metody badawcze a w tym porównanie, analogię i uogólnianie.

Metoda *eksperymentu naukowego* w formie *symulacji komputerowej* pozwoliła na określenie jakości świadczonych usług telekomunikacyjnych na rzecz organów dowodzenia również z uwzględnieniem destrukcyjnego oddziaływania przeciwnika na eksploatowaną sieć telekomunikacyjną korpusu.

Proces ten ujawnił wpływ różnych parametrów techniczno-eksploatacyjnych na jakość świadczonych usług telekomunikacyjnych.

Analiza wyników uzyskanych z eksperymentu pozwoliła na sformułowanie wniosków umożliwiających wskazanie takiego wariantu sieci telekomunikacyjnej, który gwarantuje

sprawne dowodzenie wojskami i kierowanie środkami rażenia KZ w czasie prowadzenia operacji obronnej zgodnie z przyjętymi kryteriami.

2. IDENTYFIKACJA SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ JAKO PRZYSZŁEGO OBIEKTU BADAŃ

Treść rozdziału poświęcona jest identyfikacji sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej jako systemu złożonego z wielu elementów, które muszą być uwzględnione w trakcie badań.

Podjęto próbę usystematyzowania nazewnictwa poszczególnych części składowych sieci telekomunikacyjnej.

Poddano analizie współczesne i perspektywiczne sieci telekomunikacyjne różnych państw członków NATO będące rozwiązaniami zgodnymi z TACOMS POST 2000.

Na tej podstawie oraz po analizie materiałów i publikacji, w tym dotyczących przeprowadzonych ćwiczeń i treningów sztabowych szczebla operacyjnego, wskazano obszary prowadzonej operacji obronnej, w których powinny być rozwinięte elementy sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej.

2.1. Identyfikacja elementów sieci telekomunikacyjnej w obszarze prowadzonej operacji obronnej

J. Michniak[1] w swojej pracy habilitacyjnej definiuje *sieć telekomunikacyjną jako zespół aparatów przetwórczych, linii i stacji teletransmisyjnych, central telefonicznych i telegraficznych, central komutacji pakietów, radiostacji oraz innych urządzeń telekomunikacyjnych znajdujących się na określonym obszarze, powiązanych ze sobą technicznie i przeznaczonych do świadczenia usług telekomunikacyjnych.* Podobne określenie tego pojęcia przytacza J. Mazurkiewicz[2], który rozumie *sieć telekomunikacyjną jako zespół funkcjonalnie powiązanych ze sobą urządzeń telekomunikacyjnych, znajdujących się na określonym obszarze i przeznaczonych do świadczenia usług telekomunikacyjnych różnych, lub określonych rodzajów.* Równoważną definicję sieci telekomunikacyjnej zawarto w normie polskiej, którą przyjmuję do dalszych rozważań. Mówi ona, że podmiotowy obiekt jest ***zespołem środków umożliwiających świadczenie usług telekomunikacyjnych między pewną liczbą miejsc, w których jest zapewniony dostęp do tych usług [PN-93/E-50701]***[3]**.**

---

[1] J. Michniak, Podstawy teorii kierowania polowymi systemami łączności wojsk lądowych, AON, Warszawa 1997, str.83.
[2] J. Mazurkiewicz, Leksykon łączności wojskowej, AON 1996, str. 180.
[3] Pakiet norm obronnych z zakresu łączności, AON, Warszawa 2000, str. 22.

Na podstawie analizy wielu wydawnictw można sformułować oczywistą prawdę, że wspomniane środki będą znajdowały się na węzłach łączności lub między nimi.

Opierając się na przyjętej definicji sieci telekomunikacyjnej i powyższym ustaleniu można stwierdzić, że elementami sieci telekomunikacyjnej są ***węzły łączności*** powiązane ***liniami teletransmisyjnymi***.

Węzeł łączności w ujęciu J. Mazurkiewicza[4] to *„złożony element wojskowej sieci łączności, stanowiący organizacyjno-techniczne połączenie sił i środków łączności oraz środków zautomatyzowanego systemu dowodzenia, rozwijany w garnizonach oraz w warunkach polowych w celu zapewnienia łączności dowództwom i instytucjom wojskowym. WŁ zapewnia tworzenie, komutację kanałów i informacji (pakietów), utajnianie informacji w kanałach i traktach grupowych, a także dystrybucję przesyłek pocztowych. Ze względu na mobilność dzielą się na stacjonarne i polowe. Pod względem przeznaczenia wyróżnia się: węzły łączności stanowisk dowodzenia, pomocnicze, rejonowe i zapasowe węzły łączności; podstawowe węzły sieciowe (PWS), zwane także węzłami bazowymi; garnizonowe węzły łączności różnych kategorii, wojskowe węzły pocztowe itp."*

E. Piedziuk[5] określa WŁ jako *„element systemu łączności. Przy czym jest to organizacyjno- techniczne połączenie sił, środków łączności i środków zautomatyzowanego dowodzenia wojskami, zapewniające tworzenie, przełączanie oraz komutacje kanałów wiadomości, utajnianie informacji w kanałach i traktach sieci pierwotnej i wtórnej"*.

Według E. Piotrkiewicza[6] WŁ to *„jeden z podstawowych elementów wojskowego systemu łączności, rozwijany w garnizonach raz w warunkach polowych, w rejonie stanowisk dowodzeni. W zależności od szczebla dowodzenia w jego skład wchodzą: centrala (stacja) telefoniczna, centrala (stacja) telegraficzna, przełączalnia, rozmównica telefoniczna, wojskowa stacja pocztowa, lądowisko dla samolotów i śmigłowców łączności, aparatownie transmisji danych i informacji oraz radioodbiorcze oddzielne radiostacje i odbiorniki radiowe, grupa (grupy) środków nadawczych (lub centrum nadawcze i odbiorcze) jako węzeł radiowy, stacje radioliniowe, wozy dowodzenia i sztabowe aparatownie z wyposażeniem poczty polowej i inne"*.

Norma obronna[7] wyróżnia i określa węzeł sieciowy jako *element systemu łączności, w którego skład może wchodzić sprzęt radioliniowy, zwielokratniający, przewodowy,*

---

[4] J. Mazurkiewicz, Leksykon łączności wojskowej, AON, Warszawa 1996, str. 226.
[5] E. Piedziuk, Słownik z zakresu telekomunikacji, str. 70.
[6] E. Piotrkiewicz, Leksykon wiedzy wojskowej, str.476.
[7] NO-01-A003, Systemy telekomunikacyjne i informatyczne – Terminologia, MON 2000.

kryptograficzny oraz łącznice telefoniczne i telegraficzne. Zasadniczo jest on związany z obsługą ruchu telefonicznego i telegraficznego.

Mając na uwadze różnorodność polowych węzłów łączności oraz dynamiczny rozwój urządzeń łączności i ciągle rosnący asortyment oferowanych nowoczesnych usług telekomunikacyjnych, przytoczone definicje WŁ stają się nieprecyzyjne, a tym samym węzły łączności spełniające rygory tych określeń nie odzwierciedlają postępu technicznego.

W celu jednoznacznego rozumienia rozpatrywanych pojęć w rozprawie, przez węzeł łączności stanowisk dowodzenia rozumieć należy ***„system sił, środków oraz urządzeń łączności i informatyki rozwinięty na stanowisku dowodzenia przystosowany do pracy w różnych warunkach terenowych, w celu udostępnienia niezbędnych usług telekomunikacyjnych określonym osobom funkcyjnym w celu zapewnienia sprawnej wymiany informacji na potrzeby dowodzenia wojskami, kierowania specjalistycznymi systemami rodzajów wojsk i sterowania środkami rażenia we wszystkich rodzajach działań bojowych"*** a podstawowy węzeł sieciowy (PWS) podstawowej sieci łączności korpusu (PSŁ) należy traktować jako ***„system sił oraz urządzeń łączności i informatyki rozwinięty we wskazanym miejscu należącym z reguły do rejonu działań operacyjnych (taktycznych) przystosowany do pracy w różnych warunkach atmosferycznych i terenowych, w celu umożliwienia uruchomienia i eksploatacji przestrzennej sieci telekomunikacyjnej, przyjęcia do eksploatacji linii teletransmisyjnych z węzłów stanowisk dowodzenia a także w celu udostępnienia niezbędnych usług telekomunikacyjnych określonym osobom funkcyjnym KZ będącym w ruchu i przebywającym na węźle łączności".***

W celu identyfikacji węzłów łączności tworzących przestrzenne sieci telekomunikacyjne różnych szczebli organizacyjnych przyjmują następujące nazwy:

BWŁ – bazowy węzeł łączności (jest elementem ***bazowej sieci łączności (BSŁ)*** – dla szczebla strategicznego),

PWS – podstawowy węzeł sieciowy (jest elementem ***podstawowej sieci łączności (PSŁ)*** – dla szczebla operacyjnego),

pwł – pomocniczy węzeł łączności (jest elementem ***pomocniczej sieci łączności (psł)*** – dla szczebla taktycznego).

Ze względu na przyjęte kryterium mobilności sieci telekomunikacyjnej KZ w rozprawie przyjęto, że węzły łączności stanowisk dowodzenia korpusu i korpuśnego podporządkowania oraz podstawowe węzły sieciowe podstawowej sieci łączności są budowane w oparciu o sprzęt polowy.

Opcja dowiązania PSŁ do stacjonarnej sieci telekomunikacyjnej poprzez urządzenia teletransmisyjne garnizonowych węzłów łączności (GWŁ) lub innych operatorów (np. TP S.A.) realizowana będzie jedynie w celu umożliwienia dostępu do punktów dowodzenia przełożonego (poprzez bazową sieć łączności) bądź w razie konieczności wzmocnienia zasobów teletransmisyjnych PSŁ.

Ponieważ tematyka pracy dotyczy sieci telekomunikacyjnej, węzeł łączności SD jest rozpatrywany bez uwzględnienia sił i środków pocztowych, sygnalizacyjnych oraz odwodu.

Drugim zasadniczym makroskładnikiem[8] sieci telekomunikacyjnej są linie telekomunikacyjne.

Są one określane przez J. Mazurkiewicza[9] jako *zespół środków technicznych rozmieszczonych między dwoma punktami (miejscowościami, miejscami rozwinięcia węzłów i stacji), umożliwiający jednoczesną wymianę i/lub jednoczesne przekazywanie wielu informacji. Rozróżnia się linie przewodowe, radiowe, falowodowe, światłowodowe i mieszane.* Bardzo podobnie brzmi definicja linii telekomunikacyjnej przytoczona przez W. Nowickiego[10]. Uważa on jednak, że *„w linii telekomunikacyjnej są przekazywane jednocześnie wiadomości"* a nie informacje. Takie stanowisko może sugerować, że linie telekomunikacyjne mogą obsłużyć w danej chwili tylko jedną postać sygnału przenoszącego wiadomość z czym zgodzić się nie można.

Do dalszych rozważań przyjmuję zmodyfikowaną definicję linii telekomunikacyjnej przedstawioną przez J. Michniaka i Z. Fiołnę[11]. Według tych autorów linia telekomunikacyjna jest ***„linią będącą składnikiem sieci telekomunikacyjnej, rozwiniętą na określonym obszarze za pomocą dowolnych urządzeń teletransmisyjnych".***

Bazując na powyższych ustaleniach przyjmuję do dalszych rozważań następujące składniki sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie:

- podstawowa sieć łączności (PSŁ):
  - podstawowe węzły sieciowe (PWS),
  - teletransmisyjne linie łącznikowe między (TLŁ);
- węzły łączności stanowisk dowodzenia WŁ SD (WSD, TSD);
- teletransmisyjne linie dowiązania (TLD) WŁ SD (WSD, TSD) do PSŁ.

---

[8] J. Michniak, rozprawa hab. str. 86.
[9] J. Mazurkiewicz, Leksykon łączności wojskowej, AON, Warszawa 1996, str.87.
[10] W. Nowicki, Glosarium telekomunikacji, Zalecane terminy, ich definicje, odpowiedniki obcojęzyczne, komentarze, Zeszyt 2, Biuletyn informacyjny nr 2-3, IŁ, Warszawa Miedzeszyn, 1999, str. 37.
[11] J. Michniak, Z. Fiołna, Sieć łączności państwa, AON, Warszawa 2001, str. 20.

Jest oczywiste, że zasadniczym determinantem rozmieszczenia elementów sieci telekomunikacyjnej (węzłów łączności) jest ugrupowanie bojowe korpusu a w szczególności położenie punktów dowodzenia poszczególnymi elementami ugrupowania.

Nasycenie terenu stanowiskami dowodzenia będzie również zależało od ilości związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów zaangażowanych w prowadzoną operację obronną.

Oczywiście struktura Korpusu nie jest stała i może się zmieniać w zależności od celu wykonywanego zadania i warunków jego realizacji.

W składzie KZ oprócz typowych związków taktycznych i oddziałów może wystąpić BOT, która wg wielu z pośród wymienionych wcześniej autorów, w czasie prowadzenia operacji obronnej powinna być podporządkowana dowództwu korpusu zmechanizowanego.

Na potrzeby dysertacji przyjmuję przydzielenie do KZ DPanc (na czas prowadzonej operacji obronnej).

Stąd struktura KZ w obronie może mieć strukturę jak na rysunku 2.1.

Urzutowanie elementów KZ do wykonania operacji obronnej może być różne i zależeć będzie w szczególności od sytuacji operacyjno-taktycznej, otrzymanego zadania i możliwości uzyskania wsparcia związkami taktycznymi z innego KZ.

Analiza materiałów [12,13,14,15] umożliwia ogólne określenie położenia elementów sieci telekomunikacyjnej w obszarze prowadzonej operacji obronnej.

Wszyscy wspomniani autorzy skłaniają się do wyróżnienia w ugrupowaniu obronnym dwóch zasadniczych rzutów (I rzutu i odwodu) natomiast ze względu na to, że w przytoczonych ćwiczeniach skład rzutów i odwodów był zasadniczo różny, niemożliwe jest znalezienie stałych i klasycznych rozwiązań tej kwestii bowiem uzależnione są one od wielu czynników operacyjno-taktycznych i możliwości sił zbrojnych.

Dlatego do celów rozprawy przyjmuję następujące umowne ugrupowanie bojowe KZ w obronie:

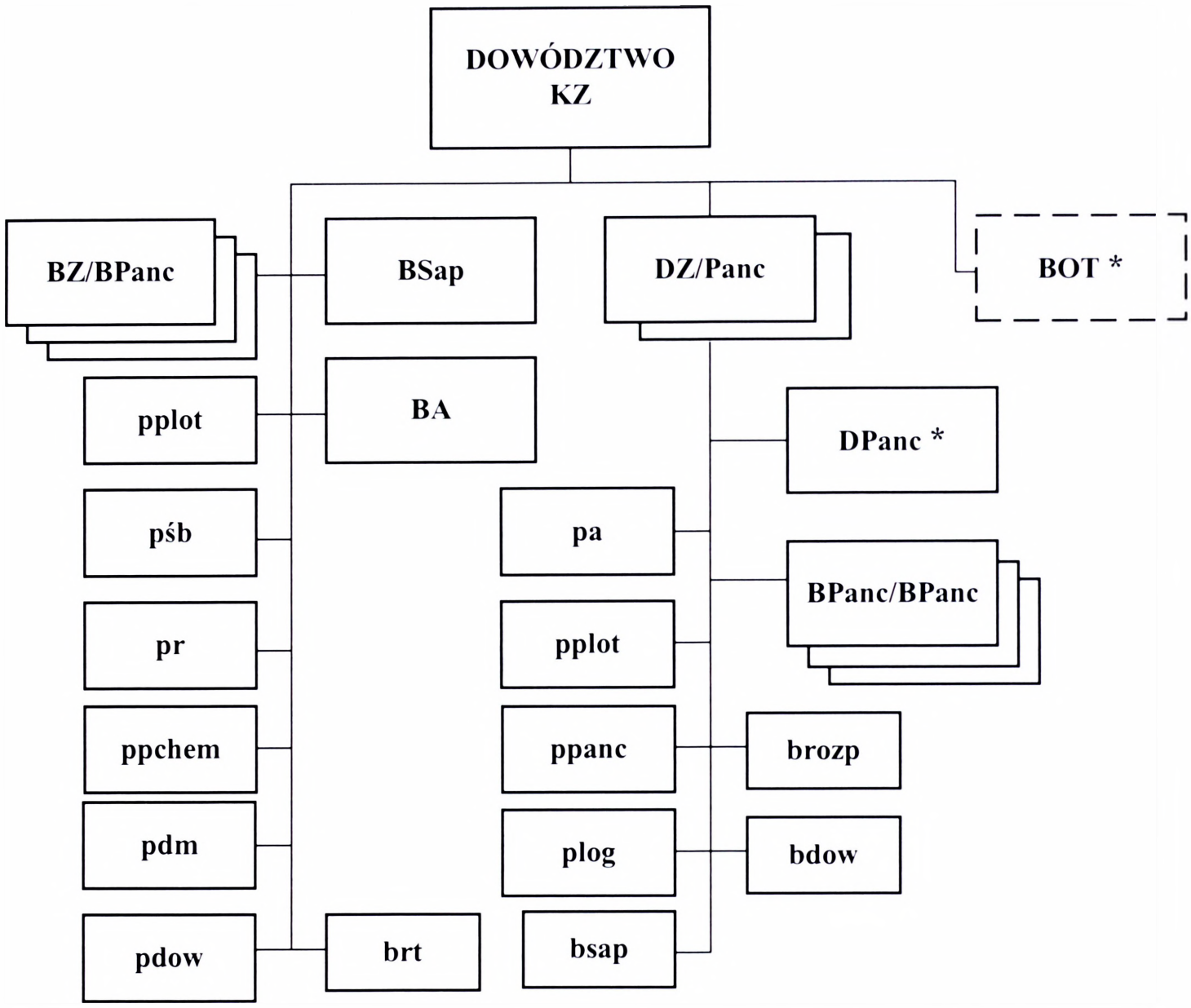
- 1 rzut:
  - DZ (Dywizja Zmechanizowana),
  - DPanc♦ (Dywizja Pancerna),
  - BPanc (Brygada Pancerna),

---

[12] Materiały z ćwiczenia 141, Operacja obronna, AON, Warszawa 1998r.
[13] Materiały z ćwiczenia grupowego nr.142, Planowanie i proces kierowania operacją obronną korpusu, AON, Warszawa 2000r.
[14] Materiały z ćwiczenia dowódczo-sztabowego nr 143, Działania operacyjne korpusu, AON, Warszawa 2001r.
[15] Praca zbiorowa pod redakcją Z. Fiołny, Podstawowe relacje dowodzenia oddziału, związku taktycznego i związku operacyjnego w działaniach wojsk lądowych, Album schematów, AON, Warszawa 2001r.
♦ związek taktyczny podporządkowany na czas prowadzenia operacji obronnej

- BZ (Brygada Zmechanizowana);

- odwód:
  - DPanc (Dywizja Pancerna),



* - jednostka czasowo podporządkowana

Rys. 2.1. Struktura organizacyjna KZ WL w okresie prowadzenia operacji obronnej (wariant) (opracowano na podstawie treści wydawnictw wykazanych w przypisach 12-15)

- BZ (Brygada Zmechanizowana).

Pozostałe oddziały i pododdziały prowadzące działania w obszarze pierwszorzutowym i tyłowym obszarze operacji obronnej:

- BSap (Brygada Saperów),
- BA (Brygada Artylerii),
- BOT (Brygada Obrony Terytorialnej),
- pplot (pułk przeciwlotniczy),

- psb (pułk śmigłowców bojowych),
- pr (pułk rozpoznania),
- ppchem (pułk przeciwchemiczny),
- pdm (pułk drogowo-mostowy),
- pdow (pułk dowodzenia),
- brt (batalion radiotechniczny);

Pierwszy rzut oraz odwód stanowią związki taktyczne, oddziały i pododdziały mieszczące się w strukturze KZ WL z wyjątkiem DPanc, która została przydzielona na czas prowadzonej operacji obronnej z innego KZ. Przyjęcie takiego rozwiązania sprawia, że sieć telekomunikacyjna KZ w obronie musi być w stanie obsłużyć nie tylko punkty dowodzenia autonomicznych jednostek, ale też umożliwić dowiązanie do PSŁ pomocniczych węzłów łączności (pwł) związku taktycznego czasowo podporządkowanego.

Usytuowanie WŁ SD i PWS w obszarze prowadzonej operacji obronnej zostanie przedstawiona w dalszej części dysertacji.

2.2. Analiza współczesnych sieci telekomunikacyjnych wybranych armii NATO

W celu opracowania międzynarodowych standardów NATO, powołano między innymi grupę roboczą PG/6 (Projekt Group), której uczestnikami są przedstawiciele 12 krajów: Belgii, Kanady, Francji, Niemiec, Włoch, Holandii, Norwegii, Portugalii, Turcji, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii i USA.

Wśród zasadniczych celów projektu założono wypracowanie propozycji standardów NATO (STANAG – Standarization Agreement) do roku 2003 w ramach projektu TACOMS POST-2000 (Tactical Communications Systems for the Land Combat Zone Post-2000).

Obejmowałyby one zalecane architektury systemu, podstawowe rodzaje technologii i technik wykorzystywanych w systemach łączności nowej generacji, jak również zalecane typy interfejsów i innych elementów funkcjonalnych systemu.

Do opracowania przyjęto następujące zasadnicze założenia:

- architektura systemu powinna zapewnić pełne współdziałanie jednostek różnych państw, zgodność podsystemów i sprzętu, przezroczystość połączeń taktycznych i strategicznych oraz elastyczność połączeń z sieciami narodowymi i komercyjnymi;

- architektura powinna umożliwiać każdemu państwu rozwój systemów od stanu aktualnego do architektury docelowej z uwzględnieniem możliwości poszczególnych krajów w zakresie realizowanych programów i budżetów;
- architektura systemu powinna być modułowa, aby zapewnić możliwość realizacji przewidywalnych scenariuszy działań jednostek i misji realizowanych przez NATO;
- architektura systemu powinna bazować na technologiach komercyjnych adaptowanych do wymagań wojskowych.

Aktualnie prowadzone są, w tym również przez firmy telekomunikacyjne, intensywne prace badawczo-wdrożeniowe mające na celu opracowanie, a w perspektywie wprowadzenie na użytek sił zbrojnych, nowoczesnych systemów odpowiadających zarówno architekturze TACOMS Post-2000 jak też narodowym potrzebom armii.

Ogólną architekturę systemu łączności opartego na standardzie TACOMS Post-2000 przedstawia załącznik 2.1[16].

Prezentowane wyniki prac prowadzonych w ramach projektu wskazują, iż zakłada się w ramach wojskowej sieci łączności funkcjonowanie czterech zasadniczych komponentów funkcjonalno-organizacyjnych:

- WAS (Wide Area Subsystem) – podsystem rozległy (PR), stanowiący przestrzenną sieciową strukturę węzłów połączonych liniami międzywęzłowymi, rozwijaną jako infrastrukturę telekomunikacyjną w obszarze działań;
- LAS (Local Area Subsystem) – podsystem lokalny (PL), przeznaczony dla zapewnienia dostępu do usług użytkownikom (abonentom stanowisk dowodzenia), oparty na rozwijanych sieciach lokalnych;
- MS (Mobile Subsystem) – podsystem mobilny (PM), zapewniający realizację usług dla użytkowników mobilnych, poruszających się w obszarze działań i dysponujących bezprzewodowymi środkami łączności;
- SMCS (System Management and Control Subsystem) – podsystem zarządzania i kontroli (PZiK), przeznaczony do kierowania i planowania systemu łączności, prowadzenia kontroli funkcjonowania systemu oraz kontroli wydajności systemu.

Założenia prac TACOMS Post-2000 powinny być uwzględniane przez projektantów narodowych systemów łączności w zakresie telekomunikacji.

Analizując aktualnie funkcjonujące systemy telekomunikacyjne szczebla taktycznego wojsk lądowych w wybranych państwach NATO na przykładzie armii Niemiec, Francji,

---

[16] M. Amanowicz i inni, Analiza trendów rozwojowych systemów dowodzenia i łączności w armiach państw NATO, WAT Warszawa, 1999r.

Wielkiej Brytanii i USA można wyciągnąć wnioski dotyczące struktur, wykorzystywanej technologii i sprzętu łączności.

Taktyczne systemy telekomunikacyjne♦ AUTOKO – 90, RITA 2000, PTARMIGAN, TRI-TAC (zał. 2.2-2.5) różnią się między sobą w sposób istotny, ale posiadają też podobne rozwiązania organizacyjno-techniczne.

W tabeli 2.1 pokazano tabelę z zebranymi podstawowi informacjami dotyczącymi analizowanych systemów telekomunikacyjnych.

Należy zauważyć, że wszystkie wymienione systemy telekomunikacyjne oparte są na przestrzennych sieciach telekomunikacyjnych, natomiast ilości podstawowych węzłów łączności (PWS) wykorzystywanych do ich budowy są różne lub ich liczba jest nieokreślona.

Do budowy PWS i linii teletransmisyjnych łączących je, wykorzystywany jest sprzęt polowy lub/i stacjonarny.

Ze względu na możliwość prowadzenia operacji na terenie obcym oczywiste jest, że najczęściej linie teletransmisyjne (TLŁ, TLD) budowane są w oparciu o kierunki radioliniowe o różnej szybkości transmisji (256-18720 kbit/s).

W systemie francuskim (RITA 2000), gdzie na wszystkich szczeblach i we wszystkich rodzajach sił zbrojnych zaimplementowano technikę szerokopasmową w oparciu o platformę transportową ATM linie te mają zdecydowanie największą przepustowość sięgającą 155 Mbit/s (stacjonarne linie przewodowe).

We wszystkich przypadkach z wyjątkiem systemu TRI-TAC (USA) przewidziano dostęp WŁ SD do PWS poprzez linie radioliniowe i przewodowe (w TRI-TAC tylko radioliniowe), przy czym należy się spodziewać, że linie przewodowe będą budowane i uruchamiane tylko na niewielkich odległościach i tylko w razie nieoczekiwanych okoliczności, które to wymuszą.

Przepływności tych linii są odmienne dla różnych rozwiązań i mogą wynikać z ilości budowanych kierunków radioliniowych. Trzeba zauważyć, że we wszystkich systemach przewidziano dołączenie WŁ SD do co najmniej dwóch różnych PWS. W rozwiązaniu amerykańskim ze względu na obsługiwany szczebel dowodzenia (strategiczno-taktyczny) zastosowano do tego celu oprócz radiolinii horyzontalnych, również troposferyczne środki radioliniowe. Wszystkie sieci teletransmisyjne, z wyjątkiem rozwiązania brytyjskiego, uwzględniają również możliwość budowania dodatkowych kanałów przy pomocy terminali satelitarnych.

♦ jak w przypisie 16

Tabela 2.1.

Porównanie systemów telekomunikacyjnych wybranych państw NATO
(opracowanie własne)

Lp.	Rozwiązania techniczno-organizacyjne		Niemcy (AUTOKO-90)	Francja (RITA 2000)	Wielka Brytania (PTARMIGAN)	USA (TRI-TAC)
1	2		3	4	5	6
1.	struktura podstawowej sieci łączności		przestrzenna	przestrzenna	przestrzenna	przestrzenna
2.	ilość węzłów podstawowych		do 40	brak danych	ok. 20	brak danych
3.	mobilność podstawowych węzłów sieci telekomunikacyjnej		mobilno-stacjonarne	stacjonarno-mobilna	mobilna	całkowicie mobilna
4.	rodzaj linii międzywęzłowych podstawowej sieci łączności		radioliniowe	radioliniowe/ przewodowe	radioliniowe	radioliniowe
5.	szybkość transmisji w liniach teletransmisyjnych podstawowej sieci łączności		256-2048 kbit/s	2–8 Mbit/s (linie radioliniowe) 155 Mbit/s (linie przewodowe)	256–512 kbit/s;	rl troposf.: 2048 kbit/s; rl bliskiego zasięgu: 9,36Mbit/s (16-20km); 18,72 Mbit/s (8km)
6.	szybkość transmisji w przewodowych liniach łącznikowych między węzłami SD a podstawowymi węzłami sieciowymi		256-512 kbit/s	2-10 Mbit/s	256–512 kbit/s (możliwość 3*512 bit/s)	nie dotyczy
7.	szybkość transmisji w radioliniowych liniach łącznikowych między węzłami SD a podstawowymi węzłami sieciowymi		256-2048 kbit/s	2-8 Mbit/s	256–512 kbit/s (możliwość 3*512 kbit/s)	brak danych
8.	łączność satelitarna		TAK (między fragmentami AUTOKO 90)	TAK	NIE	TAK
9.	wykorzystanie techniki szerokopasmowej		(w perspektywie)	TAK (ATM)	NIE	(w perspektywie)
10.	standard EUROCOM		TAK	TAK	TAK	TAK
11.	szybkość kanałów abonenckich		16/32 kbit/s	pasmo 20-30 Mbit/s dla ok. 200 abonentów	16 kbit/s (dalekopis i transmisja danych jw. lub 2,4 kbit/s przy transmisji asynchronicznej)	16/32 kbit/s
12.	USŁUGI	fon	TAK	TAK	TAK	TAK
		faks	TAK	TAK	TAK	TAK
		transmisja danych	TAK	TAK	TAK	TAK
		szybka transmisja danych	NIE	TAK	NIE	NIE
		obraz ruchomy	NIE	TAK	NIE	NIE
		radiodostęp	TAK	TAK	TAK	brak danych

Jedynym szerokopasmowym rozwiązaniem systemu telekomunikacyjnego jest francuska RITA 2000. Niemiecki AUTOKO – 90 oraz amerykański TRI-TAC przewidują w przyszłości

zbudowanie systemu telekomunikacyjnego w oparciu o technikę szerokopasmową nie określając na jakiej platformie komutacyjno-transportowej zostanie oparta.

Do zarządzania sieciami każdy z systemów posiada własny wielopoziomowy system zarządzania.

Każdy z analizowanych systemów telekomunikacyjnych może współpracować w systemie koalicyjnym NATO poprzez specjalne interfejsy międzysystemowe.

2.3. Umiejscowienie struktury sieci telekomunikacyjnej korpusu w obszarze prowadzenia operacji obronnej

Po dotychczasowej analizie dostępnych opracowań i prac badawczych, a w tym dotyczących koncepcji cyfrowego systemu łączności związku operacyjnego dla WL SZ RP[17], można przyjąć, że sieć telekomunikacyjna korpusu powininna zawierać następujące zasadnicze elementy:

- węzły łączności stanowisk dowodzenia oraz teletransmisyjne linie dowiązania tych stanowisk do podstawowej sieci łączności;
- podstawową sieć łączności korpusu (podstawowe węzły sieciowe z wiążącymi je teletransmisyjnymi liniami łącznikowymi);
- podsystem łączności radiowej i radiodostępowej;
- elementy zarządzania systemem oraz elementy zabezpieczenia logistycznego;
- odwód.

Należy zgodzić się z oficerami DWL[18], że rola i znaczenie poszczególnych części składowych systemu dowodzenia zależą od warunków taktycznych, w jakich prowadzą działania poszczególne szczeble dowodzenia. Na niższych szczeblach dowodzenia, gdzie działania charakteryzują się dużą mobilnością i gdzie elementy systemu są najbardziej narażone na oddziaływanie przeciwnika, zasadniczą rolę w systemie odgrywa sieć radiowa pola walki.

Na szczeblu Korpusu podstawowa sieć łączności korpusu odgrywa kluczową rolę w systemie. W sieci tej przepływa najwięcej informacji wysyłanych ze stanowisk dowodzenia korpusu. Jednak w działaniach wysoce mobilnych lub w przypadku dużych zniszczeń elementów sieci łączności mogą się zdarzyć sytuacje, w których podstawowa sieć łączności nie będzie mogła zapewnić wymiany informacji na wymaganym poziomie i wówczas

---

[17] Koncepcja cyfrowego systemu łączności związku operacyjnego pk. Krdkus, WIŁ-WAT, Warszawa 2000r.
[18] Potrzeby użytkowników podsystemu łączności radiowej korpusu wojsk lądowych, DWL, Warszawa 2001r.

aktualnie niskie możliwości teletransmisyjne sieci radioliniowo-przewodowej zostaną podwyższone (uzupełnione) przez łączność radiową, szczególnie KF.

2.3.1. Usytuowanie struktury podstawowej sieci łączności KZ w obszarze prowadzenia operacji obronnej

Należy zgodzić się z opinią wyrażoną przez A. Bajdę [19], że sieć telekomunikacyjna jest istotnym elementem systemu łączności, który należy rozpatrzyć w klasie tzw. wielkich systemów, co znacznie komplikuje jego planowanie.

System należący do takiej klasy charakteryzuje się bowiem następującymi właściwościami: wielofunkcyjnością, wynikającą z konieczności przekazywania różnych rodzajów informacji; złożonością struktur i algorytmów działania; wielorakością tworzących je podsystemów i ich elementów; prawdopodobnym charakterem procesów funkcjonalnych, podyktowanych ciągłą zmianą parametrów i warunków działania systemu, a także przypadkowym (losowym) charakterem przechodzących przez niego potoków informacji; koniecznością kierowania nim oraz wszechstronnego zabezpieczenia i wsparcia jego działania.

W cyfrowej utajnionej sieci telekomunikacyjnej[20], co pokazano również w tabeli 2.1, można wyróżnić sieć teletransmisyjną i sieć łączy. Sieć teletransmisyjna jest zbiorowością węzłów łączności oraz międzywęzłowych odcinków sieci i niekiedy pojedynczych linii teletransmisyjnych. Węzły łączności są złożonymi elementami sieci teletransmisyjnej. Tworzą je zespoły sił i środków łączności rozmieszczone na ograniczonej z reguły powierzchni i przeznaczone do zapewnienia wymiany wszelkich rodzajów informacji w procesie dowodzenia wojskami dywizji.

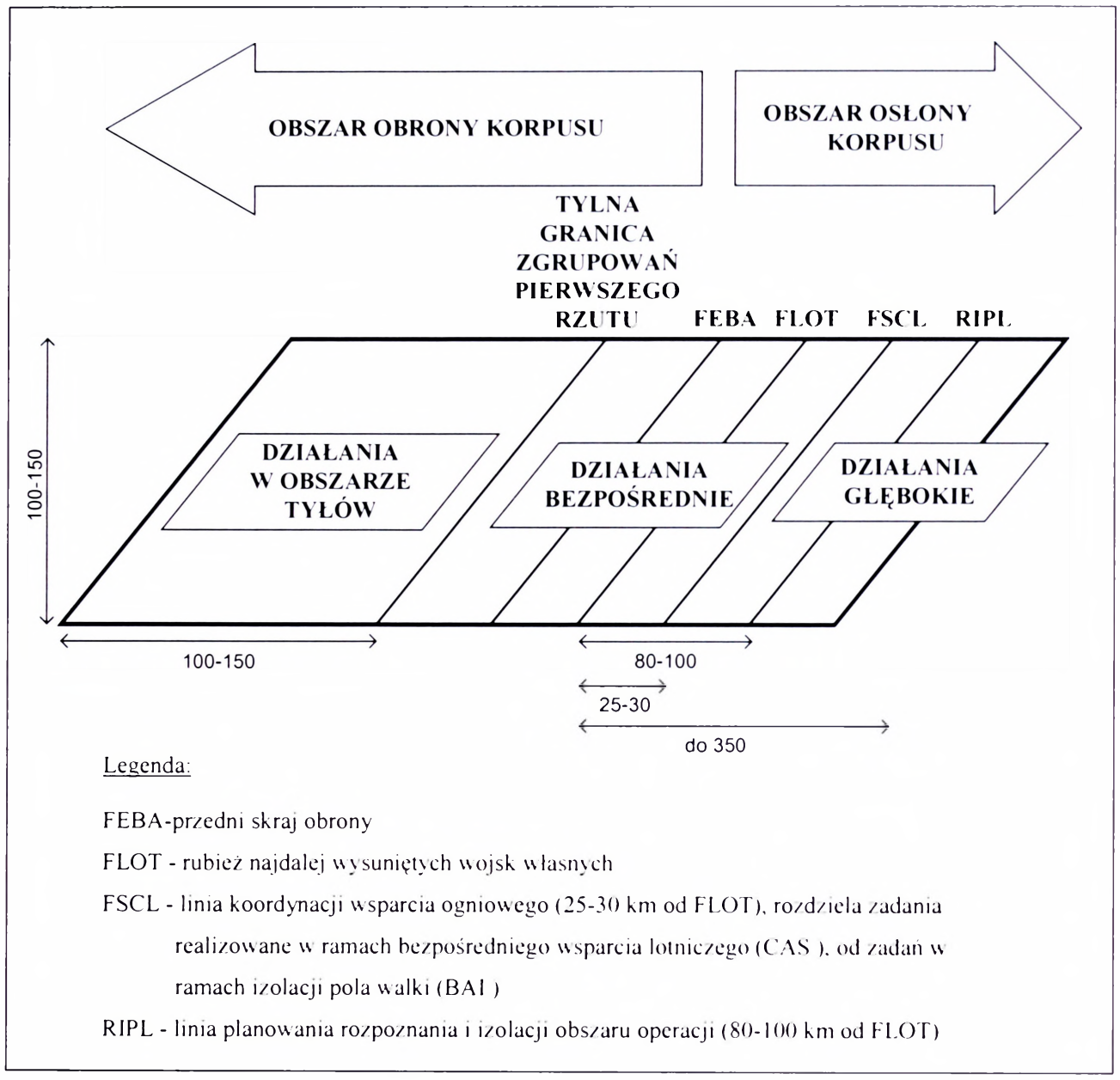
Należy zauważyć, że sieci przestrzenne nazwane w niniejszej rozprawie podstawowymi sieciami łączności, są przewidywane we wszystkich przytoczonych rozwiązaniach sieci telekomunikacyjnych wojsk czołowych państw NATO (zał. 2.2-2.5), jak również znajduje odzwierciedlenie w architekturze planowanego cyfrowego systemu łączności szczebla operacyjnego WP[21].

---

[19] A. Bajda, Zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej w procesie planowania podsystemu łączności radioliniowo-przewodowej dywizji zmechanizowanej, Rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1998r.
[20] A. Bajda, Zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej w procesie planowania podsystemu łączności radioliniowo-przewodowej dywizji zmechanizowanej, Rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1998r.
[21] Praca zbiorowa, Koncepcja cyfrowego systemu łączności związku operacyjnego (CSŁ ZO), WIŁ, Zegrze 2000r.

Sieć ta zawiera potencjał teletransmisyjny wykorzystywany do tworzenia łączy różnego przeznaczenia. Łącza służą do przetwarzania informacji i przesyłania sygnałów telekomunikacyjnych od punktu do punktu.

Topologia PSŁ będzie zależeć będzie od rozmachu przewidywanej operacji obronnej korpusu.



Rys. 2.2. Strefy prowadzenia działań obronnych
(źródło – opracowano na podstawie prezentacji J. Zielińskiego „Operacje obronne" kwiecień 2002r., oraz wydawnictw wykazanych w przypisach 22-24)

W chwili obecnej żaden regulamin nie podaje normatywnych wielkości pasa obrony, jednak na potrzeby rozprawy musiał być on określony. J. Zieliński w swoim wykładzie na temat „Operacje obronne" (kwiecień 2002r.) określa obszar odpowiedzialności obronnej jak na rys. 2.2.

Autor pokazuje podobnie jak R. Bojarski[22], obszar odpowiedzialności ze zwymiarowaniem jedynie odległości między FLOT a FSCL i RIPL, które leżą częściowo w strefie obrony a częściowo w strefie osłaniania korpusu.

Z punktu widzenia sieci telekomunikacyjnej KZ najistotniejsze odległości wyznaczone są szerokością i długością obszaru obrony korpusu.

Wartości pozostałych odległości naniesiono na wspomniany rysunek na podstawie materiałów[23,24] dotyczących eksploatowanych bądź perspektywicznych systemów telekomunikacyjnych najbardziej rozwiniętych państw NATO.

Chociaż materiały te nie precyzują w sposób bezpośredni tych wielkości, to można je oszacować na podstawie ilości przyjętych PWS (Podstawowych Węzłów Sieciowych).

Największą ilość PWS przewiduje Niemiecki system AUTOKO-90, bo aż 40 takich obiektów (część z nich jest milcząca i stanowi rezerwę sieci).

Przyjmując – na podstawie wcześniej przytoczonych materiałów - odległość do 30 km jako średnie oddalenie między PWS, można przyjąć, że sieć telekomunikacyjna korpusu rozwijana będzie na obszarze o przybliżonej maksymalnej powierzchni 25200 km^2.

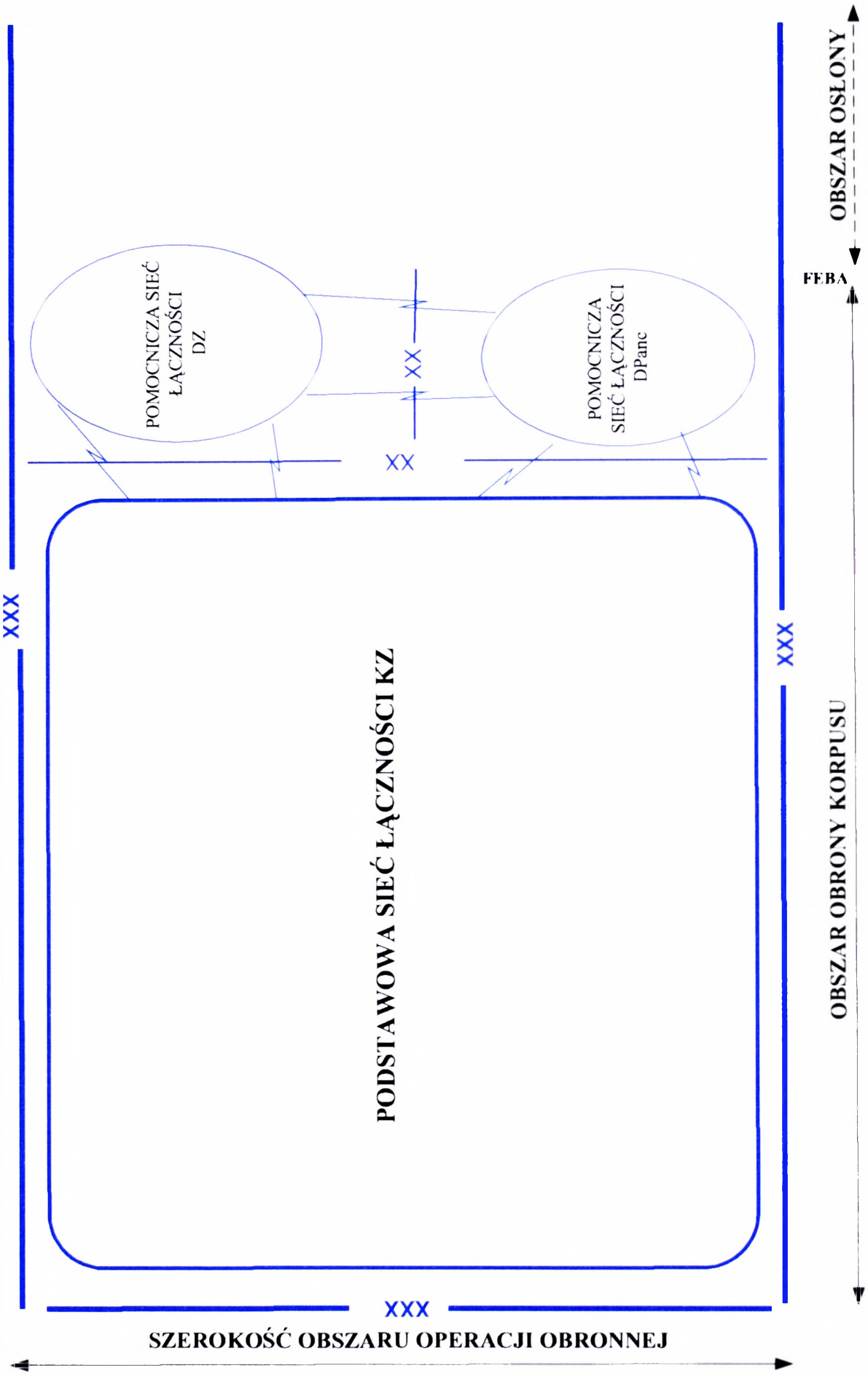
Na potrzeby badań można więc przyjąć wymiary obszaru rozwinięcia sieci telekomunikacyjnej korpusu (STK) jako 150 x 170 km (6 PWS na szerokości i 7 na głębokości pasa obronnego). Uwzględniając parametry przestrzenne prowadzonych operacji oraz uwzględniając wnioski z treści poprzednich podrozdziałów można przedstawić schematycznie umiejscowienie PSŁ w obronie jak na rysunku 2.3.

Przyjęte wartości dotyczące szerokości i głębokości obszaru, na którym rozmieszczono PWS, odpowiadają wymiarami pasowi operacji obronnej prowadzonej przez KZ przedstawionej na rysunku 2.2. Należy zauważyć, że elementy pierwszorzutowych związków taktycznych rozmieszczone są w obszarze pasa obrony związku operacyjnego i będą obsługiwane przez rozwijane własnymi siłami i środkami sieci telekomunikacyjnej w postaci pomocniczych sieci łączności. Rozwiązanie takie można zauważyć w istniejących opracowaniach[25, 26].

Analizując treść wspomnianych wydawnictw trzeba zauważyć, że każda z pomocniczych sieci łączności łączy się z podstawową siecią łączności korpusu (siecią łączności

---

[22] R. Bojarski, Operacja obronna, AON, Warszawa 1999r., str.44.
[23] Tactical Area Communication System (TACOMS).
[24] Koncepcja cyfrowego systemu łączności związku operacyjnego KROKUS, WIŁ-WAT, Warszawa 2000r.
[25] A. Bajda, Zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej w procesie planowania podsystemu łączności radioliniowo-przewodowej dywizji zmechanizowanej, Rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1998r.
[26] A. Bajda, Koncepcja cyfrowego systemu łączności ZT– Storczyk 2000, ISŁ WAT, Warszawa 2000r.



Rys. 2.3. Umiejscowienie PSŁ KZ
w obszarze prowadzonej operacji obronnej
(opracowanie własne)

przełożonego) oraz między sobą dwoma niezależnymi liniami teletransmisyjnymi, co również przedstawiono na rys. 2.3. niniejszej dysertacji.

Istotnym zagadnieniem, zasygnalizowanym na omawianym rysunku, jest dostęp telekomunikacyjny do sieci innych wojsk NATO (współdziałających), lub stacjonarnych sieci telekomunikacyjnych zarówno wojskowych jak też publicznych.

W pierwszym przypadku może on być realizowany poprzez interfejsy międzysystemowe DSTG zalecane przez STANAG 4578. Do realizacji tej funkcji, podobnie jak do wykonania połączeń między PSŁ a stacjonarnymi sieciami telekomunikacyjnymi, muszą być przygotowane wszystkie PWS. W przypadku DSTG styk ten jest wykonany przy pomocy linii przewodowej.

Należy przyjąć, że teletransmisyjna linia łącznikowa między PWS a GWŁ może również być zrealizowana przy pomocy linii przewodowej lub w przypadku, gdy GWŁ dysponuje odpowiednim urządzeniem radioliniowym, przy pomocy linii radioliniowej.

Trzeba też liczyć się z sytuacją, iż dostęp do zasobów teletransmisyjnych obcych operatorów może być utrudniony ze względu na brak odpowiednich urządzeń radioliniowych i międzysystemowych w ich obiektach dostępowych. W takiej sytuacji dostęp do stacjonarnej sieci telekomunikacyjnej możliwy byłby poprzez przewodowe linie łącznikowe lub po wybudowaniu linii radioliniowych przy pomocy własnych (wojskowych) urządzeń radioliniowych i interfejsów międzysystemowych.

Ponadto jest oczywiste, że dostęp do sieci telekomunikacyjnej innych operatorów (NATO, stacjonarnej sieci MON, stacjonarnej sieci telekomunikacyjnej operatorów publicznych) będzie uwarunkowany posiadaniem przez ww. operatorów punktów dostępowych w obszarze PSŁ lub w takim oddaleniu, by możliwe było uruchomienie teletransmisyjnych linii dowiązania międzysystemowego.

Należy liczyć się, że w obszarze prowadzonej operacji w przypadku w szczególności gdyby była rozgrywana na obszarze przeciwnika i bez wzmocnienia związkami taktycznymi NATO sieć telekomunikacyjna KZ musi być w stanie samodzielnie zrealizować stawiane przed nią zadania.

2.3.2. Usytuowanie węzłów łączności stanowisk dowodzenia w obszarze prowadzenia operacji obronnej

Nieroztrzygniętą dotychczas kwestią jest usytuowanie stanowisk dowodzenia korpusu i korpuśnego podporządkowania w obszarze prowadzonej operacji.

Analiza teoretycznych rozważań oraz przeprowadzonych ćwiczeń dotyczących prowadzenia operacji obronnych [27,28,29] a w szczególności przytoczone rysunki 2.4 - 2.7, pokazują różne położenie wojsk w zależności od sposobu prowadzonej operacji obronnej.

Ze względu na dynamikę w położeniu wojsk można przewidzieć konieczność zmiany w dyslokacji punktów dowodzenia a tym samym węzłów łączności stanowisk dowodzenia korpusu i jemu podporządkowanych oraz współdziałających związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów.

Ponieważ, jak wykazano wcześniej każdy węzeł łączności powinien być dowiązany do podstawowej sieci łączności dwiema niezależnymi liniami teletransmisyjnymi, można stwierdzić, że dla funkcjonowania sieci telekomunikacyjnej korpusu nie ma to istotnego znaczenia, ponieważ warunki te powinny być spełnione w całym obszarze prowadzonej operacji a tym samym w całym obszarze pokrytym przez PSŁ.

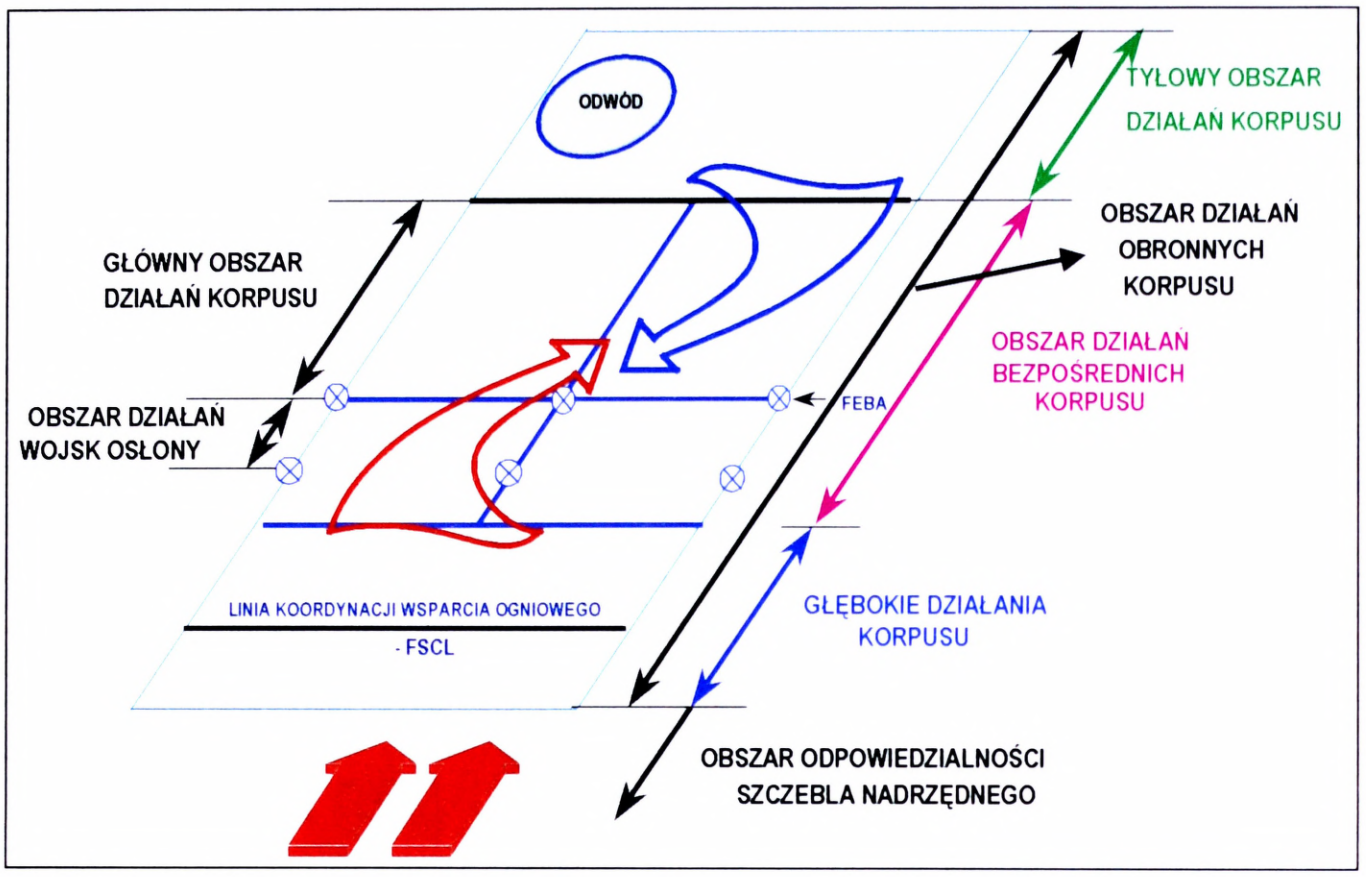
Dokonując przeglądu dostępnych materiałów dotyczących rozwiązań prowadzonych operacji obronnych zawartych w przytoczonych wcześniej wydawnictwach oraz innych opracowaniach kadry naukowo-badawczej AON, w tym w oparciu o materiały z wykładu Bojarskiego[30], można przyjąć, że wspomniane punkty dowodzenia KZ mogą być rozmieszczone jak na rysunku 2.8.

Jak pokazuje rysunek 2.8 WŁ WSD KZ może być zlokalizowany w głównym obszarze działań korpusu. W tym rejonie zgodnie z zasadami rozwinięta będzie sieć telekomunikacyjna walczących związków taktycznych[31,32]. Jest więc zasadnym stwierdzenie, że oddalenie WŁ WSD KZ od co najmniej dwóch PWS PSŁ KZ powinno zapewnić uruchomienie radioliniowych linii dowiązania do PSŁ.

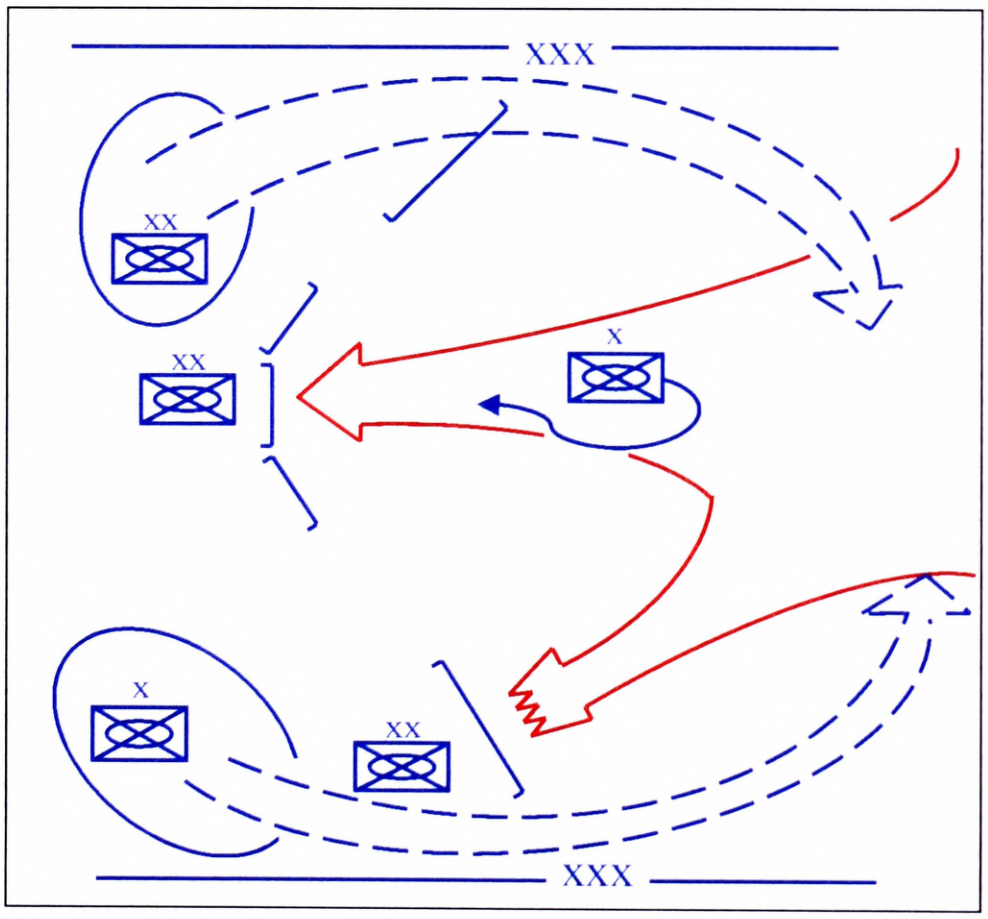
W przeciwnym przypadku, gdyby zbyt duża odległość WŁ WSD KZ do PWS uniemożliwiałaby uruchomienie radioliniowej (horyzontalnej) i przewodowej TŁŁ do PSŁ korpusu, węzeł ten winien mieć możliwość dowiązania się do pomocniczej sieci łączności dywizji lub uruchomienia bezpośredniej linii teletransmisynej przy użyciu innych urządzeń łączności o wystarczająco dużym zasięgu.

---

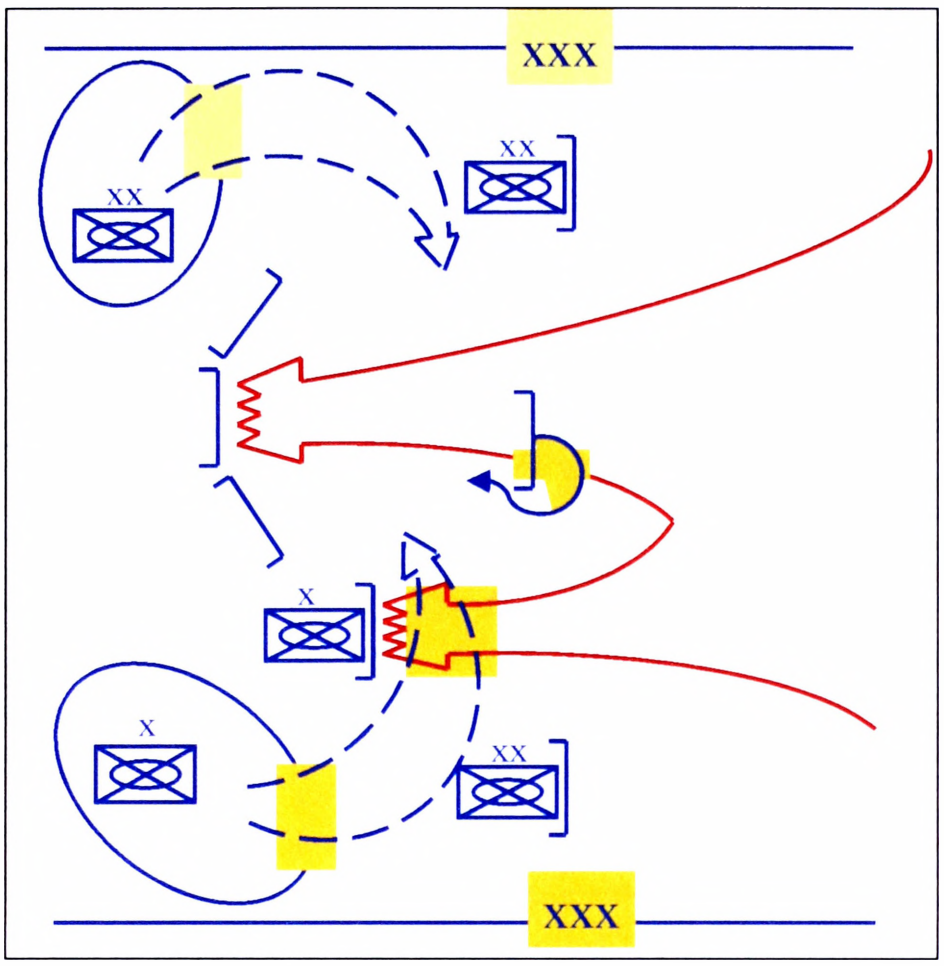
[27] J. Zieliński, Zarys sztuki operacyjnej, AON, Warszawa 1998r.
[28] S. Koziej, Teoria walki zbrojnej, Bellona, Warszawa 1993r.
[29] R. Bojarski, Operacja obronna, AON, Warszawa 1999r.
[30] Bojarski, Operacja obronna, Prezentacja, AON, Warszawa 2002r.
[31] A. Bajda, Zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej w procesie planowania podsystemu łączności radioliniowo-przewodowej dywizji zmechanizowanej, Rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1998r.
[32] A. Bajda, Koncepcja cyfrowego systemu łączności ZT– Storczyk 2000, ISŁ WAT, Warszawa 2000r.



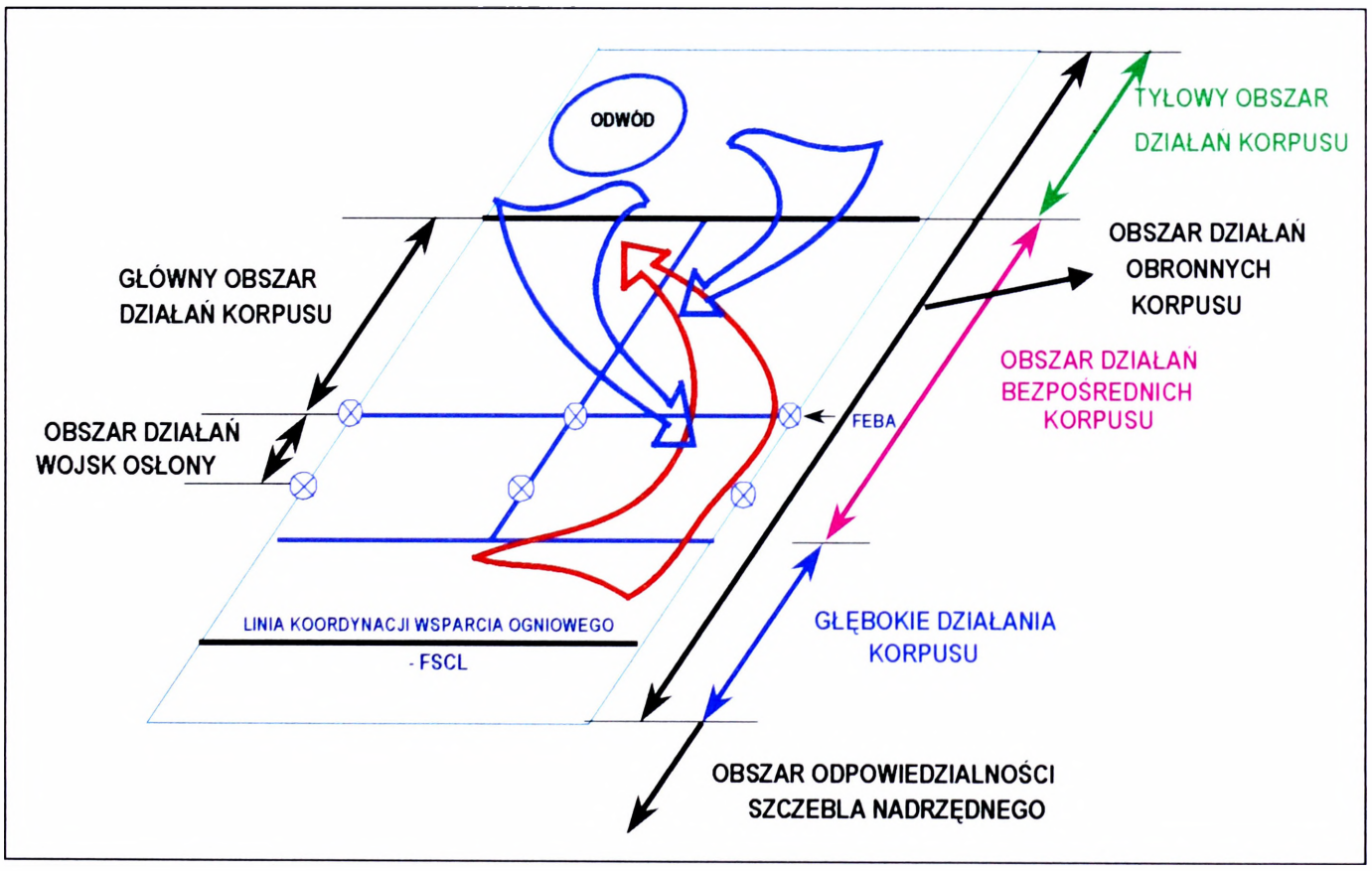
Rys. 2.4. Schemat ideowy obszaru obrony
(źródło – R. Bojarski, Prezentacja, Operacja obronna, AON, Warszawa 2002r.)



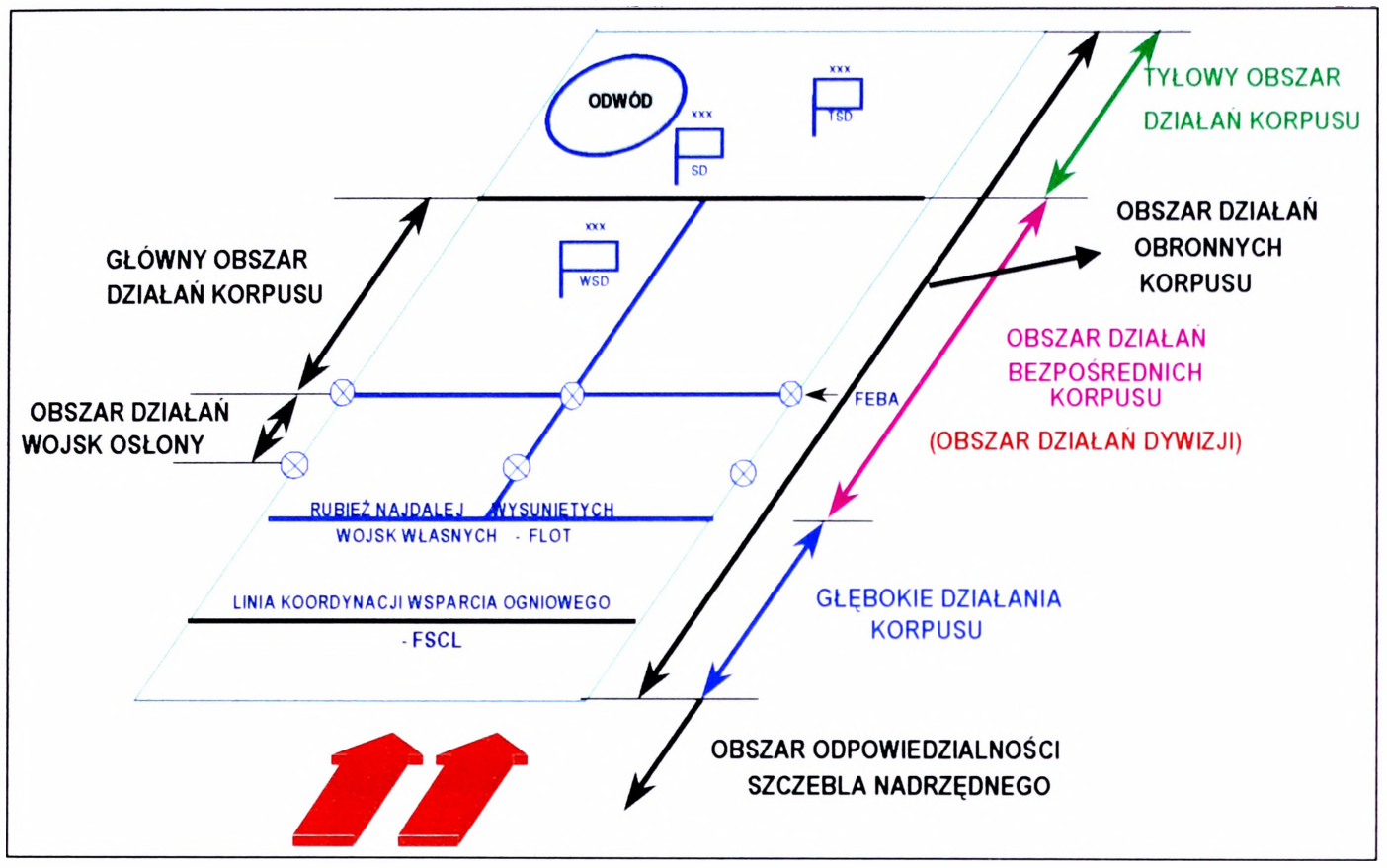
Rys. 2.5. Manewrowa operacja obronna
(źródło – R. Bojarski, Prezentacja, Operacja obronna, AON, Warszawa 2002r.)



Rys. 2.6. Pozycyjna operacja obronna
(źródło – R. Bojarski, Operacja obronna, AON, Warszawa 2002r.)



Rys. 2.7. Przeciwuderzenie w operacji obronnej
(źródło – R. Bojarski, Operacja obronna, AON, Warszawa 2002r.)



Rys. 2.8. Rozmieszczenie stanowisk dowodzenia korpusu
(źródło – R. Bojarski, Operacja obronna, AON, Warszawa 2002r.)

Stąd nasuwa się wniosek, że zmiana dyslokacji stanowisk dowodzenia wraz z węzłami łączności może nastąpić dopiero po wydłużeniu PSŁ w rejon gdzie dotychczas funkcjonowała pomocnicza sieć łączności związków taktycznych.

Ponadto można zauważyć, że w obszarze działań bezpośrednich mogą być rozlokowane nie tylko WŁ WSD KZ, WŁ SD walczących dywizji, ale również niektórych punktów dowodzenia oddziałów korpuśnego podporządkowania. Dlatego uważam, że wcześniejsza uwaga dotycząca sposobów dowiązania WŁ WSD KZ do PSŁ KZ, w związku z położeniem w obszarze działań bezpośrednich korpusu, dotyczyć powinna również ww. węzłów łączności (węzły łączności punktów dowodzenia korpusu i korpuśnego podporządkowania dowiązują się do podstawowej sieci łączności mimo, że mogą czasowo być rozmieszczone na obszarze I rzutu gdzie rozwija się pomocniczą sieć łączności związków taktycznych).

Wymiana wiadomości między elementami ugrupowania wydzielanymi z korpuśnych jednostek specjalistycznych a punktami dowodzenia tychże jednostek, może być oparta o sieci radiowe i nie jest przedmiotem niniejszej dysertacji.

W przypadku obrony manewrowej oraz wykonywania przeciwuderzenia, jak wynika z przytoczonych rysunków, może zaistnieć sytuacja polegająca na przekroczeniu maksymalnego zasięgu horyzontalnych linii radioliniowych między niektórymi punktami dowodzenia ugrupowania KZ a PSŁ.

Taki stan rzeczy może wynikać z opóźnienia w realizacji wydłużenia podstawowej sieci łączności korpusu i w związku z tym należy się liczyć z koniecznością użycia takich urządzeń łączności, które zapewnią dowiązanie się do dotychczas funkcjonujących PWŁ PSŁ.

Uwzględniając powyższe, szczegółowa topologia stanowisk dowodzenia i jednocześnie węzłów łączności zostanie szczegółowo określona w koncepcji sieci telekomunikacyjnej korpusu wojsk lądowych w operacji obronnej.

2.4. Linie teletransmisyjne jako elementy sieci telekomunikacyjnej

Zidentyfikowane w dwóch poprzednich podrozdziałach węzły łączności muszą być wzajemnie powiązane różnymi liniami teletransmisyjnymi. W zależności od relacji międzywęzłowych przyjmują one nazwy ustalone wcześniej przy procesie ustalania elementów składowych sieci telekomunikacyjnej.

Można stwierdzić, że teletransmisyjne linie łącznikowe wiążą między sobą PWS i są integralną częścią PSŁ, natomiast teletransmisyjne linie łącznikowe wiążą urządzenia teletransmisyjne węzłów łączności stanowisk dowodzenia z takimi samymi urządzeniami podstawowych węzłów łączności.

Podstawowym zadaniem obydwu rodzajów linii teletransmisyjnych jest przenoszenie strumienia cyfrowego pomiędzy urządzeniami łączności znajdującymi się na różnych węzłach łączności, najczęściej należących do stanowisk dowodzenia.

Strumień ten niesie informacje[33] użyteczne dla osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia, sygnały niezbędne do poprawnej pracy urządzeń współpracujących ze sobą (np. sychronizacyjne) oraz umożliwiających zarządzanie systemem łączności[34].

Wartości dwóch ostatnich części strumienia telekomunikacyjnego będą uszczuplały zasoby teletransmisyjne linii łącznikowych i dostępowych. W związku z tym, określając niezbędne przepustowości każdej linii teletransmisyjnej należy mieć na uwadze, że muszą one być większe od niezbędnej przepływności przeznaczonej na potrzeby przesyłu generowanych informacji użytecznych dla abonentów.

Ponieważ podstawową własnością sieci telekomunikacyjnej powinna być jej wysoka mobilność, linie teletransmisyjne powinny być liniami radioliniowymi, uruchamianymi przy pomocy urządzeń zamontowanych na ruchomych elementach łączności (aparatowniach).

---

[33] „wszelkie dane dotyczące wojsk ...", J. Mazurkiewicz, Leksykon łączności wojskowej, AON, Warszawa 1996r.

[34] M. Amanowicz, P.Gajewski ii., Zintegrowane stanowisko do badania efektywności systemów zarządzania i możliwości współpracy miedzy różnymi aplikacjami tych systemów, WAT, Warszawa 2001r.

3. IDENTYFIKACJA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA FUNKCJONOWANIE SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ KORPUSU WOJSK LĄDOWYCH W OPERACJI OBRONNEJ

W rozdziale zidentyfikowano wpływ otoczenia na sieć telekomunikacyjną KZ WL SZ RP w czasie przygotowywania i prowadzenia operacji obronnej, w zakresie czynników wpływających na jego funkcjonowanie.

W badaniach uwzględniono różne komponenty otoczenia sieci telekomunikacyjnej, a w tym operacyjny, techniczny i systemowy.

Analiza elementarna i przyczynowa dostępnych materiałów z obszaru sztuki operacyjnej, systemów dowodzenia a następnie zastosowanie indukcji enumeracyjnej pozwoliło na wskazanie tych czynników otoczenia sieci telekomunikacyjnej, które w istotny sposób wpływają na podmiotowy obiekt i powinny być uwzględnione w dalszych badaniach.

Na tej podstawie we wnioskach wyspecyfikowano skutki jakie niesie ze sobą oddziaływanie otoczenia na funkcjonowanie a tym samym na postać sieci telekomunikacyjnej KZ WL SZ RP w operacji obronnej.

Należy zauważyć, że sieć telekomunikacyjna jest systemem złożonym wewnętrznie i otoczonym przez szereg elementów wpływających na niego.

Jednak problem otoczenia sieciowego mimo, jak się wydaje dużej wagi, jest obszarem wiedzy w bardzo skromnym i fragmentarycznym wymiarze prezentowany w literaturze przedmiotu. Prace J. Mazurkiewicza[35] i W. Kulmy[36] specyfikują elementy środowiska, w jakim funkcjonuje wojskowy system łączności, a więc tym samym sieć telekomunikacyjną jako jego składnik.

Wspomniani autorzy wymieniają następujące elementy otoczenia systemu łączności:

- przeciwnik,
- teren i obszar działania,
- warunki klimatyczne i meteorologiczne,
- warunki propagacyjne,
- wojska własne,
- abonenci sieci łączności.

---

[35] J.Mazurkiewicz, Wojskowe systemy łączności - Teoria problemu, AON, Warszawa 1994r., str. 7.

[36] W.Kulma, J.Mazurkiewicz, System dowodzenia i łączności związku taktycznego, AON, Warszawa 1996r., str. 62.

Należy zgodzić się, że zaprezentowany zbiór czynników jest pełny, ale trzeba mieć na uwadze, że każdy z nich jest złożony z kilku elementów, a wyróżnieni tutaj abonenci sieci telekomunikacyjnej są w istocie rzeczy jedynie elementami wojsk własnych.

W celu uporządkowania klasyfikacji czynników wpływających na sieć telekomunikacyjną zgrupowano w pakiety zgodnie z ich specyfiką:

- operacyjny:
  - forma prowadzonej walki przez wojska własne,
  - forma prowadzonej walki przez przeciwnika;
- środowiskowy:
  - teren:
    - ✓ przestrzeń działania,
    - ✓ ukształtowanie terenu,
    - ✓ infrastruktura,
  - warunki klimatyczne i meteorologiczne,
  - warunki propagacji;
- systemu dowodzenia:
  - struktura systemu dowodzenia,
  - potrzeby informacyjne organów dowodzenia,
  - ilość, rodzaj i postać informacji generowanych i przesyłanych przez organy dowodzenia.

Wpływ każdego z wymienionych elementów został zbadany i uwzględniony w sformułowanych wymaganiach na sieć telekomunikacyjną korpusu w obronie.

3.1. Wpływ czynników operacyjnych na sieć telekomunikacyjną KZ w operacji obronnej

Dokonując analizy dostępnych opracowań z zakresu *sztuki operacyjnej* można zauważyć, że różni autorzy w podobny sposób określają *operację obronną* i *cel* tego rodzaju działania. Rozważania F. Skibińskiego[37], a także najnowsza literatura studyjna autorstwa J. Zielińskiego[38], W. Kaczmarka[39] i R. Bojarskiego[40], upoważniają do stwierdzenia, że istotą operacji obronnej jest osiągnięcie celu strategicznego. Sama *operacja obronna* jest

---

[37] F. Skibiński, Rozważania o sztuce wojennej, WIH, Warszawa 1990r.
[38] J. Zieliński, Zarys sztuki operacyjnej, AON, Warszawa 1998r., str.26.
[39] W. Kaczmarek, Struktura organizacyjna Związków Operacyjnych adekwatna do przewidywanych zadań „Korpus", AON, Warszawa 1999r., str. 24.
[40] R. Bojarski, Operacja obronna, AON, Warszawa 1999r., str.18.

definiowana przez J. Zielińskiego jako *zespół walk i bitew oraz działań operacyjnych niższego szczebla, prowadzonych przez wojska na lądzie i w powietrzu, przy równoczesnym umiejętnym wykorzystaniu odpowiednio przygotowanego terenu, w celu załamania uderzeń zgrupowań przeciwnika i utrzymania bronionego obszaru, zyskaniu na czasie i stworzenia warunków użycia głównej części sił zbrojnych.* W. Kaczmarek postrzega rozpatrywaną operację jako *starcie zbrojne z przeciwnikiem, prowadzone przez wojska na lądzie i w powietrzu różnym miejscu i czasie w celu załamania natarcia zgrupowań uderzeniowych przeciwnika i utrzymania bronionego obszaru.* Natomiast wg R. Bojarskiego *operacja obronna jest procesem działań zorganizowanych, przygotowywanych i prowadzonych w konfrontacji z przewagą i inicjatywą przeciwnika. Stanowi skoordynowany układ celowych przedsięwzięć zmierzających do efektywnego i racjonalnego przeciwstawienia się w czasie i przestrzeni działaniom zaczepnym przeciwnika w aspekcie osiągnięcia określonych lub narzuconych celów działania.*

Istotą operacji obronnych w przytoczonych definicjach jest osiągnięcie celu, w postaci wykonania zadania strategicznego, i ponieważ jednocześnie uwzględniają one zarówno dążenia wojsk własnych i przeciwnika do uzyskania przewagi, to każda z nich może stanowić osnowę do dalszych rozważań. Dla określenia wpływu przygotowywanej lub prowadzonej operacji obronnej na sieć telekomunikacyjną korpusu, należało wziąć pod uwagę możliwe formy prowadzenia operacji obronnej i warunki przejścia do niej.

Wszyscy wymienieni w przypisach 39-41 autorzy wyróżniają formę pozycyjną i manewrową jako dwa zasadnicze sposoby prowadzenia operacji obronnej. W pierwszym przypadku[41] *planuje się zatrzymanie natarcia przeciwnika i przeprowadzenie przeciwuderzenia już w strefie taktycznej,* a w czasie prowadzenia obrony manewrowej *w strefie taktycznej realizuje się jedynie działania opóźniające po czym działania obronne i przejście do przeciwuderzenia następuje już w strefie operacyjnej.* Konsekwencją wyboru formy prowadzenia operacji obronnej jest odmienne urzutowanie sił i środków korpusu.

W obronie pozycyjnej gros związków taktycznych i oddziałów będzie rozmieszczonych w strefie taktycznej, natomiast w operacji manewrowej w strefie operacyjnej.

Wspomniani autorzy zauważają, że przejście do operacji obronnej może być realizowane w różnorodnych warunkach i sytuacjach operacyjno-strategicznych zarówno przed rozpoczęciem wojny, w sytuacjach kryzysowych, jak i w toku trwania działań wojennych.

---

[41] J. Zieliński, Podstawowe założenia operacji połączonych, AON, Warszawa 2000r., str.40.

Po analizie problemu trzeba się zgodzić z J. Zielińskim[42], że w pierwszym przypadku (tj. w czasie pokoju) *realizacja zadań związana jest z udziałem wojsk w kampanii prowadzonej w ramach lądowej operacji obronnej kierowanej przez Dowództwo Wojsk Lądowych, lub inny koalicyjny organ dowodzenia NATO w celu osiągnięcia takiej gotowości bojowej by zniechęcić lub móc odeprzeć uderzenie sił powietrzno-lądowych przeciwnika.*

W okresie kryzysu[43] *musi wzrosnąć skala zadań wojsk lądowych oraz zawiązać się ścisłe współdziałanie wojsk lądowych i obrony terytorialnej. Powyższe jest związane z możliwością działań prowokacyjnych i dywersyjnych przez różnego rodzaju siły nieprzychylne Polsce. Wojska lądowe powinny być uzupełnione w pierwszej kolejności i być gotowe nie tylko do uszczelnienia granicy, ale też do prowadzenia rozpoznania wojskowego, WRE, działań opóźniających w pasie przesłaniania i osłony mobilizacyjnego oraz operacyjnego rozwinięcia SZ RP. Wybrane obiekty kierowania państwem i gospodarką narodową powinny być objęte osłoną siłami WL i obrony terytorialnej. Po zmobilizowaniu wojsk kolejnym istotnym zadaniem w tych warunkach będzie przemieszczanie wojsk.*

Wszyscy wspomniani autorzy wskazują na potrzebę realizacji przedsięwzięć związanych z utrzymaniem sprawności ruchu wojsk po drogach (szczególnie w zakresie przejezdności dróg) i osłony wojsk przed ewentualnym działaniem różnego rodzaju grup dywersyjno-rozpoznawczych przeciwnika, uderzeniami z powietrza i rozpoznaniem radioelektronicznym i jak podaje S. Koziej „z wykorzystaniem nowych sposobów walki i/lub uzbrojenia"[44].

Podczas wojny[45] istnieje możliwość całkowitego lub częściowego zaskoczenia przez przeciwnika. Podkreślić należy, że w takim przypadku do walki wejdą jednostki już rozwinięte (funkcjonujące w czasie pokoju), w czasie kiedy pozostałe będą przeprowadzać mobilizacyjne rozwinięcie w warunkach silnego oddziaływania przeciwnika. Podzielam opinię J. Zielińskiego i W. Kaczmarka, że *ze względu na położenie geograficzne naszego kraju decydującą rolę w zgrupowaniach uderzeniowych potencjalnego agresora spełniać będą wojska lądowe dlatego dominującym rodzajem sił zbrojnych w odparciu uderzenia odgrywać powinny nowoczesne wojska lądowe wspierane siłami powietrznymi (na kierunkach nadmorskich – marynarką wojenną).* A zatem operacje wojsk lądowych będą miały charakter operacji połączonych. Istotą takiej operacji obronnej będzie przeciwstawienie się lądowym uderzeniom wspartym działaniami z powietrza i na morzu. Uwzględniając potencjał militarny

---

[42] J. Zieliński, Zadania wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej w operacjach połączonych na obszarze kraju „KRAJ", AON, Warszawa 1999r., str. 43.
[43] tamże, str. 47.
[44] S.Koziej, Teoria walki zbrojnej, Bellona, Warszawa 1993r., str. 78.
[45] J. Zieliński, Zadania wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej w operacjach połączonych na obszarze kraju „KRAJ", AON, Warszawa 1999r.

ewentualnych agresorów należy liczyć się z utratą części terytorium. Po mobilizacyjnym rozwinięciu wojska lądowe stanowią podstawową siłę zdolną załamać natarcie przeciwnika i wyprzeć go z zajętego obszaru.

Należy zauważyć, że wojska lądowe złożone z dwóch komponentów działać będą w warunkach wzajemnego uzupełniania się wojsk obrony terytorialnej i wojsk operacyjnych.

Wojska Obrony Terytorialnej[46], z natury rzeczy przywiązane do określonego obszaru i posiadające wysoki stopień gotowości bojowej, mogą podjąć walkę obronną w pierwszej fazie agresji. Ponieważ siły te posiadają środki umożliwiające podjęcie walki z czołgami i bojowymi wozami piechoty, jednocześnie nie dysponując czołgami i BWP, zachodzi potrzeba wsparcia ich działań przez wydzielone jednostki wojsk operacyjnych. To oznacza, że określona część wojsk operacyjnych powinna posiadać taki stopień ukompletowania i gotowości bojowej, który pozwala im na natychmiastowe podjęcie walki zbrojnej. Z kolei wojska operacyjne, aby mogły szybko i skutecznie podjąć walkę obronną na zagrożonym kierunku, powinny stacjonować na określonym obszarze, stanowiącym dlań bazę mobilizacyjną i materialną.

Stąd wynikają dla Polski zadania w zakresie posiadania zdolności do prowadzenia działań militarnych:

- na obszarze kraju polegających na:
  - rozstrzyganiu (kontrolowaniu) i lokalizowaniu konfliktów lokalnych,
  - samodzielnym prowadzeniu działań obronnych (osłonowych) na czas nieodzowny do wykonania manewru przez znaczne siły sojuszu,
  - zabezpieczenia takiego manewru;
- poza jej granicami w zakresie:
  - udziału wydzielonych sił w operacjach militarnych wojsk sojuszniczych,
  - udziału w misjach pokojowych.

Powyższe rozważania wskazują, że nie wystarczy posiadać tylko wojska operacyjne i oddelegować je w struktury sojusznicze, aby wypełnić nasze zobowiązania wobec Sojuszu.

Natomiast Polskie Siły Zbrojne muszą być gotowe do prowadzenia skutecznej operacji obronnej, wspólnie przez wojska operacyjne i obrony terytorialnej, do czasu włączenia się wojsk koalicyjnych. Zabezpieczenie działań sił koalicyjnych na naszym terytorium wymagać będzie wykonania zadań polegających na przygotowaniu przegrupowania, ochrony przed działaniem grup dywersyjnych oraz desantów powietrznych.

---

[46] Koncepcja strategiczna NATO, Spotkanie Rady Północnoatlantyckiej, Rzym 1991r.

Analizując możliwe zagrożenia należy sądzić, że wymiar powietrzny w czasie prowadzenia agresji będzie odgrywał dużą rolę. Oznacza to, że nasze wojska będą zagrożone uderzeniami lotnictwa i działaniem desantów taktycznych. W związku z tym, ważnym zadaniem wojsk lądowych staje się walka z desantami powietrznymi przeciwnika.

Podsumowując dotychczasowe rozważania należy przytoczyć za J. Zielińskim[47] i uznać, że czynnikiem decydującym o zadaniach wojsk lądowych w czasie wojny będzie charakter i przebieg agresji potencjalnego przeciwnika. Ponieważ agresja będzie miała charakter działań powietrzno-lądowych, na całą głębokość ugrupowania operacyjnego naszych wojsk, przy jednoczesnym silnym wsparciu radioelektronicznym, to operacje obronne wojsk lądowych powinny zapewniać wojskom możliwość skutecznego podjęcia walki przeciwpancernej i ze środkami napadu powietrznego. Natomiast na kierunkach nadmorskich niezbędne będzie prowadzenie operacji obronnych wojsk lądowych we współdziałaniu z marynarką wojenną. Ponadto wojska lądowe powinny posiadać zdolność do prowadzenia operacji (walki) zaczepnych w celu odzyskania utraconego obszaru.

Dokonując analizy dostępnych materiałów studyjnych można stwierdzić, że autorzy przytaczają elementarne czynniki walki zbrojnej w postaci rażenia, ruchu i informacji oraz czynniki będące ich syntezą przejawiającą się w manewrze, uderzeniu i oporze[48,49]. Problematyka ta była poruszana przez wielu teoretyków wojskowości. Wiedzę tę usystematyzował m.in. S. Koziej, zaś problematyką uderzenia i ognia zajął się J. Kaczmarek[50]. Dogłębne przemyślenia zawarli w swojej publikacji W. Kaczmarek i Z. Ściborek[51].

Z rozważań zawartych w przytoczonych materiałach wynika, że przeciwnik będzie oddziaływał na nasze siły i środki, a w tym na system łączności, poprzez „destrukcyjne działanie ognia, obezwładnianie radioelektroniczne i psychologiczne" jak pisze M. Huzarski lub jak konkluduje S. Koziej *„poprzez bezwzględne unicestwienie bądź częściowe dokonanie zniszczeń sił, zdezorganizowanie struktur, ograniczenie bądź zablokowanie skutecznego działania na pewien czas"*. Trzeba uznać, że oba określenia mimo odmiennego sformułowania, przewidują dążenie przeciwnika do dokonania porażenia sił i środków w stopniu co najmniej obezwładniającym.

---

[47] J. Zieliński, Zadania wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej w operacjach połączonych na obszarze kraju „Kraj", AON, Warszawa 1999r., str. 54
[48] M. Huzarski, Taktyka ogólna wojsk lądowych, AON, Warszawa 2001r. str.24
[49] S.Koziej, Teoria walki zbrojnej, Bellona, Warszawa 1993r.
[50] J. Kaczmarek, Uderzenie i ogień, Bellona, Warszawa 1973r.
[51] W. Kaczmarek, Z. Ściborek, Przyszła wojna – jaka, BUWiK, Warszawa 1995r.

Tak więc należy liczyć się, że przeciwnik cel ten może realizować poprzez użycie wszystkich dostępnych mu środków i jak stwierdza P. Sienkiewicz[52] *„o rezultatach będzie decydować, w stopniu porównywalnym ze stosunkiem sił, stosunek efektywności systemów dowodzenia, kierowania, łączności, rozpoznania i walki radioelektronicznej"*. Stąd wniosek, że sieć telekomunikacyjna korpusu, jako zasadniczy i najważniejszy element systemu łączności zapewniający transmisję informacji w systemie dowodzenia, będzie szczególnie narażona na oddziaływanie przeciwnika.

Stosowanie zagłuszania jest szczególnie skuteczną formą pogorszenia jakości transmisji wąskopasmowej wykorzystującej klasyczne metody modulacji[53].

Po dotychczasowej analizie przyjmuję, że trzeba się liczyć z dążeniem przeciwnika do dokonania fizycznych zniszczeń jak największej ilości elementów sieci telekomunikacyjnej i prób obezwładnienia tej sieci środkami walki radioelektronicznej. Pozostałe czynniki wpływające negatywnie na sieć telekomunikacyjną korpusu, a w tym oddziaływanie psychologiczne jako pomijalnie małe, zostaną w dalszych rozważaniach pominięte.

Jest rzeczą oczywistą, że skuteczność oddziaływania przeciwnika, każdym z dwóch przyjętych sposobów, na sieć telekomunikacyjną korpusu zależeć będzie między innymi od możliwości rozpoznania jej elementów. Stąd można sformułować pewnik, że przeciwnik będzie starał się za wszelką cenę określić jej topologię, strukturę i urządzenia jakie zastosowano do budowy sieci telekomunikacyjnej.

Zdobyte przez przeciwnika takie informacje mogłyby być mu wysoce pomocne do skutecznego rażenia elementów rozpatrywanej sieci środkami ogniowymi i obezwładnienia nadajnikami zakłócającymi.

Ponadto przeciwnik będzie się starał przechwycić wiadomości przesyłane w sieci telekomunikacyjnej by następnie wykorzystać je do osiągnięcia swoich celów.

Wnioski:

1. Ze względu na możliwe formy prowadzonej operacji obronnej sieć telekomunikacyjna korpusu musi:
   - pokryć wystarczająco duży obszar niezależnie od sposobu prowadzenia operacji obronnej,

---

[52] P. Sienkiewicz, Informatyczne wspomaganie dowodzenia, Myśl Wojskowa, Nr 1 1993r.
[53] Z. Syroka, Wiarygodność zagłuszanej transmisji binarnej w kanale Rice'a, KKRR, Poznań 1999r., str. 340.

- być elastyczna i umożliwić dowiązanie każdego WŁ SD KZ do PWS♦ nawet w przypadku skupienia na niewielkim obszarze dużej ilości stanowisk dowodzenia korpusu i podległych związków oraz oddziałów.

2. W przypadku prowadzenia obrony manewrowej w razie konieczności powinna zastąpić taktyczną sieć telekomunikacyjną związków taktycznych, które znajdą się w strefie operacyjnej.
3. Zawsze musi mieć możliwość połączenia z taktycznymi sieciami telekomunikacyjnymi podległych związków taktycznych.
4. Musi mieć możliwość współpracy z sieciami telekomunikacyjnymi przełożonego także w układzie koalicyjnym.
5. Należy liczyć się z narażeniem sieci telekomunikacyjnej korpusu na destrukcyjne oddziaływanie przeciwnika w czasie kryzysu i wojny:
   - przeciwnik będzie starał się razić ogniem jak największą ilość elementów sieci telekomunikacyjnej korpusu,
   - przeciwnik będzie dążył do obezwładnienia sieci telekomunikacyjnej środkami walki radioelektronicznej, dlatego sieć telekomunikacyjna powinna umożliwić oferowanie usług telekomunikacyjnych nawet w przypadku zniszczenia lub obezwładnienia znacznej ilości jej elementów.
6. Sieć telekomunikacyjna powinna być jak najbardziej odporna na rozpoznanie radioelektroniczne.
7. Ze względu na bezpieczeństwo przesyłanych wiadomości, informacje w sieci muszą być utajnione.
8. W związku z oddziaływaniem przeciwnika na PWS sieci telekomunikacyjnej korpusu, WŁ stanowisk dowodzenia (pojedyncze elementy łączności) i odcinki międzywęzłowe, należy je bronić oraz osłaniać etatowymi siłami i środkami a jednocześnie realizować przedsięwzięcia z zakresu zabezpieczenia działań bojowych własnymi siłami, by jak najlepiej ograniczyć skutki destrukcyjnego działania.

♦ PWS – podstawowy węzeł sieciowy

3.2. Wpływ czynników środowiskowych na sieć telekomunikacyjną KZ w operacji obronnej

Od dłuższego już czasu problem związany z wykorzystaniem środowiska walki, a w szczególności warunków terenowych i atmosferycznych, stał się jednym z istotnych elementów doktryn militarnych wielu armii świata. Obowiązujące przepisy[54], dotyczące prowadzenia działań, eksponują znaczenie działań w specyficznych środowiskach walki. Zarówno A. Bujak[55] jak i M. Huzarski[56] dostrzegają możliwość prowadzenia operacji obronnej (walki) także w trudnym terenie.

Tak więc należy się liczyć z sytuacją kiedy na terenie lesistym, lesisto-jeziornym, górzystym, zabudowanym, czy w pasie wybrzeża morskiego będzie prowadzona operacja obronna.

Należy zgodzić się ze sformułowaniami autorów zawartymi w paru wydawnictwach[57,58,59], że z wojskowego punktu widzenia taki teren ma niebagatelny wpływ na sposób prowadzenia działań.

Część cech charakterystycznych dla działań bojowych w trudnym terenie będzie jednocześnie wspólna dla rozwijanej i eksploatowanej sieci telekomunikacyjnej i można tu wskazać:

- powolne tempo przemieszczania się elementów łączności,
- małą ilość dróg przy jednoczesnej potrzebie dokonywania częstych manewrów siłami i środkami łączności wchodzącymi w skład sieci telekomunikacyjnej,
- konieczność efektywnego współdziałania wszystkich rodzajów wojsk, oraz sił operacyjnych z siłami OT, administracją rządową i samorządową oraz innymi organizacjami,
- łatwiejsze maskowanie w kompleksach leśnych (szczególnie latem),
- łatwiejsze pokonywanie terenu bagnistego zimą,
- ograniczoną przejezdność w górach,
- duże różnice w wysokości rozmieszczenia wojsk w górach, co może utrudniać uruchamianie linii łączności,

---

[54] Regulamin działań Wojsk Lądowych, DWLąd, 1999r.
[55] A. Bujak, Taktyka ogólna Wojsk Lądowych, AON, Warszawa 2001r., str.127.
[56] M. Huzarski, Zagadnienia taktyki wojsk lądowych, Toruń 1999r., s.109.
[57] S.Koziej, Teoria walki zbrojnej, Bellona, Warszawa 1993r.
[58] J. Zieliński, Zadania wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej w operacjach połączonych na obszarze kraju „KRAJ", AON, Warszawa 1999r.
[59] Koncepcja strategiczna NATO, Spotkanie Rady Północnoatlantyckiej, Rzym 1991r.

- wysokie nasycenie różnego rodzaju mediami terenu zabudowanego może negatywnie oddziaływać na możliwość rozwinięcia węzłów łączności,
- ograniczoną ilość dogodnego terenu przeznaczonego na rozwinięcie (w lesie, górach, wybrzeżu morskim, mieście).

Istotnym parametrem związanym z terenem, rodzajem prowadzonej operacji i jej formą jest też wielkość przestrzeni działania. Obszar ten został zaprezentowany na rys. 2.1.

Na podstawie dotychczasowych dociekań, szczególnie prezentowanych w poprzednim rozdziale, można stwierdzić, że cały obszar prowadzenia operacji obronnej powinien być w całości pokryty przez PSŁ, aby umożliwiała dowiązanie się do niej węzłów łączności stanowisk dowodzenia korpusu (korpuśnego podporządkowania) niezależnie od miejsca rozwinięcia w obszarze obrony.

Kolejnym ważnym czynnikiem związanym ze środowiskiem oddziaływującym na sieć telekomunikacyjną jest *oddziaływanie elektromagnetyczne* pochodzące z natury i będące ubocznym produktem pracy różnych urządzeń elektrycznych[60], bądź jak chce A. Charytoniuk urządzeń technicznych[61]. Promieniowanie naturalne wywodzące się z atmosfery, kosmosu i powierzchni Ziemi wraz z niezamierzonym *„zanieczyszczeniem elektromagnetycznym"* eteru, spowodowanym działalnością człowieka, stanowią źródła zakłóceń, które należy brać pod uwagę w czasie eksploatacji sieci telekomunikacyjnej, podobnie jak celową działalność przeciwnika. Zwiększony poziom natężenia pola zakłócającego będzie działał niekorzystnie poprzez zmniejszenie stosunku S/N (sygnał/szum) na wejściu odbiorników. Jest oczywiste, że w chwili obecnej nie jesteśmy w stanie zapobiec oddziaływaniu promieniowania naturalnego na sprzęt łączności, ale można i trzeba podejmować działania organizacyjne w celu uniknięcia (zmniejszenia) poziomu zakłóceń wytworzonych jako produkt uboczny pracy różnych urządzeń technicznych (elektrycznych).

Innymi czynnikami mającymi swoje podłoże w środowisku wpływającymi na funkcjonowanie sieci telekomunikacyjnej jest naturalne zjawisko propagacji fal w różnych środowiskach[62,63,64,65,66,67]. Zjawisko to jest niezwykle skomplikowane i zmienia się w funkcji

---

[60] W. Rotkiewicz, Kompatybilność elektromagnetyczna w radiotechnice, WKiŁ, Warszawa 1978r., str.50.
[61] A. Charytoniuk, Anteny i propagacja fal radiowych, cz.3, WAT, Warszawa 1993r., str. 136.
[62] K. Wesołowski, Systemy radiokomunikacji ruchomej, WKiŁ, Warszawa 2000r.
[63] Pr. Zbiorowa, Porównanie wyników modelowania rozkładu natężenia pola w terenie zurbanizowanym z wykorzystaniem metod Okumury i Andersona, KKR,RiT, Poznań 2001r., str. 13.5.
[64] M. Grzybkowski, Metoda oszacowania tłumienia fali radiowej wnoszonego przez lasy, KKR,RiT, Poznań 2001r., str. 13.6.
[65] W.Pawłowski, Modele propagacyjne dla pasma 2 GHz w świetle dokumentów ITU-R, KKR,RiT, Poznań 2001r., str. 13.1.

częstotliwości, rzeźby i urozmaicenia terenu oraz parametrów klimatycznych i innych parametrów. Analiza wymienionych materiałów pozwala na stwierdzenie, że wraz ze zmianą pokrycia terenu zmienia się tłumienie adekwatnie dla danego ukształtowania trasy propagacji fal. Wszystkie znane rozwiązania dotyczące budowy linii teletransmisyjnych opierają się na urządzeniach radioliniowych, z antenami kierunkowymi, pracujących na falach przyziemnych w pasmach częstotliwościowych do IV włącznie.

Analizując przytoczone wcześniej wydawnictwa oraz materiały EADS[68] można, po uwzględnieniu krzywizny ziemi (bez infrastruktury) i pierwszej strefy Fresnela, przyjąć maksymalne uzyskiwane odległości w funkcji częstotliwości:

- dla 300 MHz – ok. 105 km,
- dla 800 MHz – ok. 75 km,
- dla 1600 MHz – ok. 60 km,
- dla 4700 MHz – ok. 40 km,
- dla 15000 Mhz – ok. 25 km.

Należy liczyć się również z eksploatacją sieci telekomunikacyjnej w różnych warunkach atmosferycznych i klimatycznych. Niektóre zjawiska atmosferyczne mogą ograniczać znacznie zasięgi maksymalne i należy je bezwzględnie uwzględniać.

Innym istotnym problemem, który powinien być uwzględniony podczas tworzenia sieci telekomunikacyjnej, jest kompatybilność elektromagnetyczna sieci telekomunikacyjnej[69, 70, 71]. Jest ona najczęściej określana przez wspomnianych autorów jako *niezakłócone współistnienie pomiędzy różnymi jej elementami*, w tym przypadku sieci telekomunikacyjnej korpusu z innymi sieciami oraz źródłami zakłóceń naturalnych i technicznych.

Jest oczywiste, że w każdej większej sieci radiokomunikacyjnej numery kanałów powtarzają się, co wymaga zapewnienia kompatybilności wspólno- i sąsiedniokanałowej, a warunkiem jej osiągnięcia jest zapewnienie odpowiedniego stosunku sygnału użytecznego do zakłócającego. Problem ten jest tym trudniejszy do rozwiązania im większa ilość urządzeń emitujących fale elektromagnetyczne występuje na danym węźle łączności.

---

[66] M. Kamieniec, Weryfikacja pomiarowa modeli propagacyjnych w zakresie częstotliwości poniżej 2GHz w terenie zabudowanym, KKRiR, Poznań 2000r., str. 12.7.
[67] S. Hausman i inni, Weryfikacja pomiarowa modeli propagacji dla terenów miejskich i podmiejskich, KKRiR, Poznań 1999r., str. 73-76.
[68] European Aeronautic Defence and Space Company, seminarium firmowe, Warszawa 2002r.
[69] W. Rotkiewicz, Kompatybilność elektromagnetyczna w radiotechnice, WKiŁ, Warszawa 1978r., str.306.
[70] J. Mazurkiewicz, Leksykon łączności wojskowej, AON, Warszawa 1996r, str 80.
[71] J. Mazurkiewicz, Wojskowe systemy łączności, AON, Warszawa 1994r., str. 47.

Wspomniani autorzy stwierdzają, że aby zapewnić kompatybilność elektromagnetyczną trzeba odpowiednio przydzielać zbór częstotliwości lub pasma częstotliwości (dla pracy FH) poszczególnym użytkownikom (ZO, ZT oraz oddziałom i pododdziałom), stosować nowoczesne radiowe urządzenia teletransmisyjne, anteny kierunkowe oraz rozśrodkowanie aparatowni.

Stąd wniosek, że właściwy rozdział a następnie przydział częstotliwości powinien zapewnić odpowiednie odstępy częstotliwościowe pomiędzy poszczególnymi urządzeniami radioelektronicznymi i tym samym jest planistycznym sposobem zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej.

Ponadto planując rozmieszczenie sprzętu należy tak go usytuować, by wykluczyć szkodliwe oddziaływanie na siebie listków głównych promieniowania. W ostatnim okresie czasu mówi się radioliniach dupleksowych[72], których nadajniki/odbiorniki pracują w kierunku na tym samym numerze fali. Separację toru nadawczego od odbiorczego uzyskuje się poprzez rozdział czasowy. Takie rozwiązanie zmniejsza o 50% zapotrzebowanie na ilość fal roboczych wymaganych dla radiolinii.

Wnioski:

1. Sprzęt użyty do budowy sieci telekomunikacyjnej powinien być zdolny do sprawnego (pewnego i szybkiego) przemieszczania się w zróżnicowanym i trudnym terenie.
2. Aparatownie powinny zapewnić odpowiednie warunki klimatyczne pracy załogom i urządzeniom technicznym tam zainstalowanym niezależnie od panującej aury na terenie prowadzonych działań.
3. Sprzęt powinien mieć małe wymagania, co do wielkości terenu przeznaczonego do rozwijania.
4. Ze względu na częste dokonywanie zmian w położeniu wojsk sieć telekomunikacyjna powinna być łatwo rekonfigurowalna.
5. Powinna być zapewniona kompatybilność pracy niezbędnej ilości środków nadawczo-odbiorczych na węzłach łączności SD i na PWS.
6. Powinna istnieć możliwość uruchamiania linii teletransmisyjnych nie krótszych niż 30 km niezależnie od jakichkolwiek czynników wpływających na sieć telekomunikacyjną.

---

[72] European Aeronautic Defence and Space Company, seminarium firmowe, Warszawa 2002r.

7. Musi istnieć możliwość uruchomienia linii teletransmisyjnej nawet przy rozwinięciu węzłów łączności w punktach terenowych znacznie różniących się położeniem nad poziomem morza.
8. Ze względu na prowadzoną przez przeciwnika walkę radioelektroniczną, sieć telekomunikacyjna korpusu powinna być wysoce odporna na rozpoznanie i zakłócanie (zagłuszanie).
9. Rozwiązania techniczne urządzeń powinny uwzględnić gospodarkę częstotliwościami.
10. PWS i WŁ SD powinny być dostatecznie daleko oddalone od obcych technicznych źródeł promieniowania elektromagnetycznego.
11. Aparatownie powinny zapewniać kompatybilną pracę wszystkich urządzeń telekomunikacyjnych zainstalowanych na nich i na innych aparatowniach węzła (PWS i WŁ SD).

3.3. Wpływ systemu dowodzenia na sieć telekomunikacyjną KZ WL w operacji obronnej

W Wojsku Polskim *dowodzenie* pojmowane jest jako *proces informacyjno-decyzyjny, który jest ciągiem operacji na zbiorach informacji o wojskach własnych, przeciwnika i warunkach działania, a istotą tego procesu jest podejmowanie decyzji do operacji (walki)*[73], lub jak to określa regulamin[74] jako *proces, w którym dowódca narzuca swoją wolę i zamiary podwładnym*. Stąd wynika wniosek, że rozwiązania i sytuacje określone w decyzji muszą być oparte na rezultatach twórczego myślenia.

Dowodzenie obejmuje przygotowanie dowództw i wojsk do walki (operacji), utrzymanie ich w stałej zdolności do działań, zdobywanie, opracowywanie i przekazywanie danych o sytuacji, przygotowywanie działań i kierowanie wojskami w czasie ich prowadzenia, kierowanie pracą podwładnych, zapewnienie im swobody działania, zorganizowanie systemu dowodzenia, współdziałania, zabezpieczenia bojowego i logistycznego, stałe kontrolowanie działań i wpływanie na rozwój sytuacji.

Dowodzenie obejmuje też kontrolę, poprzez którą dowódca wspomagany przez swój sztab, organizuje, kontroluje i koordynuje działania podległych mu sił poprzez użycie standardowych procedur działania i wszelkich dostępnych środków przekazywania informacji.

---

[73] J. Michniak, System dowodzenia WL SZ RP – struktura organizacyjno-funkcjonalna, AON 1998r., str. 10.
[74] Regulamin działań wojsk lądowych, Warszawa 1999r., str. 49.

Tak więc należy przyjąć, że proces informacyjno-decyzyjny związany z kierowaniem wojskami, w wyniku którego działalność jednostek wojskowych jest celowa, koordynowana i kontrolowana oraz zmierza do wykonania określonych zadań, nazywany jest dowodzeniem. Treść pojęcia dowodzenia przedstawia załącznik 3.1.

Należy zgodzić się z opinią J. Michniaka[75] i przyjąć za regulaminem[76], że do sprawnej realizacji dowodzenia musi ono posiadać odpowiednio zorganizowaną bazę materialną w postaci systemu dowodzenia.

Analiza wyżej przywołanych wydawnictw oraz innych pozycji[77] uprawnia do stwierdzenia, że podczas przygotowania i prowadzenia działań operacyjnych obowiązuje zasada dowodzenia poprzez wskazywanie celów działania. Z zasady tej wynika, że dowódcy posiadają swobodę działania. Jej zakres zależy od rodzaju wypełnianego zadania. Dowódca zapoznaje podwładnych ze swoim zamiarem, określa wyraźnie cele i stawia do dyspozycji konieczne siły i środki. Szczegóły określa tylko w celu koordynacji działań służących osiągnięciu wspólnego celu a ingeruje tylko wtedy, gdy niewłaściwe działania podwładnych zagrażają realizacji jego zamiaru.

Można więc stwierdzić, że cel jest określony przedmiotowo i podmiotowo, jako przyszły, pożądany i możliwy do osiągnięcia w określonym terminie rezultat działania systemu.

Cele określają co, kto i kiedy ma osiągnąć. Precyzują przedmiot dążeń, określają termin lub okres zaistnienia pożądanego stanu lub rezultatu oraz wskazują na przedmiot celowych działań, który ten stan ma osiągnąć[78,79].

Po analizie ww. pozycji literaturowych podrozdziału należy przyjąć, że zadanie jest to przyszłe zdarzenie, które zostało przez jedną osobę (kierownika) opisane i przekazane do realizacji innej osobie lub zespołowi. Z chwilą przyjęcia zadania do realizacji staje się ono celem.

Ponieważ zadanie wskazuje cel bez określania sposobu jego osiągnięcia, można przyjąć, że dowodzenie jako proces informacyjno-decyzyjny jest realizowane przez określenie celu działania w formie odpowiedzi na pytania:

- Kto ma wykonać?
- Co ma wykonać?
- Gdzie ma wykonać?

---

[75] J. Michniak, Teoria i praktyka funkcjonowania systemu dowodzenia Wojsk Lądowych SZ RP – praca zbiorowa, AON, Warszawa 1998r., str. 6, 13.
[76] Regulamin działań wojsk lądowych, Warszawa 1999r., str. 50.
[77] W. Kulma, J. Mazurkiewicz, System dowodzenia i łączności związku taktycznego, AON, Warszawa 1996r.
[78] L. Krzyżanowski, Podstawy nauki i zarządzania, PWN, Warszawa 1985r., str. 183.
[79] T. Pszczółkowski, Mała encyklopedia prakseologii, Wrocław 1978r., str. 283.

- Kiedy ma wykonać?

W celu sprawnego i skutecznego dowodzenia wojskami w czasie pokoju, kryzysu i wojny organizuje się system dowodzenia.

Dokonując analizy dostępnych dokumentów i materiałów można wykazać, że system dowodzenia jest integralną częścią walki (operacji) stanowiącą uporządkowaną, zgodnie z zasadami dowodzenia, całość złożoną z organów dowodzenia i środków dowodzenia, sprzężonych ze sobą informacyjnie i zapewniającą podejmowanie stosownych decyzji na wszystkich poziomach organizacyjnych dowodzenia oraz sprawną, terminową i bezwzględną ich realizację. Należy również się zgodzić, że nowoczesny system informacyjno-decyzyjny, a takim powinien być system dowodzenia korpusu wojsk lądowych, może powstać tylko na drodze całościowego zaprojektowania, w zależności od celu, dla którego system ten się tworzy.

Nie ulega wątpliwości, że system dowodzenia korpusu wojsk lądowych powinien zapewniać:

- żywotność obiektów i środków dowodzenia,
- zdolność współdziałania i koordynowania działań ze związkami i oddziałami innych rodzajów sił zbrojnych, tj. Marynarki Wojennej, Sił Powietrznych i komponentami sił zbrojnych innych państw NATO, urzędami i organizacjami administracji w kraju oraz krajów ewentualnego obszaru działań,
- zdolność reagowania i dostosowania do potrzeb dowodzenia w zależności od wymogów rodzaju działań.

Na etapie projektowania systemu dowodzenia należy widzieć i uwzględnić szereg determinantów zawartych w załączniku 3.2.

Zgodnie z C2I (Command, Control and Information System) system dowodzenia obejmuje:

- doktrynę działań,
- procedury,
- struktury organizacyjne,
- stany osobowe,
- wyposażenie,
- środki łączności i połączenia informatyczne,

natomiast regulamin[80] wymienia następujące trzy komponenty:

---

[80] Regulamin działań wojsk lądowych, Warszawa 1999r., str. 50.

- organizację dowodzenia,
- środki dowodzenia,
- proces dowodzenia.

Stąd wynika, że zasadniczymi elementami składowymi systemu dowodzenia obok doktryny działań są: zespoły dowódczo-sztabowe z ich funkcjonalnymi procedurami działania i strukturą podporządkowania rozmieszczane w przygotowanych miejscach pracy, zorganizowanych zawczasu jako stanowiska dowodzenia; stała infrastruktura telekomunikacyjna obszaru działań; siły i mobilne środki łączności i informatyki oraz zabezpieczenia bojowego i logistycznego w otoczeniu i zderzeniu z dążeniami, ograniczeniami, chęciami i możliwościami organizatora systemu.

Trzeba jednak zauważyć, że grupa czynników związana ze środkami dowodzenia jest jedynie pochodną potrzeb informacyjnych organów dowodzenia. Przyjmuję więc do określenia wpływu systemu dowodzenia na sieć telekomunikacyjną korpusu następujące czynniki:

- strukturę dowodzenia (sposób organizacji dowództw, zadania dowództw, uprawnienia i odpowiedzialność dowództw),
- potrzeby informacyjne organów dowodzenia (relacje wymiany wiadomości),
- ilość, rodzaj i postać generowanych i przesyłanych wiadomości przez organy dowodzenia.

3.3.1. Wpływ struktury dowodzenia na właściwości sieci telekomunikacyjnej KZ WL w operacji obronnej

Obserwując zmiany, jakie mają miejsce w Wojskach Lądowych, trzeba zgodzić się z oceną wyrażoną przez autorów opracowania[81], że są one kompleksowe i obejmują wszystkie płaszczyzny działalności, w tym szczególnie struktury organizacyjne oraz zasady wykorzystania wojsk. Jest oczywiste, że przemiany obejmujące całe siły zbrojne, spowodowane są różnorakimi czynnikami, wśród których nasze zobowiązania sojusznicze obok czynników politycznych i gospodarczych mają decydujące znaczenie. Zgodnie z tendencjami obowiązującymi w większości państw NATO Korpus jest podstawową strukturą organizacyjną w siłach lądowych. Według tych poglądów Korpus zaliczany jest do szczebla taktycznego i jest podporządkowany pod dowództwo połączonych operacji.

---

[81] Praca zbiorowa, Potrzeby użytkowników podsystemu łączności radiowej Korpusu Wojsk Lądowych, ZDiŁ DWL, Warszawa 2001r.

Korpusy podporządkowane połączonym sojuszniczym dowództwom operacyjnym przewidziane są do wykonywania zasadniczych zadań podczas kryzysu i wojny. W przeszłości korpusy sił lądowych były z zasady strukturami narodowymi, jednak powszechna redukcja liczebności sił zbrojnych oraz zacieśniająca się współpraca sojusznicza poparta nowymi możliwościami technicznymi, doprowadziły do utworzenia Korpusów mających w swoim składzie jednostki z dwóch i więcej państw.

Polskie Wojska Lądowe, zgodnie z podjętymi zobowiązaniami sojuszniczymi, które są określone między innymi w celach sił zbrojnych, dokonały głębokich zmian strukturalnych w ramach, których zorganizowane zostały dwa korpusy Wojsk Lądowych obejmujące jednostki operacyjne. Ponadto Polska wspólnie z Danią i Niemcami utworzyła Wielonarodowy Korpus Północny Wschód.

Po przeprowadzonych zmianach dowództwo Korpusu jest najwyższym szczeblem dowodzenia operacyjnego zarówno w czasie pokoju, jak i w czasie kryzysu oraz wojny. Dowództwo korpusu podlega Dowództwu Połączonych Działań (zał. 3.3), jednak w czasie kryzysu lub wojny po dopełnieniu procedury określonej zobowiązaniami sojuszniczymi, możliwe jest podporządkowane pod wyznaczone połączone dowództwo sojusznicze (zał. 3.4).

Dowództwu Korpusu podlegają wyznaczone związki taktyczne i oddziały wojsk operacyjnych (w czasie kryzysu lub wojny mogą mu podlegać również jednostki obrony terytorialnej).

Dokonane zmiany w strukturach organizacyjnych oraz zmiany zasad wykorzystania związków i oddziałów, spowodowały konieczność uaktualnienia obowiązujących regulacji na wszystkich płaszczyznach działalności.

Zgadzam się z oficerami ZŁiI DWL, że szczególnie doniosłych zmian należy dokonać w zakresie w organizacji systemu dowodzenia. W nowej organizacji systemu dowodzenia muszą znaleźć odzwierciedlenie zaistniałe zmiany organizacyjne, techniczne oraz nasze zobowiązania sojusznicze, a w tym podporządkowanie Korpusów (a czasami jednostek niższych szczebli dowodzenia), pod wyznaczone dowództwo sojusznicze lub dowództwa innych armii sojuszu. To z kolei wymusza zapewnienie zdolności do wykonywania zadań w warunkach działań sojuszniczych (interoperacyjności).

Powyższe rozważania generują potrzebę dostosowania struktur dowództw i stanowisk dowodzenia oraz procedur do rozwiązań obowiązujących w sojuszu. Wszystkie te zmiany muszą być poparte odpowiednim wyposażeniem technicznym.

Nowe środki techniczne, charakteryzujące się zmienionymi parametrami, powodują z kolei zmiany w technicznych systemach zabezpieczających funkcjonowanie wojsk, szczególnie w systemach łączności i systemach informatycznego wsparcia dowodzenia. Analizując organizację dowództw i stanowisk dowodzenia innych armii państw NATO[82] można dostrzec wiele narodowych rozwiązań, szczególnie w obszarze tych drugich, które mieszczą się jednak w ogólnych standardach przyjętych w Sojuszu.

Dokonana analiza pozwala na uprawnione stwierdzenie, że w systemach dowodzenia wojsk lądowych państw NATO stosowane są identyczne lub bardzo zbliżone rozwiązania w następujących kwestiach:

- tak samo rozumiana jest rola sztabu jako organu wspierającego dowódcę we wszystkich obszarach jego działania i temu celowi podporządkowana jest organizacja sztabów;
- w strukturach wszystkich dowództw występują te same grupy funkcjonalne i komórki (G(S) 1 ... 6), które realizują podobne zadania w procesie dowodzenia, stosując typowe procedury i wykonując takie same dokumenty dowodzenia;
- charakterystycznym wspólnym rozwiązaniem jest również podwójna rola oficerów - specjalistów rodzajów wojsk, którzy są dowódcami określonych struktur organizacyjnych tych wojsk i doradcami dowódcy ogólnowojskowego, uczestniczącymi w planowaniu użycia tych sił w przyszłych działaniach;
- wszystkie stanowiska dowodzenia budowane są w oparciu o piony funkcjonalne, odpowiedzialne za: planowanie działań, kierowanie bieżącymi działaniami, rozpoznanie, wsparcie ogniowe i wsparcie logistyczne, oraz wsparcie dowodzenia.

Równocześnie, prowadzona analiza dowodzi, że narodowy charakter stosowanych rozwiązań występuje najczęściej w:

- zachowaniu tradycyjnych nazw osób funkcyjnych, (np. *head of service* w Wielkiej Brytanii) lub nawet specyficznych stanowisk (oddzielny zastępca szefa sztabu *(deputy Chief of Staf)* do spraw G(S)1 i 4 w tej samej armii, *executive officer* zamiast szefa sztabu w wojskach Lądowych USA na szczeblach dowodzenia do brygady włącznie);
- obowiązkach i zadaniach komórek organizacyjnych dowództw (wyłączenie opieki medycznej z zakresu odpowiedzialności G(S) czy różne podejście do przeznaczenia komórki G(S) 6);

---

[82] J. Kręcikij, Organizacja dowództw i stanowisk dowodzenia w wybranych armiach państw NATO, AON, Warszawa 2000r., str. 48.

- różnych nazwach stanowisk dowodzenia oraz ich elementów funkcjonalnych, jak brytyjski *forward command post i* amerykański *tactical command post,* które spełniają te same funkcje wysuniętych stanowisk dowodzenia.

W świetle przedstawionych analiz[83] stwierdzić można, że normy NATO znajdują swoje zastosowanie wszędzie tam, gdzie jest to konieczne z punktu widzenia ułatwienia dowodzenia podczas wspólnych działań. Stąd daleko idąca jednolitość w zakresie (nie analizowanych w tej pracy) dokumentów dowodzenia, bardzo podobne struktury organizacyjne dowództw i stanowisk dowodzenia oraz „przystające" w zasadniczych momentach modele procesu dowodzenia.

Pierwiastek narodowy może zaś mieć miejsce tam, gdzie nie będzie to miało wpływu na sprawność dowodzenia działaniami w układzie koalicyjnym. Dlatego też możliwe okazuje się zachowanie szeregu tradycyjnych, często historycznych nazw, pojęć i rozwiązań, o ile nie koliduje to z natowską interpretacją zasadniczych problemów dowodzenia.

W Wojskach Lądowych, podobnie jak w całych Siłach Zbrojnych Polski, równolegle do zmian organizacyjnych trwa doskonalenie struktur i procedur dowodzenia. W wyniku konsultacji sojuszniczych i przeprowadzanych dyskusji określono, jakie stanowiska dowodzenia będą organizowane (rozwijane) na szczeblu Korpusu oraz jaka będzie ich struktura[84,85].

Należy zgodzić się z przyjętymi przez DWL ustaleniami, że w celu dowodzenia wojskami korpusu rozwijane będą stanowiska dowodzenia przedstawione w tabeli 3.1.

Tabela 3.1.

Rodzaje SD na obszarze prowadzenia operacji przez KZ

SZCZEBEL DOWODZENIA	SD	TSD	WSD	PPD	PDO
KORPUS	X	X	X	X	-
DYWIZJA	X	X	X	X	-
BRYGADA	X	X	-	-	X
PUŁK/BATALION	X	-	-	-	X

Stanowisko dowodzenia (SD) Korpusu będzie miejscem pracy zasadniczej części dowództwa i przeznaczone będzie do planowania działań oraz realizacji dowodzenia w

---

[83] J. Kręcikij, Organizacja dowództw i stanowisk dowodzenia w wybranych armiach państw NATO, AON, Warszawa 2000r., str. 49.

[84] Praca zbiorowa, Potrzeby użytkowników podsystemu łączności radiowej Korpusu Wojsk Lądowych, ZDiŁ DWL, Warszawa 2001r.

[85] Potrzeby użytkowników podsystemu łączności radiowej korpusu wojsk lądowych, DWL, Warszawa 2001r.

głównych obszarach działalności. Tyłowe stanowisko dowodzenia (TSD) będzie miejscem pracy wybranych komórek organizacyjnych dowództwa Korpusu i będzie odpowiedzialne za dowodzenie w tylnej strefie działań. Jego działalnością będzie kierował zastępca dowódcy.

Wysunięte stanowisko dowodzenia (WSD) i powietrzny punkt dowodzenia (PPD) będą wykorzystywane doraźnie do dowodzenia wybranymi elementami w decydujących etapach operacji.

Z powyższego wynika, że w pasie prowadzonej przez KZ operacji obronnej mogą być rozwinięte następujące ilości i rodzaje, korpuśnych i korpuśnego podporządkowania, stanowisk dowodzenia:

- szczebla korpusu:
  - główne stanowisko dowodzenia korpusu – SD KZ – 1,
  - tyłowe stanowisko dowodzenia korpusu - TSD KZ – 1,
  - wysunięte stanowisko dowodzenia korpusu* – WSD KZ– 1,
  - powietrzny punkt dowodzenia korpusu** – PPD KZ– 1;
- szczebla związku taktycznego:
  - główne stanowisko dowodzenia dywizji – SD DZ (DPanc) – 3,
  - tyłowe stanowisko dowodzenia dywizji - TSD DZ (DPanc) – 3,
  - wysunięte stanowisko dowodzenia dywizji* – WSD DZ (DPanc) – 3,
  - powietrzny punkt dowodzenia korpusu** – PPD DZ (DPanc) – 3;
- szczebla brygady:
  - główne stanowisko dowodzenia brygady – SD BPanc (2xBZ, BSap, BA, BOT) - 6,
  - tyłowe stanowisko dowodzenia brygady – TSD BPanc (2xBZ, BSap, BA, BOT) – 6,
  - punkt dowódczo-obserwacyjny brygady – PDO* BPanc (2xBZ, BSap, BA, BOT) – 6;
- szczebla pułku:
  - główne stanowisko dowodzenia pułku – SD pplot (pśb, pr, ppchem, pdm, pdow) - 6,
  - punkt dowódczo-obserwacyjny brygady – PDO* pplot (pśb, pr, ppchem, pdm, pdow) - 6;
- szczebla pododdziału:

---

* rozwijane i eksploatowane zgodnie z potrzebami
** eksploatowane zgodnie z potrzebami

- główne stanowisko dowodzenia batalionu – SD brt – 1,
- punkt dowódczo-obserwacyjny – PDO* brt – 1.

Trzeba zauważyć, że oprócz przytoczonych rodzajów i ilości stanowisk dowodzenia w obszarze operacji obronnej, będą również rozwinięte i eksploatowane stanowiska dowodzenia jednostek podporządkowania dywizyjnego, brygadowego, pułkowego.

W jednostkach dywizyjnych będą to następujące stanowiska dowodzenia:

- szczebel brygady:
  - główne stanowisko dowodzenia brygady – SD BPanc (2xBZ) – 6,
  - tyłowe stanowisko dowodzenia brygady (pułku) – TSD BPanc (2xBZ) – 6,
  - punkt dowódczo-obserwacyjny brygady (pułku) – PDO* BPanc (2xBZ) – 6;
- szczebel pułku:
  - główne stanowisko dowodzenia – SD pa (pplot, ppanc, plog) – 8;
  - punkt dowódczo-obserwacyjny brygady (pułku) – PDO* pa (pplot, ppanc, plog) – 8;
- szczebel pododdziału:
  - główne stanowisko dowodzenia batalionu – SD brozp (bdow, bsap) – 6,
  - punkt dowódczo-obserwacyjny – PDO* brozp (bdow, bsap) – 6.

Tabela 3.2

Ilość stanowisk dowodzenia korpusu i korpuśnego podporządkowania w obszarze prowadzonej operacji obronnej

	SZCZEBEL DOWODZENIA					RAZEM
	KORPUS	DYWIZJA	BRYGADA	PUŁK	BATALION	
SD	1	3	6	6	1	17
TSD	1	3	6	-	-	10
WSD	1	3	-	-	-	4
PPD	1	3	-	-	-	4
PDO	-	-	6	6	1	13
RAZEM	4	12	18	12	2	48

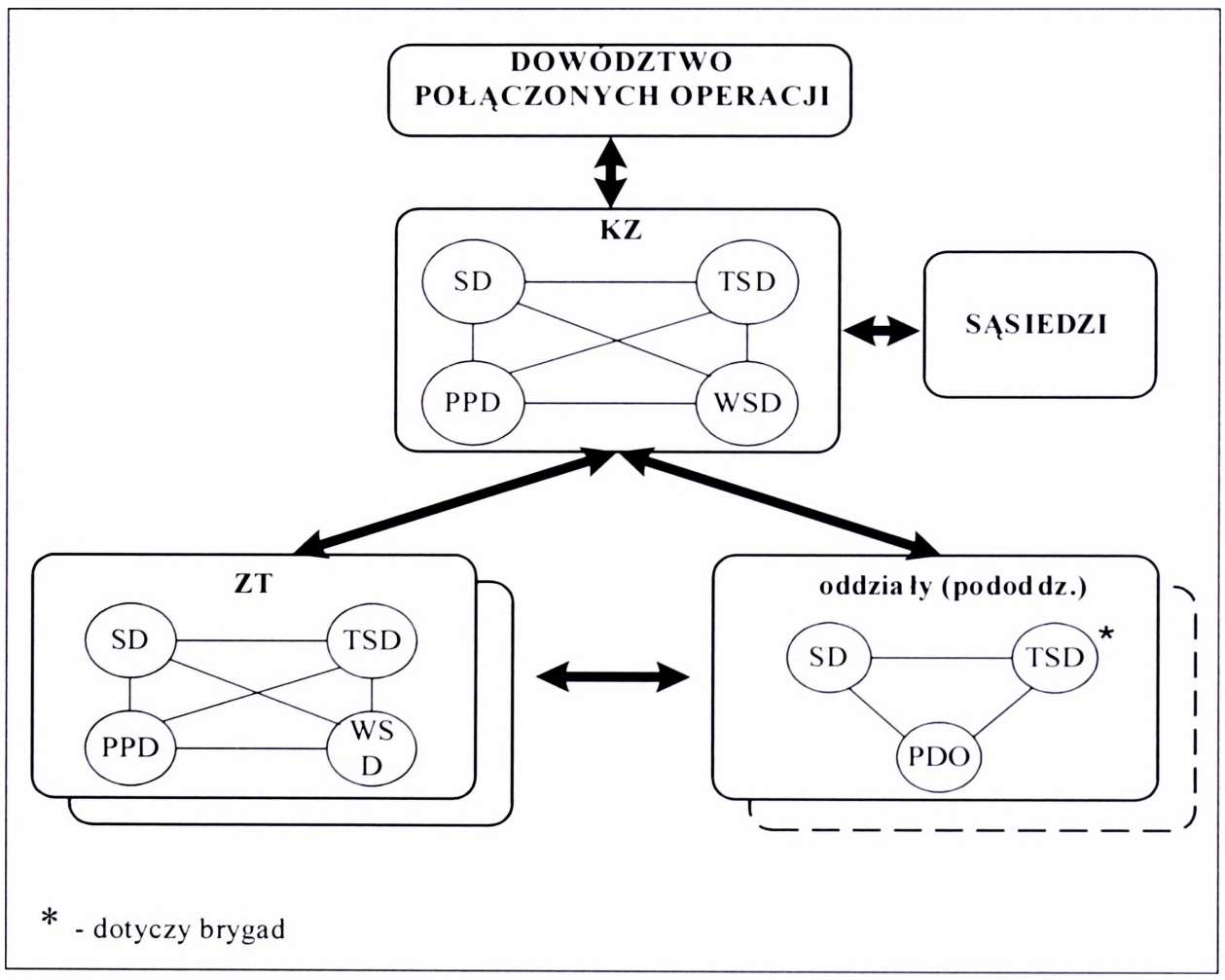
Zbiorcze zestawienie ilości stanowisk dowodzenia zawarto w tabeli 3.2. Ze względu na tematykę rozprawy pominięto w tabeli stanowiska dowodzenia pododdziałów brygadowych i pułkowych, zarówno korpuśnego jak też dywizyjnego podporządkowania. Trzeba tu

zaznaczyć, że stanowiska dowodzenia korpusu są powiązane informacyjnie pomiędzy sobą oraz z elementami otoczenia systemowego, w skład których zwykle wchodzą:

- Dowództwo Połączonych Operacji (dowództwa rodzajów sił zbrojnych).
- Jednostki współdziałające (prowadzące działania w obszarze stycznym do pasa obrony korpusu - sąsiedzi).
- Podległe ZT i oddziały (pododdziały).

Dokonując analizy, zawartych w opracowaniu zespołu pracowników naukowych AON[86], zbioru schematów relacji w systemie dowodzenia (współdziałania) można założyć, że wszystkie stanowiska dowodzenia korpusu (w tym podległych ZT, oddziałów i pododdziałów) oraz SD związków współdziałających, bądź czasowo podległych (BOT) powinny być ze sobą powiązane informacyjnie.

Wzajemne ogólne relacje między stanowiskami dowodzenia rozwijanymi w czasie operacji obronnej przedstawiono schematycznie na rys. 3.1.



Rys. 3.1. Ogólne relacje informacyjne między stanowiskami dowodzenia w czasie prowadzenia operacji obronnej przez korpus
(źródło – patrz przypis 86)

[86] Pr. zb. pod red. Z. FIOŁNY, Podstawowe relacje dowodzenia oddziału, związku taktycznego i związku operacyjnego w działaniach Wojsk Lądowych, AON, Warszawa 2001r.

Do dalszych rozważań przyjmuję układ powiązań informacyjnych dotyczących działań obronnych korpusu na terenie kraju w układzie narodowym. W takim przypadku, system stanowisk dowodzenia Korpusu Zmechanizowanego Wojsk Lądowych powiązany jest ze stanowiskiem dowodzenia szczebla nadrzędnego tj. Dowództwem Połączonych Operacji zbudowanym w oparciu o DWL, DWLOP, DMW i DOT oraz ze wszystkimi podległymi punktami dowodzenia do dwóch szczebli niżej. Po dotychczasowej analizie należy zgodzić się z autorami[87], że główne stanowisko dowodzenia KZ powinno zapewnić:

- łączność dowodzenia ze wszystkimi elementami ugrupowania operacyjnego,
- łączność dowodzenia z WSD, TSD i PPD do głównych elementów ugrupowania,
- łączność z przełożonym i sąsiadami,
- kierowanie aktualnymi działaniami operacyjnymi,
- ciągłe przygotowywanie informacji potrzebnych dowódcy do oceny sytuacji i podejmowania decyzji,
- przygotowywanie planów i rozkazów,
- dowodzenie wojskami i sterowanie środkami rażenia w toku operacji,
- organizację i koordynację wsparcia ogniowego,
- przygotowywanie i przesyłanie meldunków do przełożonego,
- koordynację prowadzenia rozpoznania i analizę informacji rozpoznawczych,
- koordynację zabezpieczenia potrzeb w zakresie logistyki,
- planowanie kolejnych operacji,
- kontrolę.

Wydaje się zasadnym stwierdzenie, że tyłowe stanowisko dowodzenia powinno, w razie konieczności, mieć możliwość podtrzymania zasadniczych funkcji głównego stanowiska dowodzenia.

W czasie funkcjonowania SD KZ głównymi zadaniami TSD jest:

- Kierowanie zabezpieczeniem logistycznym wojsk w bieżących działaniach.
- Przewidywanie potrzeb w zakresie logistyki dotyczących przyszłych działań.
- Realizacja planowania zabezpieczenia logistycznego (we współdziałaniu z SD).
- Realizacja planowania wsparcia personalnego.
- Przygotowywanie rozkazów administracyjno-logistycznych.
- Koordynacja i kierowanie działaniami w strefie tyłowej.

---

[87] J. Michniak, Z.Klawitter Model systemu dowodzenia wojskami lądowymi SZ RP w czasie pokoju, kryzysu i wojny, System dowodzenia wojsk lądowych SZ RP – Struktura organizacyjno-funkcjonalna, część II, AON, Warszawa 1998r., str 111.

Wysunięte stanowisko dowodzenia[88] powinno umożliwić:

- Nadzór nad prowadzonymi działaniami bojowymi.
- Nadzór i koordynację manewru i wsparcia ogniowego.
- Koordynację wsparcia powietrznego i obrony przeciwlotniczej.
- Przekazywanie potrzeb wsparcia logistycznego do głównego SD.
- Częstej i szybkiej zmiany rejonu rozmieszczenia stanowiska.
- Ciągłą łączność z podległymi wojskami, głównym i tyłowym SD korpusu oraz z przełożonym i sąsiadami.

3.3.2. Wpływ potrzeb organów dowodzenia na sieć telekomunikacyjną KZ WL w operacji obronnej

W czasie rozwijania Wojennego Systemu Dowodzenia na wszystkich szczeblach dowodzenia rozwija się system łączności, który powinien zapewnić ciągłą, skrytą, terminową i niezawodną wymianę informacji przy pomocy wszystkich dostępnych usług telekomunikacyjnych.

Założenia modelu hipotetycznego pola walki pozwalają wnioskować, że przyszłe działania bojowe charakteryzować się będą niezwykłym dynamizmem, wysoką manewrowością oraz gwałtownością zmian sytuacji.

Podzielam opinie zawarte w opracowaniach J. Mazurkiewicza[89] i A. Bajdy[90], że z tego względu przed siecią telekomunikacyjną stawiane są niezwykle ważne zadania, które należałoby w głównej mierze sprowadzać do zapewnienia terminowej, wiernej i skrytej łączności w zakresie dowodzenia wojskami, współdziałania, ostrzegania i alarmowania oraz kierowania zabezpieczeniem logistycznym działań taktycznych.

Zgadzam się z powszechnie znaną opinią, że *w zakresie dowodzenia wojskami* sieć telekomunikacyjna powinna zapewnić przekazywanie rozkazów, zarządzeń i różnego rodzaju informacji podległym ZT, oddziałom i pododdziałom oraz elementom ugrupowania bojowego korpusu, otrzymywanie od nich meldunków i sprawozdań o sposobie i przebiegu realizacji otrzymanych zadań. Wymiana informacji w procesie dowodzenia wojskami pomiędzy dowódcami i sztabami powinna być realizowana w czasie zbliżonym do rzeczywistego.

---

[88] J. Michniak, Z.Klawitter, Model systemu dowodzenia wojskami lądowymi SZ RP w czasie pokoju, kryzysu i wojny, System dowodzenia wojsk lądowych SZ RP – Struktura organizacyjno-funkcjonalna, część II, AON, Warszawa 1998r., str 112.

[89] J. Mazurkiewicz, Projektowanie i ocena wojskowych systemów łączności, AON, Warszawa 1994r.

[90] A. Bajda, Zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej w procesie planowania podsystemu łączności radioliniowo-przewodowej dywizji zmechanizowanej, AON, Warszawa 1998r.

W zakresie współdziałania sieć telekomunikacyjna powinna zapewnić organom dowodzenia wymianę informacji pomiędzy współdziałającymi związkami, oddziałami i pododdziałami różnych rodzajów wojsk. Od nieprzerwanej wymiany informacji dotyczących uzgodnień, co do wspólnego działania w określonym czasie i miejscu pomiędzy organami dowodzenia korpusu a sąsiednimi związkami i oddziałami czy też elementami ugrupowania bojowego zależy uzyskanie powodzenia i w końcowym rezultacie wykonanie zadania bojowego przez korpus.

W zakresie ostrzegania i alarmowania wojsk sieć telekomunikacyjna powinna zapewnić odbiór sygnałów powiadamiania o zagrożeniu oraz przekazywanie ich w formie sygnałów ostrzegania wszystkimi możliwymi kanałami do podległych związków, oddziałów i pododdziałów. Od sprawnego i terminowego przekazywania sygnałów ostrzegania i alarmowania zależy utrzymanie pożądanej gotowości i zdolności bojowej korpusu. Sygnały ostrzegania i alarmowania zawierające informację o zagrożeniu wojsk głównie skażeniami promieniotwórczymi i chemicznymi oraz o zagrożeniu z powietrza, czy też o niespodziewanym ataku przeciwnika powinny być przekazywane w czasie zbliżonym do rzeczywistego.

W zakresie logistycznym sieć telekomunikacyjna korpusu powinna umożliwić sprawną koordynację działań związaną z ochroną tyłowego obszaru odpowiedzialności a także kierowanie procesami zabezpieczenia logistycznego korpusu.

W związku z tym, zachodzi konieczność przenoszenia wiadomości między organami dowodzenia znajdującymi się na różnych stanowiskach dowodzenia.

Na podstawie relacji informacyjnych zobrazowanych wcześniej na rys. 3.1 i na podstawie wcześniejszych rozważań oraz analizy różnych materiałów[91,92,93] można stwierdzić, że SD KZ WL jest powiązany ze stanowiskami dowodzenia:

- przełożonego,
- podwładnych ZT i oddziałów,
- współdziałających ZO i ZT.

Stanowisko dowodzenia (SD), tyłowe stanowisko dowodzenia (TSD) i wysunięte stanowisko dowodzenia (WSD) KZ WL poza relacjami informacyjnymi między sobą powinno mieć takie same powiązania telekomunikacyjne w następujących kierunkach ze:

- SD, TSD, WSD Dowództwa Połączonych Operacji,

---

[91] Z. Fiołna i inni, Podstawowe relacje dowodzenia oddziału, związku taktycznego i związku operacyjnego w działaniach wojsk lądowych – album schematów, AON, Warszawa 2001r.
[92] Potrzeby użytkowników podsystemu łączności radiowej Korpusu Wojsk Lądowych, DWL, Warszawa 2001r.
[93] Koncepcja cyfrowego systemu łączności związku operacyjnego (CSŁ ZO), WIŁ-WAT, Warszawa 2000r.

- SD, TSD, WSD jednostek sąsiednich,
- SD, TSD, WSD DZ/DPanc,
- SD, TSD, PDO BZ/Bpanc,
- SD, TSD, PDO Bsap,
- SD, TSD, PDO BA,
- SD, TSD, PDO BOT,
- SD, PDO pplot,
- SD, PDO pśb,
- SD, PDO pr,
- SD, PDO ppchem,
- SD, PDO pdm,
- SD, PDO pdow,
- SD, PDO brt.

Punkty dowodzenia pododdziałów korpuśnych oddziałów będą wymieniać wiadomości, z odpowiednimi stanowiskami bezpośrednich przełożonych, z reguły w sieciach i kierunkach radiowych. Ze względu na tematykę niniejszej dysertacji te relacje zostaną pominięte.

Natomiast zidentyfikowane stanowiska dowodzenia oddziałów i pododdziałów dywizyjnych korzystać będą z pomocniczych sieci łączności powiązanych z podstawową siecią łączności, która będzie obciążana ruchem telekomunikacyjnym generowanym na wspomnianych punktach dowodzenia.

Odrębnym ale niezwykle ważnym problemem jest usytuowanie ZT, oddziałów i pododdziałów korpuśnych w ugrupowaniu bojowym. Z urzutowaniem tych formacji i elementów ugrupowania bojowego korpusu w czasie prowadzenia operacji obronnej, wiązać się będą możliwości dowiązania ich stanowisk dowodzenia do sieci telekomunikacyjnej KZ poprzez PWS.

Rozwiązanie tej sytuacji znajdzie miejsce przy formułowaniu założeń dla sieci telekomunikacyjnej KZ WL w obronie.

3.3.3. Wpływ postaci, rodzaju i ilości generowanych wiadomości abonenckich na sieć telekomunikacyjną KZ WL w obronie

Należy przyjąć, zgodnie z ustaleniami zawartymi w rozdziale II, że program badawczy TACOMS Post-2000[94,95] jest wyznacznikiem kierunków prac prowadzonych nad nową generacją systemów teleinformatycznych, jako standardu dla państw członkowskich Paktu Północnoatlantyckiego.

W zakresie usług abonenckich, wszystkie narodowe rozwiązania sieci telekomunikacyjnych państw członków NATO dążą do oferowania szerokiego asortymentu usług abonenckich, łącznie z przekazem ruchomego obrazu i szybką transmisją danych.

Wszystkie rozwiązania oferują też radiodostęp do podstawowej sieci łączności dla użytkowników ruchomych, przy czym tę usługę traktować trzeba jako zapowiedź udostępnienia jej w bliższej perspektywie czasowej (aktualnie prowadzone są prace badawczo-wdrożeniowe).

Założono, że w systemie telekomunikacyjnym, oprócz usług fonicznych i faksowych, powinny być realizowane również: transmisja danych, wiadomości, grafiki, zdjęć, plików (również w czasie zbliżonym do rzeczywistego) oraz połączenia wideotelefoniczne i wideokonferencyjne.

Z obserwacji prowadzonych prac wynika, że wojskowe systemy teleinformatyczne ewoluują w kierunku zastosowania w systemach taktycznych najnowocześniejszych technik i technologii, takich jak ATM, ISDN oraz rodziny protokołów IP.

Wszystkie systemy telekomunikacyjne chronią wiadomości abonenckie przed ich przechwyceniem i wykorzystaniem przez przeciwnika. Z reguły zastosowano indywidualne utajnianie sygnału w urządzeniach końcowych i utajnianie sygnału grupowego wraz z maskowaniem ruchu.

Istotną, ale bardzo trudną do oszacowania wielkością, jest poziom ruchu telekomunikacyjnego generowanego przez organy dowodzenia. Problem ten wiąże się nie tylko z ilością osób funkcyjnych na stanowiskach dowodzenia, ilością i różnorodnością urządzeń abonenckich, bo te wielkości można podać względnie dokładnie, ale przede wszystkim z potrzebami użytkowników, które mogą być bardzo różne w zależności od rozwoju sytuacji operacyjnej.

---

[94] TACOMS Post-2000: communications standards for the land-combat zone, cpt Tim Johnson http://www.Gordon.army.mil/regtmktg/AC/SUMR99/tacoms.htm

[95] Tactical Area Communication System (TACOMS) http://www.aselsan.com.tr/heing/products/ tacoms.htm

Dlatego też w dalszej części rozprawy podjęto próbę wskazania maksymalnego ruchu telekomunikacyjnego zewnętrznego, we wszystkich pokazanych wcześniej relacjach, dla którego zaplanowana sieć telekomunikacyjna zapewnia jeszcze właściwą jakość wszystkich oferowanych usług.

W celu określenia ruchu telekomunikacyjnego, generowanego przez osoby funkcyjne działające na stanowiskach dowodzenia KZ w obronie, niezbędna jest identyfikacja:

- Struktur stanowisk dowodzenia wraz z jej centrami.
- Obsada ilościowa oficerów w poszczególnych centrach stanowisk dowodzenia.
- Rodzaj i ilość końcowych urządzeń telekomunikacyjnych.
- Ilości i postać przesyłanych wiadomości w systemie dowodzenia i kierowania wewnątrz i na zewnątrz macierzystego stanowiska dowodzenia.

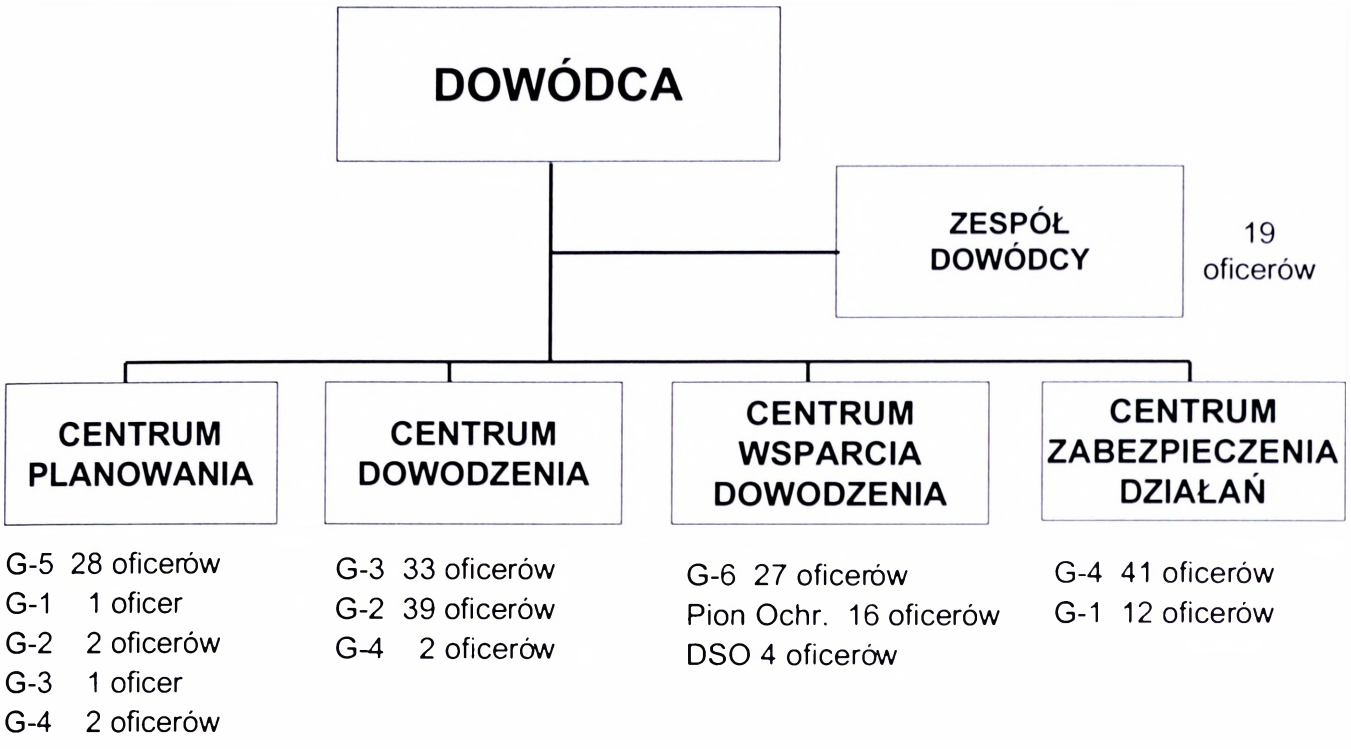
Analiza materiałów, dotyczących budowy stanowisk dowodzenia KZ zawartych w różnych opracowaniach AON[96,97] i WIŁ[98] oraz prezentacji DWL[99], pokazuje dużą zbieżność między treścią prezentacji AON i DWL. Różnice dotyczące, w szczególności ilości i nazewnictwa części składowych punktów dowodzenia, rozpatrywanego szczebla w pozostałych opracowaniach, wynikają zapewne z faktu powstania ich przed zmianą instrukcji WSyD, dlatego do dalszych rozważań przyjmuję jedną ze struktur co ilustrują załączniki 3.5-3.11.

Kolejnym istotnym problemem jest określenie ilości osób funkcyjnych, będących w obsadzie poszczególnych centrów punktów dowodzenia. Zgodnie z informacją zawartą w przytoczonych przypisach, można przyjąć ilościową obsadę w poszczególnych częściach głównego i tyłowego stanowiska dowodzenia jak to przedstawiono na rys. 3.2 i 3.3.

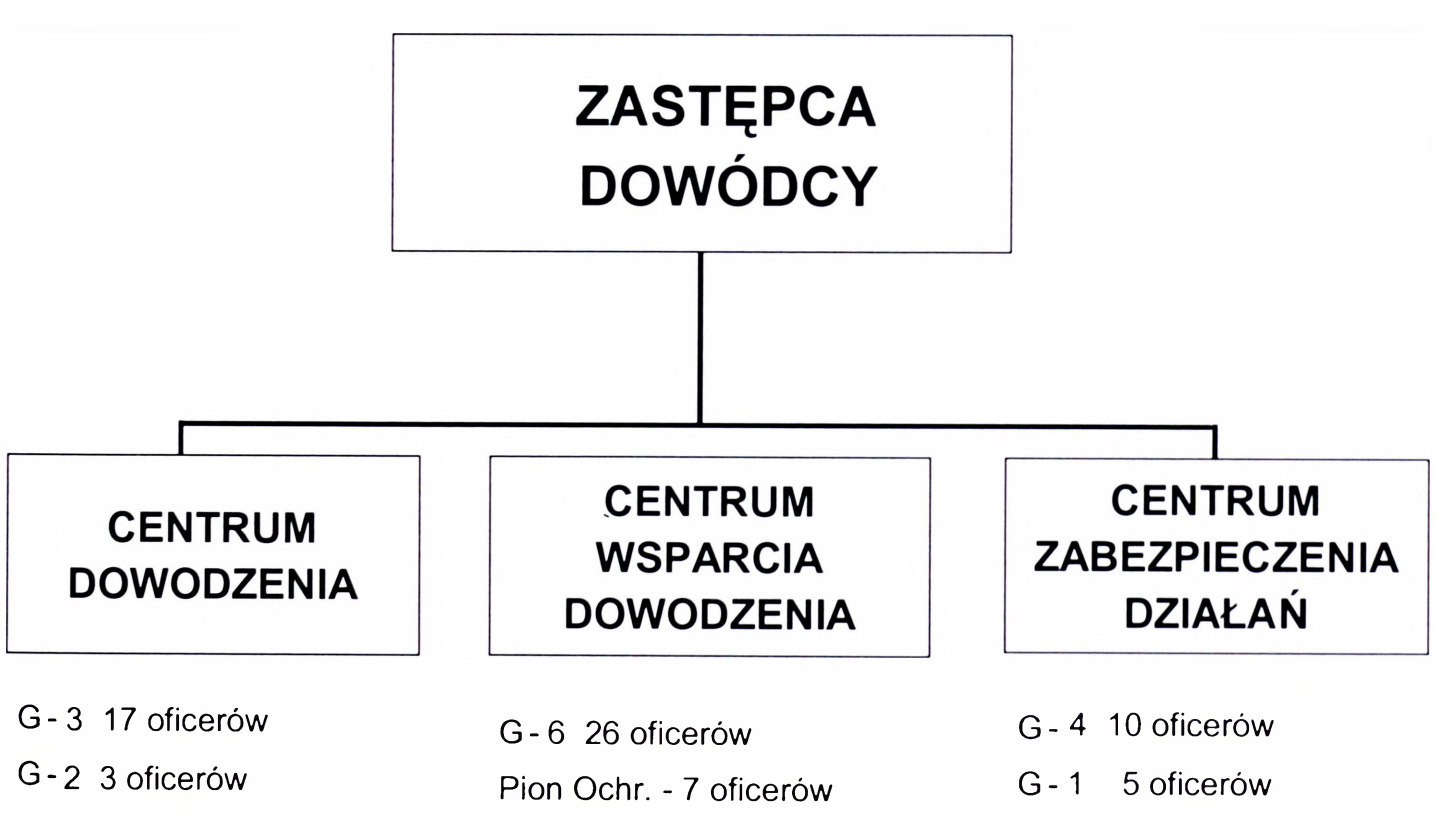
Z przytoczonych na rysunkach danych wynika, że w przyjętej strukturze stanowiska dowodzenia jego funkcyjni będą pracować w pięciu zwartych rejonach. Pierwszy z nich liczy 20 oficerów, w Centrum Planowania znajdzie się 34, w Centrum Dowodzenia 74, Centrum Wsparcia Dowodzenia 47 a w Centrum Zabezpieczenia Działań 53 oficerów. W sumie na SD KZ ilość funkcyjnych wynosi 228 oficerów.

---

[96] J. Michniak, Aneks do opracowania „Struktura organizacyjno-funkcjonalna systemu dowodzenia wojsk Lądowych, AON, Warszawa 1997r.
[97] J.Michniak, WSyD, prezentacja, AON, Warszawa 2002r.
[98] Praca zbiorowa, Koncepcja cyfrowego systemu łączności związku operacyjnego (CSŁ ZO), WIŁ, Zegrze 2000r.
[99] DWL, Wojenny System Dowodzenia, 1KZ, Warszawa 2002r.



Rys. 3.2 Ilościowa obsada SD KZ w obronie
(źródło – Prezentacja, WSyD, G6 DWL Warszawa 2002r.)



Rys. 3.3. Ilościowa obsada TSD KZ w obronie
(źródło – Prezentacja, WSyD, G6 DWL Warszawa 2002r.)

Centrum planowania – pełni funkcję planistyczną w zakresie prowadzonych działań. Określa niezbędne potrzeby informacyjne.

Centrum dowodzenia - pełni funkcję organizacyjną w zakresie prowadzonych działań. Koordynuje działania pozostałych elementów SD, określa dane niezbędne do powzięcia decyzji przez dowódcę.

Centrum wsparcia dowodzenia – pełni funkcję wsparcia cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia w różnych relacjach i obszarach. Organizuje ono, zabezpiecza i nadzoruje przepływ i bezpieczeństwo informacji pomiędzy poszczególnymi elementami SD i na zewnątrz.

Centrum zabezpieczenia działań – pełni funkcję organizatora wsparcia logistycznego działań wojsk lądowych oraz administrowania zasobami ludzkimi oraz uzupełnieniem stanów osobowych walczących wojsk, a także działalnością personalną.

Opierając się na zidentyfikowanych strukturach stanowisk dowodzenia KZ oraz ich ilościowej obsadzie i określonych wcześniej usługach telekomunikacyjnych przydatnych do dowodzenia i kierowania środkami walki, które można udostępnić abonentom, określono ilości urządzeń końcowych zainstalowanych w poszczególnych komórkach centrów stanowisk dowodzenia. Założono, na podstawie analizy materiałów zawartych w projekcie naukowo-badawczym[100], że liczba urządzeń końcowych będzie proporcjonalna do liczby osób funkcyjnych, pracujących w poszczególnych komórkach organizacyjnych stanowisk dowodzenia. Natomiast na podstawie informacji uzyskanych od oficerów ZŁiI DWL wynika, że obecnie preferowana jest wymiana wiadomości przy pomocy stacji komputerowych. Przyjmuję do badań, że co druga osoba funkcyjna SD (TSD) KZ jest wyposażona w komputerową stację roboczą. Do prowadzenia rozmów służbowych przewiduje się aparaty telefoniczne dla każdej komórki organizacyjnej, w ilości ok. 50% stanu osobowego. Niezbędnymi urządzeniami końcowymi są też faksy. Ilość ich stanowi do ok. 0,1 stanów osobowych każdej komórki organizacyjnej. Ponadto dowódca SD KZ posiadać będzie aparat do prowadzenia wideokonferencji i wideopołączeń. Na szczeblu związku taktycznego, oddziałów i pododdziałów ilości komputerów i pozostałych urządzeń końcowych są określone w podobny sposób jak dla szczebla korpusu.

Wyróżnić tu można następujące urządzenia końcowe:

- aparat telefoniczny,
- fax,

---

[100] KBN 0T0DA3516, Cyfrowy system łączności związku operacyjnego

- aparat wideokonferencyjny,
- komputer przenośny realizujący usługi:
  - wymiana plików ftp
  - pobieranie i uaktualnianie danych z bazy danych,
  - poczta elektroniczna,
  - pobieranie stron www.

Ilości urządzeń abonenckich szczebla korpusu zapisano w tabelach 3.3 – 3.5.

Tabela 3.3

Ilość urządzeń końcowych na SD KZ
(opracowanie własne)

		TELEFON	FAX	APARAT WIDEOKON.	KOMPUTER	RAZEM
GRUPA DOWÓDCY		9	1	1	9	20
CENTRUM PLANOWANIA						
G1		1	1		1	3
G2		1	1		1	3
G3		1	1		1	3
G4		1	1		1	3
G5		12	2		12	26
CENTRUM DOWODZENIA						
G2		17	3		17	37
G3		15	3		15	33
G4		1	1		1	3
CENTRUM WSPARCIA DOWODZENIA						
G6		12	3		12	27
PION OCHRONY		8	2		8	18
DSO		2	1		2	5
CENTRUM ZABEZPIECZENIA DZIAŁAŃ						
G1		6	1		6	13
G4		19	4		19	42
PRIORYTET	1	52				
	2	52	25			
	3	1		1		
RAZEM		105	25	1	105	236

WSD KZ tworzone będzie z sił i środków SD KZ i mimo, że będzie się dowiązywać do podstawowej sieci łączności identycznie jak pozostałe punkty dowodzenia KZ, to ze względu na inną dyslokację fakt ten będzie miał wpływ na zmianę obciążenia sieci telekomunikacyjnej co uprawnia do stwierdzenia, że uwzględnienie tego węzła w dalszych rozważaniach jest konieczne.

Tabela 3.4

Ilość urządzeń końcowych na WSD KZ
(opracowanie własne)

	TELEFON		FAX		KOMPUTER
	PRIORYTET	ILOŚĆ	PRIORYTET	ILOŚĆ	
WSD KZ	1	5	1		11
	2	5	2	3	
	3	1	3		
RAZEM		11		3	11

Tabela 3.5

Ilość urządzeń końcowych na TSD KZ
(opracowanie własne)

		TELEFON	FAX	WIDEO TELEFON	KOMPUTER	RAZEM
CENTRUM DOWODZENIA						25
G2		2	1		2	5
G3		9	2		9	20
CENTRUM WSPARCIA DOWODZENIA						38
G6		13	3		13	29
PION OCHRONY		4	1		4	9
CENTRUM ZABEZPIECZENIA DZIAŁAŃ						18
G1		3	1		3	7
G4		5	1		5	11
PRIORYTET	1	18				
	2	17	9			
	3	1				
RAZEM		36	9	0	36	81

Kolejnym istotnym problemem jest oszacowanie wyposażenia w końcowe urządzenia abonenckie stanowisk pracy na stanowiskach dowodzenia związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów korpuśnych.

W przypadku dywizji i podległych jej oddziałów i pododdziałów nie jest potrzebna szczegółowa wiedza o rozmieszczeniu poszczególnych aparatów końcowych na stanowiskach dowodzenia tego szczebla ponieważ transmisja wszystkich informacji pomiędzy punktami dowodzenia korpusu i każdej z dywizji odbywać się będzie poprzez dwie międzysystemowe linie łącznikowe.

Identyfikacji stanów osobowych zaangażowanych do pracy na stanowiskach dowodzenia związku taktycznego, dokonano na podstawie paru opracowań i badań różnych autorów[101,102,103,104]. Ilości funkcyjnych w przytoczonych materiałach różnią się od siebie w niewielkim zakresie. Dla celów rozprawy przyjmuję etat jednej z DZ. Sumaryczna ilość abonenckich aparatów końcowych generujących ruch telekomunikacyjny, którymi posługiwać się będą abonenci stanowisk dowodzenia będzie miała istotny wpływ na jakość świadczonych usług przez sieć telekomunikacyjną.

W dysertacji nie analizowano ruchu wewnętrznego na rozpatrywanych punktach dowodzenia, podległych ZT, bowiem nie stanowi to przedmiotu badań. Zajęto się jedynie relacjami do/ze stanowisk dowodzenia obsługiwanych przez podstawową sieć telekomunikacyjną.

W celu identyfikacji końcowych aparatów abonenckich na punktach dowodzenia oddziałów i pododdziałów posłużono, się wynikami z badań zawartych w artykule autora niniejszej dysertacji.

Oszacowania w zakresie ilości osób funkcyjnych i końcowych urządzeń abonenckich na punktach dowodzenia dywizji oraz samodzielnych brygad, oddziałów i pododdziałów korpusu zmechanizowanego zamieszczono w tabeli 3.6.

W kolejnym kroku należało oszacować ilość, rodzaj i wielkość przesyłanych wiadomości w relacjach zewnętrznych jak to zidentyfikowano na rys. 3.1. i wewnętrznych pokazanych na rys. 3.4.

Wielkości te a przede wszystkim ich częstość generowania są niezwykle trudne do ścisłego zidentyfikowania, ponieważ zawsze mogą zaistnieć sytuacje znacząco zwiększające natężenie ruchu telekomunikacyjnego wynikające z nieprzewidzianego rozwoju prowadzonej operacji.

---

[101] A. Bajda, Zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej w procesie planowania podsystemu łączności radioliniowo-przewodowej dywizji zmechanizowanej, Rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1998r.
[102] M. Popis, Badanie jakości sieci telekomunikacyjnej DZ z wykorzystaniem metody symulacyjnej przy pomocy pakietu komputerowego COMNET III, Myśl Wojskowa III, Warszawa 2002r.
[103] M. Amanowicz, P.Gajewski ii., Zintegrowane stanowisko do badania efektywności systemów zarządzania i możliwości współpracy miedzy różnymi aplikacjami tych systemów, WAT, Warszawa 2001r.
[104] DWL, Wojenny System Dowodzenia, 1KZ, Warszawa 2002r.

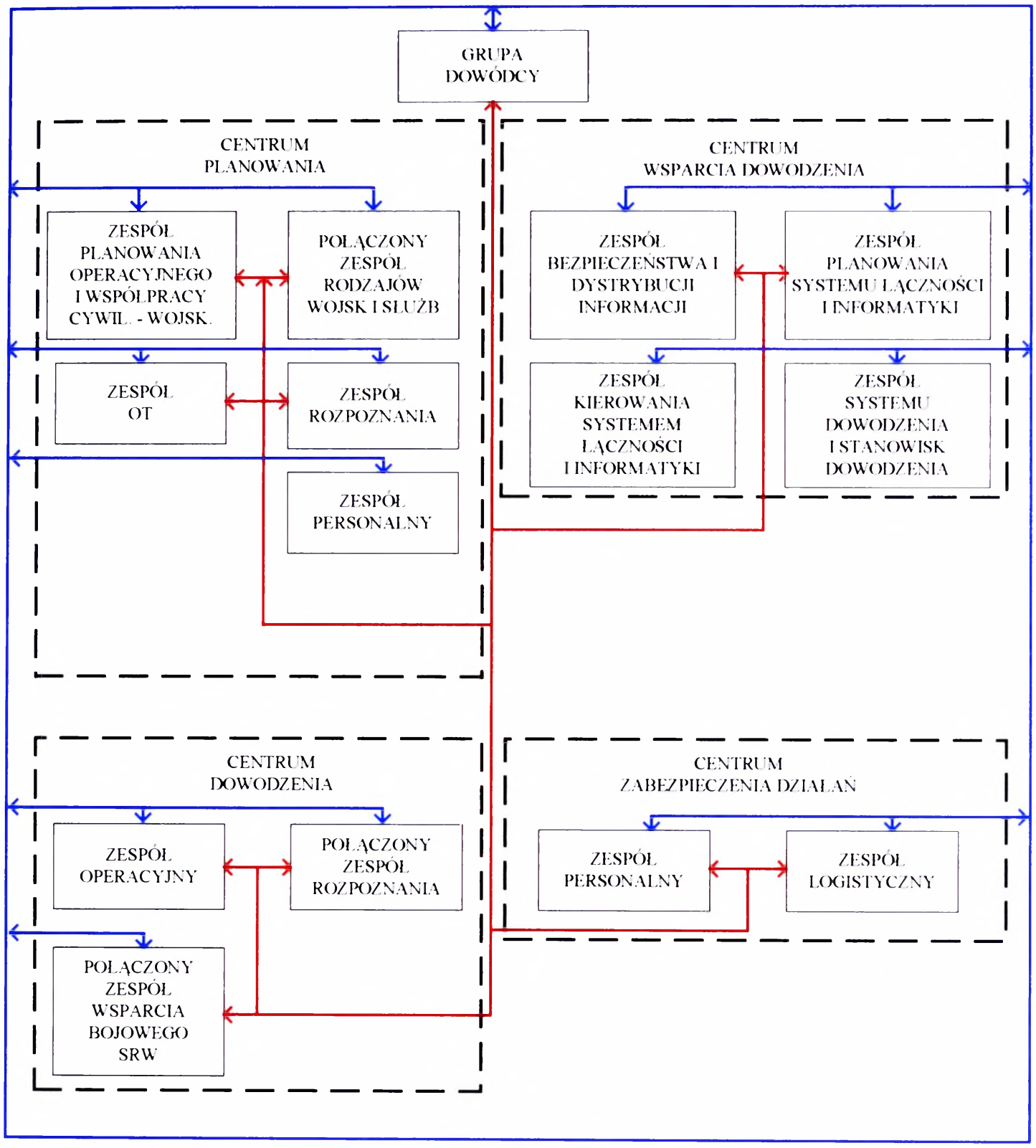
Analiza literatury przedmiotu[105,106,107,108] pozwala na określenie relacji wymiany wiadomości i połączeń typu telefonicznego oraz na ocenę ilości a także ich obszerności w sytuacjach typowych i przewidywalnych (w ramach procedur dowodzenia) dla szczebla operacyjnego.

Tabela 3.6

Ilość urządzeń końcowych na stanowiskach dowodzenia ZT i samodzielnych brygad, pułków i batalionów KZ
(opracowanie własne)

	STAN OSOBOWY	APARAT TELEFONICZNY		FAX		KOMPUTER
		priorytet	ilość	priorytet	ilość	
DYWIZJA	90	1	21	1		45
		2	21	2	9	
		3	3	3		
SD	70	35		7		35
TSD	20	10		2		10
WSD♦	10	5		1		5
BRYGADA	66	1	15	1		33
		2	15	2	7	
		3	3	3		
SD	51	26		5		26
TSD	15	7		2		7
PDO♦♦	7	3		1		3
pułk	33	1	8	1		17
		2	8	2	3	
		3	1	3		
SD	33	17		2		17
PDO♦♦♦	5	3		1		3
batalion	10	1	2	1		5
		2	2	2	1	
		3	1	3		
SD	10	5		1		5
PDO♦♦♦♦	3	2		-		2

[105] Z. Fiołna i inni, Podstawowe relacje dowodzenia, oddziału, związku taktycznego i związku operacyjnego w działaniach wojsk lądowych – album schematów, AON, Warszawa 2001r.
[106] J. Michniak, Organizacja dowodzenia jednostkami operacyjnymi wojsk lądowych, cz.1, AON, Warszawa 1998r.
[107] J. Michniak, Organizacja dowodzenia jednostkami operacyjnymi wojsk lądowych, cz.3, AON, Warszawa 1998r.
[108] PIT-AON. Zweryfikowany projekt automatyzacji dowodzenia pododdziałami wojsk zmechanizowanych i wojsk pancernych cz.1., Warszawa 1999r.
♦ ze składu SD DZ (DPanc)
♦♦ ze składu SD BZ (BPanc, BSap,BA, BOT)
♦♦♦ ze składu SD pplot (pr, ppchem, pdm, pdow)
♦♦♦♦ ze składu SD brt



Rys. 3.4. Relacje informacyjne wewnątrz SD KZ z funkcją ujścia zewnętrznego (źródło – opracowano na podstawie wydawnictw wymienionych w przypisach 105-108).

Dokonując analogii, można taki wniosek rozszerzyć na wszystkie inne punkty dowodzenia pozostałych w zainteresowaniu szczebli dowodzenia. W związku z tym, uwzględniając ustalenie dotyczące zewnętrznych relacji informacyjnych, można uznać, że każda komórka organizacyjna dowolnego punktu dowodzenia ma możliwość wymiany wiadomości z każdą komórką organizacyjną własnego i poprzez relacje zewnętrzne,

dowolnego stanowiska dowodzenia obsługiwanego przez węzeł łączności przedmiotowej sieci telekomunikacyjne KZ.

W materiałach dotyczących procesu dowodzenia związkiem operacyjnym[109,110,111,112,113], w zakresie wymiany wiadomości ustalono co następuje poniżej.

Proces dowodzenia z operacyjnego punktu widzenia, traktuje się jako cykl decyzyjny jednakowy na wszystkich szczeblach dowodzenia, składający się z cyklicznie powtarzających się faz, etapów i czynności.

Procesy dowodzenia obejmują cztery zasadnicze fazy:

- ustalenie położenia,
- planowanie,
- stawianie zadań – rozkazodawstwo,
- kontrolę,

które powtarzają się cyklicznie.

Trzeba zauważyć, że każda z faz cyklu procesu dowodzenia charakteryzuje się odmiennym zapotrzebowaniem na przepływ wiadomości.

Faza ustalania położenia charakteryzuje się intensywnym pozyskiwaniem, gromadzeniem, porządkowaniem, przechowywaniem, wartościowaniem, porównywaniem i przedstawianiem wszelkiego rodzaju informacji dotyczących wojsk własnych, przeciwnika oraz warunków prowadzenia działań.

Ustalenie położenia jest niezbędne dla wyciągnięcia właściwych wniosków co do przyszłych działań wojsk własnych. Położenie wojsk ulega nieustannym zmianom, z tego względu dowódcy wszystkich szczebli wraz ze swoimi sztabami zobowiązani są do systematycznego uzupełniania i uaktualniania, co może znacznie obciążyć sieć telekomunikacyjną KZ w obronie.

---

[109] DWL, Wojenny System Dowodzenia, 1KZ, Warszawa 2002r.
[110] DŚOW, Instrukcja, Organizacja pracy na stanowisku dowodzenia, Wrocław 2002r.
[111] Instrukcja o gotowości bojowej wojsk– Szt. Gen. 1506/1999.
[112] Dokumenty standaryzacyjne NATO:
I. Porozumienia Standaryzacyjne (STANdardization AGreements):
1) STANAG 2014 OP, wyd. 7, Rozkazy operacyjne, zarządzenia wstępne i administracyjne/logistyczne;
2) STANAG 2029 OP, wyd. 7, Metoda opisu naziemnych punktów, rejonów i linii rozgraniczających;
3) STANAG 2041 M&T, wyd. 4, Rozkazy operacyjne, tabele i grafy, dotyczące ruchu drogowego;
4) STANAG 1001 OP, wyd. 7, System oznaczania dni i godzin w odniesieniu do działań i ćwiczeń.
II. Publikacje Sprzymierzonych (Allied Publications):
1) ATP 35 (AB) - Doktryna taktyczna sił lądowych;
2) AAP-6U - Słownik terminów i definicji paktu NATO, NACC/PFP 1995;
3) APP-6 - Znaki wojskowe, dotyczące wojsk lądowych;
4) ADATP-3 - System formatowania tekstów wiadomości w NATO.
[113] Instrukcja organizacji i funkcjonowania Wojennego Systemu Dowodzenia szczebla operacyjnego i taktycznego (tymczasowa) – Szt. Gen. 1523/2001.

W trakcie ustalania położenia analizowane i przedstawiane są następujące grupy wiadomości:

- posiadane (sytuacyjne),
- wpływające (sytuacyjne i dyrektywne),
- zdobywane (informacje sytuacyjne).

Informacje posiadane, są w sposób ciągły uzupełniane poprzez informacje wpływające, do których zalicza się:

- rozkazy (zarządzenia) operacyjne,
- zarządzenia przygotowawcze,
- komunikaty,
- meldunki sytuacyjne (terminowe i doraźne),
- inne dane (w tym ze środków masowego przekazu).

Planowanie spośród czterech faz cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia – odgrywa szczególną rolę. W trakcie tej fazy, dokładnym analizom i ocenom podlega zadanie otrzymane od przełożonego oraz wszelkie czynniki wpływające na jego wykonanie. W tej fazie powstają warianty działania wojsk własnych, które są w jej trakcie szczegółowo rozważane i porównywane, w celu stworzenia dowódcy jak najlepszych warunków do podjęcia decyzji. W ramach planowania podejmowana jest decyzja, formułowany i ogłaszany przez dowódcze zamiar działania, powstaje również plan operacji, a także zasadniczy dokument dowodzenia o charakterze decyzyjnym – rozkaz operacyjny.

Faza planowania podzielona jest na cztery następujące po sobie w logicznej kolejności etapy:

- ocena sytuacji,
- podjęcie decyzji,
- sporządzenie planu operacji,
- sporządzenie rozkazu operacyjnego.

W fazie tej prowadzona jest intensywna wymiana wiadomości między różnymi zespołami centrów każdego ze stanowisk dowodzenia oraz do serwerów przechowujących bazy danych, natomiast zmniejsza się natężenie ruchu w relacjach zewnętrznych. Opracowywane są następujące dokumenty:

- *zamiar* (nie jest sformalizowany) ale powinien on jednak obejmować następujące elementy:
  - myśl przewodnią dowódcy,

- sposób wykonania zadania – w tym punkt ciężkości,
- podział sił,
- priorytety wykorzystania sił i środków wsparcia i zabezpieczenia działań.

- *plan operacji*, który zawiera zazwyczaj:
  - grupę informacji dyrektywnych np.:
    - linie rozgraniczenia,
    - linie koordynacyjne,
    - obiekty do opanowania,
    - inne elementy dowodzenia i koordynacji np. rejony zastrzeżone;
  - grupę informacji sytuacyjnych, np.:
    - potrzebne informacje dotyczące wojsk w styczności;
  - informacje decyzyjne, wynikające z decyzji dowódcy:
    - kto (jakie siły),
    - co (jaki rodzaj działań),
    - gdzie (miejsce w ugrupowaniu),
    - kiedy (terminy o zasadniczym znaczeniu dla wykonania zadania),
    - w jakim celu będzie realizował (cel główny i ewentualnie cele cząstkowe).

Plan operacji jest podstawą do opracowania wstępnych zarządzeń operacyjnych.

- *rozkaz operacyjny.*

Opis rozkazu i innych zasadniczych dokumentów normatywnych z wyjaśnieniami co do układu, treści, oraz sposobu wykonania zamieszczono w załączniku 3.12.

Trzecią fazą cyklu procesu dowodzenia jest **stawianie zadań**.

Celem tej fazy jest doprowadzenie do wykonawców, zadań wynikających z decyzji podjętej przez dowódcę.

Normalnie rozpoczyna się ona po zakończeniu opracowywania pełnego rozkazu operacyjnego wraz z niezbędnymi aneksami i apendyksami. Jeśli jednak organizator pracy na SD – szef sztabu, lub osobiście dowódca, uzna za celowe zastosowanie wstępnych zarządzeń operacyjnych (WZO), wówczas faza ta rozpocznie się praktycznie nieco wcześniej – po sporządzeniu planu operacji i (na jego podstawie) niezbędnych WZO.

Sposób postawienia zadań może być różny i zależał będzie od następujących czynników:

- szczebla dowodzenia,
- stopnia doświadczenia i wyszkolenia dowództw,
- posiadanego czasu,

- posiadania i poziomu technicznych środków łączności i wspomagania procesu dowodzenia.

Przyjmuje się, iż najlepszym sposobem postawienia zadań jest osobiste ich przekazanie podwładnym przez dowódcę. Osobisty kontakt przełożonego i podwładnego pozwala na dokładne przekazanie zadania oraz umożliwia szybkie i jednoznaczne wyjaśnienie niejasności lub wątpliwości. Daje też dowódcy możliwość sprawdzenia czy podwładni właściwie zrozumieli postawione im zadanie.

Uważam jednak, że takie rozwiązanie może dotyczyć czasu „P" natomiast w warunkach wojennych będzie mało realne. Należy więc się liczyć z sytuacją, że dowódca KZ korzystać będzie z usług oferowanych przez sieć telekomunikacyjną i wszystkie niezbędne dokumenty zastaną rozesłane przy pomocy technicznych środków łączności.

Kontrola stanowi ostatnią, czwartą fazę cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia, jednocześnie zapewnia ona ciągłość tego procesu, gdyż jej rezultaty stanowią podstawę do uaktualniania posiadanych danych o sytuacji – ustalania położenia i realizacji kolejnych faz cyklu.

Monitorowanie sytuacji obejmuje całokształt przedsięwzięć zapewniających możliwość porównania stanu zaplanowanego *(jak miało być)* ze stanem rzeczywistym *(jak jest)*. Zasadnicze sposoby pozyskiwania informacji niezbędnych do sprawnego i ciągłego monitorowania sytuacji to:

- zbieranie meldunków od podwładnych,
- wizyty dowódcy w podległych mu wojskach,
- wysłanie grup kontrolnych,
- prowadzenie kontroli po linii funkcjonalnej przez specjalistów rodzajów wojsk.

Meldunki od podwładnych obejmują zarówno meldunki terminowe, jak i doraźne i stanowią podstawę do ciągłej aktualizacji danych o sytuacji.

Monitorowane informacje stanowią podstawę do oceny czy wymagane jest podjęcie dodatkowych działań. Jeżeli dodatkowe czynności nie są niezbędne, dowódca i sztab kontynuują swoje standardowe działania – to znaczy realizują wcześniej ustalony plan.

W przypadku gdy zmiany są konieczne, dowódca, wspomagany przez swój sztab ustala jakie czynności (decyzje) należy podjąć. Po ich identyfikacji przekazywane są za pomocą zarządzeń operacyjnych.

Trzeba zauważyć, że podstawowe funkcje dowodzenia jak monitorowanie, analiza i ocena sytuacji, planowanie działań, dowodzenie wojskami i kontrola realizacji postawionych zadań

wspomagane są poprzez funkcje zautomatyzowanych systemów dowodzenia takie jak: utrzymanie danych, informatyczne wspomaganie pracy sztabu, wymianę dokumentów i zobrazowanie sytuacji.

Oprogramowanie użytkowe systemu składa się z oprogramowania baz danych, wymiany informacji, grafiki operacyjnej, oprogramowania specjalistycznego.

Podsystem baz danych obejmuje informacje o wojskach, terenie oraz dokumenty i normy operacyjno - taktyczne.

Podsystem wymiany informacji zapewnia przesyłanie sformalizowanych i niesformalizowanych tekstowych i graficznych dokumentów dowodzenia przy wykorzystaniu technicznych środków łączności, transmisji danych i informatyki wewnątrz i pomiędzy stanowiskami dowodzenia.

Podsystem grafiki operacyjnej przeznaczony jest do zobrazowania rozmieszczenia obiektów terenowych i wojsk na podkładzie mapy cyfrowej. Umożliwia operowanie mapą podkładową, przeglądanie i nanoszenie sytuacji operacyjno-taktycznej, wyświetlanie informacji opisowej zawartej w bazach danych o wojskach i terenie oraz pracę grupową na mapie.

Podsystemy specjalistyczne komórek organizacyjnych stanowisk dowodzenia umożliwiają m.in. prowadzenie kalkulacji operacyjno – taktycznych, ocenę sił i środków przeciwnika oraz sił i środków własnych, kompleksową ocenę terenu, zobrazowanie informacji o wojskach przeciwnika, planowanie użycia sił środków rozpoznania i walki radioelektronicznej, planowanie użycia rodzajów wojsk, ocenę możliwości realizacji zadań, ocenę i planowanie zabezpieczenia logistycznego wojsk.

Przewiduje się, że dla potrzeb stanowiska dowodzenia SD ZO funkcjonować będą w miarę wdrażania następujące systemy informatyczne:

Systemy pionu operacyjnego:

1. Systemy automatyzacji dowodzenia i kierowania środkami walki oraz symulacji pola walki – system Kolorado.
2. Systemy wspomagania procesu podejmowania decyzji min dzięki dostępowi do zasobów systemów logistycznych oraz administracji wojskowej – system zarządzania zasobami obronnymi DRMM.
3. Systemy wspomagające prace sztabowo – biurowe (poczta elektroniczna, zarządzanie obiegiem dokumentów, prace grupowe z dokumentami Lotus Notes, systemy informowania kierownictwa na bazie stron www,).

Systemy logistyczne – systemy klasy LOGIS i SIGMAT:

- LOGIS – ZSMP – zarządzanie zaopatrywaniem wojsk w środki MPS,
- LOGIS – ZŚB – zarządzanie zaopatrzeniem w środki bojowe,
- LOGIS – E – eksploatacja i remont SuiE,
- LOGIS – EWI – system ewidencji ilościowo–jakościo–wartościowej.

Systemy pionu administracji wojskowej – systemy mobilizacyjno–uzupełnieniow i organizacyjno–kadrowe SPIRALA i EWIDENT–P.

Przepływ danych pomiędzy organami dowodzenia odbywa się według zasady:

- dane normatywne (decyzyjne) – „z góry do dołu",
- dane sytuacyjne (meldunki) – „z dołu do góry".

Na SD KZ funkcjonują następujące relacje wymiany danych:

- szczebel nadrzędny – szczebel podległy oraz pomiędzy stanowiskami dowodzenia tego samego szczebla: dyrektywy, rozkazy, dokumenty normatywne, dane sytuacyjne, dane indeksowo-kodowe, wytyczne, sygnały powiadamiania, ostrzegania i alarmowania,
- szczebel podległy – szczebel nadrzędny: sprawozdania operacyjne, meldunki, dane sytuacyjne, dane ewidencyjne (obsady etatowej, zapasów, zasobów), zapotrzebowania i potrzeby uzupełnienia,
- szczeble równorzędne – realizowane zadania własne, dane sytuacyjne z obszaru odpowiedzialności, uwzględniające warunki i formy współdziałania.

Za obieg informacji wewnątrz poszczególnych centrów, zespołów (pionów funkcjonalnych) odpowiadają ich szefowie.

Wszystkie informacje przekazuje się drogą osobistego kontaktu zainteresowanych lub:

- poprzez oficerów kierunkowych,
- przez techniczne środki łączności (w tym przy wykorzystaniu techniki mikrokomputerowej),
- przez WWP.

System obiegu informacji funkcjonuje przez cały okres prowadzenia operacji (działań).

Opracowaniem informacji dla potrzeb dowódcy i sztabu korpusu zajmuje się Centrum Wsparcia Dowodzenia. Opracowuje ono i przekazuje ponadto: meldunki sytuacyjne, sprawozdania i inne doraźne dane do właściwych przełożonych i współdziałających dowództw.

Informacje decyzyjne i sytuacyjne przekazuje się podległym SD kierując się zasadą hierarchii ważności – w pierwszej kolejności przekazuje się niezbędne informacje dla

wykonujących zasadnicze zadania bojowe bądź rozpoczynających działanie wcześniej. Zasadę hierarchii ważności stosuje się również w stosunku do informacji napływających do poszczególnych komórek organizacyjnych SD, a w uzasadnionych przypadkach mogą być kierowane bezpośrednio do dowódcy.

Wewnętrzny obieg informacji na stanowisku dowodzenia organizuje się poprzez cykliczne (bądź doraźne – wynikające z bieżących potrzeb) prowadzenie informowań operacyjnych. Odprawy osób funkcyjnych organizuje szef sztabu, poprzez szefa centrum wsparcia dowodzenia.

Wymiana informacji pomiędzy komórkami organizacyjnymi stanowiska dowodzenia odbywa się poprzez kontakt ich szefów.

Uwzględniając powyższe wiadomości, które będą obciążać sieć telekomunikacyjną oraz inne rozmowy służbowe między różnymi osobami funkcyjnymi pozostającymi poza strukturami dowódczymi i niezbędne komunikowanie wielu oficerów z serwerami baz danych, poczty elektronicznej, wymiany plików FTP, witrynami www oraz prowadzone wideokonferencje i wideopołączenia, można stwierdzić, szczególnie w przypadku dużej dynamiki walki, że dokładna identyfikacja ruchu telekomunikacyjnego jest praktycznie niemożliwa do ścisłej identyfikacji. Objętość poszczególnych dokumentów, długość rozmów służbowych, częstość komunikowania się z różnymi serwerami i przesyłania meldunków oraz obszerność pobieranych danych będzie zmienna. Nie jest też możliwe z wystarczająco wysokim prawdopodobieństwem zidentyfikowanie rozkładu realizacji wskazanych usług telekomunikacyjnych w czasie.

Dlatego w dalszej części dysertacji dotyczącej modelowania źródeł ruchu telekomunikacyjnego przez końcowe terminale abonenckie założono trzy poziomy ruchu:

- wysoki,
- średni,
- mały,

co umożliwi po badaniach symulacyjnych określenie maksymalnego ruchu przy którym sieć telekomunikacyjna KZ w obronie zapewni wysoką jakość obsługi wszystkich abonentów tejże sieci w godzinie największego ruchu.

Reasumując można stwierdzić, że sieć telekomunikacyjna KZ WL w obronie, w zakresie obsługi abonenckiej, musi mieć takie własności organizacyjno-techniczne, które umożliwią przenoszenie wszystkich wskazanych postaci informacji w każdej pożądanej relacji, we wszystkich etapach prowadzonej operacji obronnej i niezależnie od warunków jej prowadzenia.

3.4. Wnioski

Dotychczasowe dociekania rozdziału III uprawniają do sformułowania jakie skutki niesie ze sobą oddziaływanie różnych czynników zewnętrznych na funkcjonowanie i postać sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej:

- może mieć narodową strukturę organizacyjno-techniczną i może funkcjonować zgodnie z zasadami organizacji łączności obowiązującymi w WP,
- powinna obejmować cały obszar przewidziany do prowadzenia operacji obronnej,
- powinna być rozwijana środkami mobilnymi, w dowolnym terenie prowadzenia operacji i normatywnym czasie,
- powinna zapewnić możliwość dowiązywania się do sieci łączności przełożonego, sąsiadów, stacjonarnego systemu łączności (MON i operatorów publicznych) oraz zapewnić dowiązywanie taktycznych systemów łączności zrealizowanych w różnych technologiach (obecnym i projektowanym CSŁ R-P ZT [114]);
- ze względu na możliwe destrukcyjne oddziaływanie przeciwnika powinna zapewniać przenoszenie wszystkich usług telekomunikacyjnych, nawet w przypadku obezwładnienia znacznej ilości jej elementów,
- w celu ograniczenia skutków oddziaływania należy elementy sieci telekomunikacyjnej osłaniać etatowymi siłami i środkami oraz realizować przedsięwzięcia z zakresu zabezpieczenia bojowego,
- sprzęt użyty do budowy sieci telekomunikacyjnej powinien być zdolny do sprawnego przemieszczania się w trudnym terenie, zapewniać odpowiednie warunki do pracy niezależnie od aury i mieć małe wymagania co do rejonu przeznaczonego na rozwiniecie,
- linie łączności między PWS powinny zapewniać niezawodną pracę na maksymalnej odległości do ok. 30km niezależnie od różnicy w położeniu na poziomem morza,
- powinna być odporna na rozpoznanie przez przeciwnika i w wysokim stopniu odporna na zakłócanie oraz przechwyt wiadomości,
- rozwiązania techniczne urządzeń łączności powinny uwzględniać oszczędną gospodarkę częstotliwościami oraz zapewniać kompatybilność elektromagnetyczną,

---

[114] - opracowywanym w ramach tematu STORCZYK 2000

- musi zapewnić łączność dowodzenia, powiadamiania, ostrzegania i alarmowania wszystkim użytkowników systemu dowodzenia korpusu (podległych jednostek organicznych oraz jednostek wzmocnienia i wsparcia),
- musi umożliwiać scentralizowane, trwałe, skryte i bezpieczne dowodzenie wszystkimi elementami ugrupowania bojowego szczebla operacyjnego oraz podległego-taktycznego,
- musi zapewniać realizację funkcji dowodzenia osobom funkcyjnym stanowisk dowodzenia podczas pracy na postoju oraz w ruchu,
- powinna oferować różne rodzaje usług telekomunikacyjnych (fon, faks, transmisję danych, ruchomy i nieruchomy przekaz obrazu) we wszystkich wymaganych relacjach.

4. IDENTYFIKACJA ŚRODKÓW I URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH MOGĄCYCH SPROSTAĆ WYMAGANIOM NA SIEĆ TELEKOMUNIKACYJNĄ KORPUSU W OPERACJI OBRONNEJ

Celem rozważań zawartych w rozdziale jest wskazanie takich środków i urządzeń łączności, które zastosowane do budowy sieci telekomunikacyjnej korpusu w obronie sprostają wymogom stawianym przed tą siecią.

Istota badania polega na identyfikacji nowoczesnych technik i technologii przydatnych i przewidywanych do implementacji w sieciach telekomunikacyjnych.

Na tej podstawie i po uwzględnieniu wcześniejszych rozważań zaproponowano środki i urządzenia łączności jako składniki elementów sieci telekomunikacyjnej korpusu w obronie i umiejscowiono je w ogólnej architekturze przedmiotowego obiektu badawczego.

4.1. Analiza współczesnych technik i technologii telekomunikacyjnych

4.1.1. Analiza technologii ISDN w aspekcie przydatności do zastosowania w wojskowych systemach łączności

Systemy ISDN (wykorzystujące modulację PCM) oferują swoim użytkownikom znacznie szerszy zakres usług niż systemy wykorzystujące modulację CVSD (modulację delta) i są coraz powszechniej wprowadzane w wielu państwach świata, zarówno dla potrzeb publicznych, jak i specjalnych (wojskowych). Specjaliści wojskowi oceniają, że systemy ISDN szczególnie nadają się do zastosowania w stacjonarnych (krajowych) militarnych sieciach telekomunikacyjnych. W niektórych państwach (np. Węgry) technologie z modulacją PCM są przewidywane również do zastosowania w systemach polowych (systemy te wybranym użytkownikom udostępniają usługi ISDN).

Użytkownicy systemów ISDN mogą korzystać z następujących kanałów cyfrowych:

- B: 64 kbit/s,
- D: 16 i 64 kbit/s,
- H0: 384 kbit/s,
- H11: 1536 kbit/s,
- H12: 1920 kbit/s;

przy wykorzystaniu następujących styków:

- styku podstawowego BRI ($2B_{64}+D_{16}$),
- styku pierwotnego PRI ($30B_{64}+D_{64}$),
- styku szerokopasmowego (np. OC-3).

Systemy ISDN oferują następujące rodzaje usług:

- usługi bazowe (usługi przenoszenia) - obejmujące zestawianie i rozłączanie połączeń pomiędzy użytkownikami systemu oraz przesyłanie informacji pomiędzy stykami użytkownika a siecią i w samej sieci, bez ingerencji w jej treść. Przykładami usług przenoszenia są: usługa trybu łączowego 64 kbit/s - nieograniczone, usługa trybu łączowego - 3,1 kHz audio, usługa trybu łączowego 64 kb/s do transmisji mowy - mowa (speech), usługa trybu łączowego 2 x 64 kb/s, usługa trybu łączowego 1920 kb/s, kanał H12, tryb komutacji pakietów, tryb frame relaying i frame switching.
- teleusługi - są grupą usług o zunifikowanej formie, ingerujących w postać przesyłanych danych, zapewniających dodatkowo sterowanie urządzeń końcowych. Do teleusług należą: telefonia, teleteks, telefaks, wideoteks, poczta elektroniczna, transmisja danych, wideofonia (wideokonferencja), telewizja[115], teleakcje (telealarm, telekomenda, telemetria);
- usługi dodatkowe (udogodnienia) - usługi związane z identyfikacją numeru, usługi związane z oferowaniem wywołań, usługi związane z dokończeniem obsługi wywołań, usługi związane z obsługą wielu uczestników, grupy zainteresowań, informacje o przenoszeniu, inne jak: budzik, gorąca linia itp.;
- usługi dodane – np.: dostarczanie wiadomości /poczta elektroniczna (X.400), EFT/, wyszukiwanie informacji /bazy danych z serwisem informacji ekonomicznych/, uzupełnianie i redagowanie danych /wymiana formularzy elektronicznych/, konwersja protokołów, dostęp do sieci komutacji pakietów, cyfrowe łącza dzierżawione 2400, 4800, 9600, 56 000 bit/s, cyfrowe łącza dzierżawione 1.544 Mbit/s /dzierżawa krótko i długoterminowa/ itp.

Zestaw teleusług oferowanych przez systemy ISDN może być ciągle poszerzany przez poszczególnych producentów sprzętu telekomunikacyjnego.

Usługi mogą mieć charakter specjalistyczny lub mogą być osiągane tylko przez określony krąg użytkowników.

Systemy wojskowe wykorzystujące technologię ISDN mogą współpracować z innymi systemami:

---

[115] - Usługa dostępna będzie w pełni w sieci B-ISDN. Zastosowanie cyfrowego kodowania obrazu poprawi jego jakość.

- w sposób bezpośredni – z systemami cyfrowymi wykonanymi w technologii ISDN oraz z systemami analogowymi (militarnymi starego parku oraz publicznymi np. z systemem publicznym kraju, z systemem strategicznym paktu NATO -NICS). System NICS od kilku lat rozwija się w kierunku ISDN. Za około 5 lat system ten będzie w pełni cyfrowy i będzie oferował użytkownikom usługi ISDN.
- w sposób pośredni – z systemami militarnymi (polowymi i stacjonarnymi) zbudowanymi w oparciu o technologię CVSD – przy wykorzystaniu interfejsu ISDN/Delta (DSTG[116]). (W ramach prac nad DSTG został opracowany STIP [117]).

Bezpośrednie wykorzystanie usług przenoszenia w systemach ISDN pozwala m. in. na integrację segmentów sieci LAN, zdalny dostęp do tych sieci, czy dostęp do sieci PSPDN. Wykorzystywane są praktyczne metody współpracy systemów wykorzystujących modulację PCM oraz oferujących usługi ISDN z systemami radiowymi i radiotelefonicznymi (TETRA[118], CENTERTEL, GSM) oraz z systemami przywoławczymi np. POLPAGER.

Systemy telekomunikacyjne wykorzystujące technologię ISDN są aktualnie powszechnie eksploatowane w wielu rozwiniętych krajach Ameryki, Europy i Azji, zarówno na potrzeby użytkowników publicznych, jak i specjalnych (wojskowych).

Systemy ISDN zasięgiem swym mogą obejmować cały świat, poszczególne kontynenty oraz państwa.

Na bazie sieci ISDN mogą być tworzone sieci inteligentne IN (Intelligent Network) oferujące dodatkowy zakres usług jak np.:

- numer uniwersalny,
- podział opłaty za połączenie,
- numer personalny,
- sieci wirtualne (VPN)[119],
- dystrybucja zgłoszeń,
- selektywne przekierowywanie przełączeń.

---

[116] Interfejs PCM/Delta został opisany w Porozumieniu Standaryzacyjnym NATO STANAG 4578 „THE NATO MULTI-CHANNEL DIGITAL STRATEGIC – TACTICAL GATEWAY" z dnia 1.10.1999r.

[117] Strategic Tactical Interface Prototype. Prototyp interfejsu ISDN/CVSD został opracowany przez holenderski oddział NC3A i wojskowy instytut techniczny armii holenderskiej oraz został przebadany w trakcie wspólnych ćwiczeń wojsk NATO w Europie w 1999 roku.

[118] TransEuropean Trunked Radio. Europejski cyfrowy standard łącznosci trankingowej opracowany przez ETSI - przeznaczony do stosowania przez służby bezpieczeństwa publicznego oraz do zastosowań komercyjnych.

[119] usługa ta jest bardzo istotna z punktu potrzeb użytkowników wojskowych. Umożliwia ona wykorzystanie części zasobów publicznych sieci ISDN dla realizacji sieci wydzielonych - wykorzystywanych na potrzeby obronności państwa.

W oparciu o technologię ISDN jest rozwijany stacjonarny cyfrowy system łączności jawnej WP.

Systemy ISDN zostały kompletnie zdefiniowane przez CCITT (ITU-T). Uzgodnione standardy mają charakter międzynarodowy. Obiekty telekomunikacyjne tych systemów zostały znormalizowane, co umożliwia ich rozwijanie w oparciu o sprzęt pochodzący od różnych producentów. Urządzenia tych systemów, podobnie jak urządzenia innych systemów, podlegają ciągłej modernizacji. Celem modernizacji jest: poprawa (zwiększenie) możliwości funkcjonalnych i niezawodnościowych, miniaturyzacja oraz zmniejszenie zapotrzebowania na energię. Ewentualne czasokresy wdrażania systemów i urządzeń ISDN do wojsk mogą być krótkie i zależą w głównym stopniu od wielkości nakładów finansowych przeznaczonych przez dane państwo na cele wdrożeniowe.

Z uwagi na opanowanie technologii ISDN przez dość duże grono światowych producentów sprzętu telekomunikacyjnego (ALCATEL, ERICSON, SIEMENS, MOTOROLA, NOKIA itp.) oraz dopracowanie standardów (o charakterze międzynarodowym) – koszty opracowania i wdrażania systemów ISDN do eksploatacji w wojskach mogą być stosunkowo nieduże (w porównaniu z innymi technologiami).

W przypadku wdrażania systemów ISDN do SZ RP ponoszone koszty byłyby związane głównie z:

- modernizacją sieci teletransmisyjnej. W systemie telekomunikacyjnym WP sieć transmisyjna w ciągu ostatnich kilku lat uległa gruntownej modernizacji. Aktualnie w większości przypadków w charakterze łączy międzycentralowych, wykorzystywane są cyfrowe kanały grupowe 2 Mbit/s (lub inne stanowiące wielokrotność 16 kbit/s) głównie dzierżawione od operatorów cywilnych (TP S.A, TELBANK, TEL-ENERGO, PKP),
- modernizacją węzłów telekomutacyjnych. (zgodnie ze studium C4 dla WP na węzłach stacjonarnych powinny być montowane centrale cyfrowe PCM wyposażone w pakiety ISDN),
- wprowadzeniem interfejsów DSTG,
- opracowaniem i wprowadzeniem nowej rodziny urządzeń utajniających (pracujących w kanałach grupowych i kanałach indywidualnych),
- opracowaniem i wprowadzeniem terminali abonenckich spełniających wymagania wojskowe.

Systemy ISDN mogą być wprowadzane w sposób ewolucyjny, w ograniczonym zakresie oraz na dowolnym obszarze i dla dowolnej grupy użytkowników.

Przewiduje się, że systemy ISDN z uwagi na swoje zalety będą rozwijane i eksploatowane w wielu krajach świata w ciągu co najmniej najbliższego dziesięciolecia.

Systemy ISDN mogą zapewnić co najmniej równorzędny, w porównaniu z systemami CVSD, lub wyższy poziom bezpieczeństwa łączności.

Mimo niewątpliwych zalet technologii ISDN podstawowymi barierami szerszego jej wprowadzania do wojskowych systemów łączności, w szczególności zaś do systemów polowych, były dotychczas:

- stosunkowo duża szerokość pasma przyporządkowana podstawowym kanałom łączności (kanałom abonenckim) równa 64 kbit/s, lub około 160 kbit/s /dostęp 2B+D/,
- niska efektywność wykorzystania kanałów transmisyjnych, szczególnie w łączach międzywęzłowych. Kanały o stałej szerokości pasma są każdorazowo oddawane użytkownikom systemu niezależnie od ich potrzeb transmisyjnych.
- trudność w zachowaniu jednolitości i ciągłości utajniania linii i kanałów łączności w przypadku złożonych łańcuchów telekomunikacyjnych obejmujących, łącza kablowe oraz radioliniowe i radiowe.

4.1.2. Analiza technologii B-ISDN w aspekcie zastosowań w wojskowych systemach łączności.

Systemy B-ISDN są systemami przyszłości i będą w stanie spełnić wymagania dowolnych użytkowników (publicznych, specjalnych), realizując nawet takie usługi, które do tej chwili nie zostały jeszcze sformułowane przez użytkowników.

Systemy B-ISDN będą rozwijane głównie w oparciu o technikę ATM, która oferuje trzy typy usług podkładowych:

- PVC (Permanent Virtual Connections – trwałe połączenie wirtualne),
- SVC (Switched Virtual Connections – zmienne połączenie wirtualne),
- CLS (Connection Less Services – połączenie bezobsługowe).

oraz 5 podstawowych kategorii usług[120]:

- CBR[121] – stała szybkość bitowa,
- VBR[122] – zmienna szybkość bitowa,

---

[120] usługi warstwy ATM modelu referencyjnego ITU/OSI.
[121] usługa przeznaczona głownie dla telefonii i wideo.

- UBR[123] – bez zdefiniowania szybkości bitowej,
- UBR+[124] - podobna do UBR z zastosowaniem funkcji odrzucania komórek (CLP),
- ABR[125] – dostępna szybkość bitowa.

Systemy szerokopasmowe rozwijane przy wykorzystaniu techniki ATM, dzięki wyposażeniu urządzeń sieciowych (węzłów komutacyjnych, stacji teletransmisyjnych) w odpowiedni – wymagany zestaw kart interfejsowych pozwalają współpracować z dowolnymi innymi sieciami i systemami telekomunikacyjnymi.

Przykładem interoperacyjności szerokopasmowych systemów łączności może być francuski system łączności taktycznej – RITA 2000 - funkcjonujący na bazie komutatorów ATM ATS 2000. Komutatory te umożliwiają wykorzystywanie terminali abonenckich używanych dotychczas oraz terminali ISDN i komputerów dostępnych na rynku (protokół TCP/IP). Planowane jest wykorzystywanie różnych typów interfejsów np. interfejsu 25 Mbit/s ATM, który umożliwi współpracę z serwerem ATM o dużej przepustowości oraz sieciami lokalnymi o dużej szybkości (ATM LAS) badanymi ostatnio przez armię brytyjską dla systemu BOWMAN. Za pomocą komutatora ATS 2000 (o szybkości 256 Mbit/s) możliwe będzie przyjęcie i obsługa przyszłych użytkowników wyposażonych w nowoczesne terminale wymagające szerszego pasma, czego nie można zrealizować za pomocą dotychczasowych łącznic EUROCOM.

Uwzględniając doświadczenia uzyskane z eksploatacji systemu RITA 2000 uważa się, że dzięki wprowadzeniu techniki ATM w systemach taktycznych, zniknie problem współistnienia w tym samym systemie abonentów szerokopasmowych i wąskopasmowych, ponieważ komutator ATM zapewni „pasmo na żądanie" (w granicach możliwości systemu transmisyjnego).

Usługi oferowane przez systemy B-ISDN rozszerzają typowe usługi ISDN o:

- usługi konwersacyjne: wideotelefonia, wideotelekonferencja, przesyłanie informacji akustycznych i wizualnych, ultraszybka transmisja danych, transfer zbiorów baz danych, szybkie telesterowanie, szybkie przesyłanie danych telefaksowych, przesyłanie obrazów o dużej rozdzielczości, nadzór obszarów chronionych,

---

[122] ograniczona jest maksymalna intensywność transmisji oraz poziom jakości usługi (przy zmiennej szybkości chwilowej). W tej kategorii wyróżnia się usługę w czasie rzeczywistym rt-VBR (np. mowa, TD w czasie rzeczywistym) oraz bez wymagania czasu rzeczywistego nrt-VBR (n.p.: transmisja danych komputerowych). W przypadku przeciążeń w sieci dane mogą być tracone.

[123] nieregularny przekaz danych w miarę dostępności zasobów transmisyjnych. W przypadku przeciążeń w sieci dane mogą być tracone.

[124] usługa podobna do UBR. Przykładem zastosowania są: Internet TCP/IP, X.25, Frame Relay, LAN itp.

[125] źródła nie mają zdefiniowanej szybkości i mogą korzystać z aktualnie dostępnej szybkości w sieci. Przykłady: transfer plików, E-Mail itp.

- usługi komunikatowe: poczta wizyjna, poczta sygnałów akustycznych, przesyłanie dokumentów,
- usługi odszukiwania /dokumentów wizyjnych, obrazów o dużej rozdzielczości, danych/,
- usługi dystrybucji sygnałów wizyjnych z udziałem i bez udziału użytkowników /w systemach PAL, SECAM, NTSC/, wideografia.

Systemy szerokopasmowe są wdrażane w wielu rozwiniętych krajach świata. W armii francuskiej jest wdrażany taktyczny system łączności nowej generacji RITA 2000. Agencja DISA[126] DoD[127] realizuje szereg badań w zakresie wykorzystania dla potrzeb militarnych sieci szerokopasmowych funkcjonujących w technice ATM. Eksperymentalne sieci ATM o charakterze globalnym są rozwinięte na obszarach stanowiących strefę wpływów NATO, sieci o charakterze strategicznym oraz sieci taktyczne (np. modernizowany system TRI-TAC) – na terytorium USA.

Dla potrzeb militarnych sieci ATM oprócz linii światłowodowych są wykorzystywane szerokopasmowe cyfrowe łącza satelitarne oraz radiolinie szerokopasmowe HCLOS[128]. W dokumentach DoD USA oraz NATO np. Joint Technical Architecture – Army. Version 2 – 5..5", MIL-STD-187-700B „Interoperability and Performance Standards for the Defense Information System", „US Army Digitization Master Plan" planuje się rozwijanie dla potrzeb systemów szerokopasmowych polowych radioliniowych linii łączności o przepływnościach 10, a docelowo nawet 45 Mbit/s.

Technologie B-ISDN wykorzystujące technikę ATM są aktualnie wprowadzane na potrzeby DISN[129] oraz NATO CIS[130].

Prace standaryzacyjne w zakresie systemów B-ISDN CCITT (aktualnie ITU-T) rozpoczęto na początku 1985 r. Zasadniczym przełomem było przyjęcie asynchronicznego trybu przesyłania informacji i zasad podziału sieci na kilka poziomów, w tym poziom AAL /Adaptation Layer/. Prace standaryzacyjne trwają nieprzerwanie po dziś dzień. Standardy opracowane dotychczas umożliwiają praktyczną realizację konkretnych sieci B-ISDN.

Styki dostępu użytkownika UNI (User Network Interface) do sieci są standaryzowane dla dwóch przepływności: 155 Mb/s (OC-3) oraz 622 Mb/s (OC-12).

---

[126] Defense Information System Agency.
[127] Department of Defense.
[128] High Capacity Line of Sight Radio.
[129] Defense Information System Network (USA).
[130] Communication and Information System NATO.

Z uwagi na bardzo duże nakłady finansowe ponoszone przez wiodące światowe firmy telekomunikacyjne na rozwój techniki ATM – aktualnie jest już dostępny odpowiedni sprzęt umożliwiający budowę militarnych sieci łączności dla potrzeb różnych szczebli dowodzenia.

Szybki rozwój technologii ATM powoduje, że koszty wprowadzania tych systemów do wojsk będą się sukcesywnie zmniejszać. W państwach zachodnich, w celu obniżania kosztów wprowadzania systemów ATM do wojsk realizowane są programy badawcze wykorzystujące zasadę COTS, pozwalające na stosowanie dla potrzeb sił zbrojnych odpowiednio zmodyfikowanego (przystosowanego do specyficznych warunków wojskowych) komercyjnego sprzętu telekomunikacyjnego i informatycznego oraz oprogramowania

Systemy szerokopasmowe B-ISDN wykorzystujące technikę ATM zapewniają możliwość współpracy z innymi systemami, w tym z:

- systemami analogowymi (systemami starego parku[131]) – na poziomie kanałów analogowych,
- z systemami cyfrowymi ISDN w sposób bezpośredni poprzez dostęp szerokopasmowy 155 Mbit/s oraz PRI (2048 kbit/s);
- z systemami cyfrowymi CVSD przy wykorzystaniu interfejsów DSTG.

W przypadku przekształcania sieci ISDN w sieci B-ISDN zostaje zachowana możliwość współpracy z użytkownikami publicznych sieci TD (w przypadku Polski może to być np. POLPAK), z abonentami cyfrowych sieci komórkowych GSM oraz perspektywicznej sieci radiotelefonicznej IMT-2000 (International Mobile Telecommunications), z abonentami analogowych sieci komórkowych (w przypadku Polski – CENTERTEL) itp.

Systemy B-ISDN, wykorzystujące technikę ATM mogą być wprowadzane w sposób ewolucyjny, w ograniczonym zakresie oraz na dowolnym obszarze (podsystemy lokalne LAS Local Area Subsystems, podsystemy rozległe WAS - Wide Area Subsystems).

Przewiduje się, że systemy B-ISDN z uwagi na swoje zalety będą w niedalekiej przyszłości rozwijane i eksploatowane w wielu krajach świata.

Systemy B-ISDN mogą zapewnić równorzędny (w stosunku do systemów ISDN) lub wyższy poziom bezpieczeństwa łączności.

---

[131] przykładem mogą być możliwości systemu RITA 2000.

4.1.3. Analiza technologii sieci teleinformatycznych funkcjonujących na bazie zestawu protokołów TCP/IP w aspekcie zastosowań w wojskowych systemach łączności

Sieci TCP/IP[132] mogą realizować usługi podobne jak poprzednio omawiane systemy telekomunikacyjne, w tym również usługi multimedialne np.: transmisję foniczną z transmisją skojarzonych obrazów ruchomych, lub nieruchomych, transmisję foniczną z transmisją skojarzonych danych itp.

Aktualnie w sieciach funkcjonujących w oparciu o rodzinę protokołów TCP/IP (np. w internecie) wykorzystywane są trzy grupy oprogramowania umożliwiające przekazywanie dźwięku oraz video:

- oprogramowanie telekonferencyjne umożliwiające przekazywanie dźwięku i obrazu równocześnie pomiędzy wieloma użytkownikami sieci. Aktualnie nieopisany standard tworzą dwie aplikacje multicastingowe korzystające z protokołu RTP: VAT - Visual Audio Tool. (Przesyłane sygnały podlegają procesom kompresji i dekompresji. Jakość przesyłanego dźwięku zbliżona jest do jakości sygnałów radiowych zakresu fal AM (pasmo 4 kHz) oraz NV - Network Video. Typowa szybkość transmisji 128 kb/s umożliwia przesyłanie 3 do 5 klatek/sekundę obrazu zakodowanego w systemie PAL (384x240 pikseli), lub NTSC (320x240 pikseli). Program umożliwia przesyłanie obrazów z maksymalną szybkością do 30 klatek/sekundę (przy wymaganej przepustowości rzędu 1.5 Mb/s). Program umożliwia również przesyłanie dowolnych okien X-Windows. Do transmisji Video używane są również inne programy np.: IVS (INRIA Videoconferencing System) – niekompatybilny z NV oraz VIC (obsługujący obydwa formaty NV i IVS).

W/w aplikacje z uwagi na to, że są rozwijane głównie dla różnych wersji systemu UNIX, nie zdobyły wielkiej popularności w środowisku użytkowników komercyjnych (korzystających z systemu MS-DOS). Dla tych użytkowników zostały opracowane aplikacje (nie pracujące jednak pod systemem UNIX): np.: RealAudio – służący do transmisji dźwiękowych oraz StreamWorks – umożliwiający przekaz dźwięku i obrazu (również wykorzystuje się metody kompresji sygnałów).

---

[132] - W kręgach specjalistów rozważane są trzy scenariusze rozwoju telekomunikacji:
Scenariusz 1: Przyszłość należy do OSI i model ten wyprze TCP/IP;
Scenariusz 2: Przez najbliższe 10 lat OSI i TCP/IP będą współistniały i pod koniec tego okresu wyjaśni się co będzie dalej;
Scenariusz 3: W najbliższej przyszłości świat zdominują sieci, w których na bazie wypróbowanego TCP/IP zostaną ulokowane protokoły wyższych warstw modelu OSI (FTAM, X.400, X.500 itp.). Jest to możliwe – powstał już nawet odpowiedni protokół – RFC 1006.

- oprogramowanie transmisyjne, w którym przekaz odbywa się w jednym kierunku od nadawcy do odbiorców (podobnie jak w radio, czy telewizji);
- oprogramowanie typu „telefon przez INTERNET" zapewniające dwukierunkową komunikację dźwiękową pomiędzy parą użytkowników sieci).

Specjaliści wojskowi oceniają, że militarne sieci teleinformatyczne działające w oparciu o pakiet programów komunikacyjnych TCP/IP będą funkcjonować niezależnie od sieci telekomunikacyjnych (równolegle), będą wykorzystywane głównie dla przekazu informacji (fonii, danych, obrazów) nie wymagających czasu rzeczywistego i będą stanowić bazę przyszłych systemów informacyjnych, realizowanych dla potrzeb zautomatyzowanych systemów rozpoznania, dowodzenia oraz kierowania systemami i środkami walki. Dla potrzeb wojska (w Tactical Internet) wdrażana jest najnowsza wersja protokołów TCP/IP tzw. versja 6.1[133] umożliwiająca bezpieczną realizację usług multimedialnych w dowolnych układach pracy: „punkt-punkt", „punkt –wielopunkt", „wielopunkt-punkt".

Interoperacyjność sieci TCP/IP z innymi systemami telekomunikacyjnymi może być zapewniona za pośrednictwem odpowiednich interfejsów. Interfejsy takie jednak na dziś dzień nie zostały znormalizowane.

Na zachodzie prace w zakresie wojskowego wykorzystania technologii TCP/IP prowadzone są w ramach programów rozwoju systemów informacyjnych klas C4I i wyższych (np. C4ISR)[134] itp.).

Czas wdrożenia do wojsk, jak zwykle, zależy od nakładów finansowych. W przypadku systemów TCP/IP czas ich masowego wdrożenia do wojsk musi być poprzedzony wstępną (próbną) eksploatacją mająca na celu dopracowanie urządzeń systemu (hardwaru) oraz oprogramowania (softwaru), jak również dopracowania zestawu protokołów TCP/IP.

Podobnie jak w przypadku poprzednio omawianych systemów, istotnym z punktu widzenia zmniejszenia kosztów opracowania i wdrożenia do wojsk, jest możliwość wykorzystywania przez siły zbrojne rozwiązań komercyjnych, zarówno w zakresie sprzętu, jak i oprogramowania. Zadania takie są realizowane w systemach zachodnich według zasady COTS.

Przy opracowywaniu i rozwoju systemów działających w oparciu o pakiet programów komunikacyjnych TCP/IP nie uwzględniano zasady dziedziczności z dotychczas eksploatowanymi systemami telekomunikacyjnymi. Sieci TCP/IP rozwijały się niezależnie,

---

[133] „Join Technical Architecture-Army" Versions 2-5.5.

[134] na „Regional Conference on Military Communication and Information Systems '99 w Zegrzu przedstawiciele SZ Niemiec przedstawili koncepcje taktycznego systemu łączności TCP/IP: „Tactical Communication Based on Internet Technology – Prototyping and Testbedding in the German Armed Forces.

stwarzając dzisiaj olbrzymią konkurencję dotychczasowym systemom telekomunikacyjnym. Systemy funkcjonujące w oparciu o pakiet programów komunikacyjnych TCP/IP mogą być wprowadzane w sposób ewolucyjny (rozwój sprzętu i oprogramowania), w ograniczonym zakresie (np. dla potrzeb określonej grupy użytkowników) oraz na dowolnym obszarze (LAS, WAS).

Systemy funkcjonujące w oparciu o pakiet programów komunikacyjnych TCP/IP z uwagi na swoje zalety, już są konkurencyjne w stosunku do tradycyjnych systemów telekomunikacyjnych, np. do systemów B-ISDN.

W zakresie zapewnienia bezpieczeństwa łączności w systemach TCP/IP prowadzone są intensywne prace. Zakłada się, że w niedalekiej przyszłości systemy TCP/IP zapewnią poziom bezpieczeństwa łączności nie gorszy od poziomu zapewnianego prze współczesne systemy telekomunikacyjne.

4.1.4. Analiza technik wykorzystywanych do budowy sieci teleinformatycznych LAN

Obecnie są stosowane różne technologie sieci LAN opisane podobnie w wielu woluminach[135,136,137,138,139]. Do najczęściej przytaczanych rozwiązań sieci LAN należą:

- Ethernet/IEEE 802.3,
- Fast ethernet/ IEEE 802.3u,
- Token Ring IEEE 802.5,
- Token Bus IEEE 802.4,
- FDDI IEEE 802.2,
- ATM.

Sieci LAN powinny spełniać trzy istotne wymagania: możliwie dużej przepływności (wydajności), skalowalności i wysokiej niezawodności.

Ethernet, Fast Ethernet

Technologia Ethernet, używająca metody dostępu CSMA/CD, powoduje, że każda stacja „widzi" wszystkie przepływające ramki. W czasie dowolnej transmisji stacje zainstalowane w sieci muszą sprawdzać, czy przepływająca ramka nie jest skierowana do jednej z nich, jako stacji odbiorczej. Przy metodzie dostępu CSMA/CD stacja zamierzająca transmitować może

---

[135] - K. Wajda, Wybrane zagadnienia budowy i eksploatacji sieci korporacyjnych, FTP Kraków 1999r.
[136] - J. Woźniak, K. Nowicki, Sieci LAN, MAN, WAN – protokoły komunikacyjne, FTP, Kraków 2000r.
[137] - S Paszczyński, Podręcznik użytkownika sieci komputerowej, NASK, Warszawa 1995r.
[138] -W. Buchman, Sieci komputerowe, WKŁ, Warszawa 1999r.
[139] - D. Comer, Sieci komputerowe i intersieci, WNT, Warszawa 2001r.

mieć dostęp do sieci w dowolnej chwili. Przed wysłaniem danych stacja „nasłuchuje", czy w sieci odbywa się ruch. Stacja, chcąc wysłać dane musi czekać do momentu, kiedy w sieci nie ma żadnego ruchu. Z kolizją mamy do czynienia wtedy, gdy dwie stacje, po stwierdzeniu, że sieć jest wolna – w tym samym momencie usiłują rozpocząć transmisję. W tych okolicznościach obie transmisje zostają unieważnione, a stacjom zezwala się transmitować później. Ethernet zapewnia usługi w warstwie fizycznej i w warstwie łącza danych.

Obecnie istnieje wiele różnych odmian Ethernetu, jego rodzina zawiera różne techniki dostępu do medium oraz wciąż powiększającą się grupę interfejsów zależnych od nośnika MDI (ang. medium dependent interface). MDI jest najbardziej widocznym aspektem fizycznej warstwy 802.3, definiuje i opisuje zarówno oczekiwany typ nośnika transmisyjnego, jak i charakterystyki transmisyjne. Aby sieć LAN działała prawidłowo, właściwy nośnik transmisyjny musi być podłączony do odpowiadającej mu karty sieciowej, która zawiera logikę MDI. Ethernet z pasmem podstawowym 10Mb/s posiada pięć odrębnych MDI. Umieszczane są one w modułach, które definiują każdy aspekt warstwy fizycznej dla różnych nośników transmisyjnych. Z pięciu interfejsów MDI dwa bazują na kablu koncentrycznym, dwa na światłowodzie, a jeden na miedzianej skrętce. Jednym z najprostszych rozwiązań dla obecnych użytkowników sieci lokalnych w technologii Ethernet jest implementacja, oparta na tej samej zasadzie działania, ale zapewniającej pasmo 100 Mb/s technologii Fast Ethernet. Zasada działania Fast Ethernet jest identyczna jak konwencjonalnego 10 Mbit/s Ethernetu, jednak pracującego szybciej, bo z prędkością 100 Mbit/s. Fast Ethernet jest oparty na wypróbowanym protokole dostępu do medium CSMA/CD i może może używać tych samych typów okablowania, jakie dostępne są dla 10BaseT Ethernetu, czyli skrętki nieekranowanej UTP, skrętki ekranowanej STP oraz okablowania światłowodowego.

Do technologii Fast Ethernet musi istnieć możliwość wykorzystania 4 par kablowych do transmisji danych.

Token bus

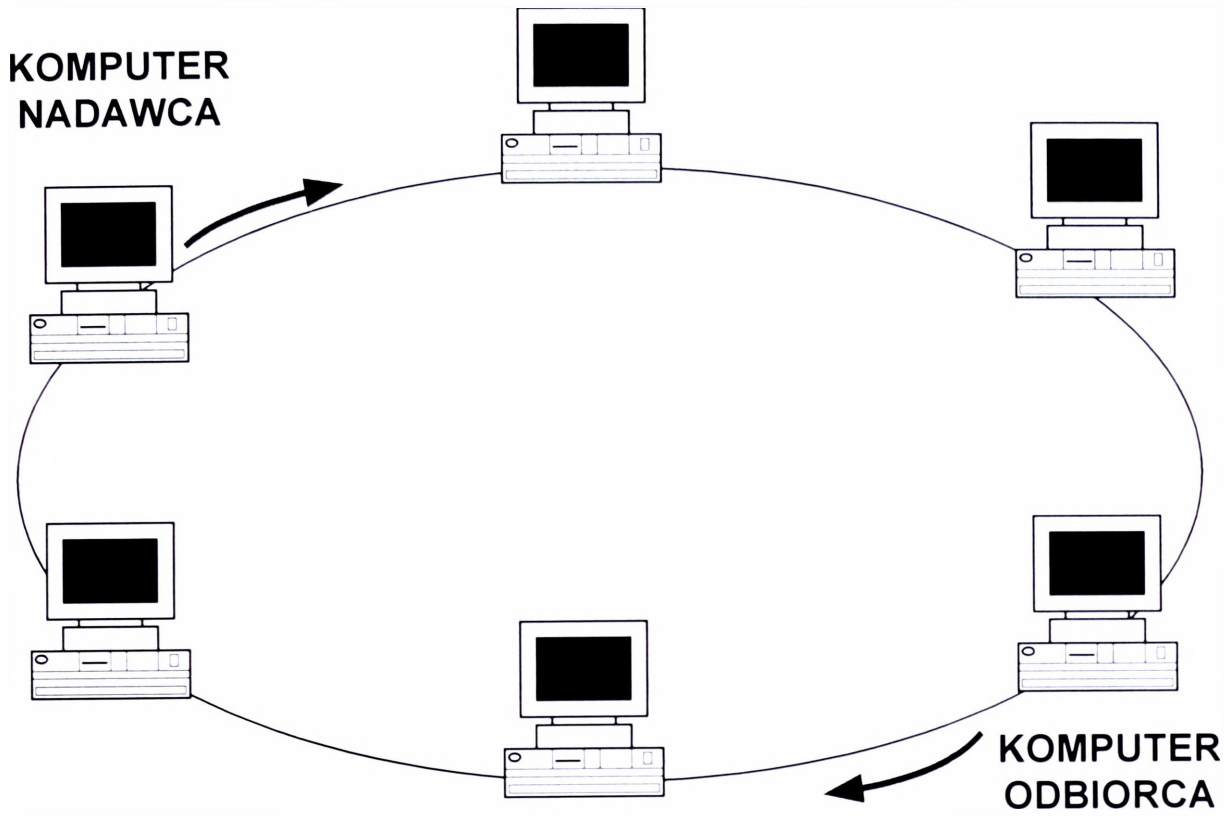
W omówionym powyżej standarcie IEEE 802.3 dostęp do medium uzyskiwany był w rezultacie procedury testowania stanu jego zajętości. Jeżeli eksploatowana sieć ma duże rozmiary, a intensywność transmisji pomiędzy użytkownikami jest duża, to diagnozowanie zajętości będzie w znacznym stopniu obciążać medium. W celu uniknięcia podobnej sytuacji stworzono standard IEEE 802.4, w którym dostęp jest przekazywany za pomocą uprawnień. Z tego właśnie powodu sieć taka nosi nazwę sieci z przekazywaniem uprawnień (token bus). Z logicznego punktu widzenia sieć ta jest pierścieniem, w którym każda ze stacji posiada informacje o sąsiadujących z nią logicznie komputerach. Oznacza to, że przyległe logicznie

komputery nie muszą być sąsiadami w sensie fizycznym. Fizycznie sieć opiera swe działanie na topologii szyny. Funkcjonowanie omawianego standardu jest oparte na wykorzystaniu dwóch typów ramek: użytkowych i służbowych. Zadaniem ramek użytkowych jest transmisja informacji po pierścieniu logicznym. Zadaniem ramek służbowych jest organizacja procesu przesyłania informacji. Za ich pomocą przesyłane są uprawnienia, zezwalające stacji na wykorzystanie medium transmisyjnego. Uprawnienie przekazywane jest zawsze do stacji z kolejnym adresem logicznym. W ten sposób wędrują one po sieci w pierścieniu. Stacja, która otrzymała uprawnienie, uzyskuje prawo do nadawania. Jeżeli nie ma zamiaru skorzystać z niego lub czas przeznaczony na nadawanie upłynął, ma ona obowiązek przesłania uprawnienia do kolejnej stacji pierścienia, która tym samym otrzymuje prawo do rozpoczęcia procedury transmisji. Stacja ta jest zobowiązana do potwierdzenia odbioru uprawnienia, w przeciwnym przypadku uprawnienie zostanie przesłane ponownie.

O konfiguracji sieci decyduje nie fizyczna struktura połączeń, a tablica tworzona na podstawie opisu struktury sieci za pomocą narzędzi systemu operacyjnego. Ponadto, w celu zwiększenia priorytetu określonego komputera można umieścić go w wybranym pierścieniu kilkakrotnie. Praca sieci rozpoczyna się inicjalizacją, polegającą na wyłonieniu stacji, od której rozpocznie się wędrówka ramki z uprawnieniami. Wykorzystanie sieci typu token bus wymaga stosowania sprzętu wysokiej jakości. Nawet drobne jego awarie mogą spowodować zagubienie lub powstanie nadmiarowych uprawnień, co zazwyczaj unieruchamia pracę całej sieci.

Token Ring

Sieci Token Ring opracowało kilka firm, ale najpowszechniejszą stała się sieć opracowana przez IBM. Sieci te dobrze radzą sobie z dużym natężeniem ruchu. Swego czasu sieci Token Ring były najpopularniejszymi sieciami komputerowymi. Obecnie jednak wyparte zostały przez Ethemet. Sieć Token Ring oparta jest na zasadzie krążącego znacznika (zwanego znacznikiem sterującym) wokół zamkniętej pętli elektronicznej. Każdy węzeł w sieci odczytuje znacznik sterujący i przekazuje go do następnego węzła (rys. 4.1.). Krąży on w pierścieniu nawet wtedy, gdy nie przesyłane są żadne dane. Węzły w sieci Token Ring, chcąc transmitować dane, muszą poczekać na znacznik sterujący. Gdy go dostaną, wypełniają ramkę danymi, dodają adresy źródła i przeznaczenia i przesyłają ją do następnego węzła. Ramka z danymi krąży dalej wokół pierścienia dopóki nie osiągnie węzła docelowego. Węzeł przeznaczenia zapisuje otrzymane dane do pamięci lokalnej (lub bufora) i zaznacza



Rys. 4.1. Uproszczony schemat sieci Token Ring

(źródło – treść zgodna z treścią wydawnictw zamieszczonych w przypisach 135-139)

potwierdzenie w ramce danych. Ramka ta wysyłana jest następnie do pierścienia i dociera z powrotem do węzła źródłowego. Gdy węzeł źródłowy otrzyma ramkę, sprawdza, czy zawiera ona potwierdzenie odbioru. Jeśli tak, węzeł źródłowy wie, że ramkę danych odebrano poprawnie. Żaden węzeł nie może transmitować danych, dopóki nie odbierze poprawnego znacznika. Dzięki rozdzielonemu protokołowi sterującemu określona jest sekwencja zgodnie, z którą węzły przekazują dane. Daje to każdemu węzłowi równą szansę dostępu do pierścienia. Przekazywanie znacznika sterującego pozwala węzłom kontrolować dostęp do pierścienia.

System Token Ring wymaga znacznego nakładu pracy podczas jego utrzymania, na które składają się następujące czynności:

- Inicjalizacja pierścienia - gdy sieć rozpoczyna pracę lub po awarii sieci, musi ona być przeinicjalizowana. Zdecentralizowany algorytm współpracy wybiera, który węzeł zapoczątkuje nowy znacznik sterujący, do którego zostanie on przekazany, i tak dalej.
- Dodawanie węzła do pierścienia - gdy ma zostać fizycznie dodany nowy węzeł, to sieć musi być wyłączona, a następnie ponownie przeinicjalizowana.

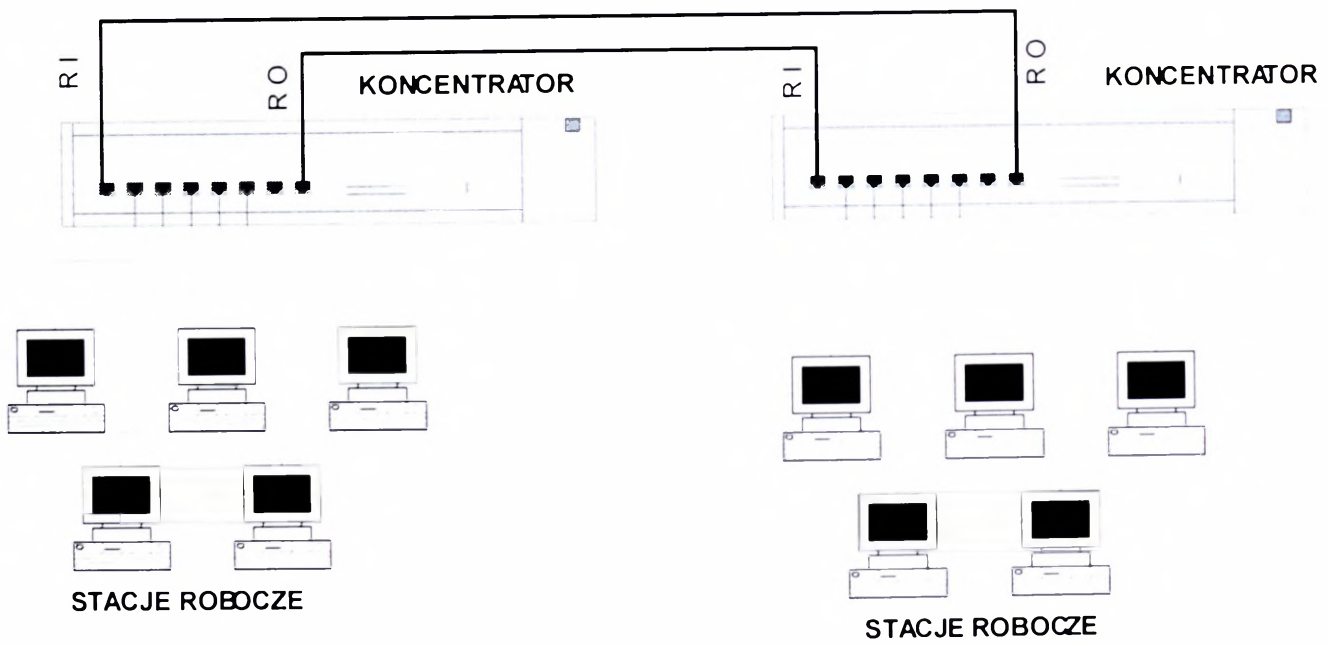
- Odjęcie węzła - węzeł może być odłączony od pierścienia przez połączenie węzła poprzedniego z następnym. Znów sieć musi być wyłączona, a następnie przeinicjalizowana;
- Zarządzanie w czasie awarii - typowymi błędami w sieci Token Ring są przypadki, gdy dwa węzły uważają, że to ich kolej transmisji lub, gdy sieć jest uszkodzona i każdy węzeł oczekuje bez powodzenia na rozpoczęcie transmisji.

Generalnie przy realizacji sieci typu IEEE 802.5 obowiązują następujące zasady:

- Maksymalna liczba stacji - 260.
- Maksymalna liczba koncentratorów - 33.
- Dopuszczalna odległość pomiędzy koncentratorem a stacją - 50 metrów.
- Dopuszczalna odległość pomiędzy koncentratorami - 50 metrów.
- Koncentratory powinny tworzyć pomiędzy sobą pierścień (rys. 4.2).

FDDI (ang. Fiber Distributed Data Interface)

Standard FDDI specyfikuje zasady pracy sieci z podwójną pętlą światłowodową pozwalającą na prowadzenie transmisji informacji z szybkością 100 Mb/s w każdej pętli. Zastosowanie światłowodów jednomodowych umożliwia tworzenie sieci o długościach magistrali do 200km, bądź nawet większych, z maksymalną liczbą stacji rzędu 1000. Tym samym, standard FDDI jest typową propozycją dla sieci miejskich (metropolitalnych), czyli sieci typu MAN. Specyfikacja FDDI ANSI X3T9.5 obejmuje cztery zasadnicze części.



Rys. 4.2. Struktura fizyczna sieci Token Ring

(źródło – treść zgodna z treścią wydawnictw zamieszczonych w przypisach 135-139)

Są to:

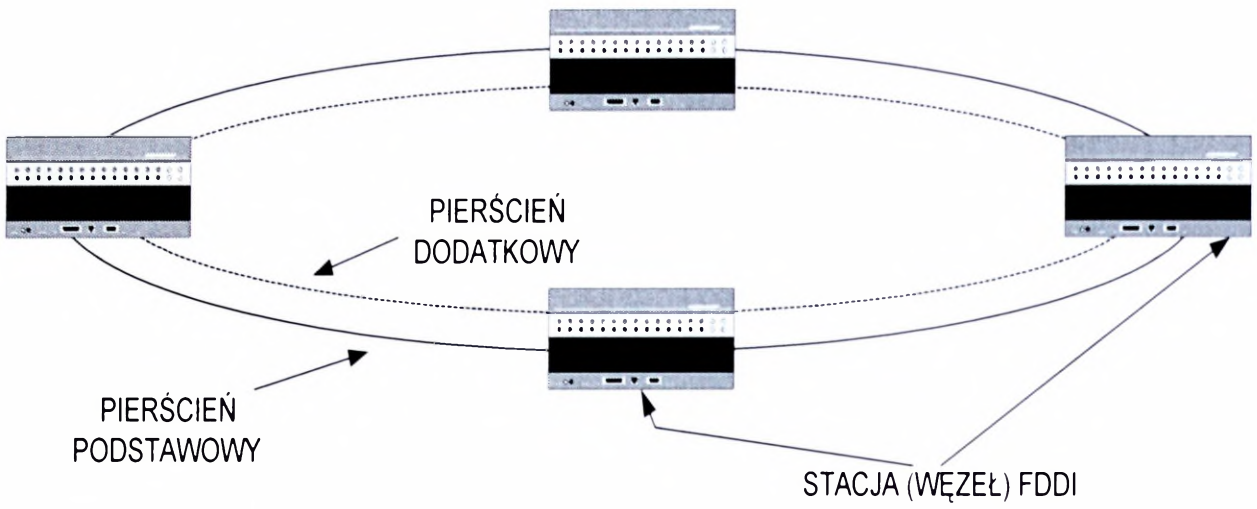
- Podwarstwa PMD (ang. Physical Medium Dependent Layer) kanału fizycznego - definiująca długości fali światła i parametry medium światłowodowego.
- Podwarstwa PHY (ang. Physical Layer Protocol) protokołu warstwy fizycznej - definiująca sposoby kodowania i dekodowania sygnałów, synchronizację pracy sieci, zasady tworzenia ramek itp. Dla protokołu tej warstwy istnieją rozwiązania w postaci gotowych układów scalonych.
- Podwarstwa MAC (ang. Medium Access Control) - specyfikująca zasady dostępu do medium, formaty przesyłanych ramek, zasady obsługi tokena, sposoby adresacji, metody zapewnienia podwyższonej niezawodności pracy stacji i sieci.
- Blok SMT (ang. Station Management) protokołów zarządzania pracą stacji - zapewniający kontrolę działania sieci jako pewnej całości, procedury inicjowania pierścienia oraz nawiązywania połączeń w przypadku wystąpienia awarii.

Stosowany w FDDI protokół podwarstwy MAC oparty jest na standardzie IEEE 802.5 (i częściowo IEEE 802.4) z pewnymi modyfikacjami, związanymi z większymi szybkościami pracy. Każdy standard definiuje swoją własną topologię. W przypadku sieci Ethernet i Token Bus jest to magistrala. Z kolei w standardzie Token Ring stacje są rozlokowane na obwodzie pierścienia. W FDDI zaś wyróżnić można dwa pierścienie: podstawowy (ang. primary ring) i dodatkowy (ang. secondary ring) (rys. 4.3.). Pierścień podstawowy służy do transmisji danych, zaś pierścień dodatkowy stanowi połączenie rezerwowe. Należy podkreślić fakt, że standard nie przewiduje wykorzystania drugiego pierścienia w celu zwiększenia przepustowości sieci podczas normalnej jej pracy.

Podwójny pierścień może zawierać kilka typów urządzeń, zwanych stacjami lub koncentratorami. W standardzie FDDI - ze względów oszczędnościowych - nie każda stacja musi być podłączona do obydwu pierścieni. Definiuje się przy tym następujące typy stacji i koncentratorów:

- DAS (ang. Dual-Attachment Station) - stacja przyłączona bezpośrednio do obydwu pierścieni (tzw. stacja typu A). Stacja DAS posiada 2 porty tj.: dwie pary obiektów warstw PMD i PHY, obiekt (obiekty) MAC, przełącznik CS (ang. Configuration Switch) i jeden obiekt SMT (oprogramowanie lub układ scalony). W stacji posiadającej dwa obiekty MAC obsługujące dwa pierścienie, możliwa jest ciągła transmisja w obu pierścieniach i zwiększenie przepustowości do 200 Mb/s.
- DAC (ang. Dual-Attachment Concentrator) - koncentrator umożliwiający przyłączenie innych stacji do podwójnego pierścienia FDDI. W większości koncentratorów DAC

zaimplementowany jest protokół zarządzania SNMP (ang. Simple Network Management Protocol).



Rys. 4.3. Pierścień FDDI

(źródło – treść zgodna treścią wydawnictw zamieszczonych w przypisach 135-139)

- SAS (ang. Single-Attachment Station) - stacja tego typu nie może być włączona bezpośrednio do pierścienia głównego. Dołączenie stacji SAS do sieci dokonuje się jedynie za pośrednictwem koncentratora (stacja SAS jest tzw. stacją typu B). Stacja SAS używana jest w celu obniżenia kosztów instalacji sieci, a także, gdy należy zapewnić łatwość włączania lub usuwania stacji z pętli. Stacja SAS ma jedynie parę obiektów warstw PMD i PHY oraz jeden obiekt MAC (i jeden obiekt LLC).

- SAC (ang. Single-Attachment Concentrator) - koncentrator umożliwiający tworzenie topologii drzewiastej. Posiada jeden port S i kilka M. Podłączony jest tylko do jednego pierścienia za pośrednictwem koncentratora DAC.

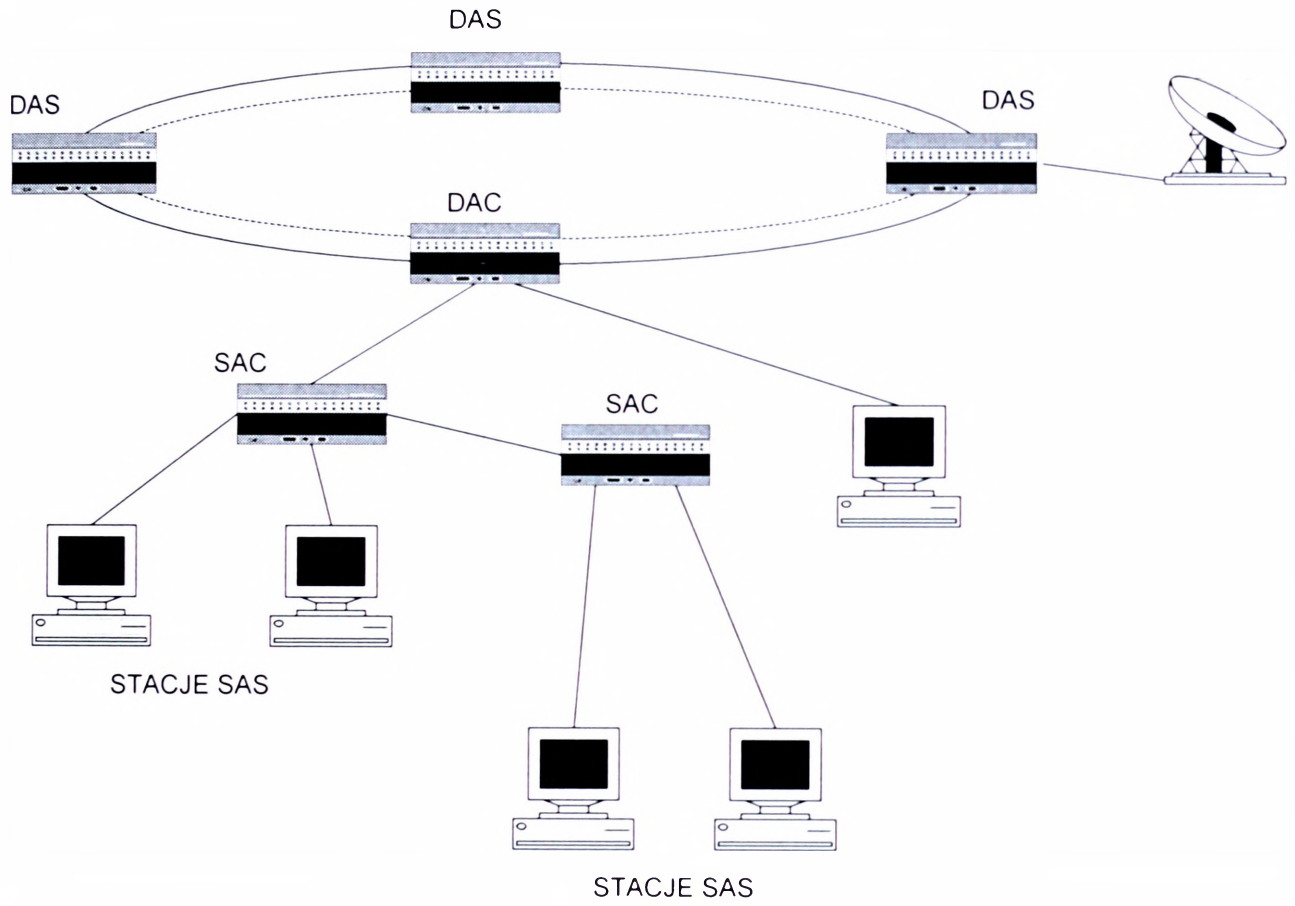
Stacje (węzły) połączone są z pierścieniem oraz, między sobą, poprzez odpowiednie porty:

- port A - definiowany jest jako ten, do którego dochodzi sygnał z pierścienia podstawowego, a wychodzi do pierścienia dodatkowego,
- port B - definiowany jest jako ten, do którego dopływa sygnał z pierścienia dodatkowego, a wypływa do pierścienia podstawowego,
- port M - jest portem występującym w koncentratorach, a którego zadanie polega na dystrybucji pakietów do innych stacji,
- port S -jest portem odbierającym ramki z portu M, występuje on w stacjach SAS dołączonych do koncentratorów.

Wykorzystując opisane powyżej typy stacji (węzłów sieci) można zaprojektować szereg różnych wielopoziomowych rozwiązań sieci. Są to przykładowo:

- sieć z pojedynczym koncentratorem z dołączonymi stacjami,
- sieć z drzewem koncentratorów - rozwiązanie użyteczne do przyłączenia większej liczby urządzeń często wykorzystywanych przez użytkowników (konfiguracja ta zapewnia łatwość dodawania lub usuwania stacji, a także możliwości zmiany ich lokalizacji),
- podwójny pierścień - stosowany jako szkielet sieci MAN, w której każda stacja FDDI traktowana jest jako most bądź router,
- podwójny pierścień z drzewami koncentratorów.

Przykładową strukturę pierścienia z systemami wewnętrznymi z wykorzystaniem poszczególnych typów stacji pokazano na rysunku 4.4.



Rys. 4.4. Przykładowa ilustracja pierścienia FDDI z systemami wewnętrznymi wykorzystującymi różne typy stacji
(źródło – treść zgodna z treścią wydawnictw zamieszczonych w przypisach 135-139)

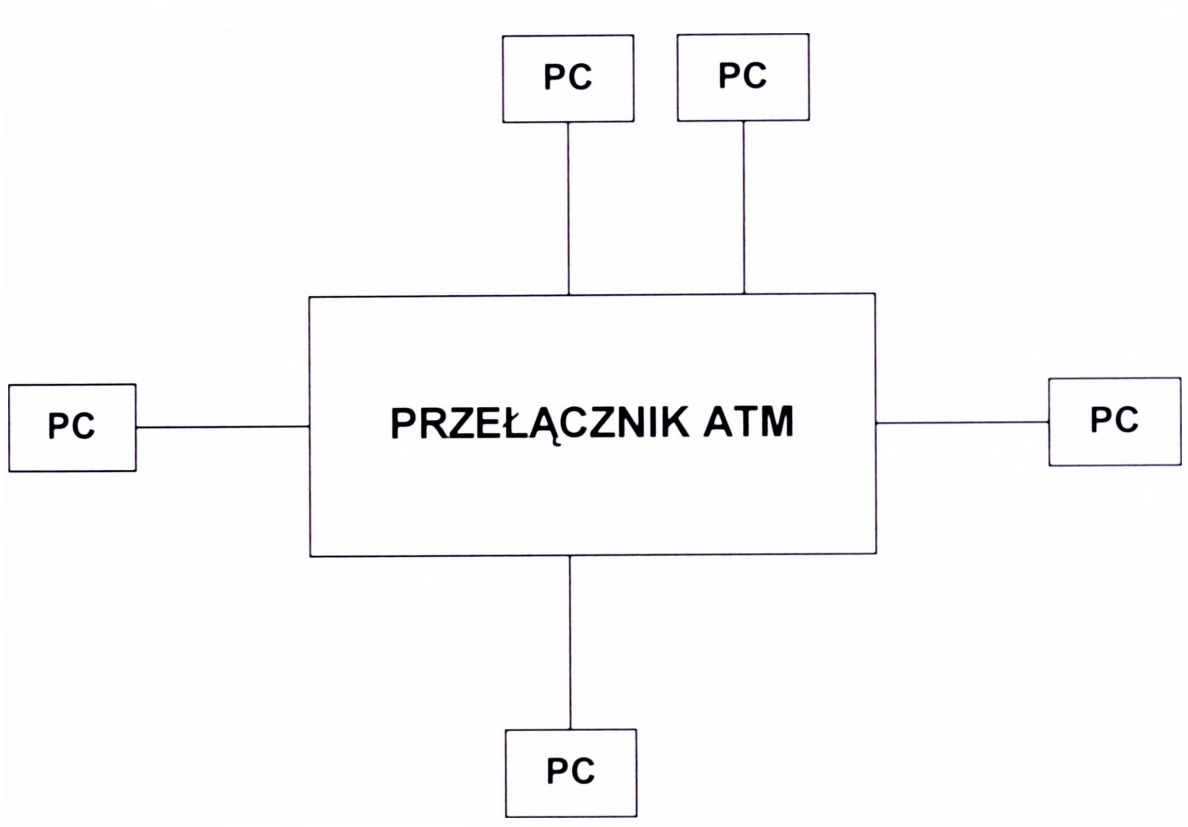
W przypadku awarii stacji lub uszkodzenia światłowodu pierścień jest automatycznie rekonfigurowany. Nadzór nad rekonfiguracją sieci sprawuje system zarządzania, będący częścią SMT. Poza tym FDDI ma też i inne standardowe mechanizmy przywracania prawidłowej pracy sieci. Podstawowym układem wykorzystywanym przy rekonfiguracji sieci jest optyczny układ obejściowy (ang. optical bypass). Urządzenie to, w momencie

uszkodzenia stacji lub braku zasilania, "zamyka" połączenie światłowodowe, w taki sposób, że sygnał ze stacji poprzedniej przechodzi bezpośrednio do stacji następnej. Układ może być uaktywniony zarówno przez stację uszkodzoną lub też stację sąsiednią, jak też przez operatora sieci.

Innym elementem zapewniającym łatwość rekonfiguracji strukturalnej jest układ dodatkowego łącza (ang. Dual Homing). Jest to sposób na zabezpieczenie dostępu do pierścienia dla urządzenia mającego duże znaczenie dla użytkowników (komputer typu mainframe, router). W tym celu wprowadzane jest dodatkowe połączenie (ang. backup link). Staje się ono aktywne w momencie wystąpienia awarii połączenia podstawowego (ang. primary link).

Sieć gwiaździsta ATM

Firmy telefoniczne opracowały technikę sieciową zwaną trybem przesyłania asynchronicznego (ATM). Podstawowym jego elementem jest elektroniczny przełącznik (komutator) do którego można podłączyć wiele komputerów. Topologia takiego układu jest gwiaździsta w którego centrum jest przełącznik (rys.4.5).



Rys. 4.5. Przełącznik ATM z podłączonymi pięcioma komputerami
(źródło – treść zgodna z treścią wydawnictw zamieszczonych w przypisach 135-139)

Odmiennie jak w przypadku topologii szynowej lub pierścieniowej, w przypadku gdy połączenie między komputerem a przełącznikiem zostanie przerwane tylko jeden komputer zostaje bez możliwości pracy w sieci.

Ponieważ ATM został opracowany, aby zapewnić dużą przepustowość między komputerem a przełącznikiem, stosuje się tu parę światłowodu (dwa włókna) każde na jeden kierunek ruchu.

4.2. Identyfikacja sprzętu i urządzeń w elementach sieci telekomunikacyjnej korpusu w obronie

Nowe możliwości funkcjonalne zautomatyzowanych systemów dowodzenia, jak również gwałtowny rozwój informatyki spowodował znaczny wzrost zapotrzebowania na nowe usługi telekomunikacyjne, w tym szybką transmisję danych, usługi wideotelefoniczne, usługi multimedialne ii.

Aktualnie wiele państw oraz wiele światowych firm telekomunikacyjnych prowadzi badania mające na celu opracowanie najnowszych technologii telekomunikacyjnych, które pozwoliłyby zaspokoić najbardziej wybredne gusty przyszłych użytkowników wojskowych.

Przeprowadzone dotychczas badania w niniejszej dysertacji oraz innych pracach[140] wskazują, że najlepsze jakościowo parametry, przydatne do stosowania w sieci telekomunikacyjnej korpusu posiadają następujące technologie i techniki telekomunikacyjne:

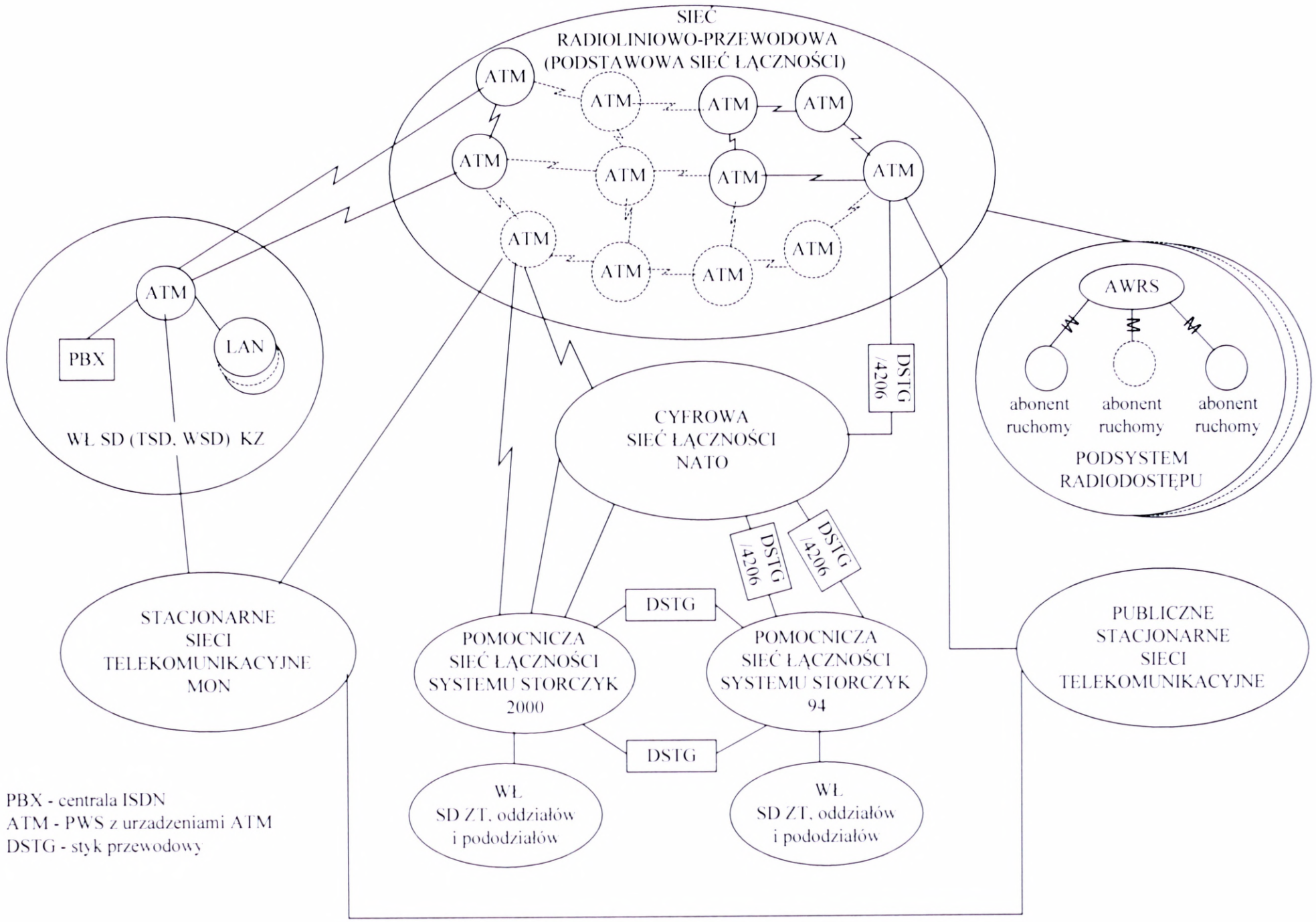
- technologia ISDN,
- technika ATM,
- sieci informatyczne wykorzystujące zestaw protokołów TCP/IP.

Mając na uwadze powyższe wnioski dotyczące technologii i technik telekomunikacyjnych oraz rozważania zawarte w rozdziałach drugim oraz trzecim można przedstawić ogólną architekturę sieci telekomunikacyjnej korpusu wraz z otoczeniem telekomunikacyjnym w sposób graficzny jak na rysunku 4.6.

Zidentyfikowanie współczesnych technik telekomunikacyjnych i ogólnej architektury sieci telekomunikacyjnej umożliwia określenie niezbędnych urządzeń i sprzętu do budowy poszczególnych elementów sieci telekomunikacyjnej.

---

[140] Praca zbiorowa, Koncepcja cyfrowego systemu łączności ZO (CSŁ ZO), Analiza trendów rozwojowych, systemów dowodzenia i łączności w armiach państw NATO, WAT, Warszawa 1999r.



Rys. 4.6. Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie
(opracowanie własne)

4.2.1. Identyfikacja sprzętu i urządzeń w architekturze podstawowej sieci łączności

Ze względu na uwarunkowania funkcjonalne PSŁ może być zrealizowana w postaci sieci radioliniowej (radioliniowo-przewodowej) opartej na podstawowych węzłach sieciowych zbudowanych przy użyciu urządzeń ATM.

Po analizie ilości, rodzaju i postaci wiadomości generowanej przez osoby funkcyjne stanowisk dowodzenia, należy się spodziewać znacznego obciążenia linii teletransmisyjnych dostępowych jak też łącznikowych. Dlatego tory teletransmisyjne powinny być liniami radioliniowymi uruchamianymi przy pomocy horyzontalnych urządzeń radioliniowych pracujących z wysokimi prędkościami o wartościach co najmniej 8 Mbit/s.

W poszczególnych PWS oprócz urządzeń radioliniowych powinny znajdować się inne urządzenia teletransmisyjne m.in. do obsługi abonentów ruchomych. Urządzenia te tworzące podsystem wielokanałowego radiodostępu simpleksowego, umożliwią dowiązanie uprawnionych osób funkcyjnych będących w ruchu z siecią radioliniowo-przewodową, z gwarancją korzystania z podstawowych usług telekomunikacyjnych[141]♦. Korespondenci radiowi UKF uzyskają komutowane połączenia simpleksowe poprzez BSR (blok sprzężenia radiowego) i centralę PBX podłączoną do komutatora ATM z abonentami stacjonarnymi sieci telekomunikacyjnej lub/i innymi korespondentami mobilnymi dowiązanymi do PSŁ.

Zgodnie z wcześniejszym ustaleniem, wszystkie elementy organizacyjno-techniczne sieci telekomunikacyjnej korpusu powinny mieć charakter mobilny.

Nie oznacza to jednak, że przedstawiona sieć radioliniowo-przewodowa jest całkowicie hermetyczna i nie może korzystać z zasobów teletransmisyjnych, podległych operatorom sieci stacjonarnych. Taka możliwość istnieje i PWS mogą być zastąpione przez węzły stacjonarne MON (GWŁ) i np. TPSA.

Z uwagi na ciągłe zmniejszanie stanu ilościowego takich obiektów szczególnie będących w dyspozycji MON[142], tj. redukcji w ciągu kilku lat blisko połowy GWŁ, uwzględnianie ich udziału w sieci telekomunikacyjnej korpusu może się okazać w praktyce niemożliwe.

Natomiast ze względów bezpieczeństwa łączności kierowanie strumienia informacji do obiektów niechronionych zgodnie z przepisami wojskowymi, może doprowadzić do ujawnienia cennych wiadomości niejawnych.

---

[141] Aparatownia wielokanałowego radiodostępu simpleksowego UKF, Opis techniczny, MON, 013.00.00.00-OT, Warszawa 2002r.

♦ W chwili obecnej rozwiązanie dotyczy jedynie sieci telekomunikacyjnej z komutacją kanałów i nieznane są obecnie rozwiązania techniczne dla sieci szerokopasmowych.

[142] Informacja o stanie łączności i informatyki w siłach zbrojnych RP, Sztab Generalny WP, Zarząd Łączności i Informatyki, Warszawa 1999r.

Ponadto już na etapie planowania systemu łączności należy mieć na uwadze konieczność prowadzenia uzgodnień organizacyjno-technicznych z cywilnymi organami zarządzania publiczną siecią telekomunikacyjną, co w warunkach działań wojennych może być utrudnione lub wręcz niemożliwe.

Trzeba mieć na uwadze również potrzebę wyposażenia niektórych PWS w terminale umożliwiające przyjęcie strumieni informacji z węzła łączności korpusu (najczęściej WŁ WSD KZ) w czasie, kiedy zaistnieje potrzeba przeniesienia go na odległość większą niż zasięg podstawowych urządzeń radioliniowych (HC LOS) znajdujących się na wyposażeniu. Podobnie należy przewidzieć dowiązanie się do bazowej sieci łączności przełożonego w przypadku kiedy oddalenie PSŁ od BSŁ będzie przekraczała założone 30 km.

Dokonując przeglądu dostępnych urządzeń teletransmisyjnych♦ oraz wojskowych rozwiązań telekomunikacyjnych czołowych państw NATO i Polski prezentowanych w rozdziale drugim można zauważyć, że istnieją w zasadzie trzy możliwości rozwiązania tego problemu. Zasadniczym rozwiązaniem jest zastosowanie urządzeń troposferycznych (bądź radiostacji), terminala satelitarnego lub radiolinii horyzontalnej pracującej w I paśmie.

Niektóre firmy produkujące urządzenia telekomunikacyjne oferują urządzenia radioliniowe o zasięgu kilkudziesięciu a nawet do stu pięćdziesięciu kilometrów[143]. Konkretnym rozwiązaniem takiego urządzenia jest CTM 404 pracujące w paśmie 225-440 MHz z użytecznym strumieniem (przepływnością) 1 Mbit/s i możliwością wykorzystania technik szerokopasmowych a w tym ATM.

Ze względów na stosunkowo łatwe rozpoznanie, namierzenie i zniszczenie pracujących radiostacji oraz radiolinii troposferycznych i brak w chwili obecnej dostępu do podsystemu łączności satelitarnej wydaje się, że najbardziej zasadnym rozwiązaniem w tym przypadku jest zastosowanie urządzeń radioliniowych dalekiego zasięgu o wspomnianych parametrach.

Do podstawowej sieci łączności KZ w obronie dowiązane są również pomocnicze sieci łączności walczących związków taktycznych. Połączenie pomocniczej sieci łączności dywizji wykonanej w standardzie STORCZYK 94 z PSŁ KZ wymagać będzie interfejsu międzysystemowego, natomiast w wersji szerokopasmowej możliwe będzie bezpośrednie powiązanie obydwu systemów przy zachowaniu kompatybilności urządzeń radioliniowych.

♦ http:///, www.alcatel.com, www.ericson.com,

[143] Materiały seminaryjne „European Aeronautic Defence and Space Company", Warszawa 2002r.

Do celów rozprawy przyjmuję, że wszystkie dywizje są wyposażone w sprzęt STORCZYK 2000. W chwili obecnej zakłada się, że w aparatowniach transmisyjnych znajdują się urządzenia radioliniowe o przepustowości 2 Mbit/s[144].

Sieć radioliniowo-przewodowa korpusu, jak ustalono wcześniej, powinna mieć możliwość dowiązania się do cyfrowej sieci państw i armii NATO w przypadku podporządkowania na czas prowadzenia operacji wydzielonych jednostek NATO lub/i współdziałania z nimi oraz dostępu do dowództwa połączonych sił. Ze względu na brak jednolitych rozwiązań technicznych dla sieci telekomunikacyjnych połączenie tych sieci możliwe będzie najczęściej z wykorzystaniem odpowiednich interfejsów◆◆.

Do podstawowego sprzętu teletransmisyjnego na PWS należy zaliczyć następujące urządzenia łączności:

- szerokopasmowe radiolinie horyzontalne - HC LOS,
- radiolinie dalekosiężne I podzakresu o zasięgu do 150 km – SRLD,
- radiodostępowe.

Do utajniania strumieni informacji w liniach łącznikowych wykorzystane są dwa rodzaje urządzeń:

- GUU (grupowe urządzenie utajniające),
- TUU (traktowe urządzenie utajniające).

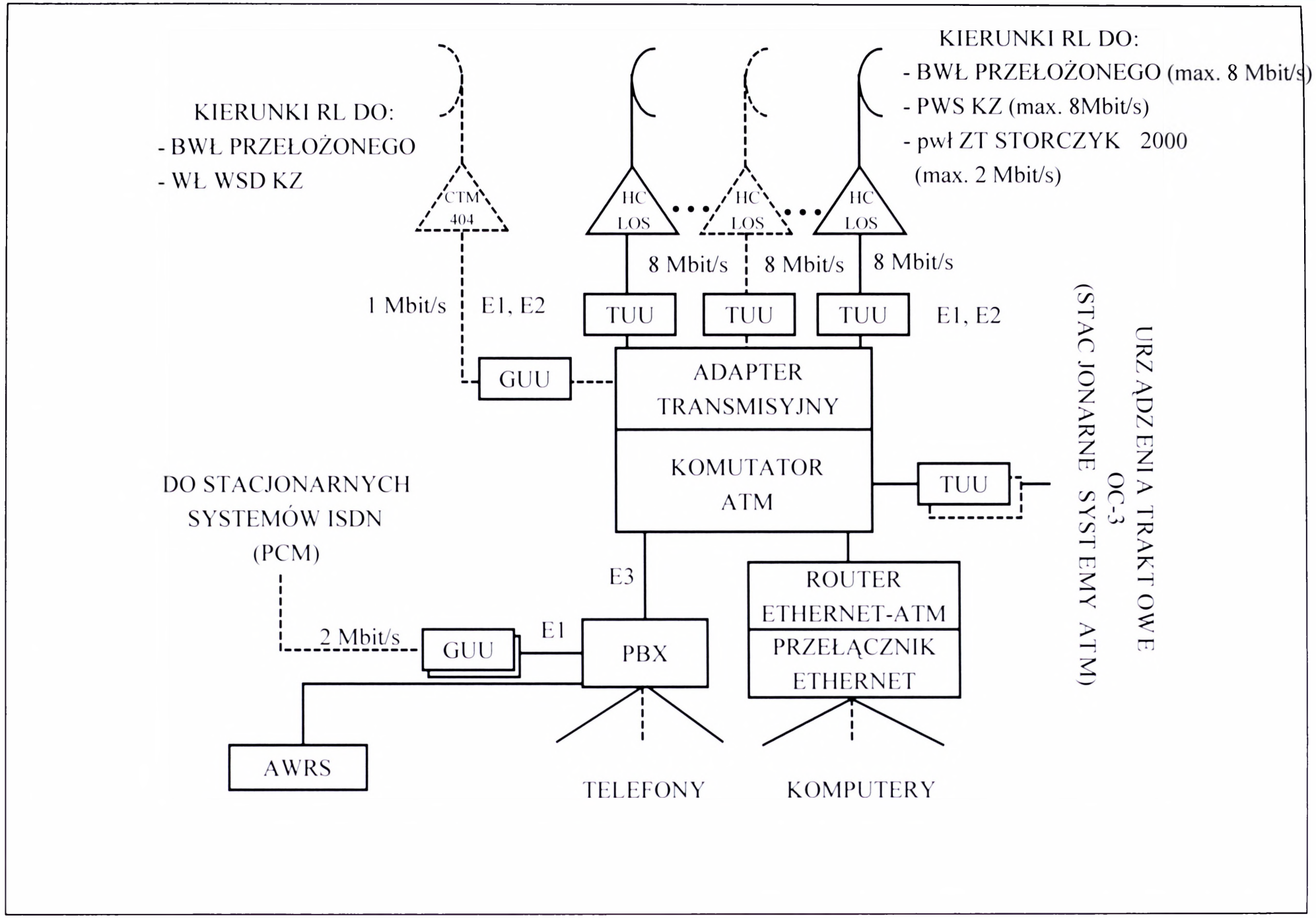
Pierwsze z urządzeń obsługuje strumień o wielkości do 2 Mbit/s i jest stosowany w relacji z systemem wąskopasmowym z modulacją „delta", natomiast drugie z urządzeń obsługuje strumień szerokopasmowy o przepływności 2 – 155 Mbit/s.

Mając na uwadze powyższe ustalenia oraz rozwiązania techniczno-organizacyjne zawarte w powszechnie dostępnych opracowaniach[145,146,147,148,149], PWS KZ w obronie może mieć następującą architekturę jak na rysunku 4.7.

Treść rysunku pokazuje powiązania między urządzeniami łączności nie precyzując w jakich aparatowniach znajdą się poszczególne urządzenia co zostanie uściślone w dalszej części dysertacji.

---

[144] A. Bajda, Koncepcja cyfrowego systemu łączności ZT – Storczyk 2000r., ISŁ, WAT, Warszawa 2000r.
◆◆ DSTG lub zgodne ze STANAGIEM 4206.
[145] A.Simmonds, Wprowadzenie do transmisji danych, WKŁ, Warszawa 1999r.
[146] L.Peterson, B. Davie, Sieci komputerowe – podejście systemowe, Nakom, Poznań 2000r.
[147] Z.Papir, Ruch telekomunikacyjny i przeciążenia sieci pakietowych, WKŁ, Warszawa 2001r.
[148] D. Kościelniak, ISDN – cyfrowe sieci zintegrowane usługow, WKŁ, Warszawa 1996r.
[149] A. Jajszczyk, Wstęp do telekomutacji, WNT, Warszawa 2000r.



Rys.4.7. Architektura PWS KZ
(opracowanie własne)

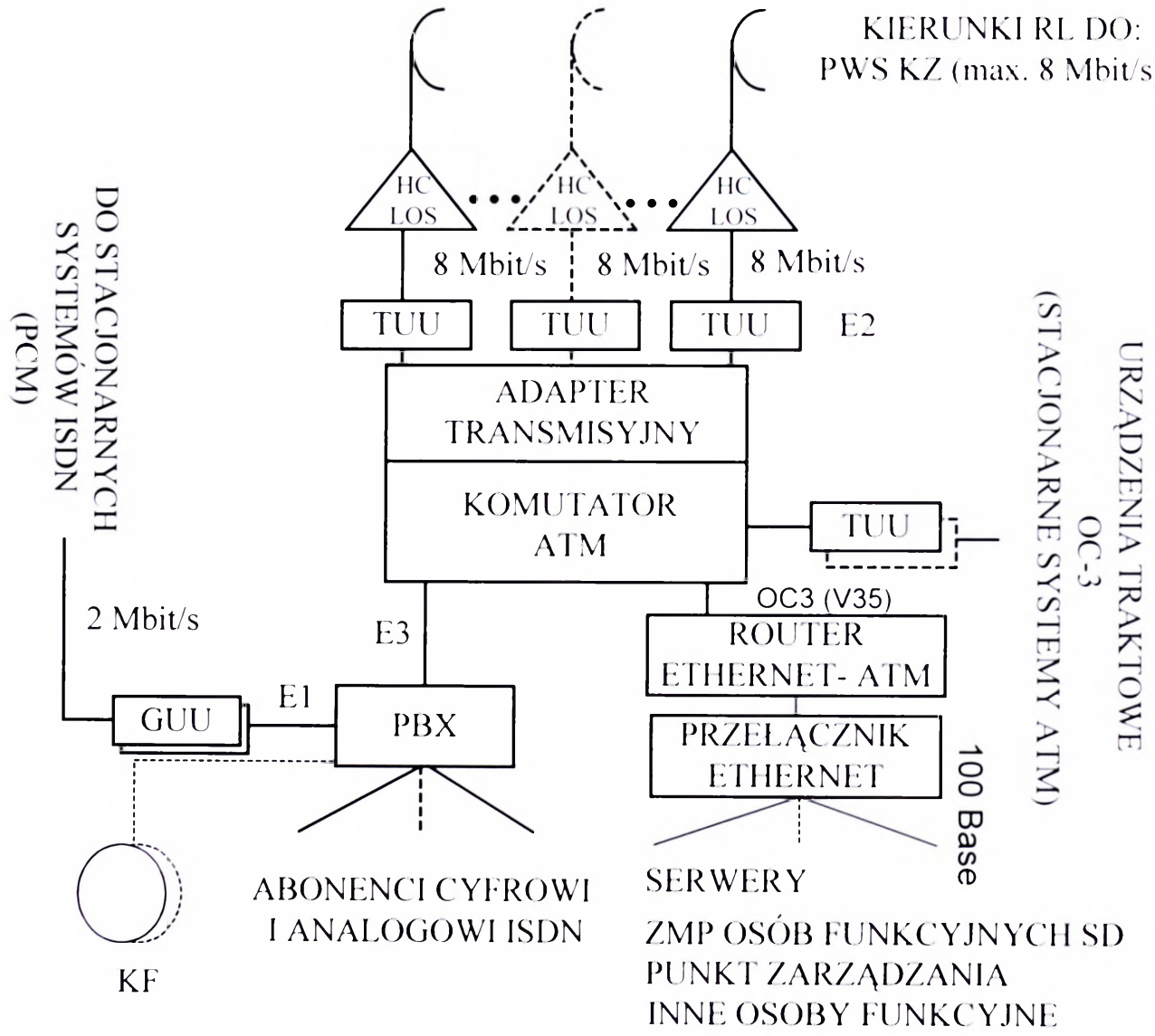
Ponadto na PWS występować będą urządzenia komutacyjne w postaci:

- PBX (centrala ISDN),
- komutatora ATM,
- routera Ethernet-ATM,
- przełącznika Ethernet.

4.2.2. Identyfikacja urządzeń na węzłach łączności stanowisk dowodzenia

Węzły łączności korpusu dowiązane są do sieci radioliniowo-przewodowej identycznymi torami teletransmisyjnymi jak w przypadku powiązań PWS w podstawowej sieci łączności.

Wszystkie węzły łączności stanowisk dowodzenia korpusu (WŁ SD, TSD, WSD) mają identyczną strukturę organizacyjno-techniczną (rys. 4.8). W każdym z węzłów łączności SD można wyróżnić środki teletransmisyjno-komutacyjne ATM, centrale ISDN oraz sieci abonenckie



Rys.4.8. Architektura WŁ SD KZ
(opracowanie własne)

cyfrowe i analogowe a także sieci LAN.

Do podstawowych urządzeń teletransmisyjnych należą więc szerokopasmowe radiolinie horyzontalne - HC LOS. Utajnianie traktów cyfrowych zapewnione będzie podobnie, jak to rozwiązano w przypadku PWS, przy pomocy TUU i GUU.

Ze względu na przeznaczenie, usytuowanie i określony wcześniej sposób wiązania sieci telekomunikacyjnej KZ i ZT, struktura węzłów łączności stanowisk dowodzenia nie zawiera urządzeń teletransmisyjnych realizujących zadania podsystemu radiodostępowego i urządzeń radioliniowych LOS.

W rozwiązaniu architektury pokazano natomiast radiostacje KF średniej mocy, które jak to wcześniej ustalono, będą jedynie rezerwą teletransmisyjną na wypadek obezwładnienia sieci radioliniowo-przewodowej co wynika z wymogów określonych przez DWL[150].

Ponieważ jednak wspomniany podsystem będzie eksploatowany jedynie w przypadku utraty możliwości korzystania z zasobów teletransmisyjnych opartych na sieci radioliniowo-przewodowej takie rozwiązanie powoduje, że cały ruch jest obsługiwany przez podstawową sieć łączności w postaci sieci radioliniowo-przewopdowej, która powinna go obsłużyć z wysoką jakością co zostanie zbadane w następnym rozdziale.

W podmiotowej architekturze uwidoczniono ZMP (zautomatyzowane miejsce pracy) Punktu Zarządzania Systemem Łączności. Można przyjąć powołując się na opracowanie[151], że w TLD wydziela się na rzecz zarządzania kanały o przepustowości 64 kbit/s.

Ponadto ze względu na ilość i różnorodność urządzeń końcowych i ich rozmieszczenie na stanowisku dowodzenia sieć łączności wewnętrznej musi być znacznie rozbudowana.

Należy zauważyć konieczność budowy sieci abonenckich ISDN i sieci LAN w celu udostępnienia usług osobom funkcyjnym stanowiska dowodzenia zidentyfikowanych w rozdziale III zaangażowanych w proces dowodzenia. Należy zaznaczyć, że sieć telekomunikacyjna będzie obciążana również ruchem telekomunikacyjnym, generowanym w celu przesyłania innego rodzaju wiadomości, a w tym w celu zaplanowania i realizacji przedsięwzięć z zakresu zabezpieczenia bojowego SD.

Powszechnie używany skrót LAN (ang. Local Area Network) oznacza lokalną sieć komputerową, obejmującą swoim zasięgiem stosunkowo mały obszar geograficzny i łączącą ze sobą stacje sieciowe (stacje robocze, komputery personalne, komputery sieciowe, serwery, drukarki i inne urządzenia). LANy umożliwiają współdzielony dostęp wielu użytkowników

---

[150] Potrzeby użytkowników podsystemu łączności radiowej korpusu Wojsk lądowych, DWL, Warszawa 2001r.
[151] M. Amanowicz, P. Gajewski ii., Zintegrowane stanowisko do badania efektywności systemów zarządzania i możliwości współpracy z różnymi aplikacjami tych systemów, WAT, Warszawa 2001r.

do tych samych urządzeń i aplikacji, wymianę plików między użytkownikami oraz komunikację pomiędzy użytkownikami za pośrednictwem poczty elektronicznej.

Identyczne zadania pełni bezprzewodowa sieć lokalna WLAN (Wireless Local Area Network). Ponieważ WLAN obarczony jest wadą polegającą na małym zasięgu[152] (do 50 m w środowisku półotwartym przy prędkości transmisji 11 Mbit/s dla kart ORiNOCO), nie jest w chwili obecnej możliwe zastosowanie tej techniki do budowy komputerowej sieci na stanowisku dowodzenia KZ. Zwiększenie mocy nadajników radiowych WLAN wiązałoby się, co prawda, ze zwiększeniem zasięgów, ale jednocześnie narażałoby SD na rozpoznanie radioelektroniczne przez przeciwnika. Możliwe jest też zwiększenie zasięgu przez przeniesienie wykorzystywanych częstotliwości w niższe pasmo, co z kolei w stopniu znacznym zmniejszyłoby przepływność w takich liniach.

Tak więc do dalszej analizy przyjmuję rozwiązania przewodowe LAN.

Dokonując wnioskowania z treści podrozdziału 4.1.3 można stwierdzić, że obciążenie sieci LAN wzrasta w miarę zwiększania liczby komputerów pracujących w sieci. Jeżeli jest to jedyne źródło zwiększonego ruchu, można wykonać segmentację przy użyciu mostów lub routerów, które ograniczą ruch w segmentach i zapewnią sieci wymaganą przepustowość. Jednakże w chwili obecnej nowe aplikacje oparte o filozofię klient/serwer, tworzą nowe wymagania dotyczące wydajności sieci. Wykorzystanie interfejsów graficznych i multimediów wymagających przechowywania na serwerze wielkiej ilości danych zawierających ilustracje, skanowane dokumenty i dźwięk, wszystko to powoduje, że wydajność sieci musi zostać zwiększona, aby sprostać wciąż rosnącym potrzebom. Nadążając za wzrastającymi potrzebami użytkowników sieci komputerowych producenci oferują całą gamę rozwiązań oferujących większe przepustowości. Na szczególną uwagę zasługuje Fast Ethernet i ATM, jako technologie pozwalające na poprawę wydajności poprzez zastosowanie przełączników. Migracja do przełączanego Ethernetu wymaga w zasadzie tylko wymiany koncentratorów na przełączniki. Te zaś udostępniają użytkownikom sieci nowe możliwości zarządzania pracą grup roboczych poprzez tworzenie wirtualnych sieci LAN. Sieci LAN powinny spełniać trzy istotne wymagania: możliwie dużej przepływności (wydajności), skalowalności i wysokiej niezawodności.

Ze względu na przewidywany wysoki poziom zapotrzebowania na przepływności oraz identyczną technikę transportową między przełącznikami znajdującymi się na różnych węzłach łączności, do dalszych rozważań przyjmuję ATM, jako technikę przydatną do

---

[152] M. Amanowicz, P. Gajewski ii., Analiza możliwości wykorzystania produktów Lucent Technologies jako COTS do zastosowań wojskowych w Polsc, ITTiI, Poznań 2000r.

zbudowania sieci szkieletowej zaś technikę Fast Ethernet do budowy LAN na stanowiskach dowodzenia KZ.

Analiza STANAGów oraz koncepcji perspektywicznego systemu cyfrowego ZO[153] i najnowszą w zakresie zarządzania, pracą badawczą[154], umożliwia wskazanie interfejsów niezbędnych do współpracy z odmiennymi systemami łączności:

- w zakresie połączeń z systemami taktycznymi:
  - DSTG zgodnie ze STANAG 4578,
  - międzysieciowe zgodnie z serią STANAG 4206,
  - międzysieciowe zgodnie z STANAG 5040 i/lub STANAG 5018;
- w zakresie radiodostępowym:
  - dla urządzeń radiowych HF zgodnie ze STANAG 4203,
  - dla urządzeń radiowych VHF zgodnie ze STANAG 4204,
  - dla urządzeń radiowych UHF zgodnie ze STANAG 4205;
- w zakresie wymiany danych:
  - protokoły X.400, X.500;
- w zakresie wideokonferencji
  - standard ISDN do transmisji z podstawowym interfejsem 128 kbit/s /BRI ISDN 2*64 kbit/s/ zgodnie z rekomendacją H.320;
- w zakresie zarządzania:

architektura zgodna z zaleceniem ITU M.3010.

4.3. Identyfikacja aparatowni węzłowych

Nawiązując do zidentyfikowanych architektur podstawowych węzłów sieciowych, węzłów łączności stanowisk dowodzenia KZ oraz urządzeń łączności do ich budowy można określić jakie aparatownie są niezbędne do budowy tychże węzłów łączności.

Mając na uwadze powyższą identyfikację można w dalszym kroku określić jakie aparatownie powinny być eksploatowane na węzłach łączności KZ.

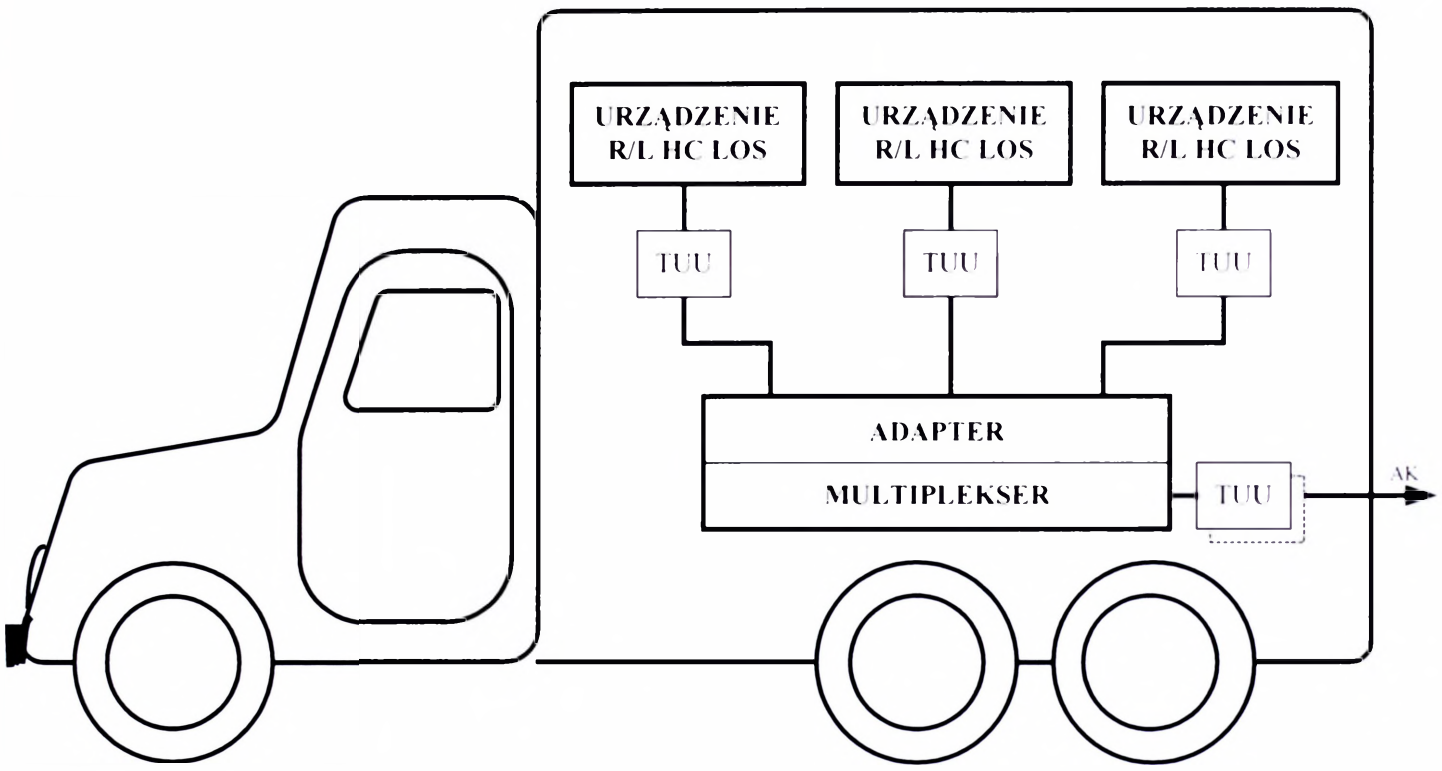
---

[153] Praca zbiorowa, Koncepcja cyfrowego systemu łączności Związku Operacyjnego (CSŁ ZO), WAT-WIŁ, Warszawa-Zegrze 2000r.

[154] M. Amanowicz, P.Gajewski ii., Zintegrowane stanowisko do badania efektywności systemów zarządzania i możliwości współpracy miedzy różnymi aplikacjami tych systemów, WAT, Warszawa 2001r.

4.3.1. Aparatownia teletransmisyjna ATM (AT ATM)

Aparatownia powinna być zbudowana w oparciu o horyzontalne urządzenia radiolinowe HC LOS o przepływności 8 Mbit/s. Ilość tych urządzeń na AT ze względu na zachowanie kompatybilności elektromagnetycznej nie powinna być większa niż trzy i tę liczbę przyjmuję w swoim rozwiązaniu♦. Rysunek 4.9 prezentuje uproszczoną budowę AT ATM.



Rys. 4.9. Uproszczona budowa aparatowni AT ATM
(źródło – opracowano na podstawie materiałów zawartych w programach Storczyk i Krokus)

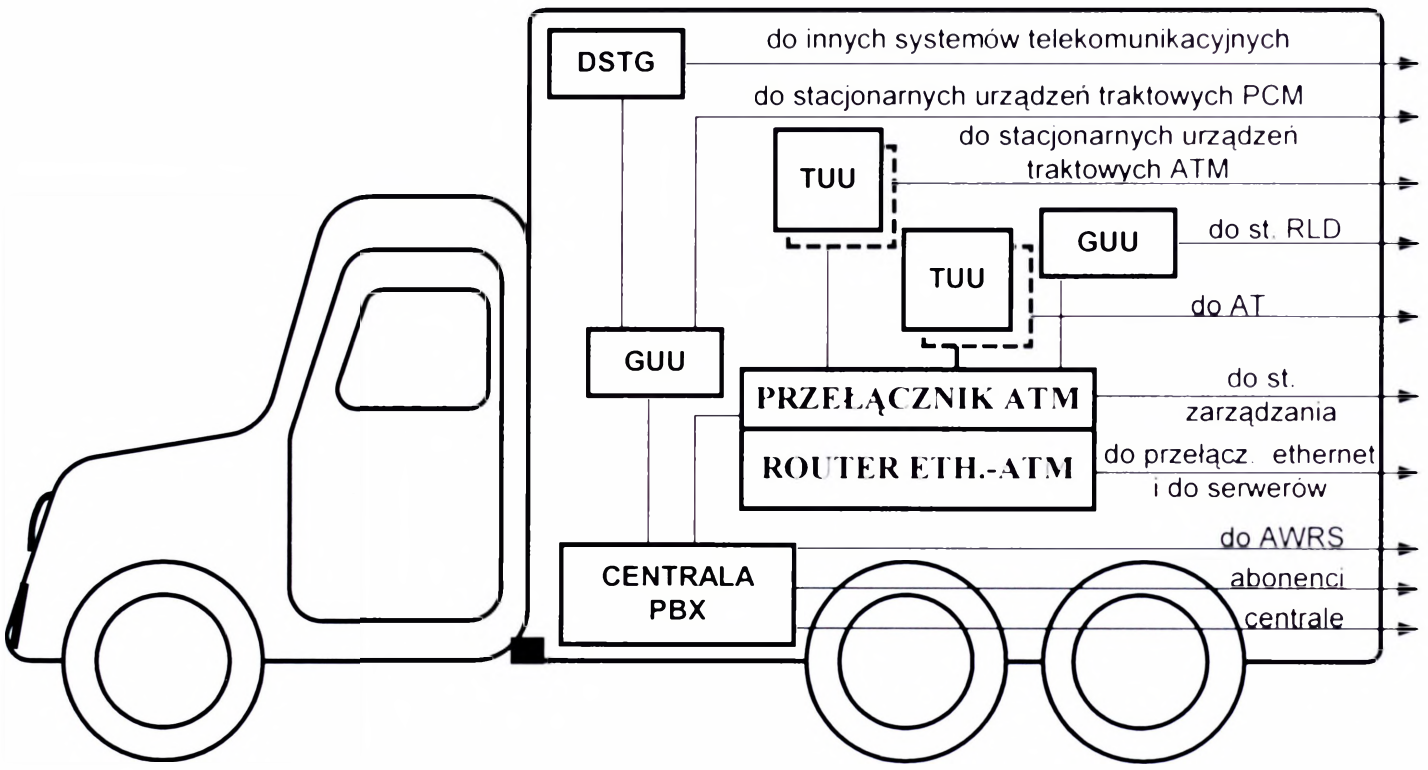
Przyjęta przepływność 8 Mbit/s jest przepływnością maksymalną. Należy jednak uwzględnić fakt, że ze względu na wysokie wymagania techniki ATM co do jakości linii teletransmisyjnych, przepływność ta po zastosowaniu układów poprawiających elementową stopę błędów może spaść w skrajnym przypadku nawet do ½[155]. Dlatego do dalszych rozważań przyjmuję przepływność radioliniowych linii teletransmisyjnych zbudowanych przy pomocy urządzeń o wartości 4 Mbit/s. Ponadto w aparatowni powinien znaleźć się multiplekser z możliwością obsłużenia trzech strumieni cyfrowych.

♦ takie rozwiązanie przyjęto w programie badawczym STORCZYK 2000 i KROKUS

[155] E. Kubera, M. Różycki, E. Wirkus, K. Zubel, Transmisja komórek ATM poprzez media o wysokiej stopie błędów z wykorzystaniem technik zapewniających odpowiednią jakość transmisji, Referat, KST, Bydgoszcz 2002r.

4.3.2. Aparatownia komutacyjna ATM (AK ATM)

Po dotychczasowej analizie należy przyjąć, że aparatownia komutacyjna przeznaczona będzie do pracy w systemie cyfrowej łączności utajnionej jako mobilny element węzłów łączności stanowisk dowodzenia oraz podstawowych węzłów łączności w celu zapewnienia łączności wewnętrznej na stanowiskach dowodzenia szczebla związku operacyjnego i podległych mu brygad, pułków i batalionów[♦].



Rys. 4.10. Uproszczona budowa aparatowni AK ATM
(źródło – opracowano na podstawie materiałów zawartych w programach Storczyk i Krokus)

AK ATM może być wykorzystywana również w innych rodzajach wojsk (np. w wojskach lotniczych, marynarce wojennej) w zależności od potrzeb systemowych oraz stanowi bazę do organizacji polowych węzłów łączności związku operacyjnego (PWS i WŁ SD (TSD, WSD) KZ).

Aparatownia komutacyjna z ukompletowaniem jak na rys. 4.10 umożliwia:

- organizację i eksploatację węzłów łączności stanowisk dowodzenia,
- organizację i eksploatację PWS,
- współpracę z wojskowymi systemami łączności państw członków NATO,
- współpracę ze stacjonarnym systemem łączności systemów PCM i ATM,

---

♦ bez ZT chociaż wydaje się zasadnym rozszerzenie rozwiązań telekomunikacyjnych KZ również na system telekomunikacyjny (w tym stanowisk dowodzenia) dywizji

- budowę utajnionych traktów cyfrowych radioliniowych (z wykorzystaniem AT ATM oraz radiolinii dalekosiężnej RLD) i przewodowych,
- zarządzania systemem łączności,
- obsługę sieci komputerowych sieci centrów stanowisk dowodzenia,
- obsługę abonentów AWRS i PBX.

4.3.3. Pozostałe aparatownie łączności

Należy zauważyć, po rozważaniach zawartych w podrozdziałach dotyczących identyfikacji struktury sieci telekomunikacyjnej oraz architektury węzłów łączności KZ, że oprócz zidentyfikowanych aparatowni AK ATM i AT ATM, na niektórych PWS (najczęściej brzegowych) oraz na WŁ WSD KZ występować będzie stacja radioliniowa dużego zasięgu (SRLD) z dwoma urządzeniami radioliniowymi (np. CTM 404).

Stacja będzie służyć do dowiązania się WSD KZ do PSŁ, razie utraty połączenia, oraz z przełożonym w przypadku braku więzi PSŁ z BSŁ[♦].

W takim przypadku priorytetowo uruchamiane będą dalekie linie radioliniowe przy czym należy się liczyć jedynie ze zmianą położenia źródła generacji a nie jego natężenia.

Każdy PWS wyposażony jest w AWRS zbudowaną z ośmiu radiostacji UKF, systemu antenowego, bloku sprzężenia radiowego i łącznico-krotnicy.

W architekturze WŁ SD oprócz omówionych aparatowni znajdować się będą radiostacje KF, które jak wcześniej ustalono pełnić będą jedynie rezerwę teletransmisyjną i nie będą uwzględniane w dalszych badaniach.

4.4. Synteza wyników badań – identyfikacja nowoczesnych standardów i parametrów techniczno-eksploatacyjnych urządzeń i środków łączności do budowy sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie

Na podstawie dotychczasowych dociekań można stwierdzić:

- istnieje możliwość zbudowania elementów sieci telekomunikacyjnej korpusu w obronie w oparciu o nowoczesne urządzenia i sprzęt oparty na najnowszej technice i technologii łączności;
- do budowy PWS i WŁ SD korpusu można wykorzystać zidentyfikowane aparatownie:
  - AT ATM,

♦ ostatecznym rozwiązaniem jest uruchomienie łączności radiowej

- AK ATM,
- stację radioliniową dalekiego zasięgu (na wybranych PWS i WŁ WSD KZ),
- AZSŁ – aparatownia zarządzania systemem łączności (tylko na WŁ SD KZ),
- AWRS aparatownia wielokanałowego radiodostępu simpleksowego (tylko na PWS),

- sieć LAN można oprzeć na standardzie Ethernet 100Base;
- do komutacji abonenckich łączy analogowych i cyfrowych można wykorzystać centralę PBX.

5. KONCEPCJA SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ KORPUSU WOJSK LĄDOWYCH SZ RP W OPERACJI OBRONNEJ

Celem badań zawartych w rozdziale jest identyfikacja sieci telekomunikacyjnej korpusu SZ RP w operacji obronnej.

Na podstawie dotychczasowych rozważań i po sformułowaniu wymagań operacyjno-taktycznych oraz techniczno-eksploatacyjnych przedstawiono strukturę przedmiotowego obiektu oraz budowę poszczególnych rodzajów węzłów łączności.

Mając na uwadze wybrane wskaźniki jakości sieci telekomunikacyjnej przebadano model sieci metodą symulacyjną przy pomocy komputerowego pakietu COMNET III.

W wyniku eksperymentu określono wpływ parametrów sieci telekomunikacyjnej na jakość świadczonych usług telekomunikacyjnych.

Wyniki symulacji pozwoliły na identyfikację parametrów jakimi powinna charakteryzować się sieć telekomunikacyjna aby zapewniała wymaganą realizację obiegu informacji na potrzeby dowodzenia i sterowania środkami rażenia korpusu wojsk lądowych SZ RP w czasie prowadzenia operacji obronnej.

5.1. Wymagania operacyjno-taktyczne dla sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej

Kryteria operacyjno-taktyczne wojskowego polowego systemu łączności[156] są ściśle związane z faktem osiągania końcowych (oczywiście zamierzonych) celów działania, tj. zapewnienia organom dowodzenia procesu wymiany informacji w systemie dowodzenia wojskami i sterowania środkami rażenia.

Wyrazem kryteriów operacyjno-taktycznych polowego systemu łączności jest skuteczność działania. Uwzględniając powyższe można więc powiedzieć, że *polowy system łączności jest skuteczny jeżeli terminowo, wiernie i skrycie zapewnia realizację procesu dowodzenia wojskami, współdziałania, powiadamiania (ostrzegania, alarmowania) i sterowania środkami rażenia.*

Efektywność operacyjno-taktyczną polowego systemu łączności utożsamia się także z *jakością* realizowanej łączności przy zadanej strukturze sieci telekomunikacyjnej i

[156] J. Michniak, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych, cz.1, Główne problemy, AON, Warszawa 2003r.

określonych nakładach na jej budowę. *Jakość łączności*, odzwierciedlona w efektywności operacyjno-taktycznej, jest właściwością polowej sieci telekomunikacyjnej.

Najczęściej stosowane wskaźniki efektywności operacyjno-taktycznej polowego systemu łączności wojsk lądowych są:

- terminowość,
- wierność
- skrytość.

Terminowość łączności jest zdolnością do zapewnienia nadawania i dostarczania wiadomości lub prowadzenia rozmów w określonym czasie, uwarunkowanym przez sytuację operacyjno-taktyczną.

Podstawowym wskaźnikiem terminowości łączności jest prawdopodobieństwo terminowego przekazania wiadomości, bądź wielkość odwrotna, zwaną wielkością strat tj. prawdopodobieństwo tego, że napływające wiadomości nie będą terminowo obsłużone.

Wskaźnik ten, dla badanej sieci telekomunikacyjnej, będzie określony podczas badania symulacyjnego.

Podstawowymi wskaźnikami oceny **skrytości łączności** - rozumianej jako zdolność łączności do przeciwstawienia się przeciwnikowi w zakresie ujawnienia treści przekazywanych informacji, faktu i miejsca przekazu oraz przynależności organizacyjnej elementu przekazu - są:

- współczynnik utajenia kanałów (linii) telekomunikacyjnych,
- prawdopodobieństwo ujawnienia elementu.

Obliczanie wskaźników skrytości łączności realizuje się przy pomocy modeli analitycznych, zbudowanych na metodach teorii prawdopodobieństwa.

Współczynnik utajnienia kanałów (linii) telekomunikacyjnych jest stosunkiem ilości kanałów utajnionych z określonym stopniem utajnienia, do ogólnej ilości kanałów w sieci telekomunikacyjnej lub relacji łączności:

Założono wcześniej, że wszystkie relacje dalekosiężne (międzywęzłowe) będą utajnione urządzeniami TUU, lub GUU o wysokim poziomie kryptograficznym w związku z tym przyjmuję że współczynnik utajnienia teletransmisyjnych linii łącznikowych i dostępowych równy jest jedności nie będzie w dalszej części dysertacji badany.

Wierność łączności to zdolność do odtworzenia przekazywanych wiadomości w punktach odbioru z zadaną dokładnością i charakteryzuje stopień zgodności odebranych

wiadomości z nadanymi, przy istniejących w kanałach (liniach) telekomunikacyjnych zakłóceniach i zniekształceniach. Specyfika poszczególnych rodzajów łączności wymusza korzystanie z różnych, cząstkowych wskaźników wierności. Podczas transmisji danych i informacji telegraficznej, wierność określa się stosunkiem poprawnie odebranych symboli (znaków, grup, słów) do ogólnej liczby nadanych w analizowanym przedziale czasu. Dla rozmów telefonicznych i przekazywania wiadomości telefaksowych, wierność (zrozumiałość, różnorodność) może być określona jako stosunek poprawnie odebranych z kanału (linii) telekomunikacyjnej elementów mowy, tekstu, rysunków, obrazów - do ogólnej liczby nadanych w analizowanym przedziale czasowym.

Zakładam na podstawie wcześniejszych dociekań dotyczących identyfikacji techniki i technologii mogących być wykorzystanymi w nowoczesnych sieciach telekomunikacyjnych, że zapewniają one bardzo wysoką wierność łączności dla określonych wcześniej usług telekomunikacyjnych.

5.2. Wymagania techniczno-eksploatacyjne na sieć telekomunikacyjną korpusu w operacji obronnej

Kryteria techniczno-eksploatacyjne polowego systemu łączności[157] są związane ze sprawnością i funkcjonowaniem całego systemu lub jego elementu. Wyrażają one sobą wpływ środków łączności na działanie i funkcjonowanie polowego systemu łączności. Biorąc pod uwagę rozwiązania M. Kowalewskiego[158], B. Ostrowskiego[159] i także innych autorów[160], wśród wielu kryteriów - wskaźników stawianych przy ocenie efektywności techniczno-eksploatacyjnej polowego systemu łączności - najbardziej reprezentatywnymi wydają się być:

- gotowość operacyjna,
- przepustowość,
- trwałość,
- mobilność,
- bezpieczeństwo.

---

[157] J. Michniak, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych, cz.1, Główne problemy, AON, Warszawa 2003r.
[158] M. Kowalewski - System łączności dywizji, Rozprawa habilitacyjna, AON, Warszawa 1994r., s. 93
[159] B. Ostrowski, G. Adamczyk, J. Jańczak - Wymagania stawiane łączności dywizji zmechanizowanej, WSOWŁ, Zegrze, 1992, s. 17
[160] J.W. Mazurkiewicz - Właściwości wojskowych systemów łączności, Materiały KNSŁ-93, Zegrze, 1993r., s. 171; K. Patkowski - Podręcznik łączności, cz.1., Zasady ogólne organizacji łączności i informatyki, ASG WP, Warszawa 1985r. s. 174.

Gotowość operacyjna wojskowej polowej sieci telekomunikacyjnej jest to zdolność do terminowego przejścia z danego stanu w inny, niezbędny do zapewnienia dowodzenia wojskami i sterowania środkami rażenia.

Gotowość operacyjną polowej sieci telekomunikacyjnej osiąga się przez stworzenie odpowiedniego systemu gotowości operacyjnej, który określa procedurę przejścia wojsk ze stanu pokojowego do wojennego i ukompletowanie wojsk do poziomu niezbędnego do wykonania postawionych zadań. Zakładam, że stan wyszkolenia wojsk łączności i wysoka sprawność sprzętu łączności umożliwi osiągnięcie takiego poziomu wskaźnika gotowości operacyjnej, który nie będzie negatywnie rzutował na funkcjonowanie sieci telekomunikacyjnej korpusu.

Trwałość wojskowej polowej sieci telekomunikacyjnej jest charakteryzowana jej zdolnością do pracy przy wszystkich oddziaływujących czynnikach i wyraża się żywotnością, odpornością na zakłócenia i niezawodnością urządzeń, zestawów i elementów sieci telekomunikacyjnej.

Żywotność wojskowej polowej sieci (elementu sieci) telekomunikacyjnej określa się jako zdolność do wykonania postawionego zadania w warunkach oddziaływania wszystkich czynników rażenia współczesnej broni.

Odporność na zakłócenia wojskowej polowej sieci (elementu sieci) *telekomunikacyjnej* określa się jako jej zdolność do wykonania postawionych zadań w warunkach oddziaływania wszystkich rodzajów zakłóceń.

Niezawodność wojskowej polowej sieci (elementów sieci) telekomunikacyjnej charakteryzuje jej zdolność do wykonania postawionych zadań przy zachowaniu w czasie (w zadanych przedziałach) odpowiednich wartości parametrów eksploatacyjnych, odpowiadających przyjętym warunkom i układom użytkowania, obsługiwania, przywracania do eksploatacji i napraw.

Zakłócenia procesu przekazywania informacji w sieci telekomunikacyjnej mogą być spowodowane różnymi czynnikami, które - stosownie do wywołujących je przyczyn - mogą działać w sposób ograniczony (minuty, godziny) - I grupa czynników, lub w bardzo długim czasie (dziesiątki godzin) - II grupa czynników.

Czynniki, które są uwarunkowane niezawodnością techniczno-eksploatacyjną, uchybieniami w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej oraz celowymi i przypadkowymi zakłóceniami, oddziałują na polową sieć telekomunikacyjną i jej elementy wielokrotnie i charakteryzują się stabilną powtarzalnością w toku operacji.

W dalszej części dysertacji zostanie określony wpływ negatywnego oddziaływania czynników rażenia współczesnej broni na jakość usług świadczonych przez sieć telekomunikacyjną korpusu w obronie.

Mobilność i adaptacyjność wojskowej polowej sieci telekomunikacyjnej - to właściwość, która przejawia się zdolnością do terminowego rozwijania, rozbudowy i przebudowy (zmian) struktury, odpowiednio do kształtującej się sytuacji operacyjno-taktycznej.

Zakładam podobnie jak to miało miejsce przy gotowości operacyjnej brak negatywnego oddziaływania na funkcjonowanie sieci telekomunikacyjnej korpusu.

Przepustowość w wojskowej polowej sieci telekomunikacyjnej charakteryzuje potencjalne możliwości sieci telekomunikacyjnej w zakresie transmisji strumieni informacyjnych w jednostce czasu, z reguły określa się dla każdego dwubiegunowego elementu polowej sieci telekomunikacyjnej (tj. każdej pary węzłów, linii telekomunikacyjnych, kanału łączności między węzłami lub abonentami).

Sumaryczny czas zajętości relacji między dwoma biegunami sieci w jednostce czasu określa się *obciążeniem*. Przepustowość i obciążenie ma zasadniczy wpływ na jakość realizacji usług przez sieć telekomunikacyjną.

W procesie symulacji zostaną określone wartości obciążenia poszczególnych linii teletransmisyjnych i ich wpływ na jakość realizacji usług z komutacją łączy i dla połączeń nieukierunkowanych.

Bezpieczeństwo wojskowej polowej sieci telekomunikacyjnej to zdolność przeciwstawienia się wszystkim rodzajom rozpoznania przeciwnika oraz próbom wprowadzenia fałszywej informacji.

Jest jednym z najtrudniejszych (najbardziej skomplikowanych) zadań podczas oceny efektywności polowej sieci telekomunikacyjnej, ponieważ istnieją poważne trudności w zakresie budowy adekwatnego modelu sieci.

W przytoczonej w przypisie 1 pracy J. Michniak wyróżnia szereg zestawów przedsięwzięć jakie należy realizować by zwiększyć bezpieczeństwo łączności.

Są to :

- zabezpieczenie przed rozpoznaniem przeciwnika,
- zastosowanie urządzeń utajniających,
- zabezpieczenie przed rozpoznaniem radiolokacyjnym,
- zabezpieczenie przed rozpoznaniem fotograficznym i telewizyjnym,

- zabezpieczenie przed rozpoznaniem w podczerwieni,
- zabezpieczenie niedostępności sieci,
- wykluczenie nie sankcjonowanych działań,
- ochrona i obrona elementów WŁ.

Zdecydowana większość ww. przedsięwzięć ma charakter organizacyjny nie wpływa znacząco na strukturę sieci telekomunikacyjnej dlatego nie będzie przedmiotem dalszych badań.

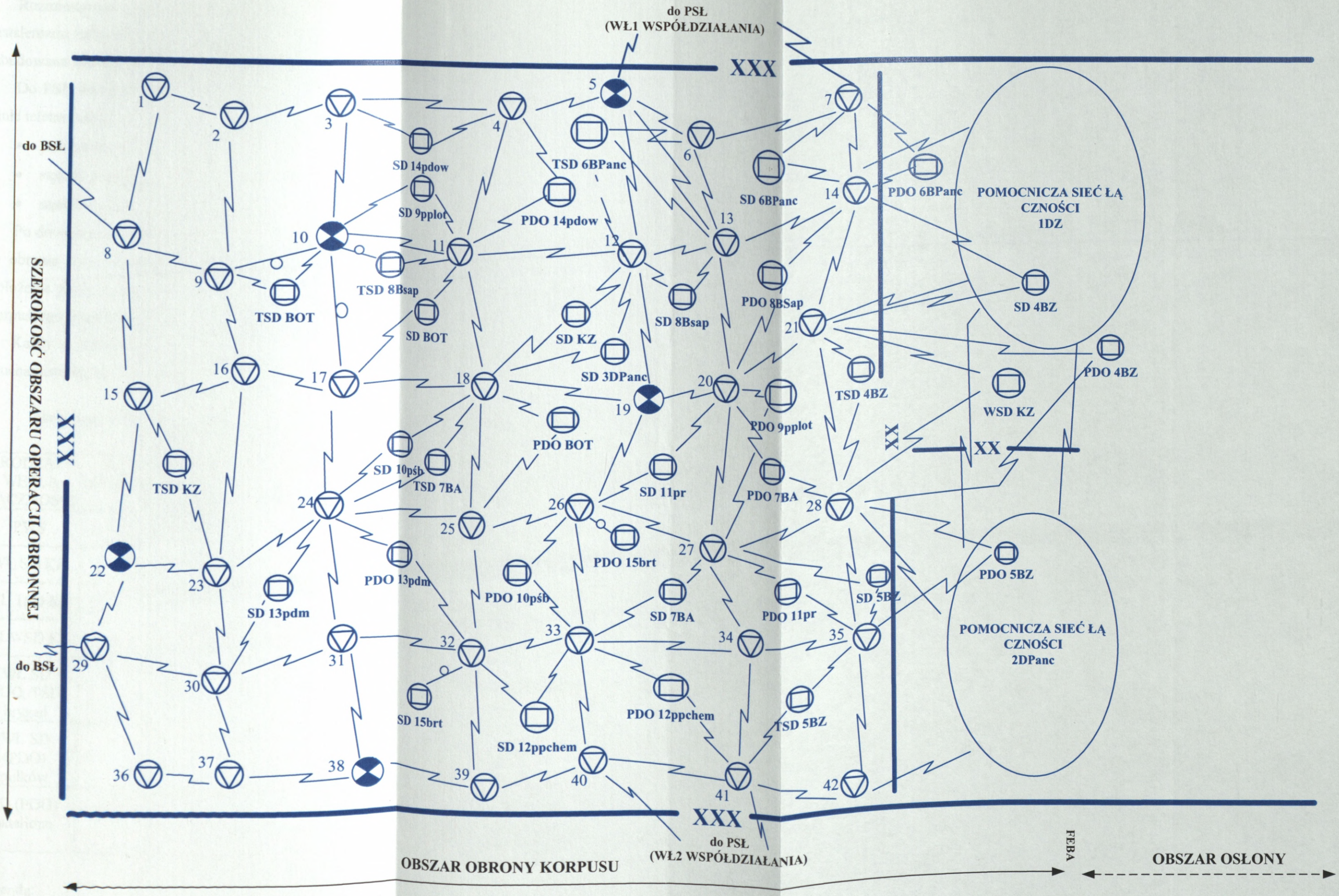
Natomiast należy stwierdzić, że w zakresie technicznym, zidentyfikowany wcześniej sprzęt i urządzenia łączności sieci telekomunikacyjnej zapewniają możliwość realizacji przedsięwzięć z zakresu bezpieczeństwa.

5.3. Struktura sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie

W oparciu o dotychczasowe dociekania a szczególnie w zakresie:

- identyfikacji elementów sieci telekomunikacyjnej,
- usytuowania elementów sieci telekomunikacyjnej w obszarze prowadzenia operacji obronnej,
- oddziaływania różnych czynników otoczenia na sieć telekomunikacyjną wpływu a szczególności:
  - systemu dowodzenia,
  - struktury dowodzenia,
  - wiadomości generowanych na SD,
- identyfikacji nowoczesnych technik i technologii telekomunikacyjnych,
- określenia sprzętu i urządzeń łączności przydatnych do budowy sieci telekomunikacyjnej,
- identyfikacji ogólnej architektury sieci telekomunikacyjnej,

można przedstawić strukturę sieci telekomunikacyjnej KZ w operacji obronnej jak na rysunku 5.1.



Rys.5.1. Struktura sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie
(opracowanie własne)

Rozmieszczenie PWS w obszarze prowadzonej operacji przedstawiono zgodnie z ustaleniami zawartymi w rozdziale drugim. PSŁ obejmuje cały obszar prowadzonej operacji i zbudowana jest w przeważającej ilości z PWS oraz z kilku stacjonarnych węzłów łączności.

Do PSŁ dowiązano dwie dywizyjne pomocnicze sieci łączności oraz pokazano po dwie linie teletransmisyjne w relacjach do sieci łączności:

- przełożonego,
- sąsiada prawego,
- sąsiada lewego.

Po dotychczasowych rozważaniach, a w tym na podstawie zidentyfikowanej struktury KZ w obronie a w szczególności urzutowania jednostek w ugrupowaniu bojowym, przyjęto położenie poszczególnych węzłów łączności stanowisk i punktów dowodzenia korpusu oraz korpuśnego podporządkowania w obszarze prowadzonej operacji.

Każdy z węzłów łączności powiązany jest z PSŁ dwoma liniami teletransmisyjnymi uruchamianymi w relacjach WŁ SD-PWS.

Tabela 5.1

Ilości aparatowni na węzłach łączności sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie
(opracowanie własne)

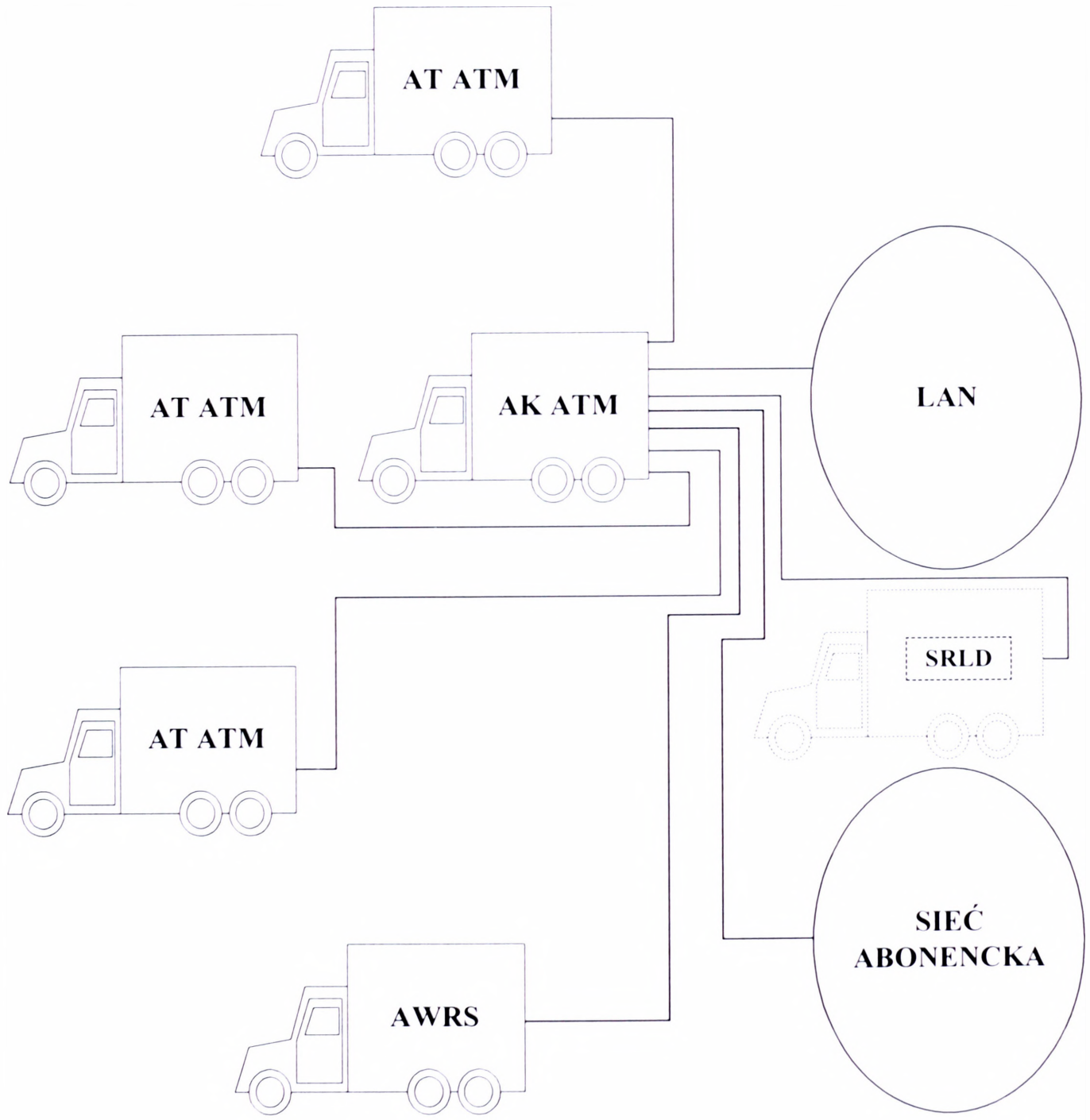
RODZAJ WĘZŁA ŁĄCZNOŚCI	AK ATM	AT ATM	SRLD	AWRS	AZSŁ	UWAGI
PWS	1	3	1*	1	-	
WŁ SD KZ	1	1	1	-	1	
WŁ TSD KZ	1	1	1	-	-	
WŁWSD KZ	1	1	1	-	-	
WŁ SD (PDO, TSD) brygad	1	1	-	-	-	
WŁ SD (PDO) pułków	1	1	-	-	-	
SD (PDO) batalionu	-	-	-	-	-	SD (PDO) brt obsługiwane są przez PWS

Legenda:

* - w wybranych PWS;

SRLD – stacja radioliniowa dalekiego zasięgu

Analizując rysunek można zauważyć, że maksymalna ilość linii teletransmisyjnych wychodzących/przychodzących z/do PWS wynosi – 8. Mając na uwadze zidentyfikowaną wcześniej budowę aparatowni AT ATM można przyjąć, że PWS powinny być zbudowane z co najmniej 3 aparatowni i taką ich liczbę przyjmuję do dalszych badań.



Rys.5.2. Budowa PWS
(opracowanie własne)

DPanc♦ będąca w odwodzie jest rozlokowana na obszarze rozwiniętej sieci telekomunikacyjnej korpusu w oczekiwaniu na zadanie bojowe. Stąd też zakładam, że w

♦ podporządkowana na czas prowadzenia operacji (odwód)

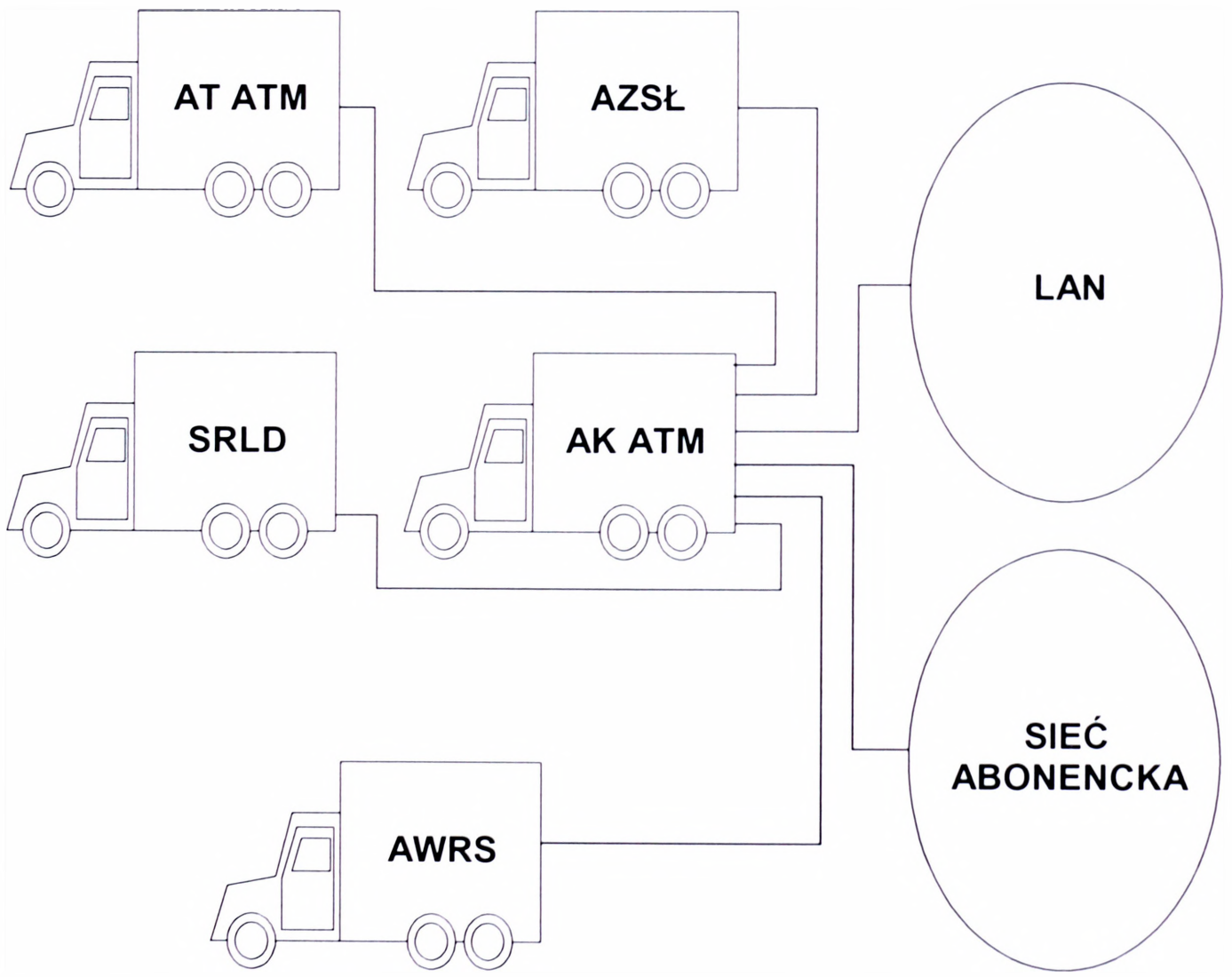
rozpatrywanym fragmencie prowadzonej operacji odwodowa DPanc korzystać będzie jedynie z PSŁ.

Mając na uwadze ogólną architekturę sieci telekomunikacyjnej korpusu i jej węzłów łączności, oraz ilości urządzeń końcowych na stanowiskach dowodzenia a także określoną budowę podstawowych i pomocniczych aparatowni łączności można wskazać ilości tych aparatowni na poszczególnych węzłach łączności korpusu.

Ilości te pokazano w tabeli 5.1.

Na tej podstawie możliwe jest przedstawienie budowy podstawowych węzłów łączności i węzłów łączności stanowisk dowodzenia korpusu i korpuśnego podporządkowania.

Rys.5.2 i 5.3 obrazują odpowiednio budowę PSŁ i WŁ SD KZ w obronie.



Rys.5.3. Budowa węzła łączności SD (WSD, TSD) KZ
(opracowanie własne)

Na rysunkach nie pokazano radiostacji średniej mocy z uwagi na wcześniejsze ustalenia.

Pozostałe węzły łączności stanowisk i punktów dowodzenia korpusu oraz korpuśnego podporządkowania będą podobnie zbudowane mając w swoim składzie aparatownie jak zapisano w tabeli 5.1 powiązanych ze sobą w konfiguracji jak na rys.5.3.

5.4. Ocena jakości opracowanej sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej przy pomocy badania symulacyjnego z wykorzystaniem pakietu komputerowego COMNET III

5.4.1. Ogólna charakterystyka pakietu symulacyjnego COMNET III

Pakiet symulacyjny COMNET III[161] jest narzędziem umożliwiającym analizę różnych typów sieci i budowę modeli systemów wymiany informacji w sieciach komputerowych i telekomunikacyjnych. Wykorzystując pakiet COMNET III istnieje możliwość wykonania modelu systemu (sieci) rzeczywistego tzn. takiego, który rzeczywiście funkcjonuje w świecie, jak i systemu (sieci) hipotetycznego, a następnie przeprowadzenia symulacji komputerowej na tym modelu, której celem jest dostarczenie określonych wyników opisujących zachowanie rzeczywistego systemu.

Efektem końcowym symulacji są raporty zawierające statystyczne wyniki symulacji. Raporty te są podstawą do dalszej analizy wyników symulacji i oceny zbudowanego modelu pod kątem spełnienia wymagań, jakie stawiamy określonemu systemowi łączności.

Raporty przedstawiają wszystkie zdarzenia, które wystąpiły w trakcie symulacji. Analizując wyniki symulacji dla danego modelu systemu można stwierdzić, czy model o zadanych parametrach spełnia założone oczekiwania w zakresie wymiany informacji, ewentualnie wprowadzić określone zmiany w modelu.

Pakiet COMNET III dostarcza jedynie statystyki dotyczące działania modelowanego systemu, bowiem eksperyment symulacyjny nie pozwala na uzyskanie wyników w postaci dokładnych ocen poszukiwanych wielkości. W związku z tym należy przeprowadzić ich statystyczną ocenę, co wymaga dodatkowo rozwiązania problemów związanych z opracowaniem i weryfikacją wyników symulacji.

COMNET III nie wskazuje użytkownikowi co należałoby zmienić, aby otrzymać optymalny model systemu łączności. Oznacza to, że chcąc określić wpływ zmian dokonywanych w modelu, użytkownik jest zmuszony do przeprowadzenia samodzielnej analizy wyników.

---

[161] Z. Pencak, J. Jarmakiewicz, COMNET III – instrukcja użytkownika, ISŁ WEL WAT, Warszawa 2000r.

Pomimo to pakiet COMNET III jest niezwykle pomocnym narzędziem zwłaszcza dla projektantów systemów (sieci) łączności. Przystępując do modelowania w zakresie opisywania rzeczywistości, należy określić zbiór danych wejściowych charakteryzujących badany model i sposób ich przedstawienia w modelu.

Zbiór ten powinien uwzględnić wszystkie czynniki oddziaływujące na model, które mają wpływ na jego zachowanie.

Ogólnie pakiet COMNET III ma zastosowanie m.in.do:

a) oceny alternatywnych rozwiązań we wstępnych fazach projektowania systemu łączności;
b) przewidywania co się, stanie jeśli zastąpimy rozkład jednej z wielkości innym rozkładem prawdopodobieństwa;
c) planowania przepustowości systemu łączności;
d) weryfikacji zakładanych wartości miar jakości systemu łączności.

5.4.2. Model sieci telekomunikacyjnej korpusu w operacji obronnej

W pakiecie COMNET III model jest tworzony w czterech następujących krokach:

a) KROK 1 – wybór węzłów, linii i źródeł ruchu, czyli elementów składowych systemu wybór ten realizuje się poprzez umieszczenie w odpowiednim miejscu ekranu określonej ikony symbolizującej dany element systemu;
b) KROK 2 – połączenie tych ikon, określające wzajemne relacje między poszczególnymi elementami modelu;
c) KROK 3 - zdefiniowanie dla każdego elementu w okienku dialogowym parametrów, które go charakteryzują;
d) KROK 4 – weryfikacja modelu, mająca na celu wykrycie popełnionych przy modelowaniu systemu błędów, których istota jest sprzeczna z zasadami tworzenia sieci telekomunikacyjnych lub prawami matematyki (np.: rachunku prawdopodobieństwa).

4.4.2.1. Topologia modelu sieci radioliniowo - przewodowej

Początkową czynnością budowy modelu symulacyjnego jest identyfikacja elementów składowych sieci rzeczywistej i odwzorowanie ich cech w modelu. Rzeczywiste sieci

telekomunikacyjne budowane są z następujących urządzeń fizycznych i elementów programowych:

a) węzłów sieci telekomunikacyjnej (urządzeń komutacyjnych, urządzeń dostępowych, koncentratorów, multiplekserów), końcowych urządzeń abonenckich (aparaty telefoniczne, faksy, komputery), urządzeń realizujących konwersję protokołów zarówno warstwy fizycznej jak i warstw wyższych (repeatery, bridge, routery, gatewaye);
b) linii telekomunikacyjnych, przy wykorzystaniu których realizowana jest wymiana wiadomości pomiędzy węzłami sieci, mogą one być budowane z wykorzystaniem różnych mediów o różnych szybkościach transmisji;
c) protokołów telekomunikacyjnych np. HDLC, TCP/IP, X.25.

Topologia badanego modelu, oparta jest na podstawowych węzłach łączności, stacjonarnych węzłach łączności (SWŁ pełniących rolę PWS) oraz węzłach łączności stanowisk i punktów dowodzenia, które wraz z teletransmisyjnymi liniami łącznikowymi i dostępowymi tworzą podstawową sieć łączności w obronie.

W modelu występują następujące węzły łączności:

1. 1xWŁ Dowództwa Połączonych Operacji;
2. 2xWŁ jednostek współdziałających (funkcjonujące w psł dywizji sąsiednich);
3. WŁ SD KZ;
4. WŁ TSD KZ;
5. WŁ WSD KZ;
6. WŁ SD 1DZ;
7. WŁ TSD 1DZ;
8. WŁ WSD 1DZ;
9. WŁ SD 2DPanc;
10. WŁ TSD 2DPanc;
11. WŁ WSD 2DPanc;
12. WŁ SD 3DPanc;
13. WŁ SD 4BZ;
14. WŁ TSD 4BZ;
15. WŁ PDO 4BZ;
16. WŁ SD 5BZ;
17. WŁ TSD 5BZ;
18. WŁ PDO 5BZ;

19. WŁ SD 6BPanc;
20. WŁ TSD 6BPanc;
21. WŁ PDO 6BPanc;
22. WŁ SD 7BA;
23. WŁ TSD 7BA;
24. WŁ PDO 7BA;
25. WŁ SD 8BSap;
26. WŁ TSD 8BSap;
27. WŁ PDO 8BSap;
28. WŁ SD BOT;
29. WŁ TSD BOT;
30. WŁ PDO BOT;
31. WŁ SD 9pplot;
32. WŁ PDO 9pplot;
33. WŁ SD 10pśb;
34. WŁ PDO 10pśb;
35. WŁ SD 11pr;
36. WŁ PDO 11pr;
37. WŁ SD 12ppchem;
38. WŁ PDO 12ppchem;
39. WŁ SD 13pdm;
40. WŁ PDO 13pdm;
41. WŁ SD 14pdow;
42. WŁ PDO 14pdow;
43. WŁ SD 15brt
44. WŁ PDO 15brt
45. PWS nrnr. 1-42 (w tym Stacjonarne WŁ nrnr. 5, 10, 19, 22, 38)

Ww. węzły łączności zostały schematycznie rozmieszczone w obszarze prowadzonej operacji i powiązane liniami teletransmisyjnymi identycznie jak na rys.5.1.

Fragmenty struktury modelu sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie zbudowany za pomocą matematycznych modeli systemów dyskretnych dostępnych w pakiecie COMNET III przedstawiono w załącznikach 5.1 i 5.2. Inne wybrane okna dialogowe modelu, a w tym dotyczące struktury WŁ SD KZ, opisu usługi telefonicznej i e-mail zawarto w załącznikach 5.3-5.5.

5.4.2.2. Parametry elementów modelu sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie

Podczas budowy modelu otoczenia telekomunikacyjnego przyjęto, że struktury systemów dowodzenia wszystkich dywizji (brygad, pułków) są identyczne na poszczególnych szczeblach dowodzenia. Odpowiednio założono identyczne strumienie ruchu telekomunikacyjnego generowanego z węzłów łączności stanowisk dowodzenia dla poszczególnych szczebli dowodzenia.

Ponadto założono, że:

- brak jest bezpośrednich relacji telekomunikacyjnych między węzłami dowodzenia SD,
- model podstawowej sieci łączności został wykonany w postaci kraty (6x7 PWS) na przecięciu, których znajdują się węzły ATM. Połączenia między węzłami są realizowane liniami radioliniowymi (światłowodami) o przepływnościach 4Mb/s,
- współdzielenie zasobów teletransmisyjnych TLL i TLD na potrzeby połączeń telefonicznych (pokrewnych) i wymiany wiadomości przy pomocy komputerów ustalono na 50%,
- centrale PBX lokalnych podsystemów łączności wszystkich punktów dowodzenia dołączone są do węzła ATM linią o przepływności 8 Mb/s,
- rozdział ruchu do poszczególnych SD został dokonany z uwzględnieniem współczynników zainteresowania dla danej relacji.
- PSŁ umożliwiała przenoszenie ruchu heterogenicznego tzn. realizowanego w trybie komutacji pakietów ATM oraz w trybie komutacji kanałów. Usługami, które zamodelowano w trybie komutacji kanałów były: transmisja mowy, sygnału faksowego i wideokonferencyjnego.
- Wytyczanie drogi połączenia z minimalną ilością skoków.

Elementy funkcjonalne węzłów łączności zostały opisane identyfikującymi je nazwami.

Założono na podstawie wcześniejszych dociekań, że w skład abonenckiej struktury modelu węzłów łączności punktów dowodzenia wchodzą:

- generatory ruchu sieci LAN realizujących usługi sieci komputerowych, takich jak:
    - poczta elektroniczna (e-mail),
    - transfer plików FTP,
    - dostęp do baz danych,
    - dostęp do serwera stron WWW.

Usługi sieci komputerowych były realizowane przez źródła ruchu zgodnie z protokołem transportowym ATM - VBR AAL3/4.

Do każdego z węzłów łączność dowiązane są podsieci za pomocą linii przewodowych. W każdej podsieci znajdują się urządzenia końcowe telefony, faksy, aparaty wideokonferencyjne (w wybranych SD), komputery (w postaci generatorów ruchu) z których korzystają obsady stanowisk dowodzenia.

Usługi zaimplementowane w generatorach ruchu były realizowane zgodnie z opisami zawartymi w tabelach 5.2-5.12 (opracowanie własne).

Dla usług telekomunikacyjnych z komutacją kanałów (telefonia, wideotelefonia i faks) przyjęto następujące natężenie natężenia ruchu:

- poziom I – 0,15 Erl,
- poziom II – 0,3 Erl.

W przypadku pozostałych usług przewidziano realizację usług przypadających na pojedynczy komputer z częstotliwością dla poziomu I:

- e-mail – 1/h (wysyłanie),
- ftp – 6 (razem odczyt i zapis)/h,
- http – 5 stron/h,
- bd – 4 (razem odczyt i zapis)/h.

Tabela 5.2

Parametry źródeł ruchu na SD KZ

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				I	II
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	23,06	11,53
		Priorytet II	W	23,06	11,53
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	48	24
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Wideokonferencja	Ilość połączeń na godzinę			1	1
	Czas trwania połączenia [min]		N	4	8
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	210	420
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	34,2	17,1

	Czas sesji [s]	N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]	P	2	2
	Czas między transakcjami [s]	W	30	30
	Rozmiar pakietu zwracanego i wysyłanego [B]	N	256	512
	Liczba transakcji na sesję	N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]		50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]	P	315	630
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]	W	22,8	11,4
	Rozmiar pliku [B]	N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]	P	262,5	525
	Czas między ładowanymi stronami [s]	W	3,45	6,9
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]	W	10	10
	Wielkość obiektu [B]	N	3000	3000
	Wielkość strony [B]	N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]		0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]	W	34,2	17,1
	Rozmiar wiadomości [B]	R	1000-10000	1000-10000

Oznaczenia:

W – rozkład wykładniczy,

N – rozkład normalny,

P –rozkład Poissona,

R – rozkład równomierny.

Tabela5.3

Parametry źródeł ruchu na TSD KZ

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	66,6	33,3
		Priorytet II	W	66,6	33,3
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	133,4	66,7
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	72	144
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	100	50
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	30	30
	Rozmiar pakietu zwracanego przez serwer [B]		N	256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	108	216
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	66,6	33,3
	Rozmiar pliku [B]		N	4000	4000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	90	180
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	40	20
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	100	50
	Rozmiar wiadomości [B]		R	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.4

Parametry źródeł ruchu WSD KZ

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	240	120
		Priorytet II	W	240	120
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		W	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	400	200
	Czas połączenia [s]			180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	22	44
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	327,2	163,6
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	150	300
	Czas między transakcjami [s]		W	2	2
	Rozmiar pakietu zwracanego przez serwer [B]			256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	33	66
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	218,2	109,1
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	27,5	55
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	131	65,5
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	327,3	163,6
	Rozmiar wiadomości [B]		R	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.5

Parametry źródeł ruchu dywizji

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	24	12
		Priorytet II	W	22,2	11,1
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	133,4	66,7
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Wideokonferencja	Ilość połączeń na godzinę			1	1
	Czas trwania połączenia [min]			5	10
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			100	100
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	90	180
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	80	40
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	30	30
	Rozmiar pakietu zwracanego przez serwer [B]			256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	90	270
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	53,4	26,7
	Rozmiar pliku [B]		N	4000	4000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	112,5	225
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	32	16
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	80	40
	Rozmiar wiadomości [B]		R	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.6

Parametry źródeł ruchu na SD brygady

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	109,2	54,6
		Priorytet II	W	109,2	54,6
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	300	150
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	46	92
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	156,6	78,3
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	2	2
	Rozmiar pakietu zwracanego przez serwer [B]			256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	69	138
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	104,4	52,2
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	57,5	115
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	62,6	31,3
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	156,6	78,3
	Rozmiar wiadomości [B]		R	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.7

Parametry źródeł ruchu na TSD brygady

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	400	200
		Priorytet II	W	400	200
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	400	300
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	14	28
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	1028,6	514,3
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	2	2
	Rozmiar pakietu zwracanego przez serwer [B]			256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	21	42
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	342,8	174,4
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	17,5	35
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	205,6	102,8
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	514,2	257,1
	Rozmiar wiadomości [B]		N	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.8

Parametry źródeł ruchu na PDO brygady

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	1200	600
		Priorytet II	W	1200	600
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	48	24
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	6	12
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	1200	600
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	2	2
	Rozmiar pakietu zwracanego przez serwer [B]		N	256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	9	18
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	800	400
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	7,5	15
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	480	240
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	1200	600
	Rozmiar wiadomości [B]		R	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.9

Parametry źródeł ruchu na SD pułku

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	200	100
		Priorytet II	W	171,4	85,7
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	600	300
	Czas połączenia [s]		N	100	100
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]		P	50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		W	28	56
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		N	257	128,6
	Czas sesji [s]		P	30	30
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		W	2	2
	Czas między transakcjami [s]			30	30
	Rozmiar pakietu zwracanego i wysyłanego przez serwer [B]		N	256	512
	Liczba transakcji na sesję			5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	42	84
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	171,4	85,7
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	35	70
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	102,8	51,4
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	257,2	128,6
	Rozmiar wiadomości [B]		R	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.10

Parametry źródeł ruchu na PDO pułku

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	1200	600
		Priorytet II	W	1200	600
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	1200	600
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	6	12
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	1200	600
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	2	2
	Rozmiar pakietu zwracanego i wysyłanego [B]		N	256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	9	18
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	800	400
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	35	70
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	480	240
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	1800	900
	Rozmiar wiadomości [B]		N	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.11

Parametry źródeł ruchu na SD brt

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	1200	600
		Priorytet II	W	1200	600
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Faks	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet II	W	1200	600
	Czas połączenia [s]		N	180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h]		P	6	12
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		W	1200	600
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	30	30
	Rozmiar pakietu zwracanego i wysyłanego [B]		N	256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	9	18
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	800	400
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	7,5	15
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	480	240
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	1200	600
	Rozmiar wiadomości [B]		R	1000-10000	1000-10000

Tabela 5.12

Parametry źródeł ruchu na PDO brt

Typ usługi	Parametry usługi		Rozkład	Natężenie ruchu	
				Poziom mały	Poziom duży
1	2		3	4	5
Telefonia	Czas między wywołaniami [s]	Priorytet I	W	-	-
		Priorytet II	W	1200	600
		Priorytet III	W	1200	600
	Czas rozmowy [s]		N	180	180
Dostęp do baz danych	Stosunek odczyt/zapis [%]			50	50
	Liczba sesji na godz. [1/h] odczyt + zapis		P	4	8
	Czas między sesjami [s] odczyt lub zapis		W	1800	900
	Czas sesji [s]		N	150	300
	Liczba transakcji na min. w ciągu sesji [1/min]		P	2	2
	Czas między transakcjami [s]		W	30	30
	Rozmiar pakietu zwracanego i wysyłanego [B]		N	256	512
	Liczba transakcji na sesję		N	5	10
FTP	Stosunek odczyt zapis [%]			50	50
	Liczba wymienianych plików na godz. (odczyt + zapis) [1/h]		P	6	12
	Czas pomiędzy wymianą plików (odczyt lub zapis) [s]		W	1200	600
	Rozmiar pliku [B]		N	40000	40000
HTTP	Liczba przeglądanych stron na godzinę [1/h]		P	5	10
	Czas między ładowanymi stronami [s]		W	720	360
	Liczba obiektów na stronę [1/strona]		W	10	10
	Wielkość obiektu [B]		N	3000	3000
	Wielkość strony [B]		N	30000	30000
	Rozproszenie obiektów strony [%]			0	0
E-mail	Czas między wysyłanymi wiadomościami [s]		W	1800	900
	Rozmiar wiadomości [B]		N	1000-10000	1000-10000

Rozpływ ruchu telekomunikacyjnego generowanego przez abonentów został ukierunkowany zgodnie z ustaleniami dotyczącymi funkcjonowania systemu dowodzenia jednak z możliwością realizacji usług telekomunikacyjnych między dowolnymi osobami funkcyjnymi stanowisk dowodzenia przebywającymi na dowolnych punktach dowodzenia.

Ponadto przyjęto wielkość ruchu skierowanego z PSD do punktów dowodzenia objętych siecią telekomunikacyjną KZ jako równoważnik ruchu generowanego na SD KZ a

wychodzącego z SD oddziałów współdziałających jako równoważnik ruchu generowanego na SD brygady.

Widok wybranych okien COMNET III służących do wprowadzania parametrów przedstawiają załączniki 5.1-5.4.

5.4.2. Scenariusz symulacji

Symulacje zostały przeprowadzone zgodnie z dwoma scenariuszami:

1. wszystkie węzły łączności w strukturze sieci telekomunikacyjnej KZ były sprawne,
2. zostało zniszczonych (obezwładnionych) 8 PWS o numerach 1, 3, 16, 20, 29, 35, 40 i 41 (numeracja PWS szeregami od lewej strony).

Jest oczywiste, że w trakcie działań wojennych należy się liczyć z obezwładnianiem nie tylko PWS ale również innych węzłów łączności. W badaniach symulacyjnych nie uwzględniono sytuacji wyeliminowania WŁ punktów dowodzenia ponieważ taka sytuacja niosłaby za sobą jednoczesne zmniejszenie ruchu telekomunikacyjnego co w efekcie dawałoby fałszywy obraz jakości uszkodzonego obiektu badań.

Symulacje każdego scenariusza zostały przeprowadzone dla dwóch natężeń ruchu: poziomu podstawowego i wysokiego.

Czas obserwacji i zbierania wyników został ustalony na 1/2 GNR (godziny największego ruchu) funkcjonowania systemu.

W celu zapewnienia niezależności wyników od warunków początkowych (niestabilność procesu) przebieg każdej symulacji był wydłużony na wstępie o 300 s podczas których nie zbierano wyników. Wartość czasu rozruchu na poziomie 300 s ustalono eksperymentalnie.

Liczność próby statystycznej do oszacowania wartości zmiennej losowej wyznaczono, przy założeniu poziomu ufności $(1-\alpha) = 0{,}95$ i żądanej dokładności wyznaczenia wartości średniej na poziomie 30% odchylenia standardowego. W związku z powyższym:

$$n = \frac{(\sigma \cdot U_{\alpha/2})^2}{d^2} = \frac{(\sigma \cdot 1{,}96)^2}{(0{,}3 \cdot \sigma)^2} \approx 42{,}7$$

gdzie:

σ^2 – odchylenie standardowe wartości średniej,

$U_{\alpha/2}$ – jest wartością standaryzowanej zmiennej losowej o rozkładzie $N(0,1)$,

d – dokładność wyznaczenia wartości średniej.

Dla $(1-\alpha)=0{,}95$, $U_{\alpha_2}=1{,}96$, a więc liczność próby powinna wynosić n=43.

5.4.3. Wyniki

W wyniku przeprowadzonych przebiegów symulacyjnych uzyskano dane niezbędne do oceny badanego obiektu.

Do najbardziej istotnych wskaźników zaliczono:

- prawdopodobieństwo wystąpienia blokad w TLŁ i TLD,
- prawdopodobieństwo niezrealizowania usługi telekomunikacyjnej,
- opóźnienie wiadomości.

Pozyskane wyniki opracowano i zamieszczono w poniższych tabelach opracowanie własne).

Tabela 5.13

Średnie prawdopodobieństwo wystąpienia blokad wywołań w TLŁ i TLD oraz wykorzystanie TLŁ i TLD w sieci telekomunikacyjnej KZ

Relacja	Śr. prawdopodobieństwo blokad w TLŁ (TLD)/wykorzystanie TLŁ (TLD) [%]			
	sieć bez uszkodzonych węzłów		sieć z 8 uszkodzonymi PWS	
	Poziom ruchu I	Poziom ruchu II	Poziom ruchu I	Poziom ruchu II
PWS1-PWS2	0/4,45	0/10,73	0/0	0/0,68
PWS2-PWS3	0/4,45	0/11,32	-/-	-/-
PWS3-PWS4	0/8,11	0/20,70	-/-	-/-
PWS4-PWS5	0/8,68	0/46,59	0/10,03	0,2/82,79
PWS5-PWS6	0/8,08	0/45,51	0/14,26	0,53/96,20
PWS6-PWS7	0/5,69	0/23,60	0/12,63	0,07/91,88
PWS8-PWS9	0/6,51	0/15,78	0/17,88	0,03/68,31
PWS9-PWS10	0/6,51	0/38,22	0/15,56	0/63,36
PWS10-PWS11	0/14,59	0/42,4	0/28,55	0,07/84,74
PWS11-PWS12	0/58,83	0,13/90,55	0/43,81	0,35/94,50
PWS12-PWS13	0/56,40	0,10/89,92	0/74,16	0,71/96,99
PWS13-PWS14	0/38,12	0/73,08	0/72,68	0,37/96,07
PWS15-PWS16	0/37,61	0/71,96	-/-	-/-
PWS16-PWS17	0/60,53	0/63,96	-/-	-/-
PWS17-PWS18	0/60,65	0,02/81,19	0/16,25	0,07/80,93
PWS18-PWS19	0/43,92	0,07/89,90	0/16,06	0,1/86,98
PWS19-PWS20	0/43,92	0,16/91,27	-/-	-/-
PWS20-PWS21	0/35,85	0,03/74,40	-/-	-/-/
PWS22-PWS23	0/23,51	0/49,30	0/15,71	0/47,41
PWS23-PWS24	0/12,10	0/61,48	0/33,79	0,07/83,85
PWS24-PWS25	0/22,26	0,01/71,35	0/39,20	0,1/80,78
PWS25-PWS26	0/42,21	0,03/76,97	0/53,62	0,17/92,33
PWS26-PWS27	0/45,72	0,04/87,45	0/68,38	0,47/96,17
PWS27-PWS28	0/35,02	0/65,26	0/76,37	0,82/97,68
PWS29-PWS30	0/48,88	0/65,87	0/61,58	0,03/77,25
PWS30-PWS31	0/50,45	0,01/66,26	0/65,54	0,04/79,06
PWS31-PWS32	0/41,50	0,01/64,27	0/55,01	0,03/79,06
PWS32-PWS33	0/34,92	0,03/80,95	0/52,96	0,05/84,70
PWS33-PWS34	0/24,36	0/73,39	0/44,73	0,1/90,20
PWS34-PWS35	0/19,62	0/54,55	-/-	-/-

PWS36-PWS37	0/5,81	0/9,66	-/-	-/-
PWS37-PWS38	0/9,34	0/14,00	0/5,96	0/17,06
PWS38-PWS39	0/9,34	0/14,52	-/-	-/-
PWS39-PWS40	0/11,39	0/17,39	-/-	-/-
PWS40-PWS41	0/16,55	0/23,22	-/-	-/-
PWS41-PWS42	0/8,14	0/12,79	-/-	-/-
PWS1-PWS8	0/4,77	0/10,07	0/0,00	0/0,68
PWS8-PWS15	0/6,43	0/17,47	0/16,51	0/63,76
PWS15-PWS22	0/2,82	0/3,56	0/19,14	0/44,67
PWS22-PWS29	0/28,33	0/52,87	0/3,43	0/43,06
PWS29-PWS36	0/5,81	0/9,66	-/-	-/-
PWS2-PWS9	0/0,00	0/1,24	0/0,00	0/0,68
PWS9-PWS16	0/2,21	0/29,63	-/-	-/-
PWS16-PWS23	0/26,17	0/31,81	-/-	-/-
PWS23-PWS30	0/10,76	0/14,46	0/5,46	0/27,93
PWS30-PWS37	0/3,53	0/4,34	0/5,96	0/17,06
PWS3-PWS10	0/1,33	0/7,08	-/-	-/-
PWS10-PWS17	0/12,97	0/37,61	0/7,92	0/45,50
PWS17-PWS24	0/7,62	0/23,48	0/16,98	0,1/83,80
PWS24-PWS31	0/11,63	0/23,28	0/13,50	0/52,09
PWS31-PWS38	0/0,00	0/0,52	0/0,00	0/3,73
PWS4-PWS11	0/4,13	0/27,82	0/8,11	0,09/89,10
PWS11-PWS18	0/45,56	0/71,13	0/25,99	0,14/92,11
PWS18-PWS25	0/36,77	0/61,98	0/51,40	0,22/93,17
PWS25-PWS32	0/25,77	0/53,15	0/36,83	0,01/72,06
PWS32-PWS39	0/2,06	0/2,06	0/0,00	0/9,75
PWS5-PWS12	0/26,24	0/26,84	0/25,68	0,2/91,89
PWS12-PWS19	0/22,20	0,06/87,10	0/45,84	0,34/95,55
PWS19-PWS26	0/22,20	0,02/75,50	0/41,49	0,24/92,87
PWS26-PWS33	0/16,72	0/34,05	0/21,55	0,05/79,14
PWS33-PWS40	0/4,49	0/9,23	-/-	-/-
PWS6-PWS13	0/1,79	0/15,88	0/1,26	0/45,34
PWS13-PWS20	0/23,67	0,01/66,47	-/-	-/-
PWS20-PWS27	0/14,59	0,01/14,59	-/-	-/-
PWS27-PWS34	0/10,18	0/40,76	0/44,73	0,08/90,20
PWS34-PWS41	0/5,43	0/8,93	-/-	-/-
PWS7-PWS14	0/11,34	0/18,83	0/15,53	0/74,71
PWS14-PWS21	0/22,58	0/61,39	0/56,30	0/96,30
PWS21-PWS28	0/18,46	0/42,33	0/40,95	0,54/71,91
PWS28-PWS35	0/22,92	0/39,78	-/-	-/-
PWS35-PWS42	0/8,14	0/12,79	-/-	-/-
PSD-PWS8	0/2,81	0/3,22	0/34,32	0/2,62
PSD-PWS29	0/41,51	0/64,05	0/32,51	0/60,16
WŁ1WSPÓŁ-PWS5	0/8,31	0/11,35	0/7,98	0/13,70
WŁ1WSPÓŁ-PWS7	0/33,84	0/50,46	0/32,91	0/56,22
WŁ2WSPÓŁ-PWS40	0/17,12	0/27,6	0/18,82	0/40,01
WŁ2WSPÓŁ-PWS42	0/0,17	0/4,22	-/-	-/-
SD KZ-PWS18	0/63,83	0,52/96,56	0/50,99	0,57/96,50
SD KZ-PWS12	0/37,19	0,45/96,13	0/46,09	0,37/96,10
WSD KZ-PWS21	0/17,05	0/41,35	0/19,48	0/34,71
WSD KZ-PWS28	0/10,90	0/20,32	0/16,99	0/27,06
TSD KZ-PWS15	0/46,86	0,05/85,15	0/32,58	0/64,77
TSD KZ-PWS23	0/18,83	0/40,14	0/23,54	0/49,08
1DZ-PWS14	0/28,35	0/53,87	0/23,54	0/38,03
1DZ-PWS21	0/0,00	0/0,45	0/24,70	0/0
2DPanc-PWS28	0/9,22	0/17,83	0/12,28	0/21,71
2DPanc-PWS42	0/3,85	0/4,72	-/-	-/-
3DPanc-PWS18	0/0	0/0	0/0,00	0/0,54

3DPanc-PWS12	0/30,62	0/53,09	0/28,42	0/52,85
SD 4BZ-PWS14	0/37,11	0/54,61	0/20,28	0/40,54
SD 4BZ-PWS21	0/3,26	0/21,45	0/25,86	0/37,84
TSD 4BZ-PWS21	0/7,81	0/10,09	0/4,44	0/6,97
TSD 4BZ-PWS28	0/9,22	0/17,83	0/11,16	0/15,80
PDO 4BZ-PWS7	0/17,40	0/17,38	0/8,40	0/9,55
PDO 4BZ-PWS14	0/1,37	0/12,39	0/1,90	0/8,85
SD 5BZ-PWS27	0/10,38	0/14,68	0/23,98	0/50,34
SD 5BZ-PWS35	0/13,14	0/44,81	-/-	-/-
TSD 5BZ-PWS41	0/16,66	0/17,38	-/-	-/-
TSD 5BZ-PWS35	0/1,78	0/1,81	-/-	-/-
PDO 5BZ-PWS35	0/6,73	0/19,40	-/-	-/-
PDO 5BZ-PWS28	0/3,85	0/4,72	0/12,28	0/21,71
SD 6BPanc-PWS14	0/1,08	0/6,94	0/1,90	0/8,85
SD 6BPanc–PWS7	0/1,37	0/9,18	0/3,18	0/18,44
TSD 6BPanc-PWS13	0/6,28	0/22,30	0/7,41	0/17,19
TSD 6BPanc-PWS6	0/1,93	0/6,07	0/1,91	0/6,78
PDO 6BPanc-PWS7	0/1,37	0/6,94	0/1,90	0/8,85
PDO 6BPanc-PWS14	0/7,40	0/28,08	0/8,40	0/15,32
SD 7BA-PWS27	0/17,21	0/42,90	0/23,07	0/34,39
SD 7BA-PWS33	0/2,79	0/4,79	0/5,09	0/14,92
TSD 7BA-PWS18	0/7,56	0/9,74	0/7,31	0/15,75
TSD 7BA-PWS24	0/3,00	0/3,81	0/3,98	0/4,01
PDO 7BA-PWS20	0/2,49	0/2,88	-/-	-/-
PDO 7BA-PWS28	0/5,81	0/10,73	0/5,04	0/10,16
SD 8BSap-PWS12	0/17,91	0/46,70	0/24,11	0/46,49
SD 8BSap-PWS13	0/1,06	0/2,87	0/1,86	0/3,37
TSD 8BSap-PWS10	0/3,92	0/4,38	0/0,69	0/4,95
TSD 8BSap-PWS11	0/9,36	0/11,92	0/6,24	0/10,17
PDO 8BSap-PWS14	0/0,42	0/2,45	0/6,87	0/18,49
PDO 8BSap-PWS20	0/7,60	0/25,36	-/-	-/-
SD BOT-PWS11	0/1,93	0/1,88	0/1,42	0/4,85
SD BOT-PWS17	0/22,43	0/37,97	0/20,46	0/36,75
TSD BOT-PWS9	0/3,48	0/11,92	0/2,32	0/5,62
TSD BOT-PWS10	0/2,21	0/4,38	0/9,43	0/12,83
PDO BOT-PWS18	0/2,82	0/7,31	0/1,85	0/4,20
PDO BOT-PWS25	0/3,17	0/7,41	0/7,68	0/9,11
SD 9pplot-PWS10	0/8,42	0/23,97	0/13,58	0/26,67
SD 9pplot-PWS11	0/21,85	0/53,55	0/17,12	0/32,67
PDO 9pplot-PWS20	0/14,46	0/26,17	-/-	-/-
PDO 9pplot-PWS27	0/4,47	0/8,70	0/17,12	0/32,44
SD 10pśb-PWS18	0/0,39	0/1,95	0/1,32	0/1,10
SD 10pśb-PWS24	0/10,69	0/21,80	0/15,15	0/24,01
PDO 10pśb-PWS26	0/5,72	0/9,51	0/4,23	0/10,81
PDO 10pśb-PWS33	0/2,69	0/4,20	0/0,62	0/4,91
SD 11pr-PWS20	0/0,78	0/0,36	-/-	-/-
SD 11pr-PWS26	0/6,80	0/19,62	0/11,63	0/20,07
PDO 11pr-PWS27	0/11,64	0/12,64	0/7,20	0/11,77
PDO 11pr-PWS35	0/0	0/0	-/-	-/-
SD 12pchem-PWS32	0/9,33	0/21,91	0/16,52	0/21,51
SD 12pchem-PWS33	0/2,26	0/3,33	0/4,28	0/6,32
PDO 12pchem-PWS33	0/6,80	0/8,37	0/11,10	0/10,03
PDO 12pchem-PWS41	0/0	0/0	-/-	-/-
SD 13pdm-PWS24	0/3,61	0/5,51	0/3,22	0/5,44
SD 13pdm-PWS30	0/8,00	0/13,02	0/10,48	0/26,52
PDO 13pdm-PWS24	0/8,81	0/11,83	0/6,64	0/13,13
PDO 13pdm-PWS32	0/0	0/0,65	0/0	0/0
SD 14pdow-PWS3	0/7,93	0/22,34	-/-	-/-

SD 14pdow-PWS4	0/3,97	0/4,27	0/8,59	0/30,03
PDO 14pdow-PWS4	0/5,78	0/9,41	0/5,28	0/7,42
PDO 14pdow-PWS11	0/3,30	0/6,98	0/2,28	0/6,18
SD 15brt-PWS32	0/31,30	0,01/63,91	0/34,32	0/71,89
PDO 15brt-PWS26	0/8,18	0/9,77	0/4,53	0/10,69
Średnia dla sieci	0/14,86	0,012/29,92	0/19,48	0,0626/42,04
Wartość max. dla TLŁ	0/58,83	0,13/90,55	0/76,37	0,82/97,68
Wartość max. dla TLD	0/63,83	0,52/96,56	0/50,99	0,57/96,50

Tabela 5.14

Średnie prawdopodobieństwo blokady usług telefonicznych (faksowych, wideokonferencyjnych) w sieci telekomunikacyjnej KZ

Umiejscowienie generatora usługi/rodzaj usługi	Prawdopodobieństwo blokady usług telekomunikacyjnych			
	węzły bez uszkodzeń		węzły z uszkodzeniami	
	poziom ruchu		poziom ruchu	
	I	II	I	II
PSD/FAKS	0,000	0,013	0,000	0,756
PSD/TLF1	0,000	0,062	0,000	0,712
PSD/TLF2	0,000	0,031	0,000	0,665
PSD/TLF3	0,000	0	0,000	0,101
WŁ1/FAKS	0,000	0	0,000	0,680
WŁ1/TLF1	0,000	0,237	0,000	0,626
WŁ1/TLF2	0,000	0,111	0,000	0,632
WŁ1/TLF3	0,000	0	0,000	0,000
WŁ2/FAKS	0,000	0,091	0,000	0,562
WŁ2/TLF1	0,000	0,188	0,000	0,809
WŁ2/TLF2	0,000	0	0,000	0,589
WŁ2/TLF3	0,000	0	0,000	0,791
SD KZ/FAKS	0,000	0,091	0,000	0,571
SD KZ/TLF1	0,000	0,188	0,000	0,841
SD KZ/TLF2	0,000	0	0,000	0,687
SD KZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,735
SD KZ/WIDEOKONFERENCJA	0,000	0	0,000	0,000
TSD KZ/FAKS	0,000	0,111	0,000	0,370
TSD KZ/TLF1	0,000	0,091	0,000	0,697
TSD KZ/TLF2	0,000	0,153	0,000	0,786
TSD KZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,001
WSD KZ/FAKS	0,000	0,111	0,000	0,571
WSD KZ/TLF1	0,000	0	0,000	0,920
WSD KZ/TLF2	0,000	0,318	0,000	0,833
WSD KZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,727
1DZ/FAKS	0,000	0,029	0,000	0,632
1DZ/TLF1	0,000	0,060	0,000	0,722
1DZ/TLF2	0,000	0	0,000	0,760
1DZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,002
2DPanc/FAKS	0,000	0	0,000	0,813
2Dpanc/TLF1	0,000	0	0,000	0,872
2Dpanc/TLF2	0,000	0,013	0,000	0,853
2Dpanc/TLF3	0,000	0	0,000	0,002
3DPanc/FAKS	0,000	0	0,000	0,488
3Dpanc/TLF1	0,000	0,046	0,000	0,584
3Dpanc/TLF2	0,000	0,015	0,000	0,628
3Dpanc/TLF3	0,000	0	0,000	0,005
SD 4BZ/FAKS	0,000	0,063	0,000	0,771
SD 4BZ/TLF1	0,000	0,286	0,000	0,869
SD 4BZ/TLF2	0,000	0,103	0,000	0,810

SD 4BZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,286
TSD 4BZ/FAKS	0,000	0,500	0,000	0,912
TSD 4BZ/TLF1	0,000	0,455	0,000	0,922
TSD 4BZ/TLF2	0,000	0	0,000	0,898
TSD 4BZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,333
PDO 4BZ/FAKS	0,000	0	0,000	0,667
PDO 4BZ/TLF1	0,000	0,538	0,000	0,818
PDO 4BZ/TLF2	0,000	0	0,000	0,800
PDO 4BZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,937
SD 5BZ/FAKS	0,000	0,304	0,000	0,811
SD 5BZ/TLF1	0,000	0,059	0,000	0,819
SD 5BZ/TLF2	0,000	0,162	0,000	0,835
SD 5BZ/TLF3	0,000	0,152	0,000	0,167
TSD 5BZ/FAKS	0,000	0,250	0,000	0,463
TSD 5BZ/TLF1	0,000	0,400	0,000	0,689
TSD 5BZ/TLF2	0,000	0,400	0,000	0,531
TSD 5BZ/TLF3	0,000	0,571	0,000	0,009
PDO 5BZ/FAKS	0,000	0,455	0,000	0,633
PDO 5BZ/TLF1	0,000	0	0,000	0,711
PDO 5BZ/TLF2	0,000	0	0,000	0,801
PDO 5BZ/TLF3	0,000	0	0,000	0,304
SD 6BPanc/FAKS	0,000	0	0,000	0,727
SD 6Bpanc/TLF1	0,000	0,667	0,000	0,957
SD 6BPanc/TLF2	0,000	0,200	0,000	0,000
SD 6BPanc/TLF3	0,000	0	0,000	0,867
TSD 6BPanc/FAKS	0,000	0,125	0,000	0,429
TSD 6BPanc/TLF1	0,000	0,502	0,000	0,784
TSD 6BPanc/TLF2	0,000	0,282	0,000	0,505
TSD 6BPanc/TLF3	0,000	0	0,000	0,023
PDO 6BPanc/FAKS	0,000	0,333	0,000	0,688
PDO 6BPanc/TLF1	0,000	0	0,000	0,762
PDO 6BPanc/TLF2	0,000	0	0,000	0,000
PDO 6BPanc/TLF3	0,000	0	0,000	0,000
SD 7BA/FAKS	0,000	0,063	0,000	0,885
SD 7BA/TLF1	0,000	0,159	0,000	0,777
SD 7BA/TLF2	0,000	0,497	0,000	0,837
SD 7BA/TLF3	0,000	0	0,000	0,254
TSD 7BA/FAKS	0,000	0	0,000	0,842
TSD 7BA/TLF1	0,000	0	0,000	0,871
TSD 7BA/TLF2	0,000	0	0,000	0,632
TSD 7BA/TLF3	0,000	0	0,000	0,700
PDO 7BA/FAKS	0,000	0	0,000	0,850
PDO 7BA/TLF1	0,000	0	0,000	0,778
PDO 7BA/TLF2	0,000	0,200	0,000	0,857
PDO 7BA/TLF3	0,000	0	0,000	0,400
SD 8BSap/FAKS	0,000	0	0,000	0,444
SD 8BSap/TLF1	0,000	0,229	0,000	0,487
SD 8BSap/TLF2	0,000	0,091	0,000	0,478
SD 8Bsap/TLF3	0,000	0	0,000	0,625
TSD 8BSap/FAKS	0,000	0	0,000	0,167
TSD 8BSap/TLF1	0,000	0,167	0,000	0,722
TSD 8BSap/TLF2	0,000	0,200	0,000	0,222
TSD 8BSap/TLF3	0,000	0	0,000	0,333
PDO 8BSap/FAKS	0,000	0	0,000	0,200
PDO 8BSap/TLF1	0,000	0	0,000	0,842
PDO 8BSap/TLF2	0,000	0	0,000	0,833
PDO 8BSap/TLF3	0,000	0	0,000	0,041
SD BOT/FAKS	0,000	0	0,000	0,250

SD BOT/TLF1	0,000	0,167	0,000	0,291
SD BOT/TLF2	0,000	0,244	0,000	0,271
SD BOT/TLF3	0,000	0	0,000	0,000
TSD BOT/FAKS	0,000	0	0,000	0,556
TSD BOT/TLF1	0,000	0	0,000	0,668
TSD BOT/TLF2	0,000	0	0,000	0,845
TSD BOT/TLF3	0,000	0	0,000	0,399
PDO BOT/FAKS	0,000	0	0,000	0,583
PDO BOT/TLF1	0,000	0	0,000	0,769
PDO BOT/TLF2	0,000	0	0,000	0,407
PDO BOT/TLF3	0,000	0	0,000	0,000
SD 9pplot/FAKS	0,000	0	0,000	0,204
SD 9pplot/TLF1	0,000	0	0,000	0,763
SD 9pplot/TLF2	0,000	0,042	0,000	0,537
SD 9pplot/TLF3	0,000	0	0,000	0,778
PDO 9pplot/FAKS	0,000	0	0,000	0,000
PDO 9pplot/TLF1	0,000	0,818	0,000	0,706
PDO 9pplot/TLF2	0,000	0	0,000	0,021
PDO 9pplot/TLF3	0,000	0	0,000	0,802
SD 10psb/FAKS	0,000	0	0,000	0,691
SD 10psb/TLF1	0,000	0,063	0,000	0,705
SD 10psb/TLF2	0,000	0	0,000	0,735
SD 10psb/TLF3	0,000	0	0,000	0,571
PDO 10psb/FAKS	0,000	0,429	0,000	0,445
PDO 10psb/TLF1	0,000	0,778	0,000	0,812
PDO 10psb/TLF2	0,000	0	0,000	0,000
PDO 10psb/TLF3	0,000	0	0,000	0,556
SD 11pr/FAKS	0,000	0	0,000	0,031
SD 11pr/TLF1	0,000	0,182	0,000	0,689
SD 11pr/TLF2	0,000	0,261	0,000	0,534
SD 11pr/TLF3	0,000	0	0,000	0,252
PDO 11pr/FAKS	0,000	0	0,000	0,636
PDO 11pr/TLF1	0,000	0	0,000	0,205
PDO 11pr/TLF2	0,000	0	0,000	0,000
PDO 11pr/TLF3	0,000	0	0,000	0,692
SD 12ppchem/FAKS	0,000	0,250	0,000	0,696
SD 12 ppchem/TLF1	0,000	0,269	0,000	0,761
SD 12ppchem/TLF2	0,000	0,077	0,000	0,607
SD 12ppchem/TLF3	0,000	0,375	0,000	0,206
PDO 12ppchem/FAKS	0,000	0,505	0,000	0,503
PDO 12ppchem/TLF1	0,000	0,435	0,000	0,465
PDO 12ppchem/TLF2	0,000	0,501	0,000	0,536
PDO 12ppchem/TLF3	0,000	0	0,000	0,001
SD 13pdm/FAKS	0,000	1	0,000	0,833
SD 13pdm/TLF1	0,000	0,474	0,000	0,696
SD 13pdm/TLF2	0,000	0,051	0,000	0,609
SD 13pdm/TLF3	0,000	0	0,000	0,000
PDO 13pdm/FAKS	0,000	0	0,000	0,555
PDO 13pdm/TLF1	0,000	0	0,000	0,357
PDO 13pdm/TLF2	0,000	0	0,000	0,008
PDO 13pdm/TLF3	0,000	0,250	0,000	0,263
SD 14pdow/FAKS	0,000	0,333	0,000	0,525
SD 14pdow/TLF1	0,000	0	0,000	0,501
SD 14pdow/TLF2	0,000	0	0,000	0,703
SD 14pdow/TLF3	0,000	0	0,000	0,271
PDO 14pdow/FAKS	0,000	0	0,000	0,009
PDO 14pdow/TLF1	0,000	0	0,000	0,391
PDO 14pdow/TLF2	0,000	0	0,000	0,009

PDO 14pdow/TLF3	0,000	0,255	0,000	0,222
SD 15brt/FAKS	0,000	0,4	0,000	0,600
SD 15brt/TLF1	0,000	0	0,000	0,000
SD 15brt/TLF2	0,000	0	0,000	0,569
SD 15brt/TLF3	0,000	0	0,000	0,321
PDO 15brt/TLF1	0,000	0,333	0,000	0,399
PDO 15brt/TLF2	0,000	0,429	0,000	0,671
PDO 15brt/TLF3	0,000	0	0,000	0,053
Średnia dla sieci	0,000	0,118	0,000	0,533
Wartość maksymalna	0,000	0,818	0,000	0,922

Liczbę zrealizowanych usług asynchronicznych, średnie opóźnienie, jej odchylenie standardowe oraz maksymalną wartość na węzłach łączności wszystkich szczebli dowodzenia obsługiwanych przez sieć telekomunikacyjną KZ w obronie zawarto w tabelach 5.15 i 5.16.

Przedstawiono wyniki dla SD (TSD, WSD) KZ, dywizji, SD (TSD, PDO) brygad i SD (PDO) pułków oraz dla WŁ SD (PDO) 15brt przy ruchu podstawowym i wysokim dla scenariusza bez uszkodzeń węzłów łączności - tabela 5.15, oraz z uszkodzonymi PWS - tabela 5.16 (opracowanie własne).

Tabela 5.15

Średnia wartość ilości wiadomości oraz opóźnienie wiadomości w sieci ze wszystkimi sprawnymi węzłami

Wiadomości wychodzące z WŁ SD KZ								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	76	6107,66	658,89	7963,3	173	6245,44	617,38	8107,25
e-mail_wys	50	722,68	392,67	1993,55	95	738,09	478,83	1981,67
www_pobr	124	0,39	0,001	0,635	277	0,40	0,001	0,635
BD_wys	460	1,31	0,523	9,913	1029	0,27	1,42	48,55
Wiadomości wychodzące z WŁ TSD KZ								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	27	1377,33	275,46	2712,75	51	1352,37	242,33	2883,66
e-mail_wys	22	701,11	557,67	1795,42	41	765,83	575,01	1978,88
www_pobr	46	0,572	0,002	0,672	78	0,572	0,001	1,090
BD_wys	180	0,86	0,136	5,271	376	0,302	1,331	7,37
Wiadomości wychodzące z WŁ WSD KZ								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	27	1251,01	1185,66	1530,91	38	1242,67	1012,67	1968,77
e-mail_wys	7	595,33	288,99	1629,03	11	205,99	176,01	1743,91

www_pobr	71	0,803	0,160	2,904	141	0,771	0,008	0,965
BD_wys	21	1,790	0,031	2,257	41	1,83	0,245	2,965

Wiadomości wychodzące z DZ

Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	88	3388,66	234,44	6899,63	198	4238,53	203,27	6989,18
e-mail_wys	67	621,11	429,67	1965,04	127	786,17	471,44	2012,00
www_pobr	192	0,507	0,01	0,932	324	0,531	0,001	1,049
BD_wys	558	1,30	0,69	11,151	1324	1,89	0,76	16,68

Wiadomości wychodzące z WŁ SD BZ (Bpanc, BA, BSap, BOT)

Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	133	5549,47	1154,76	9689,35	220	6097,77	1327,50	9877,49
e-mail_wys	56	880,47	643,71	1877,99	115	892,17	650,21	1985,02
www_pobr	422	1,401	0,97	29,77	870	1,451	1,12	32,131
BD_wys	146	3,46	1,22	26,33	325	4,18	1,887	36,132

Wiadomości wychodzące z WŁ TSD BZ (Bpanc, BA, BSap, BOT)

Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	49	1079,88	118,72	3167,78	105	1092,23	118,52	5185,71
e-mail_wys	19	284,36	299,94	1588,19	39	284,71	314,86	2022,81
www_pobr	385	0,590	0,005	0,989	755	0,592	0,005	0,965
BD_wys	144	3,01	1,78	22,83	345	3,35	3,338	39,458

Wiadomości wychodzące z WŁ PDO BZ (Bpanc, BA, BSap, BOT)

Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	16	3765,84	587,97	8437,81	35	4233,33	793	9017,04
e-mail_wys	20	440,94	220,88	1733,56	48	621,45	251,01	1946,53
www_pobr	44	1,03	0,001	1,12	90	1,05	0,001	1,13
BD_wys	32	3,001	0,344	4,12	60	3,466	0,354	4,29

Wiadomości wychodzące z WŁ SD pplot (pśb, pr, ppchem, pdm,pdow)

Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	70	2357,33	1365,55	8456,65	155	3813,20	752,81	8010,44
e-mail_wys	43	547,52	338,70	1999,36	78	466,54	170,83	1587,19
www_pobr	211	0,510	0,022	0,77	240	0,652	0,008	0,758
BD_wys	138	1,69	0,250	3,31	300	0,757	0,077	1,803

Wiadomości wychodzące z WŁ PDO pplot (psb, pr, ppchem, pdm,pdow)								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	21	4234,91	599,99	8001,34	55	4813,20	752,81	8010,44
e-mail_wys	8	365,99	170,32	1576,83	12	466,54	170,83	1587,19
www_pobr	132	0,628	0,007	0,857	240	0,652	0,008	0,958
BD_wys	12	0,720	0,077	1,79	30	0,757	0,077	1,803
Wiadomości wychodzące z WŁ SD brt								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	6	3017,46	557,00	8734,84	10	3558,23	345,50	9818,21
e-mail_wys	2	386,17	259,22	1174,55	5	208,76	200,55	966,59
www_pobr	26	0,637	0,011	0,934	42	0,639	0,013	0,999
BD_wys	9	1,104	0,012	3,585	21	0,986	0,011	1,628
Wiadomości wychodzące z WŁ PDO brt								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	6	2475,78	279,49	10011,25	13	3458,21	545,70	11566,66
e-mail_wys	4	320,19	245,26	1004,98	9	417,58	404,26	1136,48
www_pobr	7	0,224	0,09	0,448	14	0,314	0,071	0,314
BD_wys	3	1,336	0,180	1,583	7	0,708	0,077	1,655

Tabela 5.16

Średnia wartość ilości wiadomości oraz opóźnienie wiadomości w sieci z uszkodzonymi ośmioma PWS

Wiadomości wychodzące z WŁ SD KZ								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	73	6278,77	740,96	7995,00	169	6252,65	768,10	8015,50
e-mail_wys	44	556,83	473,95	1921,18	93	740,12	680,02	2056,61
www_pobr	133	0,416	0,001	0,643	280	0,490	0,001	0,690
BD_wys	397	1,286	0,285	9,269	1031	0,28	1,48	50,52
Wiadomości wychodzące z WŁ TSD KZ								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	30	2260,01	501,33	3977,84	52	2382,43	547,33	5890,69
e-mail_wys	12	1158,96	586,2	1886,98	39	767,33	785,01	1999,99
www_pobr	42	0,620	0,00	0,965	79	0,578	0,001	1,10
BD_wys	158	0,205	0,501	11,892	378	0,333	1,345	19,37

Wiadomości wychodzące z WŁ WSD KZ								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	36	3540,98	711,87	11898,04	39	4208,77	960,61	9004,97
e-mail_wys	3	1253,95	913,55	1836,52	10	209,65	176,01	1743,91
www_pobr	40	0,804	0,00	0,965	140	0,874	0,009	0,985
BD_wys	21	1,224	0,019	2,095	19	1,99	0,249	2,987
Wiadomości wychodzące z DZ								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	88	3392,09	239,66	8000,03	197	4438,03	209,55	2089,18
e-mail_wys	67	675,55	533,67	1941,82	126	790,17	670,42	2020,00
www_pobr	193	0,509	0,00	0,991	327	0,635	0,001	0,989
BD_wys	648	1,34	0,589	17,151	1321	1,99	0,73	15,61
Wiadomości wychodzące z WŁ SD BZ (Bpanc, BA, BSap, BOT))								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	136	5588,11	1270,92	9689,09	229	7098,22	1327,95	13812,66
e-mail_wys	42	1297,56	721,83	1990,81	95	899,99	743,21	1985,02
www_pobr	413	1,599	2,54	29,00	803	1,576	1,12	2,311
BD_wys	149	3,49	1,35	30,77	317	4,45	1,894	26,39
Wiadomości wychodzące z WŁ TSD BZ (Bpanc, BA, BSap, BOT))								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	69	1095,88	118,72	5167,78	140	912,23	118,52	4182,21
e-mail_wys	31	645,46	275,28	1395,54	59	684,71	324,37	1902,83
www_pobr	385	0,590	0,005	0,989	778	0,642	0,006	1,362
BD_wys	144	3,01	1,78	22,83	314	3,70	2,257	19,379
Wiadomości wychodzące z WŁ PDO BZ (Bpanc, BA, BSap, BOT)								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	15	2865,84	644,97	7561,00	31	4543,38	789,99	10012,54
e-mail_wys	19	300,11	238,99	1725,34	45	655,43	293,01	1848,36
www_pobr	47	1,56	0,259	1,74	94	1,07	0,001	1,17
BD_wys	30	3,52	0,350	4,37	59	3,534	0,356	4,59
Wiadomości wychodzące z WŁ SD pplot (psb, pr, ppchem, pdm,pdow)								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	68	2389,33	1243,45	7216,65	155	5619,29	751,31	10010,43
e-mail_wys	42	549,66	536,70	2000,916	92	562,30	169,81	1786,22

www_pobr	211	0,510	0,022	0,977	440	0,682	0,007	0,904
BD_wys	138	1,69	0,250	3,31	281	0,768	0,071	1,793
Wiadomości wychodzące z WŁ PDO pplot (psb, pr, ppchem, pdm,pdow)								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	18	4339,92	511,99	7801,82	58	4918,25	755,51	10015,33
e-mail_wys	9	355,92	190,32	1634,85	19	766,11	168,89	1997,27
www_pobr	125	0,739	0,009	0,768	249	0,753	0,007	1,151
BD_wys	14	1,002	0,080	1,93	29	0,765	0,066	2,909
Wiadomości wychodzące z WŁ SD brt								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	4	8168,99	325,89	9763,99	9	6858,33	322,51	9817,31
e-mail_wys	1	3,514	0	3,514	5	492,88	203,55	968,83
www_pobr	21	0,539	0,001	0,635	41	0,735	0,003	1,200
BD_wys	15	1,954	0,003	3,580	29	0,996	0,002	1,951
Wiadomości wychodzące z WŁ PDO brt								
Rodzaj wiadomości		Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu I				Opóźnienie wiadomości [ms] poziom ruchu II		
	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.	Liczba wiadomości	Średnie	Odchyl. standardowe	Maks.
ftp_wys	8	3447,50	1442,26	9778,21	15	4322,24	1640,70	12745,34
e-mail_wys	1	24,227	0	24,227	3	613,52	202,29	1280,98
www_pobr	15	0,661	0,023	0,747	30	0,444	0,002	1,613
BD_wys	3	1,391	0,241	1,583	7	0,731	0,893	1,454

5.5. Analiza wyników

Badanie symulacyjne miało na celu określenie czy i który model sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie jest w stanie spełnić wymogi jakościowe.

Za podstawowy wskaźnik jakości, dotyczący realizacji usług telekomunikacyjnych, przyjęto prawdopodobieństwo blokady (w tym rozłączenia wywołaniem o wyższym priorytecie), a jej wartość 0,01 przyjęto jako zadowalającą według zaleceń ITU-T.

Innym wskaźnikiem jakości, który został określony dla badanego obiektu było opóźnienie w dostarczaniu wiadomości. Ze względu na brak unormowań w tym zakresie przyjęto, że opóźnienie wiadomości mniejsze od 10 sekund spełnia kryterium jakości (czas zbliżony do rzeczywistego).

Zebrane w tabelach wyniki pozwalają na wskazanie nie tylko najlepszego rozwiązania sieci telekomunikacyjnej spośród badanych wariantów ale również na wskazanie takich które spełniają założone wymagania na wskaźniki jakości.

Wyniki zawarte w tabelach z danymi dotyczącymi wykorzystania linii teletransmisyjnych oraz występującymi tam blokadami posłużyły do wnioskowania o przyczynach braku realizacji usług komutowanych z uwagi na wysoki poziom wykorzystania zasobów teletransmisyjnych w relacjach między węzłami łączności.

Jak można było przypuszczać największą ilość zablokowanych połączeń z komutacją kanałów odnotowano w przypadku modelu z uszkodzonymi węzłami i z wysokim natężeniem ruchu. Uszkodzenie (obezwładnienie) ok. 20% PWS skutkowało bardzo wysokim średnim prawdopodobieństwem blokady większości usług. W tym przypadku średnia dla całego obiektu badań osiągnęła wartość 0,533. Najkorzystniej realizowane były połączenia telefoniczne z 3 najwyższym priorytetem. Jednak i tu poziom blokad znacznie przekroczył zakładany poziom i osiągnął wartość 0,318. Bardzo wysoki poziom blokad odnotowano w wyniku zajętości TLD często przekraczającej 90%. W omawianym modelu największe opóźnienie wiadomości zanotowano w przypadku wysyłania plików ftp z uwagi na ich największa wielkość. Średnia wartość opóźnienia ftp_wys wyniosła 4697 ms, e-mail_wys – 653 ms, www_pobr – 0,771 ms i BD_wys – 1,778 ms. Wszystkie ww. wartości spełniają przyjęty warunek jakości dotyczących opóźnień. Istotnym jednak problemem jest maksymalna wartość opóźnienia wiadomości jaka wystąpiła w czasie badania modelu. Maksymalny średni poziom opóźnienia wyniósł odpowiednio:

13813 ms – dla ftp_wys z SD brygad,

2057 ms – dla e-mail_wys z WŁ SD KZ,

2,311 ms – dla www_pobr z WŁ SD brydad,

50,52 ms – dla WŁ SD KZ ,

co oznacza w przypadku ftp wysyłanych z SD brygad przekroczenie poziomu 10 s o 3,8s.

Stąd wniosek, że w przypadku eksploatacji sieci telekomunikacyjnej z wysokim natężeniem ruchu i z uszkodzonymi PWS (w konfiguracji jak w omawianym modelu) należy korzystać z usług telekomunikacyjnych udostępnianych przez LAN oraz ograniczyć ruch komutowany do niezbędnego minimum. Oczywiście należy liczyć się z sytuacją, że wiadomości będą nieco dłużej przesyłane w sieci niż 10s.

Drugi model sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie ze sprawnymi wszystkimi węzłami łączności i dużym natężeniem ruchu (poziom II) oferuje znacznie lepszy poziom udostępnianych usług w stosunku do poprzednio omówionego wariantu, ale średni poziom blokad usług komutowanych przekroczył próg jakości i wyniósł 0,12. Niemal we wszystkich węzłach łączności stanowisk dowodzenia, realizacja usług telefonicznych z najwyższym priorytetem realizowana była bez blokad w liniach teletransmisyjnych. Miały miejsce

przypadki kiedy usługi telefoniczne o niższych priorytetach realizowane były na poziomie zaledwie kilkunastu procent (PDO 9pplot TLF1 - 18%). Średnie opóźnienia wiadomości przedstawiały się następująco:

ftp_wys – 3650 ms,

e-mail_wys – 532 ms.

Ze względu na pomijalnie małe czasy w realizacji dostarczania plików BD i pliku www_pobr nie będą one analizowane w dalszej części dysertacji.

Jak łatwo można zauważyć podane średnie opóźnienia nie przekraczają 4 sekund i są nieco niższe w stosunku do poprzedniego modelu. W trakcie symulacji występowały jednak opóźnienia wiadomości przekraczające średnie wyniki, np. uśrednione wartości maksymalnych opóźnień osiągnęły poziom:

ftp_wys – 11898 ms, dla WŁ WSD KZ,

e-mail_wys – 2001 ms, dla WŁ SD pułków.

Reasumując można stwierdzić, że omawiana sieć eksploatowana w warunkach jw. spełnia kryterium jakości dla usług telefonicznych lecz nie zawsze wiadomości wysyłane z komputerów dotrą do adresatów w czasie krótszym od założonego.

Wyniki uzyskane dla wariantu sieci telekomunikacyjnej zarówno ze sprawnymi wszystkimi węzłami łączności jak tez z uszkodzonymi 8 PWS oraz zadanym podstawowym natężeniem ruchu, pozwalają na stwierdzenie, ze sieć telekomunikacyjna KZ w obronie, zarówno w pierwszym jak i drugim przypadku realizuje usługi komutowane w 100%.

Średnie opóźnienia przesyłania wiadomości dla sieci z uszkodzeniami i bez uszkodzeń sieci telekomunikacyjnej różnią się ale spełniają kryterium 10s i wynoszą jak zapisano w poniższej tabeli.

Tabela 5.17

Średnie opóźnienie wiadomości dla sieci telekomunikacyjnej KZ
przy podstawowym natężeniu ruchu

Wiadomość	Opóźnienie [ms]	
	Sieć bez uszkodzeń	Sieć z uszkodzeniami
ftp_wys	3146	3942
e-mail_wys	533	620

Tak jak w poprzednich modelach mimo, że wiadomości będą trafiały do odbiorców z zachowaniem kryterium czasu, nieliczne pliki ftp mogą pokonywać docelową drogę przekraczając nieznacznie ustalone 10s.

W przypadku sieci w pełni sprawnej zanotowano maksymalne średnie czasy opóźnienia wiadomości:

ftp_wys – 10011 ms, dla WŁ PDO brt,

ftp_wys – 9689 ms, dla WŁ SD brygad.

W przypadku sieci z uszkodzonymi 8 PWS maksymalne średnie czasy opóźnienia wiadomości wyniosły:

ftp_wys – 11898 ms, dla WŁ WŁ WSD KZ,

ftp_wys – 9778 ms, dla WŁ PDO brt.

Reasumując można stwierdzić, że sieć telekomunikacyjna z węzłami łączności generującymi podstawowy ruch, spełnia wymogi jakościowe zarówno w przypadku konfiguracji sieci zgodnej z modelem wg. scenariusza pierwszego jak i drugiego.

Ponadto można zauważyć, że największe wykorzystanie TŁŁ między PWS miało miejsce dla relacji mieszczących się w środkowej części sieci telekomunikacyjnej. W związku z tym należy się liczyć, że po obezwładnieniu PWS leżących w centralnej części sieci telekomunikacyjnej zwiększy się obciążenie zewnętrznych TŁŁ co skutkować może zmianą w prawdopodobieństwa realizacji połączeń inicjowanych w pojedynczych węzłach łączności przy jednoczesnym zachowaniu średniej blokad dla całości obiektu.

5.6 Wnioski

Dotychczasowe dociekania uprawniają do stwierdzeń:

- zwiększenie natężenia ruchu (razy 2) dla pierwszego i drugiego scenariusza spowodowało znaczny wzrost prawdopodobieństwa blokad usług telefonicznych i tylko w niewielkim stopniu wniosło wzrost opóźnienia wiadomości niezbędnych podczas realizacji procesu dowodzenia i kierowania środkami walki,
- obezwładnienie (scenariusz nr 2) 20% PWS dla podstawowego poziomu ruchu nie spowodowało wzrostu ilości blokad wywołań) lecz wniosło niewielką zmianę wartości opóźnienia wiadomości,
- sieć telekomunikacyjna zbudowana zgodnie ze scenariuszem 1 i 2 dla podstawowego poziomu ruchu w pełni spełnia warunki jakościowe dla usług telefonicznych (faksowych, wideokonferencyjnych),
- sieć telekomunikacyjna zbudowana zgodnie ze scenariuszem 1 i 2 dla podstawowego poziomu ruchu zapewnia przenoszenie wiadomości ze średnim opóźnieniem spełniającym przyjęte kryterium jakości.

Powyższe zapisy oznaczają, że sieć telekomunikacyjna korpusu w obronie:

- o strukturze jak na rys. 5.1,
- z węzłami łączności o architekturze jak na rys. 4.8 i 4.9,
- zbudowanej w oparciu o aparatownie jak na rys. 4.10 i 4.11,
- ze źródłami ruchu o parametrach zapisanych w tabelach 5.2-5.12,

potwierdza prawdziwość przyjętej w dysertacji hipotezy.

Zatem, wykorzystanie do budowy sieci telekomunikacyjnej perspektywicznego sprzętu łączności umożliwi zaplanowanie i zorganizowanie takiej sieci, która zapewni realizację wymaganych usług telekomunikacyjnych na potrzeby dowodzenia i sterowania środkami rażenia podczas prowadzenia operacji obronnej przez korpus wojsk lądowych SZ RP.

ZAKOŃCZENIE

Przeprowadzone badania, których przedmiotem naukowego zainteresowania była sieć telekomunikacyjna korpusu wojsk lądowych SZ RP w operacji obronnej okazały się dla autora intensywną i satysfakcjonująca pracą badawczą, która nie tylko poszerzyła jego wiedzę w zakresie sztuki operacyjnej, systemów dowodzenia i telekomunikacji ale pozwoliła na doskonalenie warsztatu naukowego.

Zidentyfikowana i zweryfikowana sieć telekomunikacyjna korpusu spełnia określone potrzeby organów dowodzenia i kierowania. Nie oznacza to jednak, że problem został ostatecznie zamknięty.

Jeśli dysertacja zainspiruje innych do dalszych dociekań, w obszarze dowodzenia i łączności, fakt taki będzie wielce satysfakcjonujący dla piszącego te słowa.

LITERATURA

1. AAP-6U - Słownik terminów i definicji paktu NATO, NACC/PFP 1995
2. ADATP-3 - System formatowania tekstów wiadomości w NATO
3. Amanowicz M. i inni, Analiza trendów rozwojowych systemów dowodzenia i łączności w armiach państw NATO, WAT Warszawa, 1999r.
4. Amanowicz M., Gajewski P. ii., Analiza możliwości wykorzystania produktów Lucent Technologies jako COTS do zastosowań wojskowych w Polsc, ITTiL, Poznań 2000r.
5. Amanowicz M., Gajewski P. ii., Zintegrowane stanowisko do badania efektywności systemów zarządzania i możliwości współpracy z różnymi aplikacjami tych systemów, WAT, Warszawa 2001r.
6. APP-6 - Znaki wojskowe, dotyczące wojsk lądowych
7. ATP 35 (AB) - Doktryna taktyczna sił lądowych
8. Bajda A., Koncepcja cyfrowego systemu łączności ZT – Storczyk 2000, ISŁ WAT, Warszawa 2000r.
9. Bajda A., Zastosowanie wielokryterialnej analizy porównawczej w procesie planowania podsystemu łączności radioliniowo-przewodowej dywizji zmechanizowanej, Rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1998r.
10. Bojarski R., Operacja obronna, AON, Warszawa 1999r.
11. Bojarski, Operacja obronna, Prezentacja, AON, Warszawa 2002r.
12. Buchman W., Sieci komputerowe, WKŁ, Warszawa 1999r.
13. Bujak A., Taktyka ogólna Wojsk Lądowych, AON, Warszawa 2001r.
14. Charytoniuk A., Anteny i propagacja fal radiowych, cz.3, WAT, Warszawa 1993r.
15. Comer D., Sieci komputerowe i intersieci, WNT, Warszawa 2001r.
16. DŚOW, Instrukcja, Organizacja pracy na stanowisku dowodzenia, Wrocław 2002r.
17. DWL, Wojenny System Dowodzenia, 1KZ, Warszawa 2002r.
18. European Aeronautic Defence and Space Company, Materiały seminaryjne, Warszawa 2002r.
19. Grzybkowski M., Metoda oszacowania tłumienia fali radiowej wnoszonego przez lasy, KKR,RiT, Poznań 2001r.
20. Hausman S. i inni, Weryfikacja pomiarowa modeli propagacji dla terenów miejskich i podmiejskich, KKRiR, Poznań 1999r.
21. Huzarski M., Taktyka ogólna wojsk lądowych, AON, Warszawa 2001r.
22. Huzarski M., Zagadnienia taktyki wojsk lądowych, Toruń 1999r.,

23. Instrukcja o gotowości bojowej wojsk – Szt. Gen. 1506/1999r.
24. Instrukcja organizacji i funkcjonowania Wojennego Systemu Dowodzenia szczebla operacyjnego i taktycznego (tymczasowa) – Szt. Gen. 1523/2001r.
25. Jajszczyk A., Wstęp do telekomutacji, WNT, Warszawa 2000r.
26. K. Wesołowski, Systemy radiokomunikacji ruchomej, WKiŁ, Warszawa 2000r.
27. Kaczmarek J., Uderzenie i ogień, Bellona, Warszawa 1973r.
28. Kaczmarek W., Struktura organizacyjna Związków Operacyjnych adekwatna do przewidywanych zadań „Korpus", AON, Warszawa 1999r.
29. Kaczmarek W., Ściborek Z., Przyszła wojna – jaka?, BUWiK, Warszawa 1995r.
30. Kamieniec M., Weryfikacja pomiarowa modeli propagacyjnych w zakresie częstotliwości poniżej 2GHz w terenie zabudowanym, KKRiR, Poznań 2000r.
31. KBN 0T0DA3516, Cyfrowy system łączności związku operacyjnego
32. Koncepcja strategiczna NATO, Spotkanie Rady Północnoatlantyckiej, Rzym 1991r.
33. Kościelniak D., ISDN – cyfrowe sieci zintegrowane usługow, WKŁ, Warszawa 1996r.
34. Kowalewski M. - System łączności dywizji, Rozprawa habilitacyjna, AON, Warszawa 1994r.
35. Koziej S., Teoria walki zbrojnej, Bellona, Warszawa 1993r.
36. Kręcikij J., Organizacja dowództw i stanowisk dowodzenia w wybranych armiach państw NATO, AON, Warszawa 2000r.
37. Krzyżanowski L., Podstawy nauki i zarządzania, PWN, Warszawa 1985r.
38. Kubera E., Różycki M., Wirkus E., Zubel K., Transmisja komórek ATM poprzez media o wysokiej stopie błędów z wykorzystaniem technik zapewniających odpowiednią jakość transmisji, Referat, KST, Bydgoszcz 2002r.
39. Kulma W., Mazurkiewicz J., System dowodzenia i łączności związku taktycznego, AON, Warszawa 1996r.
40. Materiały z ćwiczenia 141, Operacja obronna, AON, Warszawa 1998r.
41. Materiały z ćwiczenia dowódczo-sztabowego nr 143, Działania operacyjne korpusu, AON, Warszawa 2001r.
42. Materiały z ćwiczenia grupowego nr.142, Planowanie i proces kierowania operacją obronną korpusu, AON, Warszawa 2000r.
43. Mazurkiewicz J. - Właściwości wojskowych systemów łączności, Materiały KNSŁ-93, Zegrze, 1993r.,
44. Mazurkiewicz J., Leksykon łączności wojskowej, AON, Warszawa 1996r.

45. Mazurkiewicz J., Projektowanie i ocena wojskowych systemów łączności, AON, Warszawa 1994r.
46. Mazurkiewicz J., Wojskowe systemy łączności - Teoria problemu, AON, Warszawa 1994r.
47. Michniak J, System dowodzenia WL SZ RP – struktura organizacyjno-funkcjonalna, AON 1998r.
48. Michniak J., Aneks do opracowania „Struktura organizacyjno-funkcjonalna systemu dowodzenia wojsk Lądowych, AON, Warszawa 1997r.
49. Michniak J., Fiołna Z., Sieć łączności państwa, AON, Warszawa 2001r.
50. Michniak J., Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych, cz.1, Główne problemy, AON, Warszawa 2003r.
51. Michniak J., Klawitter Z., Model systemu dowodzenia wojskami lądowymi SZ RP w czasie pokoju, kryzysu i wojny, System dowodzenia wojsk lądowych SZ RP – Struktura organizacyjno-funkcjonalna, część II, AON, Warszawa 1998r.
52. Michniak J., Organizacja dowodzenia jednostkami operacyjnymi wojsk lądowych, cz.1, AON, Warszawa 1998r.
53. Michniak J., Organizacja dowodzenia jednostkami operacyjnymi wojsk lądowych, cz.3, AON, Warszawa 1998r.
54. Michniak J., Podstawy teorii kierowania polowymi systemami łączności wojsk lądowych, AON, Warszawa 1997r.
55. Michniak J., Teoria i praktyka funkcjonowania systemu dowodzenia Wojsk Lądowych SZ RP – praca zbiorowa, AON, Warszawa 1998r.
56. Michniak J., WSyD, prezentacja, AON, Warszawa 2002r.
57. NO-01-A003, Systemy telekomunikacyjne i informatyczne – Terminologia, MON 2000.
58. Nowicki W., Glosarium telekomunikacji, Zalecane terminy, ich definicje, odpowiedniki obcojęzyczne, komentarze, Zeszyt 2, Biuletyn informacyjny nr 2-3, IŁ, Warszawa Miedzeszyn, 1999r.
59. Ostrowski B., Adamczyk G., Jańczak J. - Wymagania stawiane łączności dywizji zmechanizowanej, WSOWŁ, Zegrze, 1992r.
60. Pakiet norm obronnych z zakresu łączności, AON, Warszawa 2000r.
61. Papir Z., Ruch telekomunikacyjny i przeciążenia sieci pakietowych, WKŁ, Warszawa 2001r.
62. Paszczyński S., Podręcznik użytkownika sieci komputerowej, NASK, Warszawa 1995r.

63. Patkowski K. - Podręcznik łączności, cz.1., Zasady ogólne organizacji łączności i informatyki, ASG WP, Warszawa 1985r.
64. Pawłowski W., Modele propagacyjne dla pasma 2 GHz w świetle dokumentów ITU-R, KKR,RiT, Poznań 2001r.
65. Pencak Z., Jarmakiewicz J., COMNET III – instrukcja użytkownika, ISŁ WEL WAT, Warszawa 2000r.
66. Peterson L., Davie B., Sieci komputerowe – podejście systemowe, Nakom, Poznań 2000r.
67. Piedziuk E., Słownik z zakresu telekomunikacji
68. Piotrkiewicz E., Leksykon wiedzy wojskowej
69. PIT-AON. Zweryfikowany projekt automatyzacji dowodzenia pododdziałami wojsk zmechanizowanych i wojsk pancernych cz.1., Warszawa 1999r.
70. Popis M., Badanie jakości sieci telekomunikacyjnej DZ z wykorzystaniem metody symulacyjnej przy pomocy pakietu komputerowego COMNET III, Myśl Wojskowa III, Warszawa 2002r.
71. Praca zbiorowa pod redakcją Z. Fiołny, Podstawowe relacje dowodzenia oddziału, związku taktycznego i związku operacyjnego w działaniach wojsk lądowych, Album schematów, AON, Warszawa 2001r.
72. Praca zbiorowa, Koncepcja cyfrowego systemu łączności Związku Operacyjnego (CSŁ ZO), WAT-WIŁ, Warszawa-Zegrze 2000r.
73. Praca zbiorowa, Potrzeby użytkowników podsystemu łączności radiowej Korpusu Wojsk Lądowych, ZDiŁ DWL, Warszawa 2001r.
74. Praca. zbiorowa, Porównanie wyników modelowania rozkładu natężenia pola w terenie zurbanizowanym z wykorzystaniem metod Okumury i Andersona, KKR,RiT, Poznań 2001r.
75. Pszczółkowski T., Mała encyklopedia prakseologii, Wrocław 1978r.
76. Regulamin działań Wojsk Lądowych, DWLąd, 1999r.
77. Rotkiewicz W., Kompatybilność elektromagnetyczna w radiotechnice, WKiŁ, Warszawa 1978r.
78. Sienkiewicz P., Informatyczne wspomaganie dowodzenia, Myśl Wojskowa, Nr 1 1993r.
79. Simmonds A., Wprowadzenie do transmisji danych, WKŁ, Warszawa 1999r.
80. Skibiński F., Rozważania o sztuce wojennej, WIH, Warszawa 1990r.
81. STANAG 1001 OP, wyd. 7, System oznaczania dni i godzin w odniesieniu do działań i ćwiczeń

82. STANAG 2014 OP, wyd. 7, Rozkazy operacyjne, zarządzenia wstępne i administracyjne/logistyczne
83. STANAG 2029 OP, wyd. 7, Metoda opisu naziemnych punktów, rejonów i linii rozgraniczających
84. STANAG 2041 M&T, wyd. 4, Rozkazy operacyjne, tabele i grafy, dotyczące ruchu drogowego
85. STANAG 4578 „The NATO Multi-Channel Digital Strategic – Tactical Gateway" z dnia 1.10.1999r.
86. Strategic Tactical Interface Prototype. Prototyp interfejsu ISDN/CVSD, 1999r.
87. Syroka Z., Wiarygodność zagłuszanej transmisji binarnej w kanale Rice'a, KKRR, Poznań 1999r.
88. Sztab Generalny WP, Informacja o stanie łączności i informatyki w siłach zbrojnych RP, Warszawa 1999r.
89. TACOMS POST-2000: communications standards for the land-combat zone, cpt Tim Johnson http://www.Gordon.army.mil/regtmktg/AC/SUMR99/tacoms.htm
90. Trans European Trunked Radio, ETSI
91. Wajda K., Wybrane zagadnienia budowy i eksploatacji sieci korporacyjnych, FTP Kraków 1999r.
92. Woźniak J., Nowicki K., Sieci LAN, MAN, WAN – protokoły komunikacyjne, FTP, Kraków 2000r.
93. Zieliński J., Podstawowe założenia operacji połączonych, AON, Warszawa 2000r.
94. Zieliński J., Zadania wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej w operacjach połączonych na obszarze kraju „KRAJ", AON, Warszawa 1999r.
95. Zieliński J., Zarys sztuki operacyjnej, AON, Warszawa 1998r.

ZAŁĄCZNIKI

2.1. Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej TACOMS POST 2000

2.2. Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej AUTOKO 90

2.3. Sieć telekomunikacyjna PTARMIGAN

2.4. Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej RITA 2000

2.5. Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej TRI-TAC

3.1. Treść pojęcia dowodzenia

3.2. Zasadnicze determinanty systemu dowodzenia

3.3.Struktura dowodzenia korpusem – wariant narodowy

3.4.Struktura dowodzenia korpusem – wariant sojuszniczy

3.5. Ogólna struktura stanowiska dowodzenia KZ

3.6. Struktura Centrum Planowania SD KZ

3.7. Struktura Zespołu Operacyjnego Centrum Planowania SD KZ

3.8. Struktura Zespołu Rozpoznania Centrum Dowodzenia SD KZ

3.9. Struktura połączonego Zespołu Wsparcia Bojowego SRW Centrum Dowodzenia SD KZ

3.10. Struktura centrum Wsparcia dowodzenia SD KZ

3.11. Struktura Centrum Zabezpieczenia Działań SD KZ

3.12. Treść dokumentów dowodzenia

5.1. Fragment struktury modelu sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie (scenariusz 1)

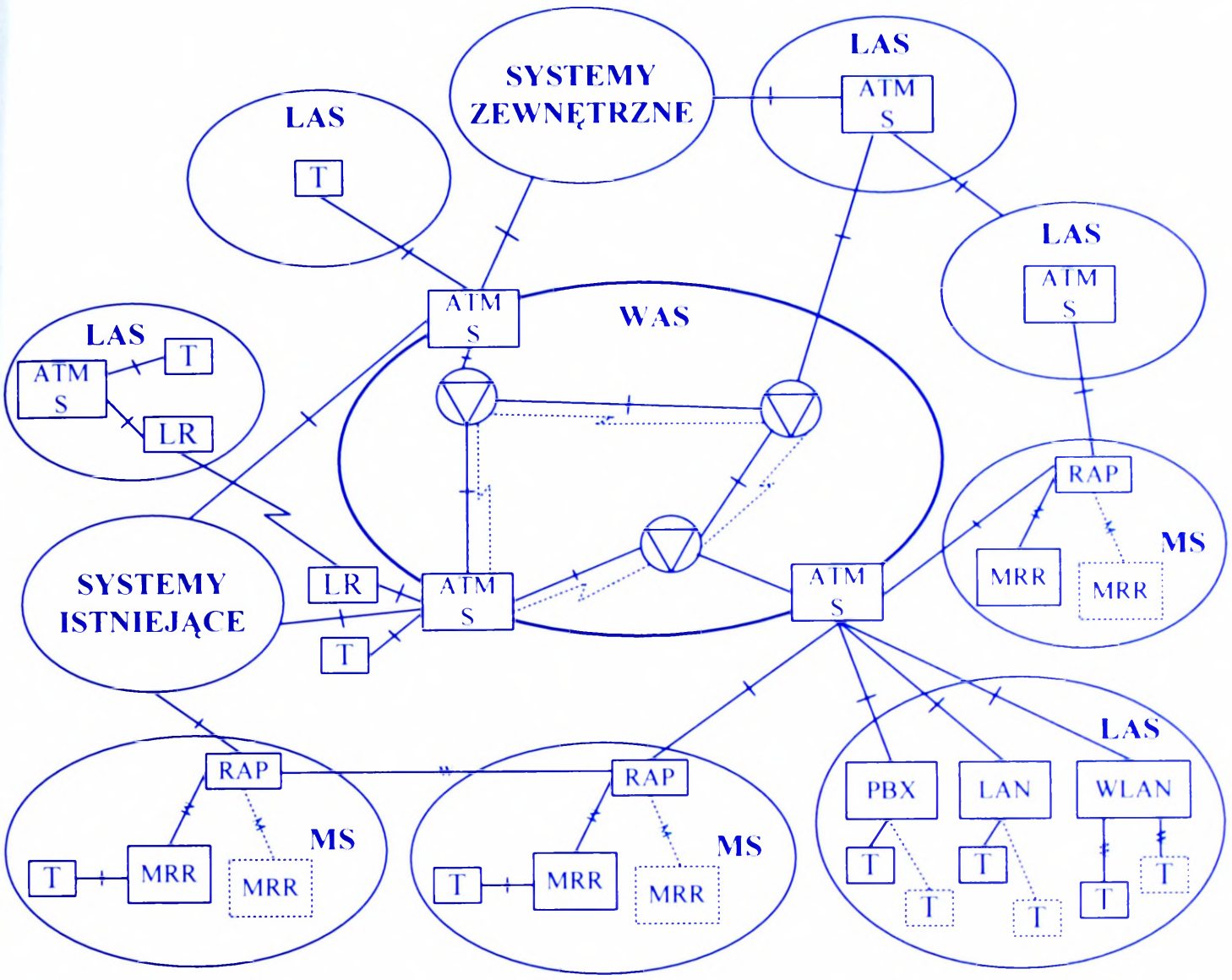
5.2. Fragment struktury modelu sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie (scenariusz 2)

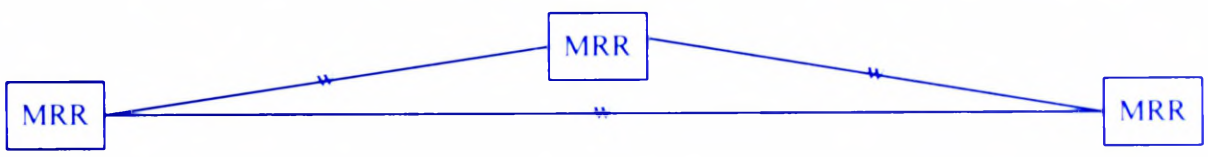
5.3. Widok struktury modelu WŁ SD KZ

5.4. Widok okna dialogowego COMNET III do wprowadzania parametrów dla usługi telefonicznej z 1 priorytetem na SD KZ

5.5. Widok okien dialogowych COMNET III do opisu e-mail wysyłanych z SD KZ

MP





Legenda:

LAS - Local Area Subsystem
(podsystem lokalny)
WAS - Wide Area Subsystem
(podsystem rozległy)
MS - Mobile Subsystem
(podsystem mobilny)
RAP - Radio Access Point
(punkt radiodostępowy)

MRR - radiostacja mobilna

WLAN -Wireless Local Area Network
(radiowa lokalna sieć komuterowa)

LAN -Local Area Network
(lokalna sieć komuterowa)

ATM S - ATM switch
(przełącznik ATM)

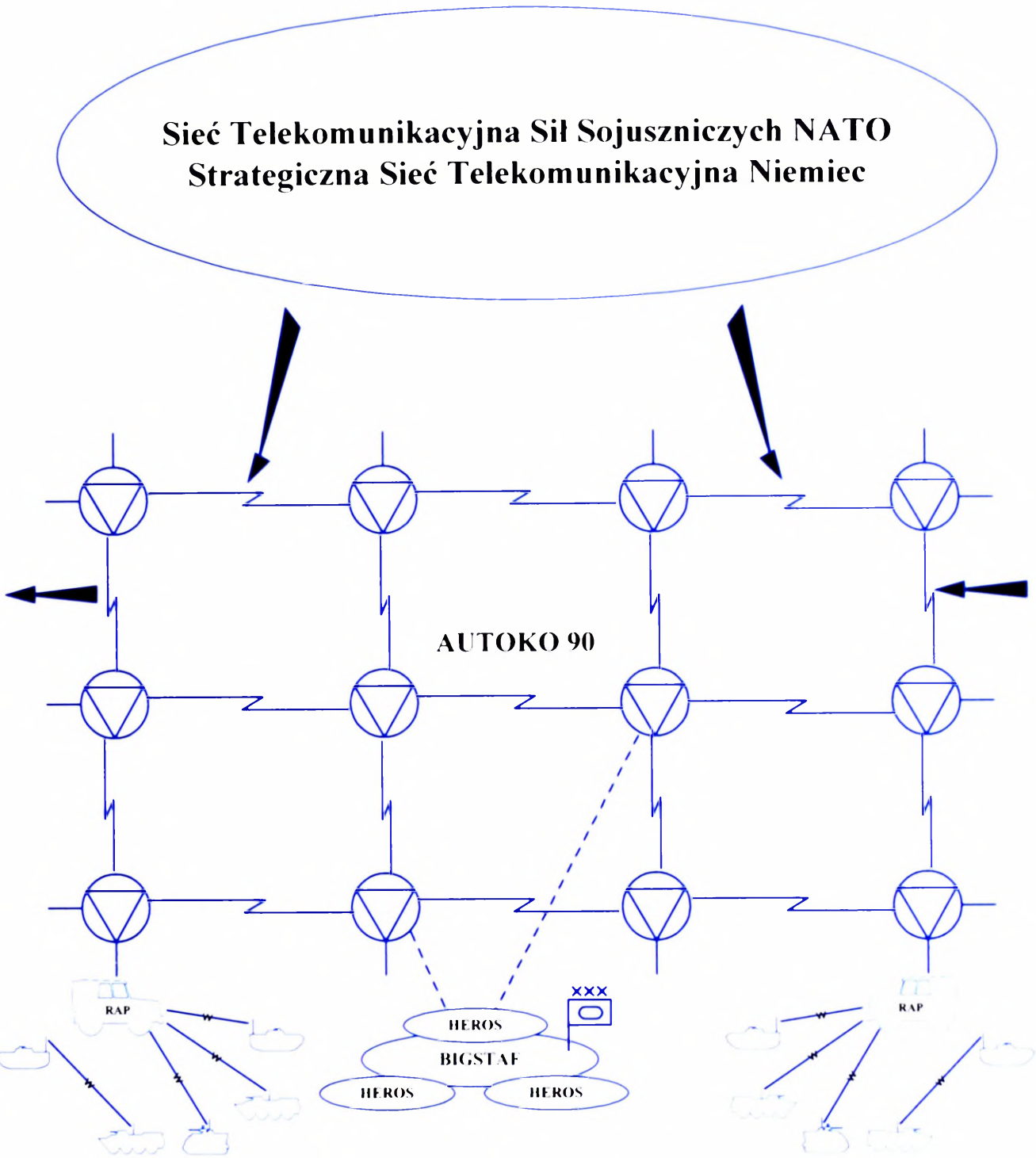
- Węzeł łączności ATM

T - Terminal komputerowy

- linia przewodowa

- linia radiowa

Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej TACOMS POST 2000
(opracowano na podstawie materiału zgodnie z przypisem - 16)



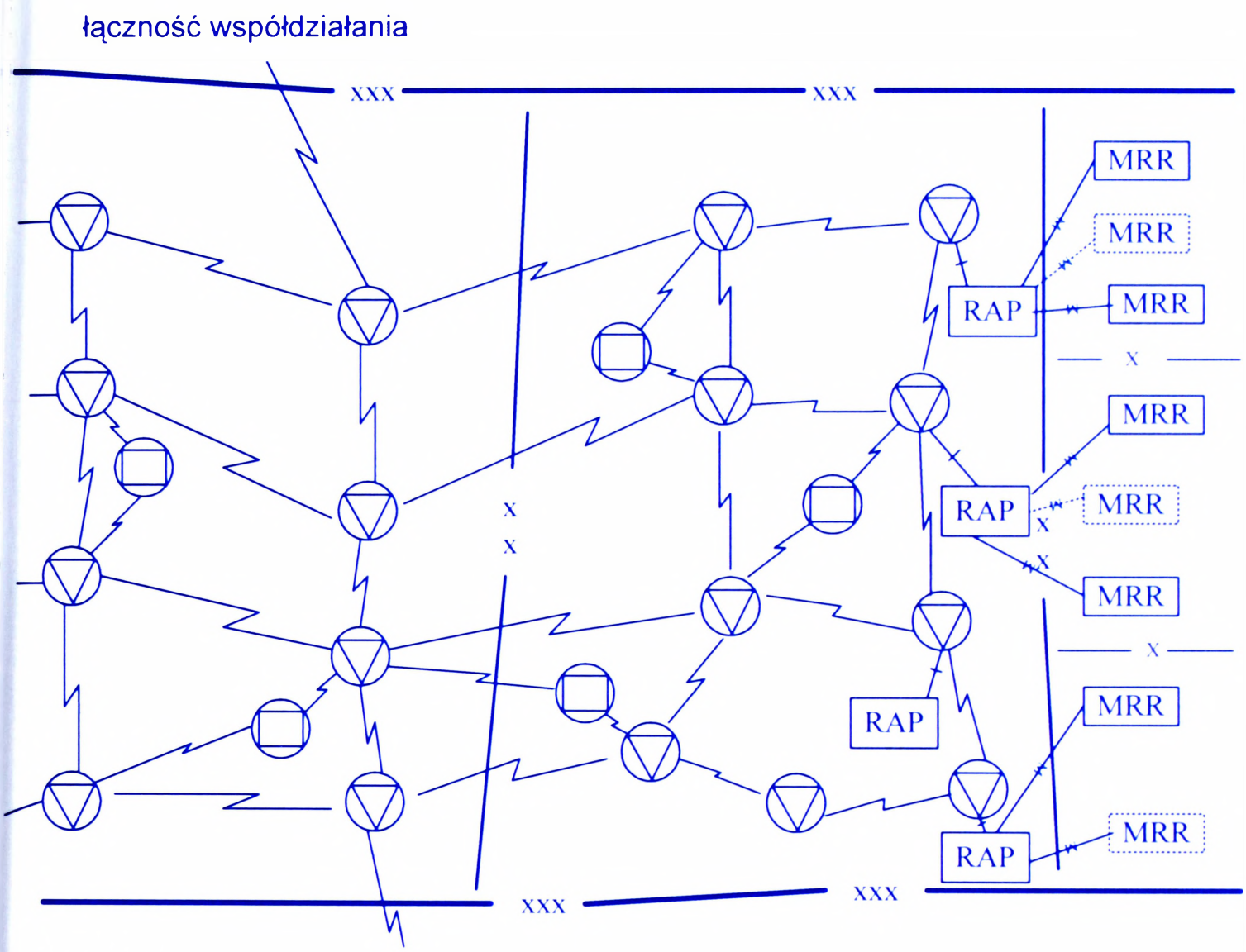
Legenda:


podstawowy węzeł sieciowy



radiowy punkt dostępowy

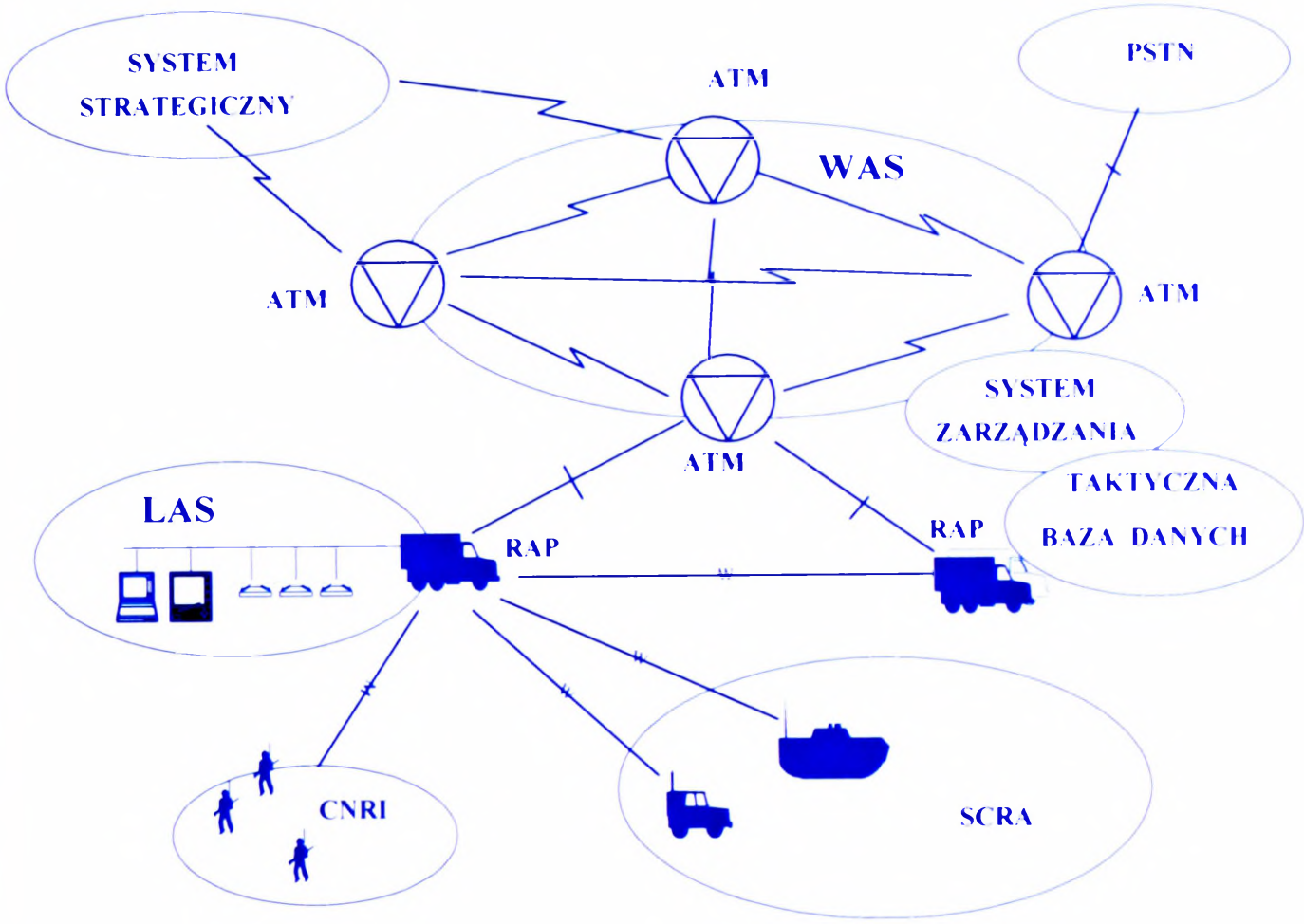
Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej AUTOKO 90
(opracowano na podstawie materiału zgodnie z przypisem - 16)



Legenda:

- podstawowy węzeł sieciowy
- węzeł łączności SD
- RAP — radiowy punkt dostępowy
- MRR — radiostacja mobilna
- linia radioliniowa
- linia radiowa

Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej PTARMIGAN
(opracowano na podstawie materiału zgodnie z przypisem - 16)



Legenda:

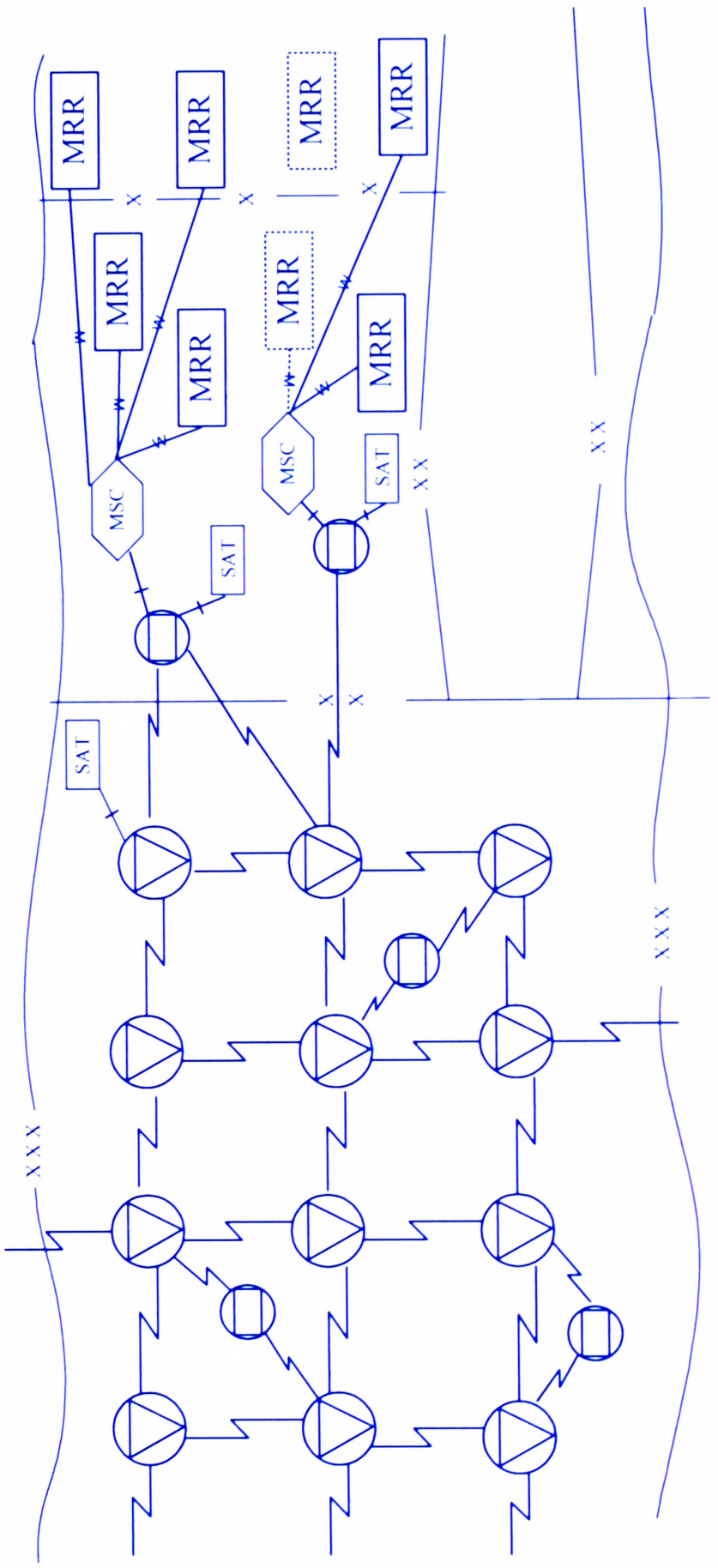
LAS - Local Area Subsystem
(podsystem lokalny)
WAS - Wide Area Subsystem
(podsystem rozległy)
RAP - Radio Access Point
(punkt radiodostępowy)
CNRI - jednokanałowy radiodostęp
simpleksowy
SCRA - jednokanałowy radiodostęp
dupleksowy

podstawowy węzeł sieciowy ATM

linia przewodowa

linia radioliniowa

Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej RITA 2000
(opracowano na podstawie materiału zgodnie z przypisem - 16)



Legenda:

węzeł łączności SDstanowisko dowodzenia

podstawowy węzeł łączności

MRR

MSC centrala abonentów mobilnych

SAT stacja satelitarna

Ogólna architektura sieci telekomunikacyjnej TRI-TAC
(opracowano na podstawie materiału zgodnie z przypisem - 16)

DOWODZENIE (COMMAND AND CONTROL)

TO
WYKONYWANIE FUNKCJI ZWIĄZANYCH Z KIEROWANIEM WOJSKAMI, BĘDĄCE OKREŚLONYM PROCESEM, W WYNIKU KTÓREGO WSZELKA DZIAŁALNOŚĆ JEDNOSTEK WOJSKOWYCH JEST CELOWA, KOORDYNOWANA, ZMIERZAJĄCA DO WYKONANIA OKREŚLONYCH ZADAŃ

COMMAND

TO
UPRAWNIENIE (WŁADZA) NADANE DOWÓDCY W CELU KIEROWANIA, KOORDYNOWANIA I KONTROLOWANIA JEDNOSTEK WOJSKOWYCH

CONTROL

TO
UPRAWNIENIE (WŁADZA) NADANE PRZEZ DOWÓDCĘ W STOSUNKU DO CZĘŚCI PODLEGŁYCH WOJSK, KTÓRE ZAWIERAJĄ TAKŻE ODPOWIEDZIALNOŚĆ ZA WYKONYWANIE ROZKAZÓW LUB DYREKTYW PRZEZ WOJSKA

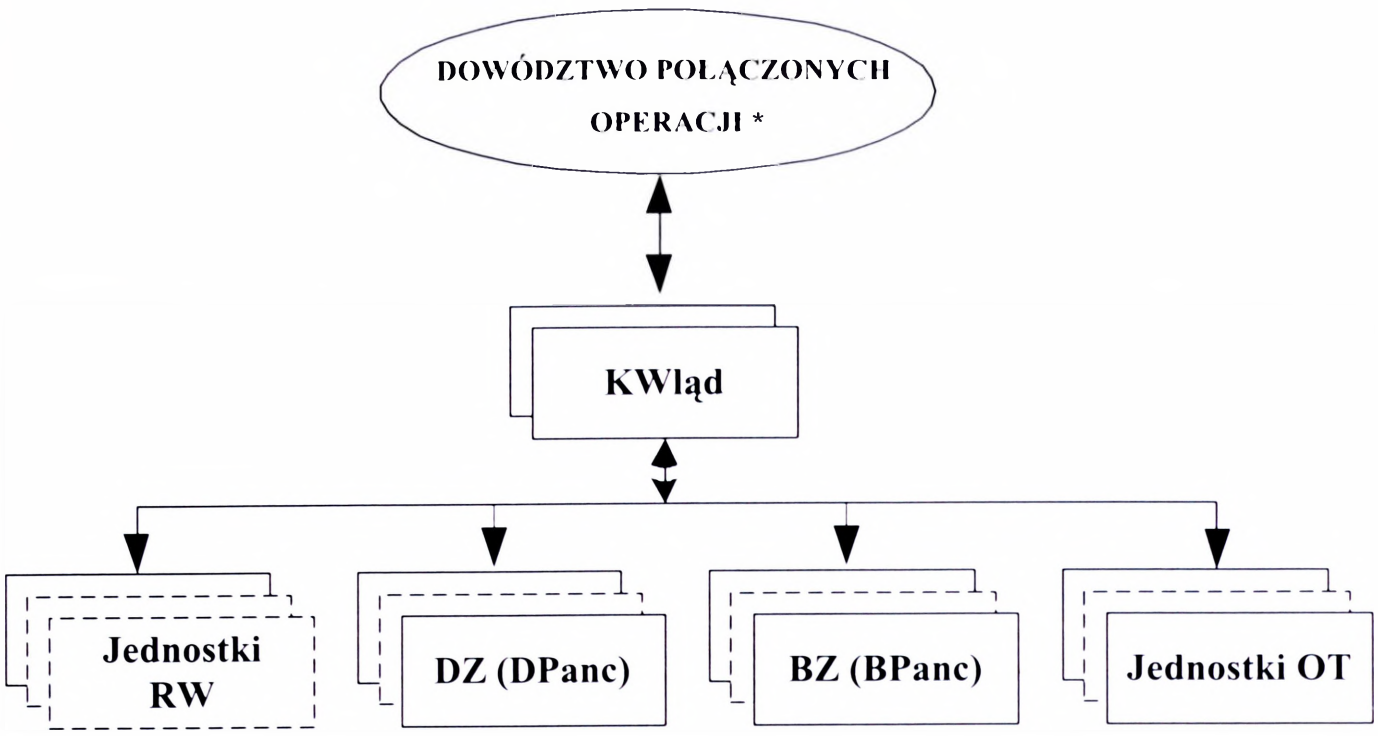
Treść pojęcia dowodzenia

(na podstawie: J. Michniak, Teoria i praktyka funkcjonowania systemu dowodzenia Wojsk Lądowych SZ RP – praca zbiorowa, AON, 1998r., str. 11)

ŚRODOWISKO SYSTEMU DOWODZENIA: - centralizacja/decentralizacja, - dowodzenie rodzajami sił zbrojnych, - globalne/regionalne, - zamknięty/podsystem;
DOWÓDZTWO NARODOWE / SOJUSZNICZE
MODEL ORGANIZACJI ZBROJNYCH
WYBÓR TECHNOLOGII: - preferowane uzbrojenie i programy, - programy zatwierdzone przez administrację i parlament;
PODSTAWOWE ZASADY ORGANIZACJI SIŁ ZBROJNYCH: - wojska lądowe, - marynarka wojenna, - siły powietrzne;
PARADYGMATY STRATEGICZNE: - wojska lądowe (JOMINI, CLAUSEWITZ, MOSSOR), - marynarka wojenna (MAHAN), - siły powietrzne (DOUHET, ABŻAŁTOWSKI);
ŚRODOWISKO OPERACYJNE: - ląd, morze, przestrzeń powietrzna, eter;
TOŻSAMOŚĆ NARODOWA: - wartości narodowe, - tradycje wojskowe/polityczne, - stosunki geostrategiczne, - historia;

Zasadnicze determinanty systemu dowodzenia
(na podstawie: J. Michniak, Teoria i praktyka funkcjonowania systemu dowodzenia Wojsk Lądowych SZ RP – praca zbiorowa, AON, 1998r., str. 15)

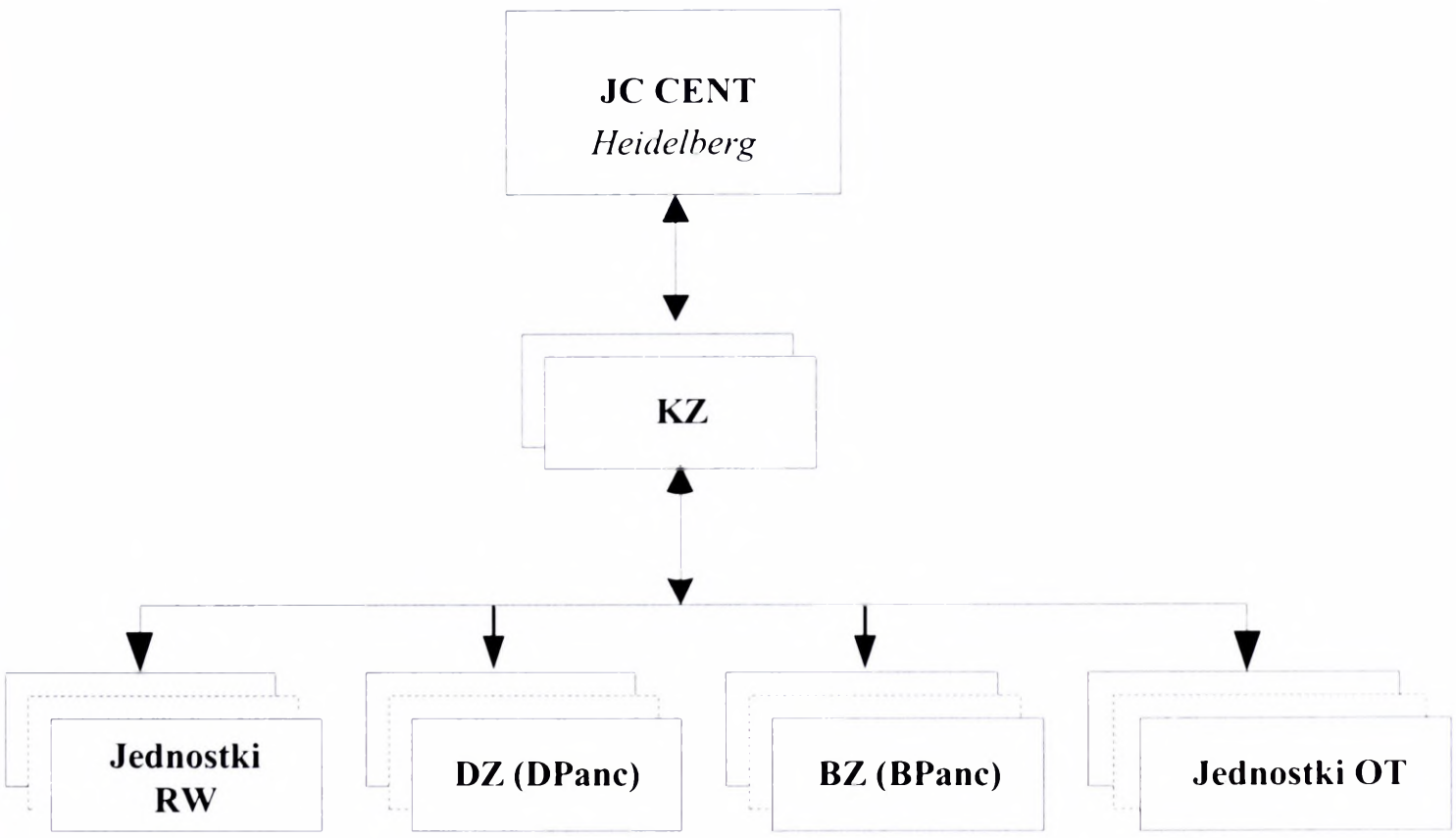
ZAŁĄCZNIK 3.3



* - tworzone głównie na bazie dowództw RSZ

Struktura dowodzenia korpusem - wariant narodowy
(opracowano na podstawie wydawnictwa wykazanego w przypisie 82)

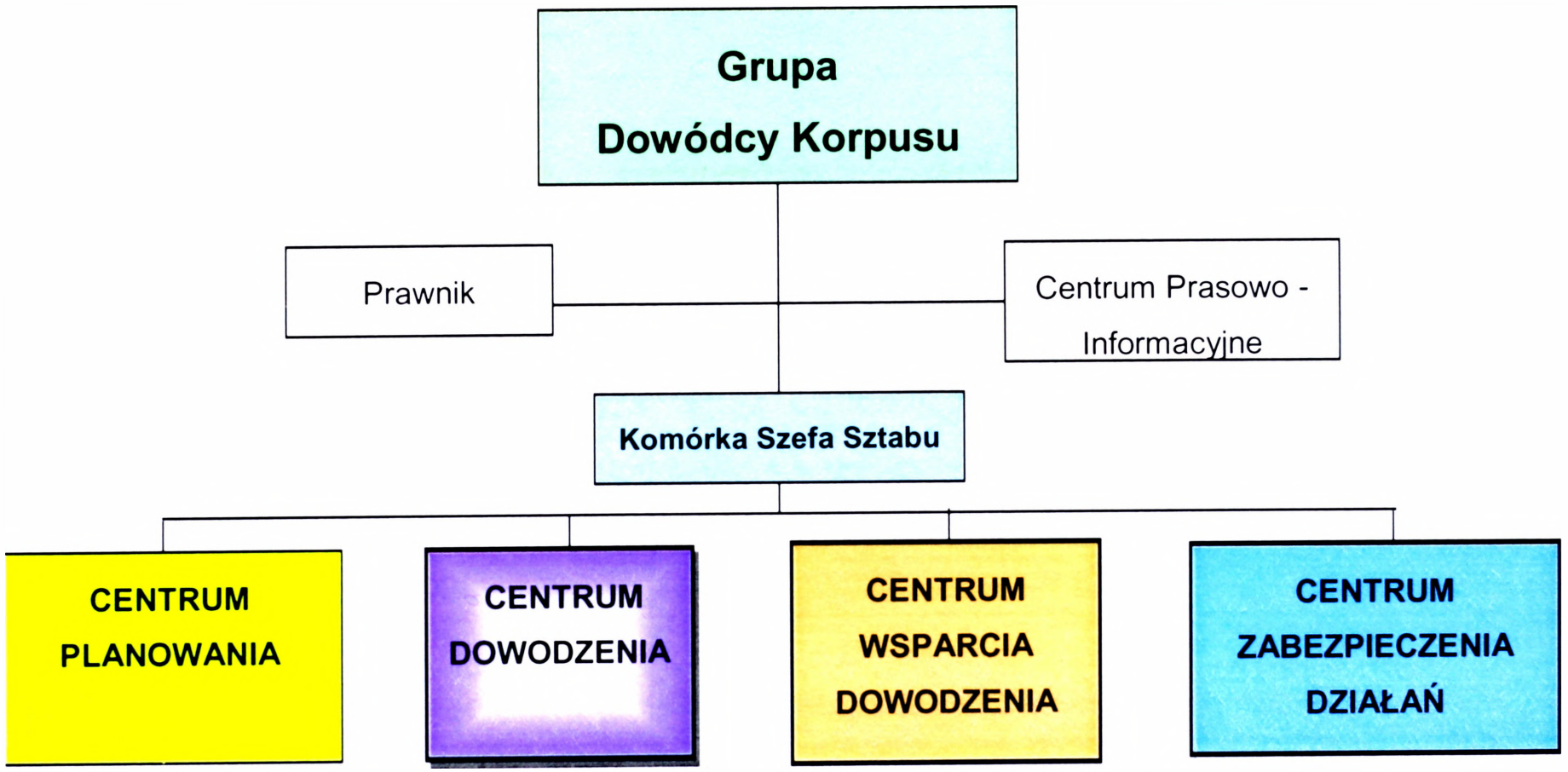
ZAŁĄCZNIK 3.4



JC CENT - połączone dowództwo podregionalne Centrum

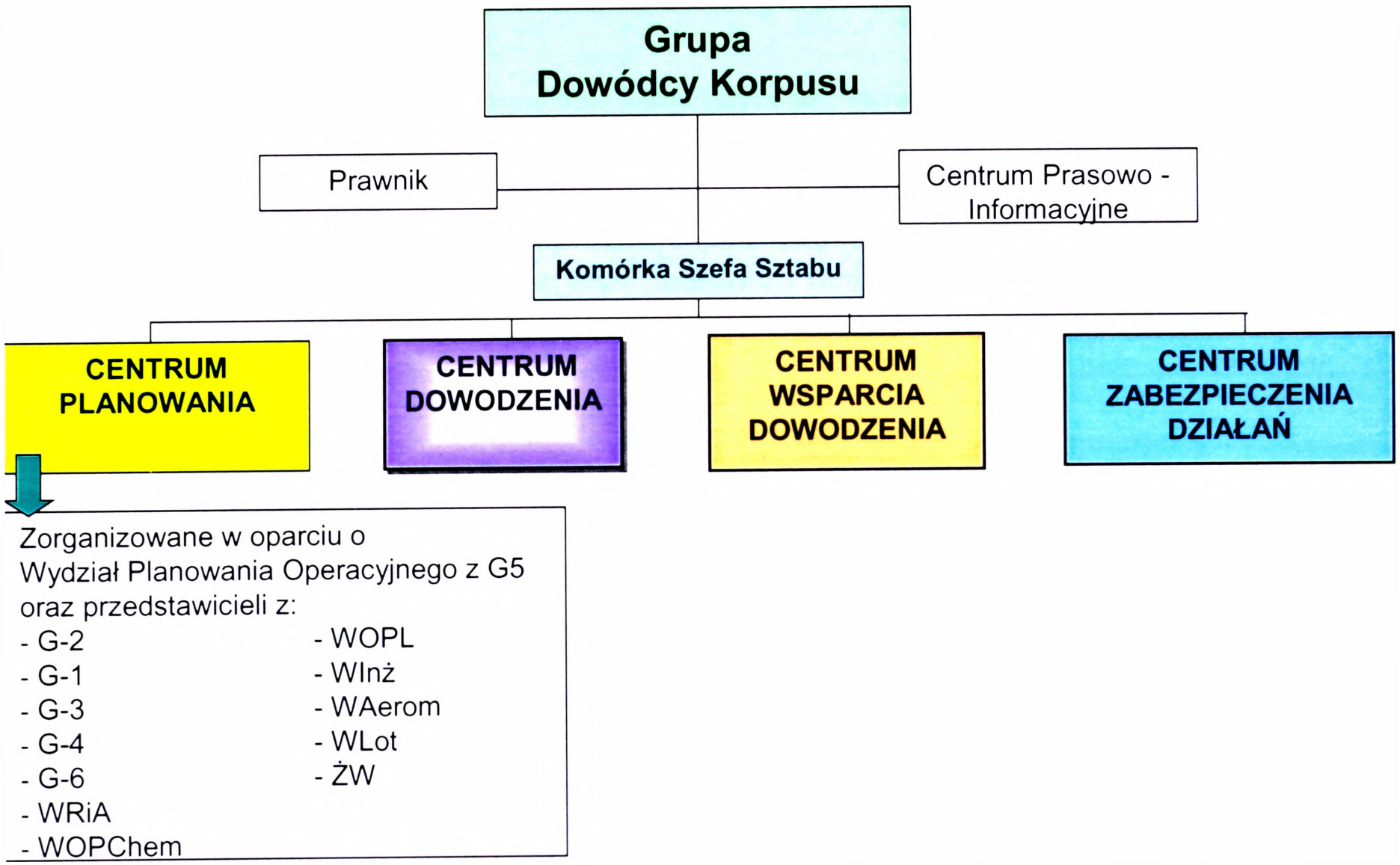
Struktura dowodzenia korpusem - wariant sojuszniczy
(opracowano na podstawie wydawnictwa wykazanego w przypisie 82)

STRUKTURA SD KORPUSU



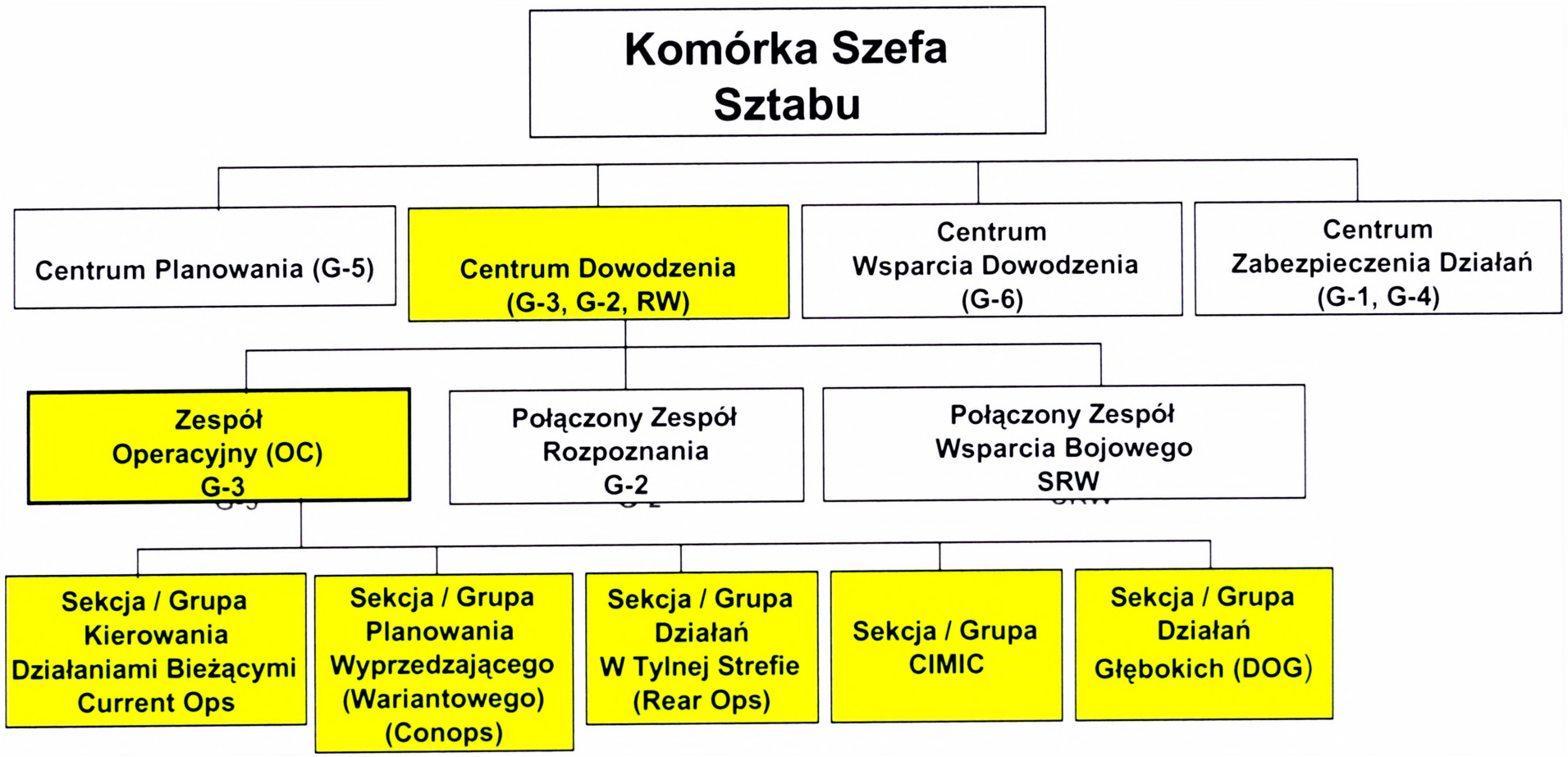
Ogólna struktura stanowiska dowodzenia KZ
(źródło – materiały G6 DWL)

STRUKTURA SD KORPUSU



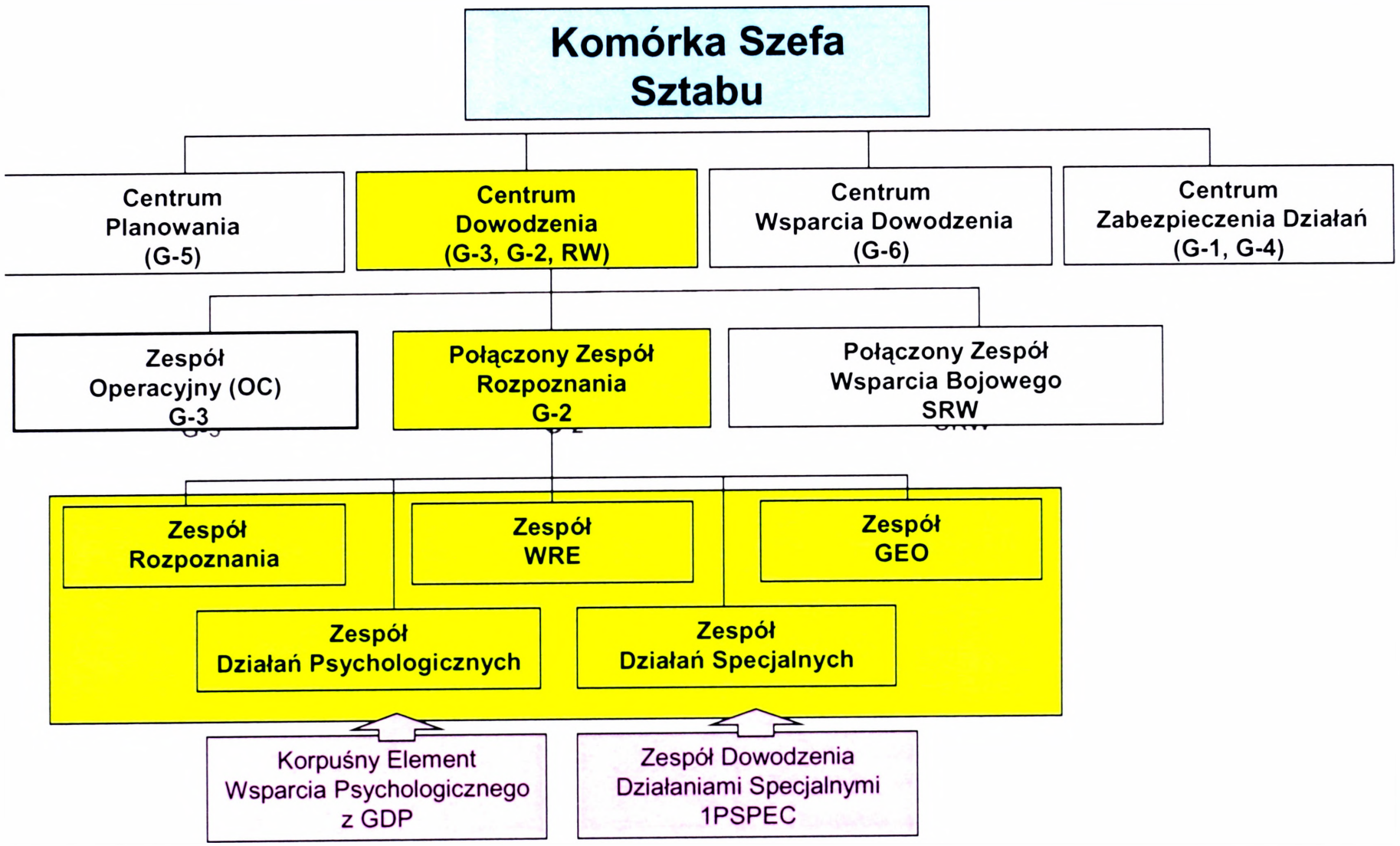
Struktura Centrum Planowania SD KZ
(źródło – materiały G6 DWL)

CENTRUM DOWODZENIA SD KORPUSU



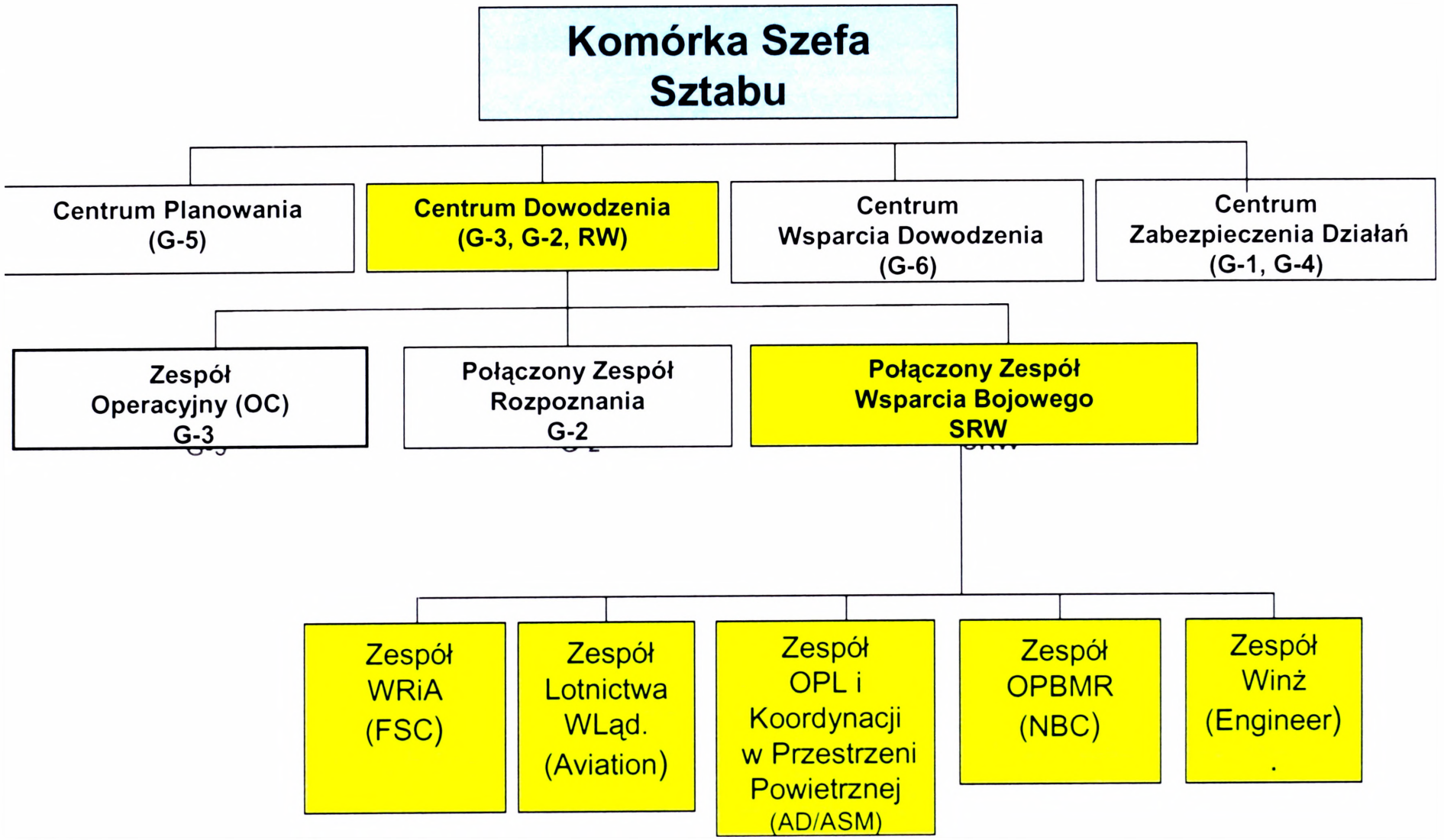
Struktura Zespołu Operacyjnego Centrum Dowodzenia SD KZ
(źródło – materiały G6 DWL)

CENTRUM DOWODZENIA SD KORPUSU

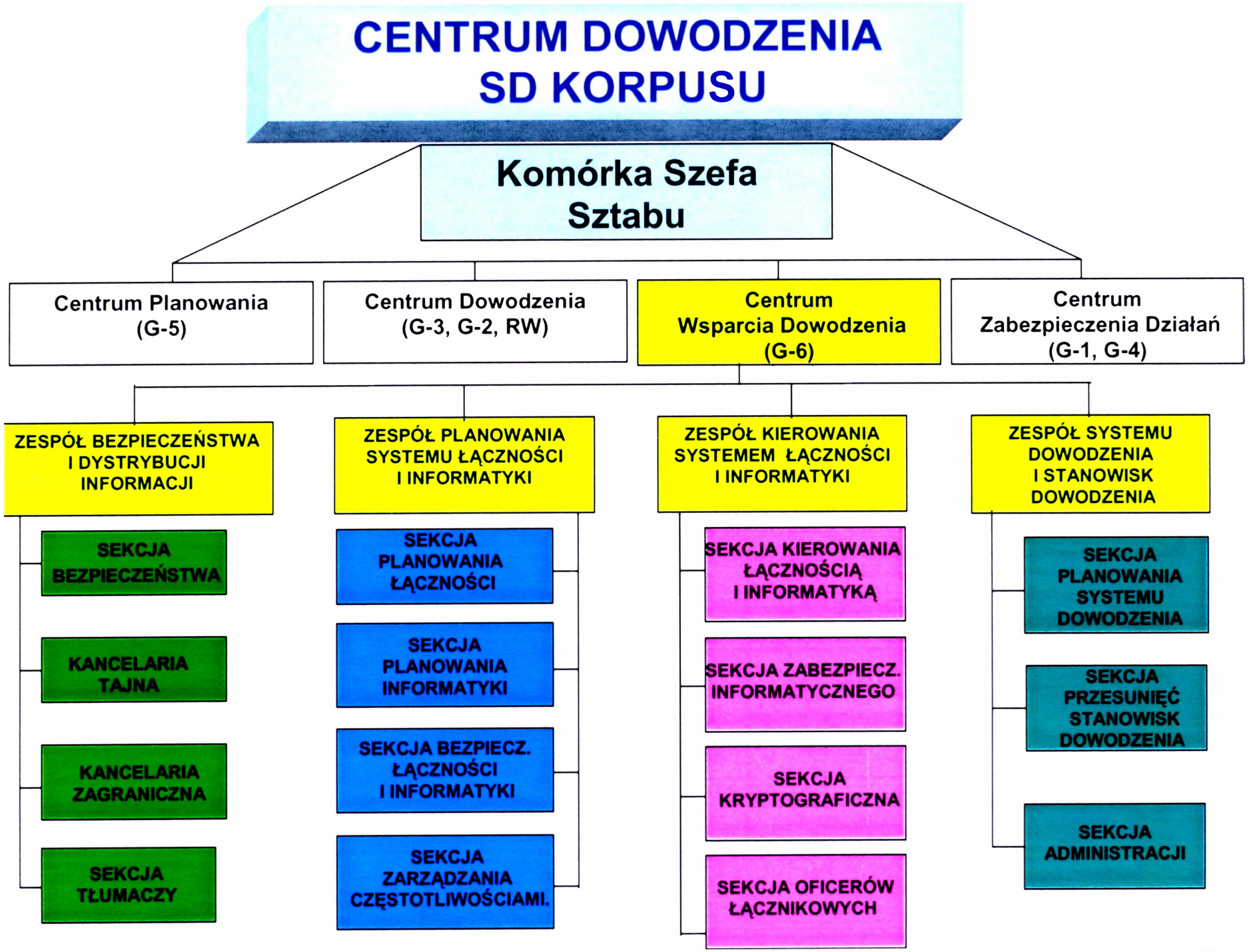


Struktura Zespołu Rozpoznania Centrum Dowodzenia SD KZ
(źródło – materiały G6 DWL)

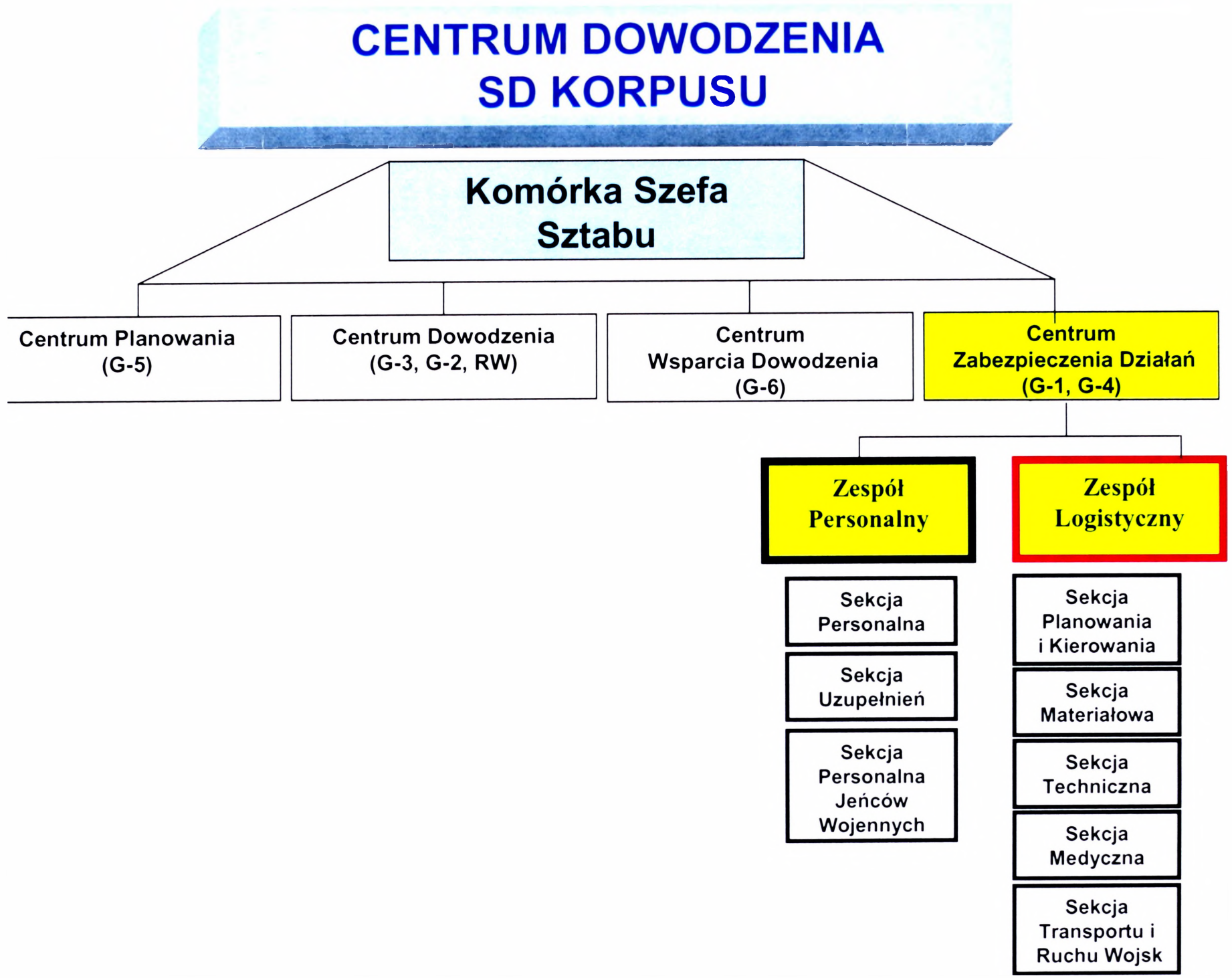
CENTRUM DOWODZENIA SD KORPUSU



Struktura Połączonego Zespołu Wsparcia Bojowego SRW Centrum Dowodzenia SD KZ
(źródło – materiały G6 DWL)



Struktura Centrum Wsparcia Dowodzenia SD KZ
(źródło – materiały G6 DWL)



Struktura Centrum Zabezpieczenia Działań SD KZ
(źródło – materiały G6 DWL)

ZAŁĄCZNIK 3.12

Treść dokumentów dowodzenia
(na podstawie opracowania sztabu ŚOW)

Każda komórka organizacyjna SD winna posiadać opracowane we własnym zakresie wzory dokumentów dowodzenia i przechowywać je w teczkach pracy zespołów oraz oficera.

Poniższe wzory dokumentów zostały opracowane na podstawie:

1. Porozumienia Standaryzacyjne (Standardization Agreements):

1) STANAG 2014 OP, wyd. 7, Rozkazy operacyjne, zarządzenia wstępne i administracyjne/logistyczne;

2) STANAG 2029 OP, wyd. 7, Metoda opisu naziemnych punktów, rejonów i linii rozgraniczających;

3) STANAG 2041 M&T, wyd. 4, Rozkazy operacyjne, tabele i grafy, dotyczące ruchu drogowego;

4) STANAG 1001 OP, wyd. 7, System oznaczania dni i godzin w odniesieniu do działań i ćwiczeń.

2. Publikacje Sprzymierzonych (Allied Publications):

1) ATP 35 (AB) - Doktryna taktyczna sił lądowych;

2) AAP-6U - Słownik terminów i definicji paktu NATO, NACC/PFP 1995;

4) APP-6 - Znaki wojskowe, dotyczące wojsk lądowych;

5) ADATP-3 - System formatowania tekstów wiadomości w NATO.

3. Regulaminy obowiązujące w WP.

ROZKAZ OPERACYJNY

Może być przygotowany i wydany w formie pisemnej, ustnej, graficznej lub jako kombinacja tych trzech form. W niektórych sytuacjach część rozkazu bojowego może być wydana oddzielnie.

Rozkaz operacyjny składa się z pięciu punktów:

1. SYTUACJA
2. ZADANIE
3. REALIZACJA
4. ZABEZPIECZENIE LOGISTYCZNE
5. DOWODZENIE I ŁĄCZNOŚĆ.

Punkt 1 zawsze składa się z kilku podpunktów (a, b, c). Punkt 2 nigdy nie zawiera żadnych podpunktów. Nie ma natomiast żadnych ograniczeń co do liczby podpunktów w punktach 3, 4 i 5, które są skonstruowane zgodnie z wymogami operacji (walki). Wszystkie punkty i podpunkty muszą być opisane. Chociaż wszystkie punkty wraz z opisami, np. pkt 3. REALIZACJA, zawsze znajdują się w rozkazie, to we wszystkich, z wyjątkiem pkt. 2 (ZADANIE), dopuszczalne jest stosowanie określeń w rodzaju: *„BEZ ZMIAN"*, *„PATRZ ANEKS NR..."*, *„PATRZ OLEATA"* itp.

Jeżeli rozkaz zostaje przygotowany w formie graficznej (lub kombinowanej), część graficzna przygotowana jest zazwyczaj na folii (kalce) lub (rzadziej) na mapie. Dopuszcza się umieszczenie części pisemnej bezpośrednio na folii.

DANE PRZEDSTAWIANE W SPOSÓB GRAFICZNY OBEJMUJĄ ZWYKLE:

- cele natarcia / pośrednie cele natarcia;
- osie przesunięć;
- linie rozgraniczenia i linie ognia;

- pozycje obronne;
- przebieg przedniego skraju obrony;
- drogi;
- rejony ześrodkowania;
- stanowiska dowodzenia;
- rubieże wyjściowe;
- kierunki natarcia;
- kierunek głównego uderzenia;
- punkty koordynacyjne;
- obiekty ataku;
- rubieże do opanowania;
- przedsięwzięcia kontroli przestrzeni powietrznej.

Dąży się do przekazania maksymalnej ilości informacji w formie graficznej, jednak zadanie zawsze zostaje zapisane, nawet jeżeli zostało odzwierciedlone właściwymi znakami taktycznymi na folii.

1. SYTUACJA

W tym punkcie, składającym się z kilku podpunktów, należy zamieścić przejrzyste informacje, pozwalające podległym dowódcom zrozumieć i ocenić aktualną sytuację. Podpunkty są uporządkowane wg następującej kolejności:

- **a) położenie przeciwnika**, a w tym: skład, ugrupowanie, rozmieszczenie, prawdopodobne ukompletowanie, możliwości bojowe, prawdopodobne przyszłe działanie;
- **b) położenie wojsk własnych**, a w tym informacje, dotyczące wojsk własnych, innych niż te, których dotyczy wydawany rozkaz, a które mogą mieć bezpośredni wpływ na działanie podległych dowódców;
- **c) zmiany w podporządkowaniu**, a w tym informacje, dotyczące sił przyjętych w podporządkowanie lub przekazanych wraz z terminem zmiany podporządkowania. Zamiennie mogą być umieszczone w podziale sił lub w aneksie;
- **d) ocena rozwoju sytuacji** - ten podpunkt może, lecz nie musi wystąpić. Zawiera krótkie przewidywania dowódcy co do dalszego rozwoju sytuacji.

2. ZADANIE

Krótkie (zwięzłe) sprecyzowanie zadania szczebla, wydającego rozkaz. Punkt ten nie zawiera nigdy żadnych podpunktów.

3. REALIZACJA

W punkcie tym pierwszy podpunkt to zwykle *„zamiar walki"* (operacji). Kolejne podpunkty precyzują zadania dla elementów ugrupowania, wykonujących zadania bojowe, oraz określają szczegóły współdziałania i organizacji, jeśli tych ostatnich nie zawarto w „podziale sił" lub załączniku (aneksie).

Jeżeli to konieczne, wytyczne, koordynujące działanie dwóch i więcej elementów ugrupowania bojowego, mogą być umieszczane w ostatnim podpunkcie „wytyczne koordynujące".

- **a) zamiar walki**

(1) M a n e w r

- określa się ogólne ramy manewru od początku do końca walki;

- wskazuje się miejsce skupienia głównego wysiłku, ewentualne zmiany w tym zakresie podczas walki.

(2) W s p a r c i e o g n i o w e
- wyjaśnienie sposobu wsparcia ogniowego z zaakcentowaniem priorytetów wsparcia artyleryjskiego i lotniczego - jeżeli występuje. Ewentualne odwołanie do właściwego aneksu.

(3) O b r o n a p r z e c i w l o t n i c z a
- ogólna koncepcja obrony (osłony) przeciwlotniczej podczas walki, wskazanie priorytetów, odwołanie do aneksu.

(4) R o z p o z n a n i e
- skupienie głównego wysiłku rozpoznania, wskazanie priorytetów, odwołanie do aneksu.

(5) W a l k a r a d i o e l e k t r o n i c z n a
- skupienie głównego wysiłku WRE, priorytety, odwołanie do aneksu.

(6) Z a b e z p i e c z e n i e i n ż y n i e r y j n e
- wyjaśnienie sposobu wykorzystania wojsk inżynieryjnych, określenie priorytetów wsparcia oraz sposoby działania (zapewnienie manewru wojsk własnych, utrudnienie manewru przeciwnika, zwiększenie żywotności sił własnych), odwołanie do aneksu.

(7) I n n e;

- **b) zadania dla ogólnowojskowych elementów ugrupowania bojowego**
  - zadania stawiane są w takiej samej kolejności, jak poszczególne elementy pojawiały się w podziale sił przy użyciu oddzielnego podpunktu (b, c, d itp.);
  - nie powtarza się zadań przedstawionych wyraźnie w zamiarze walki w sposób graficzny w aneksie lub określonych w wytycznych koordynujących;
  - nie podaje się zadań, dotyczących dwóch i więcej elementów ugrupowania bojowego. Są one określone w zamiarze i wytycznych koordynujących;
- **c) zadania dla wspierających elementów ugrupowania bojowego**
  - zadania podawane w następującej kolejności z zachowaniem oznaczenia kolejnymi literami alfabetu (e, f, g):
    * wsparcie ogniowe,
    * obrona przeciwlotnicza,
    * obrona przeciwchemiczna,
    * wojska inżynieryjne,
    * rozpoznanie i WRE,
    * żandarmeria,
    * inne;
- **d) wytyczne koordynujące**
  - wyszczególnia się tylko informacje, dotyczące dwóch i więcej elementów ugrupowania bojowego;
  - niezbędne współrzędne linii koordynujących;
  - w planach - podanie terminu, w jakim plan staje się rozkazem.

(1) Priorytety w zakresie zdobywania i przesyłania wiadomości rozpoznawczych.
(2) Dopuszczalna dawka napromieniowania.
(3) Stopień gotowości środków ochrony przed skażeniami.
(4) Pozostałe aneksy.
(5) Terminy.

4. ZABEZPIECZENIE (WSPARCIE) LOGISTYCZNE

Punkt ten zawiera informacje, dotyczące zabezpieczenia logistycznego, szczególnie ważne dla sił, które mają być wspierane. Krótkie przedstawienie koncepcji zabezpieczenia logistycznego wg podpunktów przedstawionych poniżej w zakresie niezbędnym do jego zrozumienia, ewentualne odwołanie się do właściwego aneksu lub rozkazu logistycznego.

- **a) koncepcja zabezpieczenia logistycznego**
- **b) zaopatrzenie i eksploatacja**

(1) Zaopatrzenie.
(2) Transport.
(3) Eksploatacja.

- **c) opieka medyczna**
- **d) sprawy personalne**
- **e) współpraca wojskowo-cywilna**
- **f) inne**.

Na niższych szczeblach dowodzenia niniejszy punkt lub aneks może eliminować potrzebę wydawania rozkazu administracyjnego (logistycznego).

5. DOWODZENIE I ŁĄCZNOŚĆ

Rozmieszczenie stanowisk dowodzenia, sposób ich zmiany, organizacja łączności, wytyczne do wykorzystania środków łączności i innego wyposażenia elektronicznego, jeśli jest to konieczne.

- **a) dowodzenie**
    - rozmieszczenie stanowisk dowodzenia;
    - określenie przynajmniej jednego przyszłego położenia każdego ze stanowisk z wyjątkiem zapasowego;
- **b) łączność**
    - wyszczególnienie obowiązujących tabeli łączności;
    - odwołanie do aneksu łączności, jeśli jest taka potrzeba.

(1) Potwierdzenie odbioru.
(2) Nazwisko dowódcy.
(3) Stopień dowódcy.
(4) Za zgodność.
(5) Załączniki (aneksy).
(6) Rozdzielnik.

Podczas generowania poszczególnych punktów rozkazu operacyjnego, informacje mogą pochodzić z następujących źródeł: rozkazu przełożonego; aneksów; apendyksów; wniosków z analizy zadania i oceny sytuacji.

300915A CZERWIEC 96,
gdzie:

30 - dzień miesiąca,
09 - godzina,
15 - minuta,
A - symbol strefy czasowej,
96 - rok.

Aneksy do rozkazu

1. Głównym celem aneksu jest skrócenie podstawowego tekstu rozkazu. Pozwala to także na przesłanie do adresatów dodatkowych egzemplarzy pewnych fragmentów, np. tabel, diagramów, dotyczących przegrupowania.

2. Aneks jest integralną częścią rozkazu. Liczba i typy użytych aneksów zależą od konkretnych potrzeb. Powinny one zwiększać jasność, użyteczność i zwięzłość rozkazu.

3. Generalnie w aneksach występuje informacja dla jednostek bojowych, ale niektóre z nich zawierają także wskazówki dla dowódców jednostek wsparcia, specjalistycznych lub dowódców innych rodzajów sił zbrojnych. Aneks do rozkazu nie powinien być rozkazem dowódcy jednostek wsparcia, specjalistycznych lub innych RSZ do jego wojsk. Pomimo że aneks jest integralną częścią rozkazu, informacje i wskazówki z części głównej rozkazu mogą być w nim powtórzone ze względu na różne rozdzielniki. Liczba aneksów do rozkazu powinna być zgodna z potrzebami konkretnego rozkazu.

4. Aneks może mieć formę tekstu, kalki, oleaty, mapy z naniesioną sytuacją, szkicu, planu lub tabeli. Może on być użyty do uszczegółowienia dowolnej części rozkazu.

5. Aneksy są oznaczone kolejnymi wielkimi literami alfabetu (A,B,C...) i mogą mieć jedno lub więcej uzupełnień, które są numerowane cyframi arabskimi. W głównej części rozkazu muszą być odsyłacze do aneksów, które są wymienione pod nagłówkiem „Aneksy" na końcu rozkazu. Z kolei w aneksach muszą być odsyłacze do uzupełnień.

6. Aneksy wydane razem z głównym rozkazem i w tej samej liczbie egzemplarzy, co rozkaz, powinny być tylko odpowiednio oznaczone w odniesieniu do głównej części rozkazu. Muszą także posiadać klauzulę tajności oraz, jeżeli to konieczne, listę uzupełnień.

7. Aneksy, które zostały wydane w innym czasie niż rozkaz, muszą dodatkowo zawierać nagłówek, podpis dowódcy lub osoby przez niego upoważnionej lub uwierzytelnienie, a także instrukcje, dotyczące potwierdzenia otrzymania i rozdzielnik.

8. Wzór aneksu jest standaryzowany, natomiast podział na paragrafy i podparagrafy zależy od potrzeb. Aneksy w postaci kalek i oleat powinny posiadać te same nagłówki i zakończenia.

PRZYKŁADY ANEKSÓW WYKONYWANYCH DO ROZKAZU OPERACYJNEGO

A - Podział sił.
B - Rozpoznanie.
C - Plan operacji (folia).
D - Plany alternatywne.
E - Wsparcie ogniowe.
F - Obrona powietrzna.
G - Zabezpieczenie inżynieryjne.
H - Walka elektroniczna.
I - Dezinformacja.
J - Lotnictwo wojsk lądowych .
K - Ochrona tyłowego obszaru działań .
L - Zabezpieczenie operacji.
M - Działania psychologiczne .
N - Zarządzanie przestrzenią powietrzną.
O - Zabezpieczenie logistyczne.
P - Współpraca wojskowo-cywilna.
Q - Łączność i informatyka.
R - Przemieszczanie.

WZÓR ROZKAZU OPERACYJNEGO (TYPU OLEATA)

(KLAUZULA TAJNOŚCI)

„OVERLAY"

Egz. nr 3 z ...
1K
STĘBARK DE 4228
200925 Lipiec 98
012

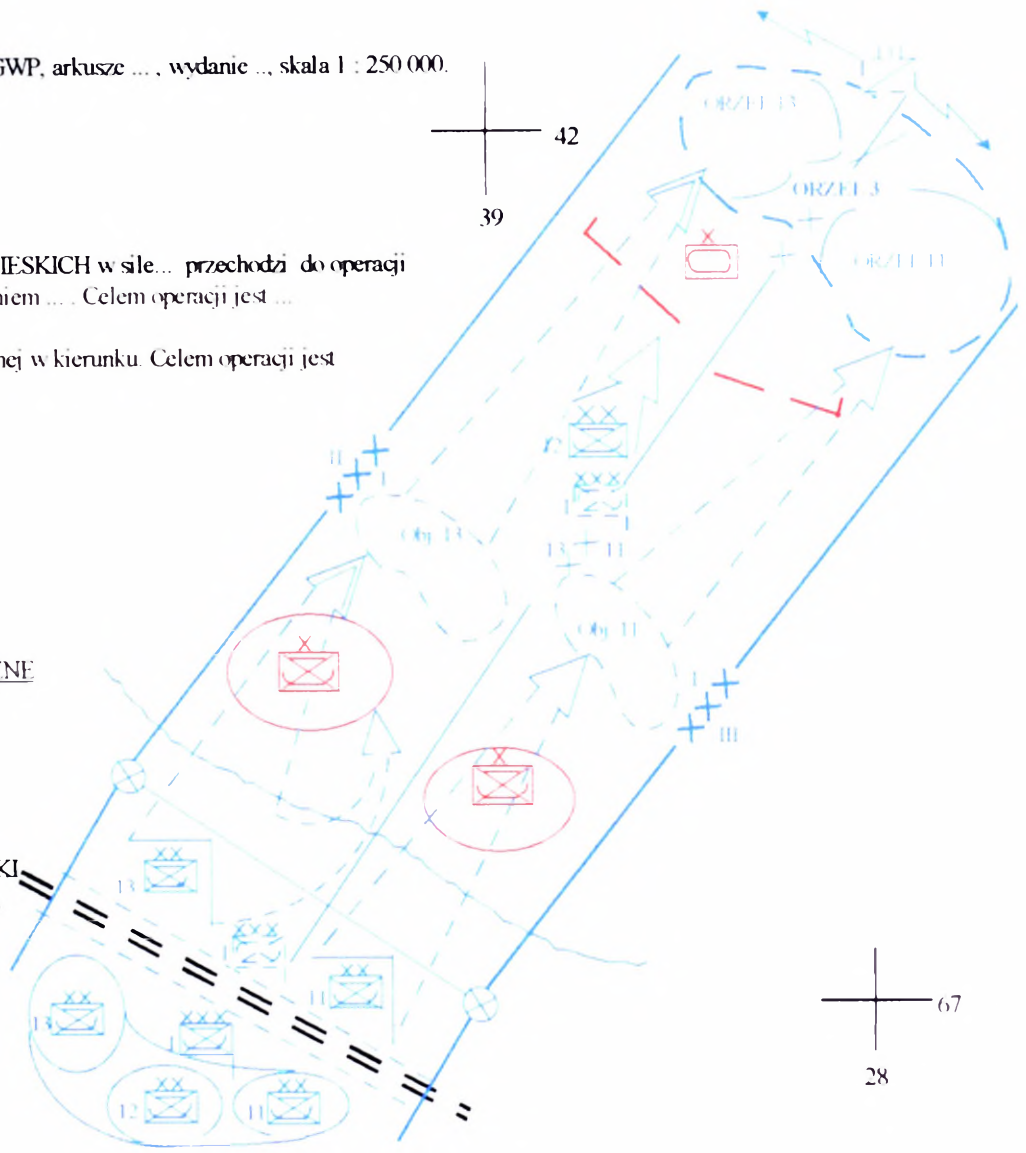
ROZKAZ OPERACYJNY ...
Dokumenty odniesienia: mapa OT SGWP, arkusze ... , wydanie .., skala 1 : 250 000.
Strefa czasowa: ALFA
Podział sił: Załącznik A

1. SYTUACJA
   a. Położenie przeciwnika
   b. Położenie wojsk własnych:
      Zgrupowanie uderzeniowe NIEBIESKICH w sile... przechodzi do operacji zaczepnej w kierunku .... z zadaniem ... . Celem operacji jest ...
2. ZADANIE:
   1K przechodzi do operacji zaczepnej w kierunku. Celem operacji jest opanowanie ...
3. REALIZACJA
   a. Zamiar ...
   b. 11 DZ:
   c. 12 DZ:
   d. Artyleria: Załącznik C
   e. prozp: Załącznik B
   f. Odwód: 13 DZ
   g. Wytyczne koordynujące:
4. ZABEZPIECZENIE LOGISTYCZNE
   Bez zmian
5. DOWODZENIE I ŁĄCZNOŚĆ
   a. Dowodzenie:
   b. Łączność:

Potwierdzenie odbioru
Za zgodność KOWALSKI
IKSIŃSKI gen. bryg.
G-3 .....

Załączniki: A. Podział sił.
B. Rozpoznanie
C. Wsparcie ogniowe.

Rozdzielnik: A
2K
3K



ZARZĄDZENIE PRZYGOTOWAWCZE Nr...

Dokumenty odniesienia: ... .

Strefa czasowa: ... .

1. POŁOŻENIE PRZECIWNIKA I PRAWDOPODOBNE JEGO DZIAŁANIE

2. CHARAKTER PRZYSZŁYCH DZIAŁAŃ, CZAS GOTOWOŚCI DO PODJĘCIA ZADANIA

3. CZAS, MIEJSCE I SPOSÓB POSTAWIENIA ZADANIA, WYMAGANE MAPY, CZAS OTRZYMANIA ROZKAZU OPERACYJNEGO

4. WYTYCZNE PODJĘCIA WSTĘPNYCH DZIAŁAŃ, REKONESANSU ITP

5. WYTYCZNE ZABEZPIECZENIA LOGISTYCZNEGO, POTRZEB DODATKOWEGO WYPOSAŻENIA

Potwierdzenie otrzymania: ... .
Za zgodność: ... .
Rozdzielnik:

Podpis dowódcy
.....
(stopień, nazwisko)

PRZYKŁADOWY ROZKAZ CZĘŚCIOWY

(KLAUZULA TAJNOŚCI)

Egz. nr 1 z 3
1 K
KOWALE DE 3842
201800A MARZEC 1998
A/111/10

ZARZĄDZENIE OPERACYJNE Nr ...

Dokumenty odniesienia: Rozkaz operacyjny nr 2 1K

Podział sił: 5 BA przechodzi w podporządkowanie 3 DPanc od 210200A

1. SYTUACJA

Natarcie przeciwnika na kierunku LASKI-DĄBKI słabnie.

2. ZADANIE

Bez zmian.

3. REALIZACJA

a. Korpus kontynuuje operację obronną. 3DPanc wykonać przeciwuderzenie w kierunku BŁOTA-SPALONA WIEŚ, opanować obiekt ALFA i przejść bo obrony na linii niebieska.

Priorytet wsparcia ogniowego na rzecz 3 DPanc

Gotowość 210500.

b. 1 DZ zabezpieczyć wejście do bitwy 3 DPanc z linii brązowa, po czym przejść do odwodu.

4. ZABEZPIECZENIE LOGISTYCZNE

Bez zmian.

5. DOWODZENIE I ŁĄCZNOŚĆ

Bez zmian.

Potwierdzić przez środki łączności.

KOWALSKI

gen. bryg.

.....

Za zgodność

IKSIŃSKI

Rozdzielnik: 1DZ

2DZ

3DPanc

Meldunki o sytuacji bojowej

1. Do meldowania danych o sytuacji służą meldunki. W świetle przyjętych tu założeń mają do tego służyć „Meldunki sytuacyjne" (bojowe, doraźne), które tak się powinno nazywać niezależnie od szczebla dowodzenia.

2. W meldunkach zawiera się te informacje, które mogą mieć wpływ na działanie wojsk.

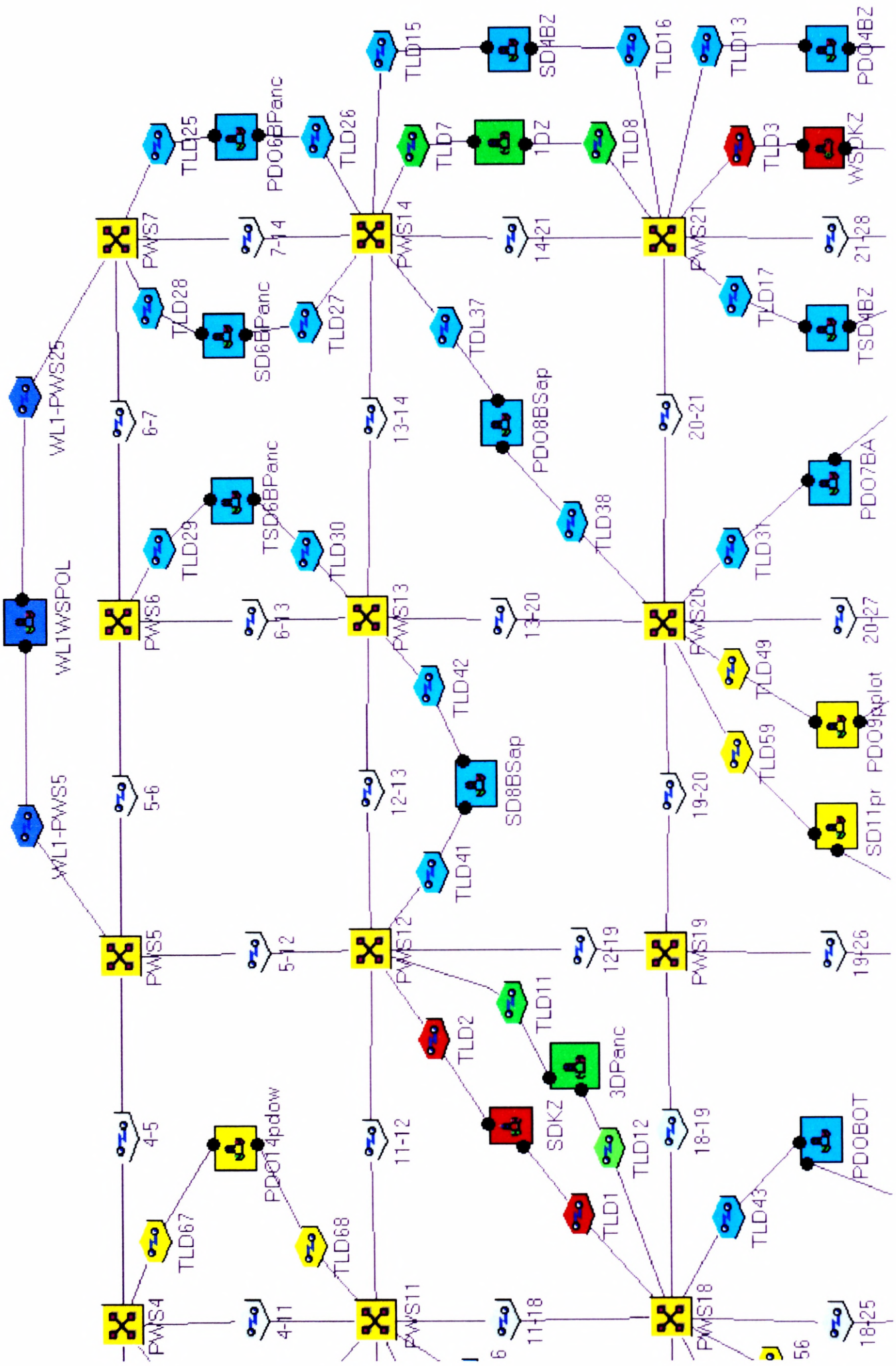
3. Mogą one mieć formę nie tylko pisemną, lecz i graficzną (na oleacie).

W tej sytuacji część danych przedstawiana jest graficznie, a pozostała z nich może być wyrażona w formie opisowej zgodnie z zasadą – co się pisze, to się nie rysuje i odwrotnie.

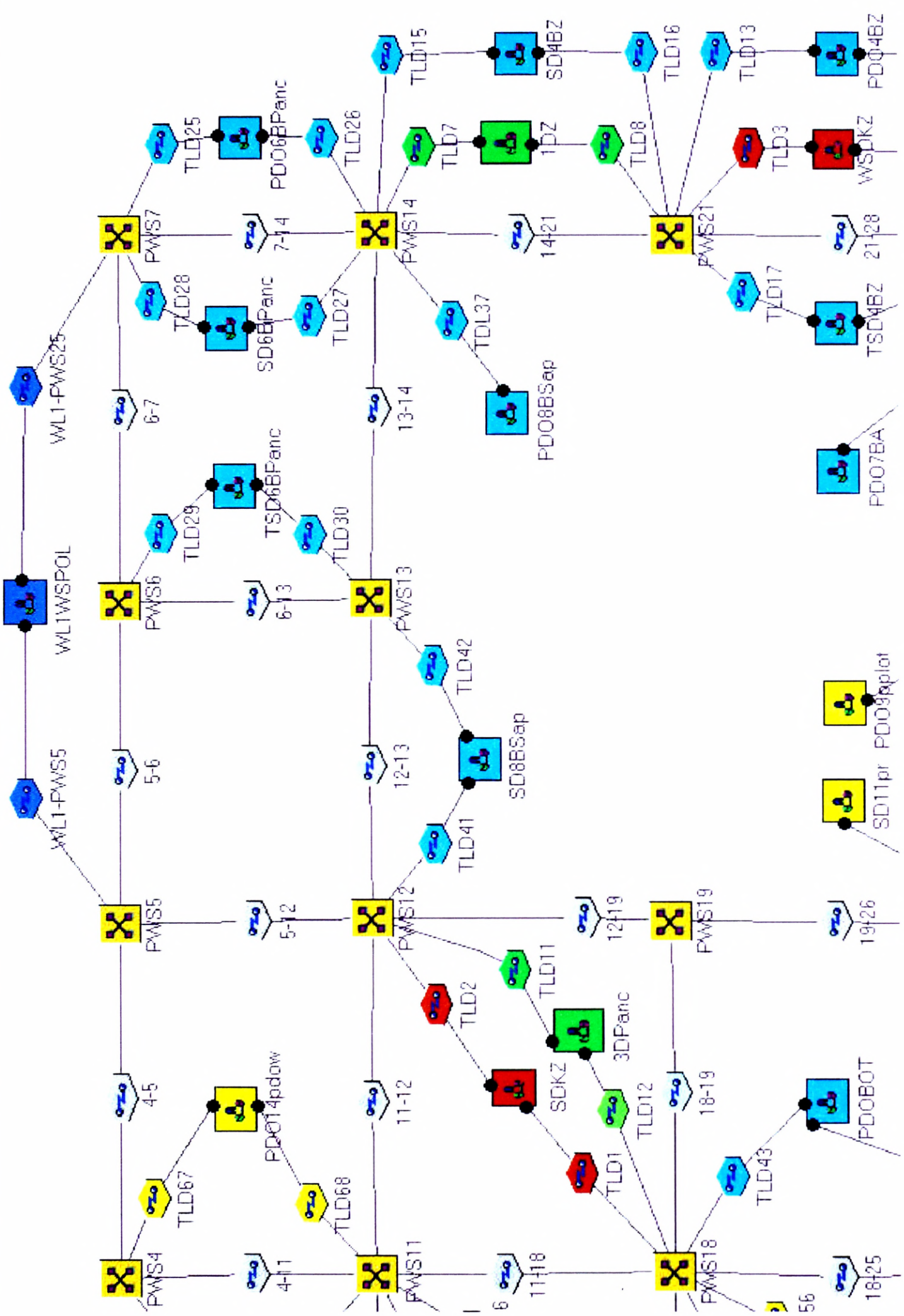
4. Mogą one być również składane ustnie, lecz wówczas powinny być zapisane.

5. W przypadkach kiedy należy jakąś informację (np. o przeciwniku, terenie czy wojskach własnych) przekazać od ludności cywilnej, urzędów administracji państwowej lub przełożonego do podwładnego, wówczas możemy mówić o tzw. *orientowaniu o sytuacji.* Przyjmuje ono dowolną formę i treść według potrzeb.

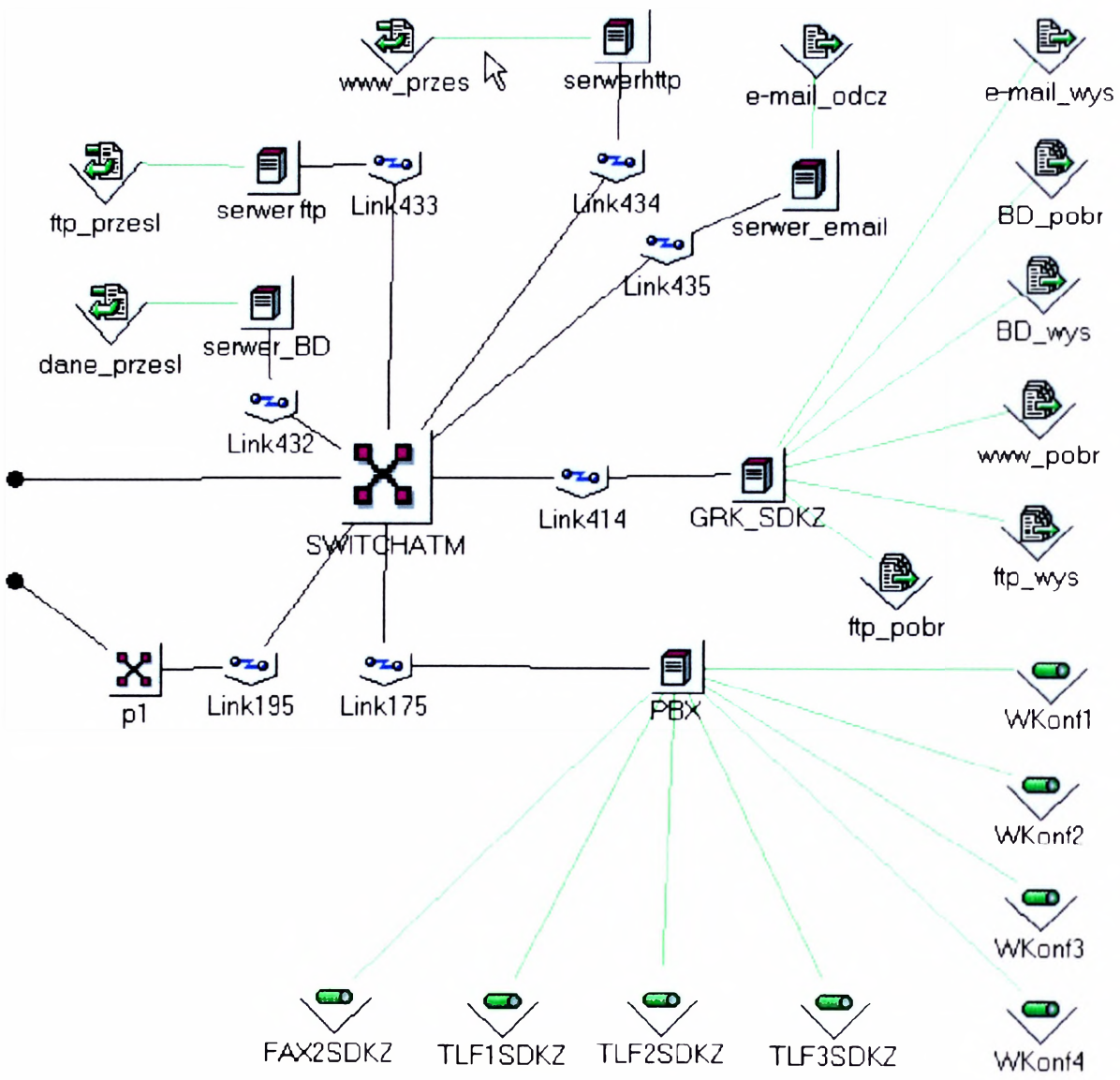
Sprawozdania operacyjne mają taki sam układ jak meldunki, różnią się jedynie ilością przekazywanych informacji (są bardziej szczegółowe i obejmują większy zakres czasu). Wykonuje się je od szczebla ZT (równorzędnego).



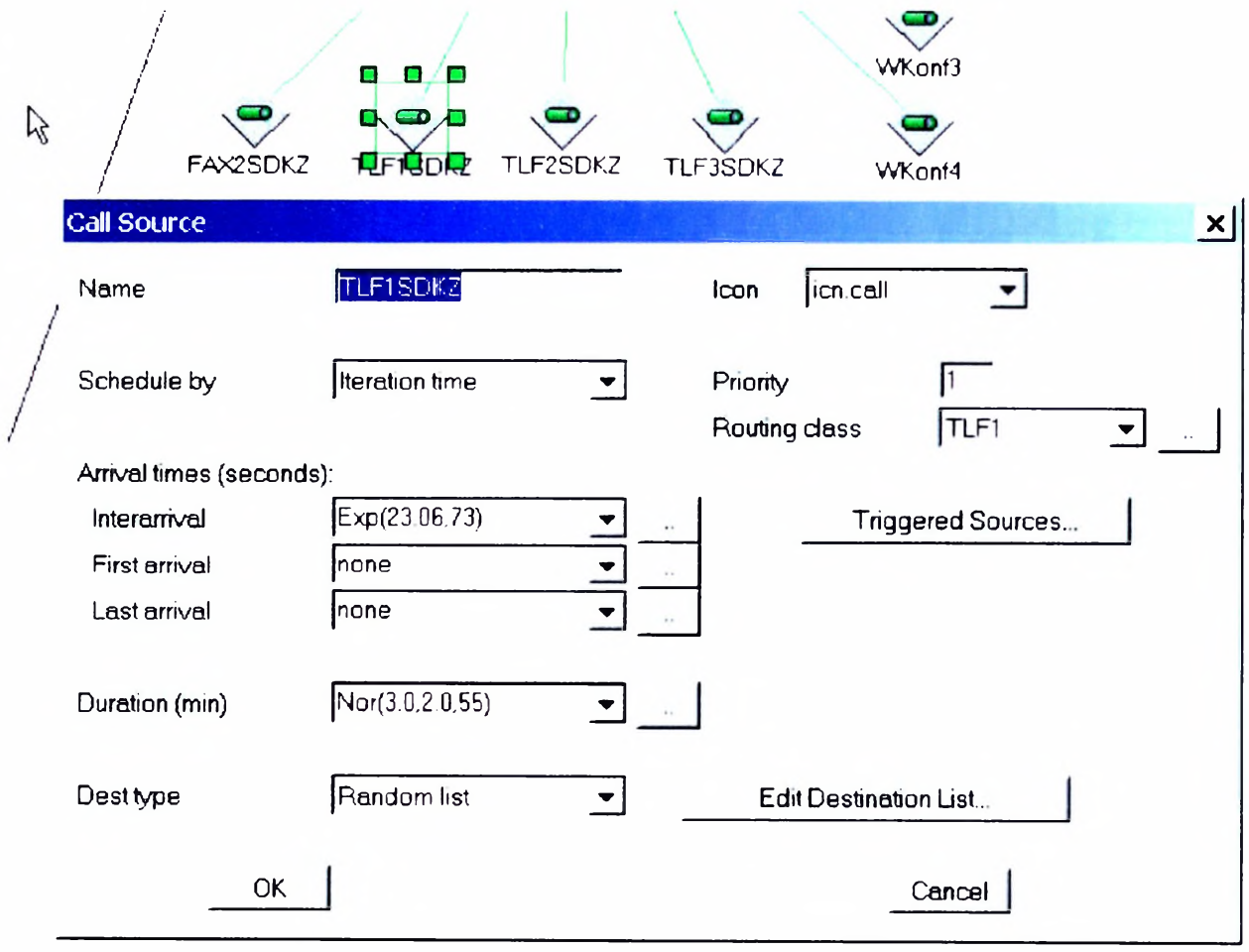
Fragment struktury modelu sieci telekomunikacyjnej KZ w obronie (scenariusz 1)



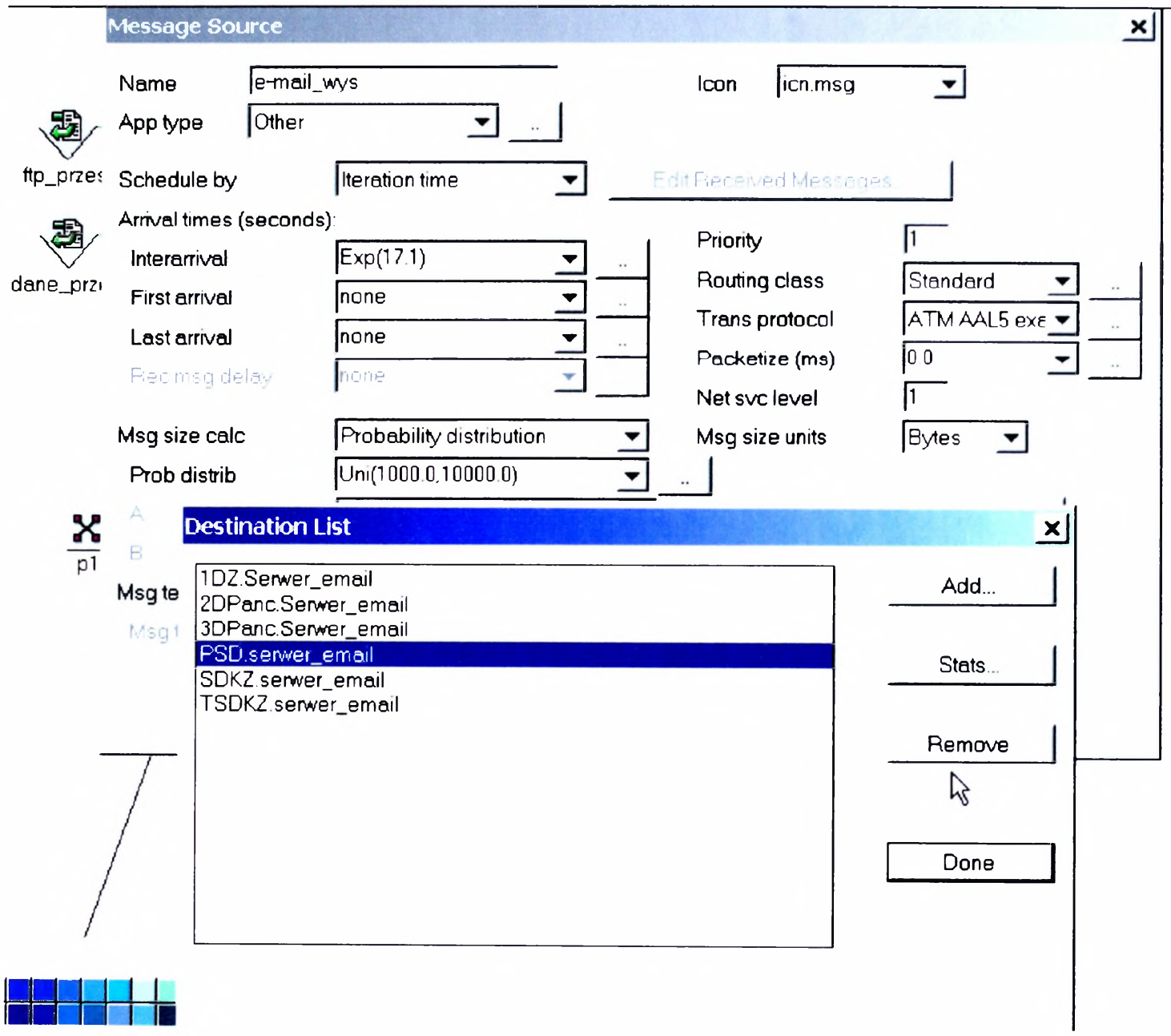
Fragment struktury modelu sieci telekomunikacujnej KZ w obronie (scenariusz 2)



Widok struktury modelu WŁ SD KZ



Widok okna dialogowego COMNET III do wprowadzenia parametrów dla usługi telefonicznej z 1 priorytetem na SD KZ



Widok okien dialogowych COMNET III do opisu e-mail wysyłanych z SD KZ

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 56820