

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



# AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH  
INSTYTUT ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA

ORGANIZACJA ŁĄCZNOŚCI  
WSPÓŁDZIAŁANIA WOJSK LĄDOWYCH  
Z ELEMENTAMI SYSTEMU REAGOWANIA  
KRYZYSOWEGO NA OBSZARZE KRAJU

REAGOWANIE-01

5/6386



59372

WARSZAWA

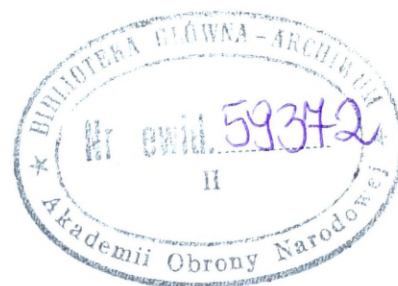
2005



**AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ**  

---

**WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH**  
**INSTYTUT ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA**



**ORGANIZACJA ŁĄCZNOŚCI WSPÓŁDZIAŁANIA**  
**WOJSK LĄDOWYCH Z ELEMENTAMI**  
**SYSTEMU REAGOWANIA KRYZYSOWEGO**  
**NA OBSZARZE KRAJU**

Praca naukowo-badawcza  
Kryptonim pracy: REAGOWANIE-01  
Kod pracy: II.2.5.1.0

# SPIS TREŚCI

<b>WSTĘP</b>	<b>4</b>
<b>1. WYBRANE ASPEKTY SYSTEMU DOWODZENIA WOJSK LĄDOWYCH W CZASIE KRYZYSU NA OBSZARZE KRAJU</b>	<b>9</b>
1.1. Pojęcie i istota kryzysu	9
1.2. Organizacja dowodzenia wojsk lądowych w czasie kryzysu	17
1.2.1. System dowodzenia wojsk lądowych	17
1.2.2. Specyfika dowodzenia wojsk lądowych w okresie kryzysu	20
1.3. Potencjalne więzi współdziałania systemu dowodzenia wojsk lądowych z cywilnymi organami reagowania kryzysowego	22
<b>2. MOŻLIWOŚCI SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI WOJSK LĄDOWYCH NA OBSZARZE KRAJU W ASPEKCIE WSPÓŁPRACY Z INNMI SYSTEMAMI ŁĄCZNOŚCI</b>	<b>26</b>
2.1. Zadania i ogólna struktura systemu łączności wojsk lądowych	26
2.1.1. Podsystem kierowania	30
2.1.2. Podsystem wymiany informacji	31
2.1.2.1. Sieci telekomunikacyjne	31
2.1.2.2. Sieci komputerowe	43
2.1.2.3. Sieć poczty wojskowej	45
2.1.2.4. Sieć sygnalizacyjna	45
2.1.3. Podsystem zasilania	46
2.2. Możliwości systemu łączności wojsk lądowych na obszarze kraju	49
2.2.1. Możliwości stacjonarnego systemu łączności wojsk lądowych	49
2.2.2. Możliwości mobilnego systemu łączności wojsk lądowych	55
2.2.2.1. Możliwości mobilnego systemu łączności szczebla operacyjnego Wojsk Lądowych	56
2.2.2.2. Możliwości mobilnego systemu łączności na szczeblu taktycznym Wojsk Lądowych	70
2.3. Organizacja łączności poszczególnych rodzajów wojsk sił lądowych	84
2.4. Możliwości i wymagania łączności współdziałania wojsk lądowych	86
2.5. Wnioski	90
<b>3. MOŻLIWOŚCI PUBLICZNYCH I RESORTOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI NA OBSZARZE KRAJU W ASPEKCIE WSPÓŁPRACY Z INNYMI SYSTEMAMI ŁĄCZNOŚCI</b>	<b>92</b>
3.1. Wstępne ustalenia	92
3.2. Możliwości wykorzystania publicznych sieci telekomunikacyjnych	97
3.3. Możliwości wykorzystania wewnętrznych oraz wydzielonych sieci telekomunikacyjnych	99
3.3.1. Sieć POLPAK-T	99
3.3.2. Sieć TELEBANK	100
3.3.3. Sieci integracji usług – ISDN	100
3.3.4. Linie radiowe	101
3.3.5. Sieć teleinformacyjna Polskich Kolei Państwowych	102
3.3.6. Sieci telekomunikacyjne energetyki	102
3.4. Możliwości wykorzystania sieci radiokomunikacji ruchomej	103

3.4.1.	Systemy telefonii bezprzewodowej	103
3.4.1.1.	Generacje analogowe telefonii bezprzewodowej	104
3.4.1.2.	Standard CT 2 (ang. Cordless Telephony 2)	106
3.4.1.3.	Standard DECT (ang. Digital European Cordless Telephony)	107
3.4.2.	Systemy dyspozytorskie	111
3.4.3.	Łączność trunkingowa	115
3.4.3.1.	Standard MPT	118
3.4.3.2.	System TETRA (ang. TransEuropean Trunked Radio)	119
3.4.3.3.	System EDACS (ang. Enhanced Digital Communication System)	122
3.4.4.	Systemy telefonii komórkowej drugiej generacji	123
3.4.4.1.	Aspekt strukturalny	125
3.4.4.2.	Aspekt stosowanych mocy wyjściowych i częstotliwości	128
3.4.4.3.	.Usługi realizowane w systemie GSM	131
3.4.5.	Systemy telefonii komórkowej trzeciej generacji	133
3.4.6.	Systemy łączności z wykorzystaniem satelitów	137
3.4.6.1.	System IRIDIUM	141
3.4.6.2.	System GLOBALSTAR	143
3.4.6.3.	System INMARSAT –P	144
3.4.6.4.	System THURAYA	145
3.5.	Łączność pocztowa	146
<b>4.</b>	<b>PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA KONCEPCJI SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI NA POTRZEBY WSPÓLDZIAŁANIA WOJSK LĄDOWYCH ORAZ ELEMENTÓW SYSTEMU REAGOWANIA KRYZYSOWEGO</b>	<b>148</b>
4.1.	Koncepcja wykorzystania potencjału systemów radiokomunikacji ruchomej użytku publicznego i resortowego	148
4.1.1.	Systemy telefonii bezprzewodowej	148
4.1.2.	Łączność trunkingowa	149
4.1.3.	Łączność komórkowa i UMTS	150
4.1.4.	Łączność satelitarna	151
4.2.	Analiza możliwości wykorzystania systemu łączności wojsk lądowych	152
4.2.1.	Stacjonarny system łączności sił zbrojnych	152
4.2.2.	Mobilny system łączności wojsk lądowych	154
4.2.3.	Sieci radiowe poziomu wojsk lądowych	156
4.2.4.	Sieci radiowe pola walki	160
4.3.	Analiza potencjału perspektywicznych wojskowych systemów radiowych	164
4.3.1.	Perspektywiczne taktyczne radiowe sieci wymiany danych	164
4.3.2.	Perspektywiczne taktyczne sieci radiowe pola walki	167
4.3.3.	Perspektywiczne zintegrowane systemy taktycznej łączności radiowej	168
4.4.	Wnioski	174
	<b>ZAKOŃCZENIE</b>	<b>176</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>179</b>

## WSTĘP

Dwudziesty pierwszy wiek rozpoczyna się niebywałym przyspieszeniem zjawisk o charakterze globalnym. Złożoność i ich zmienność stwarza przesłankę do powstawania bardziej burzliwych i różnorodnych sytuacji kryzysowych.

Problematyka reagowania kryzysowego jest obecnie obszarem wielu zaangażowanych technologicznie i finansowo analiz związanych bezpośrednio z sytuacjami grożącymi organom państwowym oraz obywatelom Polski.

Cechą charakterystyczną tych analiz jest jedna wspólna konkluzja zmierzająca do wyeksponowania szczególnej roli systemu łączności kierowania działaniami w takich sytuacjach i jednocześnie największych braków w tym obszarze.

W wielu teoretycznych opracowaniach oraz we wnioskach z ćwiczeń związanych z kierowaniem przebiegiem sytuacji kryzysowych podkreśla się niezwykle ważne miejsce systemów łączności, a szczególnie we współdziałaniu systemów wojskowych i niewojskowych.

Rozwój technologiczny, jak i integracja polityczna oraz gospodarcza pozwala problematykę systemu łączności rozpatrywać i rozwiązywać wielopłaszczyznowo. Złożoność ta z jednej strony powodująca liczne kłopoty z kierowaniem systemami łączności, z drugiej strony określa niespotykaną dotychczas różnorodność rozwiązań zaistniałej sytuacji. Różnorodność taka zawiera w sobie możliwość wykorzystania systemów stacjonarnych o charakterze publicznym i wydzielonym oraz cały obszar radiokomunikacji ruchomej bezprzewodowej, trunkingowej, komórkowej i satelitarnej.

W prezentowanej pracy zespół badawczy podjął się próby zbadania obszaru zawierającego się między złożonością sytuacji kryzysowych i wynikających z niej potrzeb systemu kierowania a różnorodnością dostępnych systemów telekomunikacyjnych mogących spełniać takie wymagania.

Kontynuacja podjętego ponad rok temu tematu organizacji łączności dla potrzeb kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju polega na zawężeniu problematyki organizacji łączności do poziomu wojsk lądowych i ekwiwalentnie

współdziałających z nimi elementów pozawojskowych. Było to procesem poznawczym w znacznej mierze utrudnionym, gdyż w poprzednim etapie badań nie podjęto się równoległego podążania ścieżką wojskową i pozawojskową, koncentrując uwagę tylko na organach poziomu Ministerstwa Obrony Narodowej. W związku z tym w niniejszych badaniach szczególnie skupiono uwagę na poziomach regionalnych, wojewódzkich i powiatowych reagowania kryzysowego, przyjmując uproszczone analizy dotyczące najwyższego (krajowego) poziomu reagowania kryzysowego w obszarach pozawojskowych.

Wytyczne zawarte w treści zadania, dotychczasowa wiedza oraz wyniki przeprowadzonych badań wstępnych pozwoliły określić cel pracy jako „zbudowanie podstawowych założeń koncepcji organizacji łączności współdziałania wojsk lądowych oraz elementów reagowania kryzysowego na obszarze kraju”.

Tak sformułowany cel główny badań pozwolił określić cele cząstkowe, za które uznano:

1. Określić ogólne zasady i poziomy współpracy wojsk lądowych i elementów systemu reagowania kryzysowego na obszarze kraju.
2. Określić potencjalne możliwości współpracy systemów łączności wykorzystywanych przez komponenty wojsk lądowych z innymi systemami.
3. Ocenic możliwości wykorzystania do współpracy wojskowo-cywilnej systemów łączności publicznej i instytucjonalnej.
4. Dokonać identyfikacji środków i systemów technicznych, które mogą być zastosowane w organizacji łączności współdziałania wojsk lądowych oraz pozawojskowych elementów reagowania kryzysowego
5. Określić ogólne założenia dotyczące wykorzystania tak zbudowanego wspólnego obszaru potencjału technologicznego i społecznego

W toku dalszej pracy autorzy dążąc do nakreślonych celów pracy sformułowali problem badawczy, który brzmi:

Jaki system telekomunikacyjny należy stworzyć, aby zapewnić współdziałanie na poziomie operacyjnym i taktycznym wojsk lądowych z elementami reagowania kryzysowego na obszarze kraju?

Takie sformułowanie problemu badawczego zainicjowało w kolejnym etapie badań szereg analiz, porównań i analogii, które z kolei pozwoliły dokonać uszczegółowienia kierunków prowadzonych dociekań. Doprowadziło to wyodrębnienia następujących problemów szczegółowych:

1. Jakie ogólne wymagania w stosunku do systemów łączności wojsk lądowych determinuje system kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju?
2. Jakim potencjałem i możliwościami współpracy dysponuje system łączności wojsk lądowych?
3. Jakim potencjałem i możliwościami współpracy dysponuje system łączności publicznej oraz resortowej?
4. Jaki jest wspólny obszar wykorzystania systemów wojskowych, publicznych i resortowych systemów łączności na potrzeby współdziałania wojsk lądowych oraz elementów reagowania kryzysowego na obszarze kraju?
5. Jakie powinny być ogólne założenia tworzenia, usprawniania i wykorzystania tak określonego wspólnego obszaru potencjału technologicznego i społecznego?

Wnioski płynące z dalszego studiowania literatury dotyczącej obszaru badań oraz z dokonanych obserwacji ćwiczeń szkieletowych w Akademii Obrony Narodowej stanowiły solidną podstawę do sformułowania hipotezy.

Bazując na zbudowanym zasobie wiedzy oraz wnioskach płynących z poprzednich etapów badań w tym obszarze autorzy założyli, że „Zorganizowanie oddzielnego systemu łączności na potrzeby współdziałania wojsk lądowych na poziomie operacyjnym i taktycznym z elementami reagowania kryzysowego na poziomie centralnym, województwa i starostwa nie jest możliwe. Wysiłek planistyczny, a następnie organizacyjny i kontrolny powinien być skupiony na usprawnieniu i takim skonfigurowaniu dotychczasowego potencjału łączności wojsk lądowych i elementów reagowania kryzysowego na obszarze kraju, aby możliwe było współdziałanie tak wyodrębnionych dwóch obszarów”.

W kolejnym etapie prowadzonych badań dokonano szeregu ustaleń w obszarze teoretycznym i empirycznym.

W obszarze teoretycznym zastosowano analizę, syntezę, interpretowanie, wnioskowanie, porównanie, analogię oraz uogólnienie.

Analiza, następnie synteza została zastosowana przede wszystkim do badania obszarów problematyki kierowania funkcjonowaniem elementów reagowania kryzysowego, funkcjonowania systemów łączności różnych poziomów działań wojsk lądowych oraz elementów reagowania kryzysowego na poziomie województwa i powiatu. Zastosowano analizę elementarną, następnie przyczynową.

Interpretacja dotyczyła przede wszystkim wyników przeprowadzonych badań.

Wnioskowanie wystąpiło jako dedukcyjne, redukcyjne oraz przez analogię.

Analogia pozwoliła dokonać udanej próby zbadania obszaru systemu łączności wojsk lądowych oraz systemów telekomunikacyjnych wykorzystywanych przez elementy reagowania kryzysowego na obszarze kraju.

Uogólnianie zostało wykorzystane w etapie badań związanych z zasadami organizacji łączności wojskowej oraz systemów publicznych.

Istotną rolę odegrała obserwacja ćwiczeń dowódczo-sztabowych, w których uczestniczyli autorzy. Jednym z podstawowych problemów rozpatrywanych na tego typu ćwiczeniach był obszar współdziałania na poziomie związku taktycznego oraz oddziału z elementami reagowania kryzysowego na poziomie województwa i powiatu. Wykorzystana obserwacja pośrednia i bezpośrednia pozwoliła w wystarczającym stopniu zdefiniować zasadnicze problemy związane ze współpracą w sytuacji kryzysowej elementów wojsk lądowych z elementami administracji państwowej.

Przedmiotem obserwacji były:

- ćwiczenia dowódczo-sztabowe AKADEMICKI PIERŚCIEN 2003 na bazie 5 pdow w Białobrzegach;
- ćwiczenia dowódczo-sztabowe AKADEMICKI PIERŚCIEN 2004 na bazie 5 pdow w Białobrzegach;
- ćwiczenia dowódczo-sztabowe PIERŚCIEN 2005 na bazie sił i środków wojsk lądowych.

Wyniki obserwacji, szczególnie cenne ze względu na charakter szkieletowy ćwiczeń jak i szeroko poruszany w ich trakcie aspekt współpracy cywilno-wojskowej w okresie pokoju, kryzysu i wojny, pozwoliły poprzez interpretację, a następnie wnioskowanie udzielić odpowiedzi na wiele postawionych pytań. Stanowiły one wstępną weryfikację wymagającą teoretycznego umotywowania prowadzącego do weryfikacji hipotezy dla jej ostatecznego uzasadnienia.

Ostatnią fazę stanowiło dokonanie podsumowania przeprowadzonych badań. W tym celu dokonano uogólnienia oraz syntezy. Przyjęta ostateczna wiarygodna interpretacja rozwiązania problemu badawczego została przedstawiona w formie sprawozdania z przeprowadzonych badań.

Struktura pracy objęła wstęp, cztery rozdziały oraz zakończenie.

We wstępie zawarto wprowadzenie w problematykę podjętego tematu pracy oraz podstawowe założenia metodologiczne pracy obejmujące określenie celów, problemów oraz zastosowanych metod badawczych. Zawarto również krótką prezentację struktury pracy.

W rozdziale pierwszym zawarto wyniki badań dotyczących relacji między dowództwem wojsk lądowych oraz związkami taktycznymi i oddziałami, a elementami reagowania kryzysowego na obszarze kraju.

W rozdziale drugim zaprezentowano wyniki badań dotyczących możliwości współpracy systemów łączności wojsk lądowych z innymi systemami telekomunikacyjnymi spoza obszaru wojskowego.

W rozdziale trzecim przedstawiono wyniki badań dotyczących potencjalnych możliwości współpracy publicznych systemów telekomunikacyjnych, a szczególnie radiokomunikacji ruchomej, z innymi sieciami.

W rozdziale czwartym zawarto wnioski dotyczące zbudowania obszaru wspólnego systemów telekomunikacji użytku publicznego oraz wojsk lądowych niezbędnego do kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju.

W zakończeniu ujęto ogólne wnioski z przeprowadzonych badań i odniesiono się do założeń poczynionych we wstępie niniejszej pracy.

# 1. WYBRANE ASPEKTY SYSTEMU DOWODZENIA WOJSK LĄDOWYCH W CZASIE KRYZYSU NA OBSZARZE KRAJU

Celem badań, których wyniki zaprezentowane zostały w rozdziale pierwszym była interpretacja pojęcia kryzysu i wybranych elementów systemu dowodzenia wojsk lądowych. Wyniki tych rozważań pozwoliły na wygenerowanie, przedstawionych w ostatnim pododdziale, potencjalnych więzi współdziałania systemu dowodzenia wojsk lądowych z cywilnymi organami reagowania kryzysowego.

## 1.1. Pojęcie i istota kryzysu

Rezultaty badań uświadamiają, iż samo pojęcie kryzysu nie jest jednoznaczne, zaś jeśli uwzględnić stosowanie tego terminu w różnych dziedzinach działalności człowieka i na różnym poziomie abstrakcji, jest także subiektywne, a dokładniej – postrzegane przy zastosowaniu subiektywnych kryteriów.

Termin „**kryzys**” oznacza okres przełomu, punkt zwrotny, moment w którym rozstrzygany jest dalszy stan rzeczy, trwanie lub nie danego podmiotu.; Kryzys definiuje się zatem jako: „*przesilenie stanu rzeczy poprzedzający zwrot ku dobremu lub złemu; stan niebezpieczny(...)*”;<sup>1</sup> „*moment, okres przełomu, przesilenie, decydujący zwrot, okres załamania gospodarczego*”;<sup>2</sup> jeden z trzech okresów działania państwa. Przyjmuje się, że następuje on w chwili powstania konfliktu społecznego w skali makro i obejmuje kilka jednocześnie lub kolejno następujących po sobie wydarzeń, takich jak: zamieszki wewnętrzne, konflikty zbrojne (wewnętrzne), a także napięcia międzynarodowe z użyciem sił militarnych w sposób pośredni lub bezpośredni;<sup>3</sup> zmianę, często decydującą, korzystną lub niekorzystną w trakcie choroby; decydujący moment istnienia; trudną fazę przechodzącą przez grupę społeczną; załamanie równowagi między wielkościami (wskaźnikami) ekonomicznymi (np.: między produkcją a konsumpcją)<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Podręczny słownik języka polskiego, Wiedza Powszechna, Warszawa 1957, s. 116

<sup>2</sup> T. Kopaliński, *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1968, s.417

<sup>3</sup> Zob., R. Wróblewski, *Strategiczna operacja obronna na obszarze kraju*, AON, Warszawa 1993, s.8

<sup>4</sup> Zob. *Le petit Larousse*, LAROUSSE, Paris 1994, s.292.

Jak się wydaje, ważnym aspektem definiowania pojęcia kryzysu jest fakt przełomu i zwrotu (ku dobremu lub złemu) w funkcjonowaniu organizacji, instytucji czy organu władzy. Dostrzegalne jest to szczególnie w stwierdzeniu: „wszystkie te zagrożenia (sprzeczności, konflikty, patologie), które pomimo nawet najbardziej katastrofalnych skutków nie zmieniają lub nie prowadzą do zmiany istoty organizacji, nie mogą być uznane za kryzys”<sup>5</sup>.

Sądzić jednak należy, iż takie stanowcze trzymanie się klasycznej definicji kryzysu zrodzonej, jak pozwalają służyć wyniki badań wśród nauk medycznych i ekonomicznych, nie zawsze będzie odpowiadać odczuciom społecznym, a nawet istocie rozważanego w pracy zjawiska.

W literaturze akcentuje się jednakże, iż: *kryzys zawsze oznacza przełom między dwiema jakościowo różnymi fazami jakiegoś procesu; może być bardziej lub mniej dotkliwy; może mieć różny zakres, czas trwania, ale zawsze kończy dotychczasowy stan rzeczy (sposób działania, rozwój sytuacji); kryzys jest naruszeniem stanu równowagi; nie rozwiązany na czas powoduje przerwanie dotychczasowego cyklu rozwojowego ... w zasadzie kryzysy pojawiają się w różnych wariantach form i to co dla jednych jest kryzysem dla innych może nim nie być...*<sup>6</sup> oraz, że „na kryzys składają się trzy elementy – presja czasu, ewentualność zasadniczego zagrożenia (...) oraz zaskoczenie (...). Wzajemne oddziaływanie tych trzech elementów, czasu, zagrożenia i zaskoczenia tworzy definicję kryzysu...”<sup>7</sup>.

Warto podkreślić, że większość do tej chwili wskazanych cech opisujących istotę kryzysu pozwala na stwierdzenie, iż **aby dane zjawisko było rozumiane jako kryzys, musi zaistnieć nagle, realne i nieakceptowane przez dany podmiot zagrożenie jego celów i interesów.** Duże znaczenie ma również dostrzeżenie zagrożenia jako czegoś bliskiego. Dlatego też, jeżeli jest ono oddalone w czasie lub w przestrzeni, lub jeśli samo zagrożenie jest małe, to kryzys, który może nastąpić będzie miał prawdopodobnie niższy stopień oddziaływania.

<sup>5</sup> C.Rutkowski, A.Kasprzewski, *Siły zbrojne w sytuacjach kryzysowych. „SZ-KRYZYS”. Kryzys. Państwo w okresie kryzysu. Wojskowe aspekty sytuacji kryzysowej.* AON, Warszawa 1996, s.40

<sup>6</sup> P.Tallentire, Delegat W. Brytanii w ćwiczeniu PCM-95, NATO-Bruksela-1995, tłum. E.Jendraszczak (maszynopis wystąpienia).

<sup>7</sup> M.Clarke, *Charakterystyka zachowania się w kryzysie*, Bruksela 1995 (maszynopis wystąpienia).

Celowe wydaje się podkreślenie dosyć subtelnej różnicy dzielącej pojęcia „kryzys” i „sytuacja kryzysowa”. Oto bowiem jeśli bowiem kryzys stanowi zerwanie istniejącego układu (stanu rzeczy, systemu, porządku) prowadzące do zmiany jego struktury, to samo zjawisko takiego zerwania, trwające w czasie, rozpoczynające się od stanu równowagi poprzez niestabilność do stabilności w nowej sytuacji (najczęściej jakościowo innej) opisuje się jako sytuację kryzysową<sup>8</sup>.

W literaturze przedmiotu spotyka się również stwierdzenia, iż *„Przez termin sytuacja kryzysowa będziemy rozumieć zespół okoliczności zewnętrznych i wewnętrznych wpływających na dany układ (system) w ten sposób, iż zaczyna się w nim i jest kontynuowany proces zmienny, w rezultacie czego dochodzi do zachwiania równowagi, a następnie jej przywrócenia, dzięki podjętym środkom regulacji (nadzwyczajne działania)”*<sup>9</sup>.

Przy takim zatem pojęciu kryzys (zerwanie) stanowi nic innego jak jedną z faz sytuacji kryzysowej i opisuje moment niestabilności zagrażającej katastrofą lub prowadzącej do rozwoju tak w strukturze jak i funkcjach samego podmiotu kryzysu.

Nie należy pomijać faktu, że tak sytuacje kryzysowe jak i kryzysy mogą mieć charakter konfliktowy, czyli polityczno-militarny lub niekonfliktowy, (nazywany także cywilnym), na przykład: społeczny, gospodarczy, ekologiczny i inne<sup>10</sup>. Tak jedno jak i drugie mogą występować wspólnie lub oddzielnie, z przewagą jednego lub drugiego typu. Sytuacje kryzysowe niejako z założenia wymagają podjęcia nadzwyczajnych, ponadnormatywnych przedsięwzięć zaradczych włącznie z wprowadzaniem stanów nadzwyczajnych. Wyniki badań wskazują, iż mają one charakter subiektywny, uzależniony od siły oddziaływania na poczucie bezpieczeństwa określonego podmiotu. Wymuszają one podejmowanie wieloetapowych działań o charakterze systemowym, zaś w samych sytuacjach kryzysowych szczególnego znaczenia nabierać będzie sprawne podjęcie właściwych

<sup>8</sup> Kryzysowy-impasowy, stagnacyjny, krytyczny, ciężki, trudny, podbramkowy. Zob. *Słownik synonimów*, MCR – spółka cywilna. Warszawa 1993, s.64, 122, 161, 701.

<sup>9</sup> *Funkcjonowanie państwa w sytuacji kryzysu polityczno-militarnego*, seminarium w AON, Warszawa 1997, s.3

<sup>10</sup> Sytuacje kryzysowe można dzielić również, ze względu na źródło i miejsce ich występowania, na zewnętrzne i wewnętrzne. Jedne i drugie mogą zawierać w sobie także zjawiska o charakterze konfliktowym lub niekonfliktowym. Zob. St. Koziej, *Między pokojem a wojną*, Polska Zbrojna nr 33, 22 sierpnia 1997, s.20. Kryzysy konfliktowe (polityczne, ekonomiczne, ideologiczne...) przybierają często postać kryzysu polityczno-militarnego, gdy narzędziem rozstrzygnięcia konfliktu stają się siły zbrojne.

działań i co nie mniej ważne - posiadanie wcześniej przyjętych procedur reagowania, szczególnie zaś zarządzania.

Warto ponadto podkreślić, że w sytuacji kryzysowej zawsze występuje czynnik zaskoczenia i presji czasu oraz istnieje ograniczony dostęp do informacji wraz ze wzrostem zapotrzebowania na nią zarówno ze strony organów zarządzających, jak i całego społeczeństwa. Zazwyczaj wydarzenia rozwijają się lawinowo - szybciej niż reakcje na nie zaś organ zarządzający często traci kontrolę nad sytuacją. Wyniki badań pozwalają na wyartykułowanie stwierdzenia, iż w takich sytuacjach pojawia się konflikt interesów zainteresowanych stron, często panika zaś ogromnego znaczenia nabiera zdolność dostosowania zaplanowanych reguł działania do konkretnej sytuacji, co zazwyczaj związane jest z ograniczeniem kolegialnych, wydłużających czas reakcji, reguł wypracowania decyzji.

Badania wykazują, iż sytuacje kryzysowe stanowiąc szczególny przypadek zagrożenia, mogą mieć swoje źródła w celowej bądź niezamierzonej działalności człowieka przeciw człowiekowi lub siłom natury oraz w działaniu sił natury. W konsekwencji powodują znaczne, często przekraczające społecznie akceptowalne straty w ludziach i dobrach materialnych. Można więc stwierdzić, iż katastrofa na drodze, ograniczony pożar, zasy śnieżne czy wybuch instalacji gazowej w budynku nie stwarzają sytuacji kryzysowej. Podobnie traktować można zjawiska dnia codziennego typowe dla klimatu, pory roku i postępu cywilizacyjnego. Należy jednak zauważać, iż zdarzenia te na poziomie gminy, w lokalnym ruchu drogowym, w funkcjonowaniu transportu lotniczego, morskiego mogą spowodować takie zakłócenia, które sprawią wrażenie sytuacji kryzysowej, dostrzegalne wyraźnie dla społeczności lokalnej.

**Można zatem stwierdzić, iż sytuacja kryzysowa, w przeciwieństwie do kryzysu jako takiego nie musi, po to aby zaistnieć, stwarzać istotnego zagrożenia dla życia ludzkiego, lecz stanowi ona swego rodzaju wyzwanie dla społecznego rozumienia i poczucia bezpieczeństwa i normalności.**

Istota rozpatrywanych problemów spowodowała, iż konieczne było rozważenie zjawiska **zarządzania w sytuacji kryzysowej**, określanego zazwyczaj w literaturze przedmiotu **terminem zarządzania kryzysowego**.

Wyniki badań literatury przedmiotu upoważniają do stwierdzenia, iż *zrządzać* oznacza tyle co rządzić, władać, administrować, kierować, zawiadywać czymś, rozkazywać, polecać<sup>11</sup>. Podejście prakseologiczne przypisuje zarządzaniu powodowanie funkcjonowania organizacji (osób) podległych zarządzającemu w myśl wytyczonego przez niego celu<sup>12</sup>. Istota zarządzania wyraża się w prawie do formułowania celu działania, pozyskiwania i dysponowania zasobami ludzkimi i materialnymi, planowanie oraz kontrolowanie realizacji celu. Wymienione cechy, często w literaturze przedmiotu odróżniające zarządzenie od innych form kierowania, stanowią istotę funkcji zarządzania przypisanej „zarządowi”<sup>13</sup>.

Na przykład L. Krzyżanowski stwierdza że: *„Zarządzanie to taki rodzaj kierowania, w którym tytuł do wywierania wpływu na hierarchie i systemy wartości, interesy i dążenia oraz postawy i organizacyjne zachowania kierowanych wynika głównie, choć nie wyłącznie z władania lub z faktu dysponowania przez kierującego zasobami materialno-energetycznymi lub nominalnymi i informacyjnymi o szczególnym znaczeniu dla funkcjonowania i rozwoju organizacji bądź samego przeświadczenia kierowanych, że kierujący ma możliwość pozyskiwania tych zasobów”*<sup>14</sup>.

Wyniki badań pozwalają stwierdzić, że zarządzanie traktować należy jako szczególny przypadek szerszego zjawiska określanego jako kierowanie, choć często pojęć tych (zarządzanie i kierowanie) używa się zamiennie.

Jednakże należy pamiętać, iż kierowanie rozumiane jest zazwyczaj jako oddziaływanie na organizację z wykorzystaniem ustalonych reguł (procedur) na jej człony (elementy), także dla osiągnięcia zamierzonego celu z tym, że może ono przyjmować formę: **administrowania** (źródłem władzy - prawa do oddziaływania na organizację są formalne kompetencje kierującego nabyte wraz z wyborem, wyznaczeniem lub mianowaniem do roli administratora); **zarządzania** (źródłem władzy jest prawo do dysponowania zasobami warunkującymi funkcjonowanie organizacji, a szczególnie zasobami o szczególnym znaczeniu (!) dla funkcjonowania

---

<sup>11</sup> Zob. *Podręczny słownik języka polskiego*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1957, s.456

<sup>12</sup> Por. *Encyklopedia Powszechna*, PWN, wyd. trzecie, t.4, Warszawa 1987, s.837

<sup>13</sup> J. Zieleniewski, *Organizacja i zarządzanie*, s.477

<sup>14</sup> L. Krzyżanowski, *Podstawy nauk o organizacji i zarządzaniu*, PWN, Warszawa 1994, s.207

organizacji i losu jej elementów)<sup>15</sup>; **przywództwa** (źródłem władzy kierowniczej jest autorytet moralny i intelektualny organu kierowniczego)<sup>16</sup>.

Różne formy kierowania uzupełniają się szczególnie wówczas, gdy osoba kierująca, oprócz kompetencji formalnych, dysponuje cechami lidera. *„Kluczowym atutem zarządzającego jest dysponowanie zasobami, do których „(...) zalicza się zarówno kapitał trwały oraz szanse na jego odnawianie i modernizowanie przez dostęp do nowych technologii, jak i kapitał obrotowy w postaci zasobów surowcowych, a przede wszystkim w formie gotówki, depozytów bankowych (...), akcji, obligacji i innych tego typu dóbr (walorów) nominalnych, a także dostęp do nośników energii, rezerw siły roboczej i środowisk twórczych kreujących postęp naukowo-techniczny”<sup>17</sup>.*

Jak wspomniano, istotę funkcji organu zarządzającego wyznacza prawo do formułowania celu, planowanie, pozyskiwanie i rozdysponowanie zasobów oraz prawo do kontrolowania<sup>18</sup>. Zatem należy podkreślić, że podstawowym atrybutem zarządzania jest władza.

*„(...) władza (...) polega na tym, że jedna osoba lub grupa jest w stanie zmienić postępowanie innej osoby czy grupy. Odbywa się to poprzez zachęcanie, przymus lub namawianie, strona, która to czyni, musi więc rozporządzać zasobami gospodarczymi, militarnymi, instytucjonalnymi, demograficznymi, politycznymi, technicznymi, społecznymi itd.”<sup>19</sup>.*

Badania istoty funkcji zarządzania prowadzą do konstatacji, że nie stanowią one zupełnie odrębnych zagadnień, natomiast wzajemnie się łączą i uzupełniają. Jednocześnie wyniki rozważań wskazują, że działania służące spełnianiu tychże różnych funkcji realizowane będą przez różne elementy organu zarządzającego lub nawet przez zupełnie odrębne organy, podmioty wyspecjalizowane w wykonywaniu poszczególnych, konkretnych zadań. Jeżeli przyjmie się założenie, że zarządzanie jest ciągłym procesem decydowania, które składa się z trzech faz: **pozyskiwania**,

---

<sup>15</sup>, s. 208

<sup>16</sup> W sytuacjach kryzysowych rola przywództwa opartego na profesjonalizmie i umiejętnościach menedżerskich nabiera coraz większego znaczenia szczególnie, gdy konieczna jest zdolność abstrakcyjnego i nowatorskiego ujęcia trudno rozwiązywalnego problemu.

<sup>17</sup> Tamże, s.205.

<sup>18</sup> Zob. J. Zieleniewski, organizacja ... wyd. cyt., s.477.

**gromadzenia, przetwarzania i dystrybucji informacji**<sup>20</sup>, to te właśnie trzy fazy rozważanego procesu wskażą trzech wykonawców, to znaczy: *organ zbierania, gromadzenia, przetwarzania i dystrybucji informacji; organ oceny informacji i przygotowania warunków decyzji; organ decydujący, czyli dokonujący aktu wyboru, a często przetwarzania któregoś z wariantów decyzji.*

Konstatując, **organ zarządzający to *de facto* uporządkowany wg spełnianych ról (zadań) układ trzech elementów, gdzie jeden z nich pełni rolę członu informacyjnego, drugi analityczno-koncepcyjnego („sztabowego”), zaś trzeci – członu decyzyjnego (kierowniczego).**

Jeżeli wszystkie organy zarządzające państwa począwszy od szczebla centralnego, kończąc na szczeblu gminy, stanowią aparat zarządzający i uwzględnione zostaną reguły i obyczaje społeczne wiążące ów aparat zarządzający i zachodzące (w tym zachodzące pomiędzy nimi stosunki), to wówczas zasadne staje się użycie terminu „system zarządzania państwem”.

Godząc się ze stwierdzeniem, iż „*na dowolnym przedmiocie złożonym z elementów możemy opisywać różne systemy w zależności od zadanych relacji porządkujących*”<sup>21</sup>, można założyć, że **system zarządzania państwem w sytuacjach kryzysowych (SZPwSK) stanowić będzie zbiór elementów wyróżnionych ze względu na zachodzące między relacje wyrażające pewne konkretne uporządkowanie.**

Tak brzmiący opis (nie definicja) SZPwSK nie upoważnia do twierdzenia że stanowi on całkowicie odmienny układ elementów niż funkcjonujący w systemie zarządzania państwem w ogóle. Wskazuje jednakże, że jest to zbiór w którym zachodzą relacje wzajemne powodowane sytuacją kryzysową oraz istnieją reguły porządkujące taki zbiór podczas kryzysu.

W literaturze przedmiotu w systemie zarządzania państwem w sytuacjach kryzysowych wyróżnia się często: **nadrzędny podsystem kierowania państwem w**

<sup>19</sup> S.P. Huntington, *Zderzenie cywilizacji*, Wyd. Lit. MUZA S.A., s.110.

<sup>20</sup> Zob.: P. Sienkiewicz, *Teoria efektywności systemów kierowania*, tom 2, *Problemy efektywności działania*, rozprawa habilitacyjna, ASG, Warszawa 1997, s. 24-26; L. Krzyżanowski, *Podstawy...* wyd., cyt., s.194-195; szczególnie polecam P. Górski, *Zastosowanie modelowania systemowego do opisu wybranych elementów Systemu Obronnego Państwa*, AON, Warszawa 1998, s.25-72.

<sup>21</sup> L. Krzyżanowski, *Podstawy ...*, s.129.

**sytuacjach kryzysowych**, na poziomie którego dominuje sfera polityki; **centralny podsystem zarządzania w sytuacjach kryzysowych** gdzie realizowany jest najwyższy poziom koordynacyjno-wykonawczy oraz **terytorialny (roboczy) podsystem zarządzania w sytuacjach kryzysowych**. Na wszystkich wymienionych poziomach występują elementy składowe: informacyjny, sztabowy oraz decyzyjny<sup>22</sup>.

**Poziom nadrzędny**, umiejscowiony ponad sferą centralną i roboczą, charakteryzuje formalna władza, dzięki czemu może on przejmować te obszary poszczególnych funkcji, które decydują o realizacji celów narodowych; określają misję, cele i zadania systemu reagowania kryzysowego wraz ze znaczną częścią środków finansowych na te cele.

**Poziom centralny** może być rozumiany jako poziom realizacji (organizacji) poprzez koordynację, w tym tworzenie planów centralnych przy wykorzystaniu instrumentów koordynacji oraz negocjacji.

Z kolei **poziom roboczy** zawiera funkcje realizacyjne, przygotowując plany terytorialne i usprawniając plany centralne. Środek osiągania celów poziomu roboczego to, obok formalnie nadanego prawa przymusu, coraz częściej obejmuje także namawianie, zachęcanie i instruowanie.

Podsumowując, jako prawdziwe można przyjąć stwierdzenie, że zarządzanie w sytuacji kryzysowej to: działania systemowe i interdyscyplinarne, podejmowane przez władze publiczne, we współdziałaniu z wyspecjalizowanymi organizacjami i instytucjami o różnym statusie prawnym, po to aby zapanować nad trudną sytuacją i tak kształtować jej przebieg, aby zapewnić szeroko rozumiane bezpieczeństwo. Zatem o zarządzaniu kryzysowym mówić można wówczas, kiedy normalny, statutowy tryb działania konkretnych służb państwowych okazuje się niewystarczający i konieczne staje się uruchomienie takich procedur, które bez udziału organu władzy danego szczebla zarządzania państwem (wójt, starosta, wojewoda, minister, rząd etc) nie mogłyby mieć miejsca, czyli wtedy gdy trzeba powziąć decyzje o charakterze politycznym, które nie należą do właściwości żadnej ze służb w rodzaju straży, inspekcji czy też policji.

---

<sup>22</sup> Założono, że podmiotem kierowania jest państwo.

## 1.2. Organizacja dowodzenia wojsk lądowych w czasie kryzysu

W podrozdziale 1.2. przybliżone zostały wyniki badań zmierzających do ustalenia tych komponentów systemu dowodzenia wojskami lądowymi, które w sposób szczególny podatne będą na współdziałanie z cywilnymi organami reagowania kryzysowego. Już wyniki badań wstępnych wykazały, iż spośród trzech składowych systemu dowodzenia: organizacji, procesu i środków dowodzenia, zaliczyć do nich należy pierwszy i trzeci z komponentów. Jako, że rezultaty rozważań w zakresie środków dowodzenia skupione zostały w kolejnych rozdziałach, poniższe akapity dotyczyć będą przede wszystkim organizacji dowodzenia wojsk lądowych.

### 1.2.1. System dowodzenia wojsk lądowych

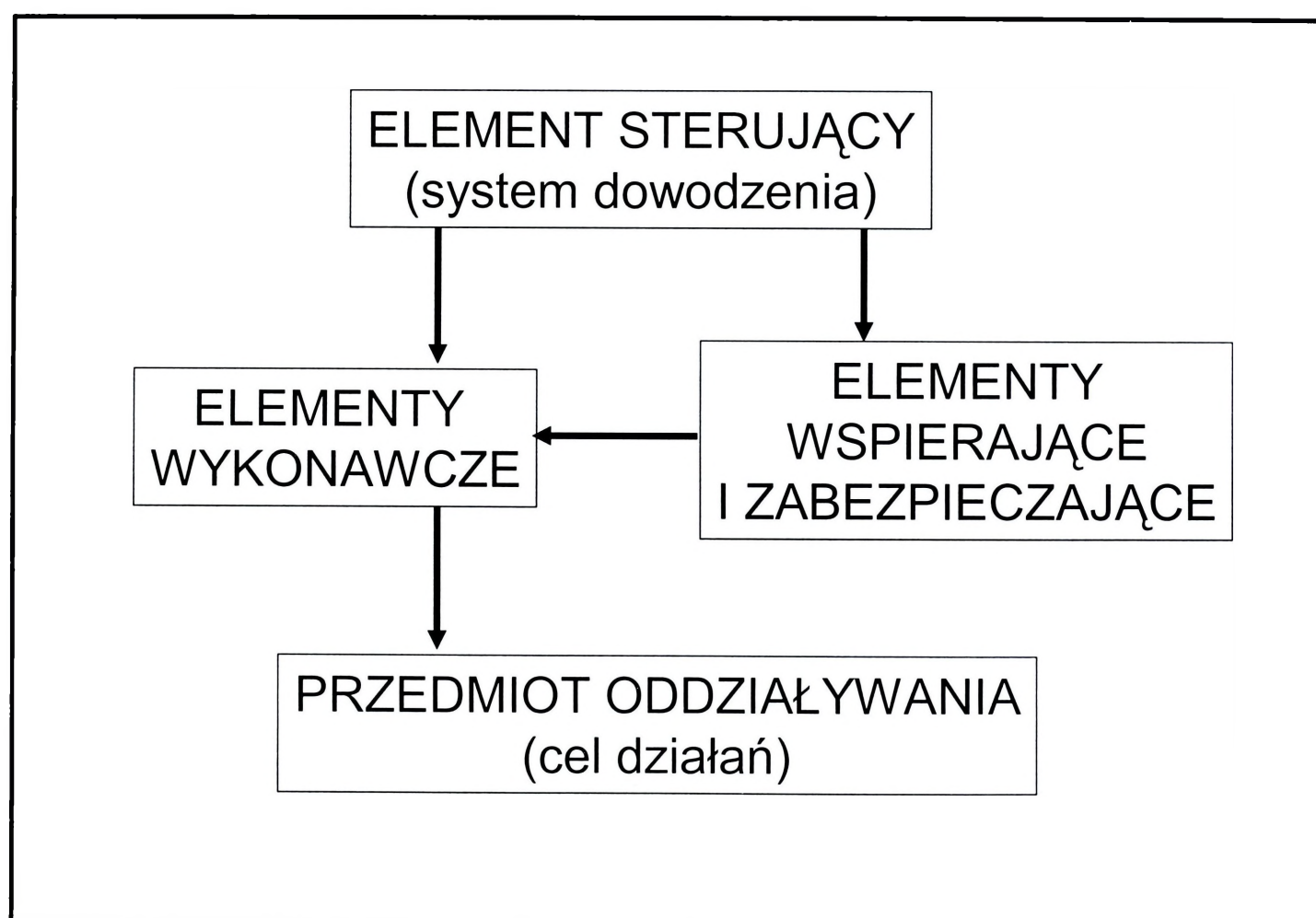
Jak wspomniano, celem badań, których wyniki prezentowane są w niniejszym podrozdziale była identyfikacja systemu dowodzenia wojsk lądowych, mająca stanowić podstawę do określenia tych jego komponentów, które współdziałać będą z cywilnymi organami zarządzania kryzysowego.

Wyniki analizy literatury przedmiotu wskazują, iż rozumienie istoty systemu dowodzenia różni się w ujęciu różnych autorów i podlegało zmianom, szczególnie w ostatnich latach. I tak S. Piotrowski twierdził, iż: „system dowodzenia to zespół stanowisk i punktów dowodzenia sprzężonych ze sobą informacyjnie”.<sup>23</sup> Z kolei J. Michniak, rozpatrując problem w odniesieniu do teorii i praktyki działania wojsk, definiuje system dowodzenia jako: „zespół elementów zorganizowanych w postaci organów dowodzenia, stanowisk dowodzenia, sieci telekomunikacyjnych, sieci teleinformatycznych, stacji i samodzielnych urzędzeń telekomunikacyjnych, teleinformatycznych i pocztowych sprzężonych relacjami dowodzenia wraz z całą infrastrukturą zabezpieczenia logistycznego i operacyjnego systemu, współpracujący z sobą według przyjętych i uzgodnionych wcześniej zasad i wymagań”.<sup>24</sup> Natomiast A. Tomaszewski wskazuje, iż: „system dowodzenia jest szczególnym elementem w

<sup>23</sup> S. Piotrowski, *Dowodzenie w działaniach taktycznych wojsk lądowych*, AON, Warszawa 1995, s. 42.

<sup>24</sup> J. Michniak, *Dowodzenie w teorii i praktyce wojsk*, AON, Warszawa, 2003, s. 22.

strukturach wojskowych (...). Szczególnym, ponieważ jest to element sterujący rozwojem i działaniem tych struktur, w którym obok systemu dowodzenia występują zwykle elementy zabezpieczające” – rys.1.1.<sup>25</sup> Wśród haseł *Leksykonu wiedzy wojskowej* dowodzenie przedstawiane jest jako: „uporządkowana, zgodnie z zasadami sztuki wojennej, całość złożona z organów i środków dowodzenia sprzężonych ze sobą informacyjnie i zapewniająca podejmowanie stosownych decyzji na wszystkich szczeblach organizacyjnych sił zbrojnych oraz ich sprawną, terminową i bezwzględną realizację”.<sup>26</sup>



Rys. 1.1. Miejsce i rola systemu dowodzenia w strukturach wojskowych

Źródło: A. Tomaszewski, *System dowodzenia wojsk obrony terytorialnej*, AON, Warszawa 2001, s. 9

<sup>25</sup> A. Tomaszewski, *System dowodzenia wojsk obrony terytorialnej*, AON, Warszawa 2001, s. 9.

<sup>26</sup> *Leksykon wiedzy wojskowej*, Wyd. MON, Warszawa, 1979, s. 426.

Warto również wspomnieć o wynikach pracy Podkomisji Tematycznej do Spraw Terminologii Wojskowej Wojskowego Komitetu Normalizacyjnego, która wypracowała definicję systemu dowodzenia o następującym brzmieniu: „Uporządkowana, zgodnie z zasadami dowodzenia, całość złożona z organów dowodzenia i środków dowodzenia sprzężonych ze sobą informacyjnie i zapewniająca podejmowanie stosownych decyzji na wszystkich szczeblach organizacyjnych sił zbrojnych oraz ich sprawną, terminową i bezwzględną realizację. Obejmuje trzy komponenty: **organizację dowodzenia, proces oraz środki dowodzenia**”. Podobnie rozumiany jest rozważany system w *Regulaminie Działań Wojsk Lądowych*: „ (...) wzajemnie ze sobą powiązane funkcjonalne i wewnętrznie skoordynowane elementy organizacyjne, ludzkie i materiałowe zgrupowane w trzy komponenty: **organizacja dowodzenia, środki dowodzenia, proces dowodzenia**”.<sup>27</sup> Można wreszcie zetknąć się z następującym podejściem: „ ... w celu sprawnego dowodzenia w czasie działań organizuje się „**system dowodzenia** stanowiący integralną część systemu działań z użyciem wojsk tak w okresie pokoju, kryzysu i wojny. Tworzą go funkcjonalne i wewnętrznie skoordynowane elementy organizacyjne, ludzkie i materiałowe, wzajemnie z sobą powiązane i uzależnione od siebie. Elementy systemu dowodzenia grupuje się zazwyczaj w zestaw obejmujący trzy komponenty, tj.: **organizacja dowodzenia, środki dowodzenia, proces dowodzenia**”.<sup>28</sup>

W rezultacie prowadzonych analiz, na potrzeby pracy zespół autorski przyjął, iż:

„**System dowodzenia** wojsk lądowych – to uporządkowana, zgodnie z zasadami dowodzenia, całość złożona z organów dowodzenia i środków dowodzenia sprzężonych ze sobą informacyjnie i zapewniająca podejmowanie stosownych decyzji na wszystkich szczeblach organizacyjnych wojsk lądowych oraz ich sprawną, terminową i bezwzględną realizację.

Obejmuje trzy komponenty: **proces dowodzenia, organizację dowodzenia, oraz środki dowodzenia**”.

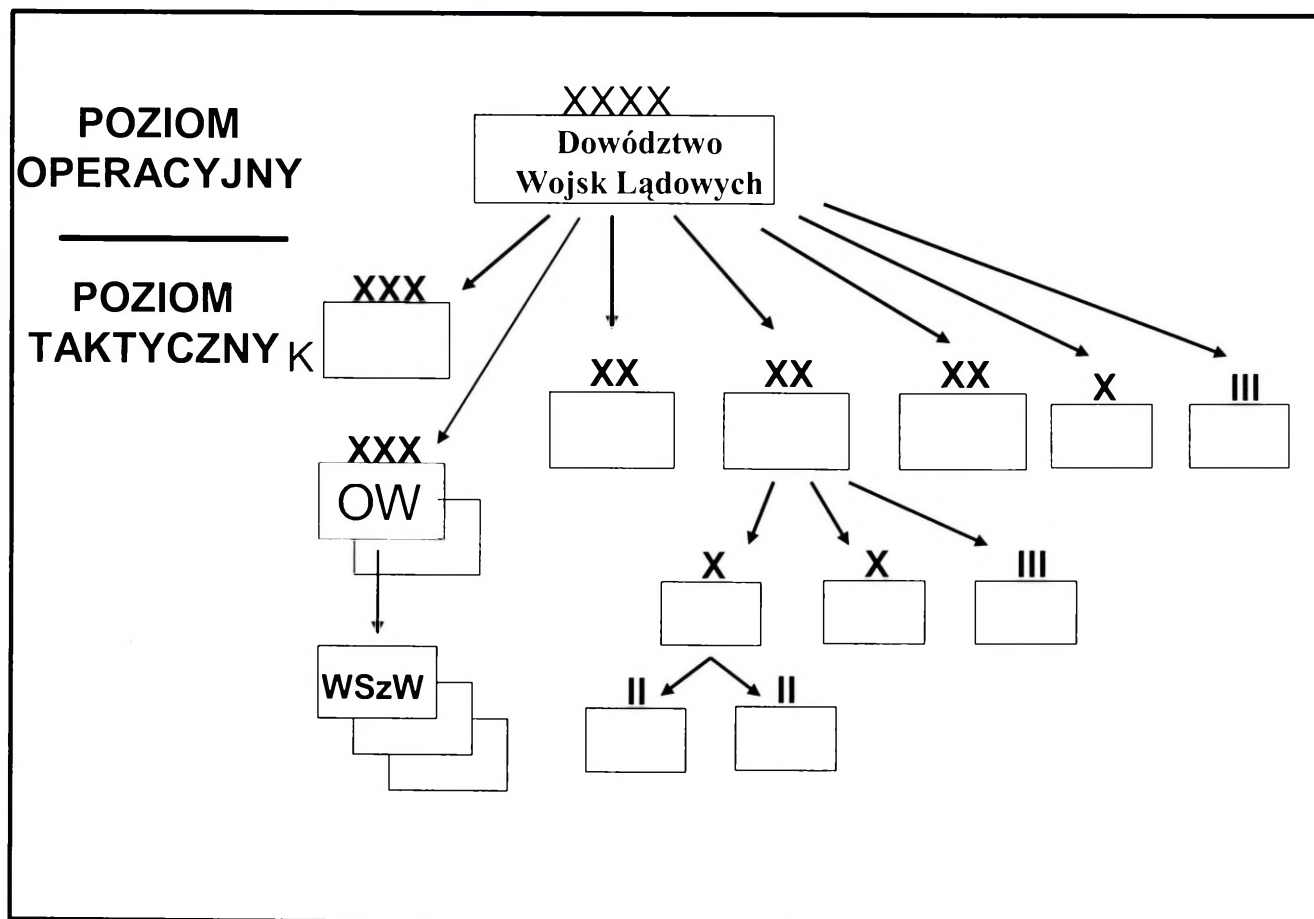
<sup>27</sup> *Regulamin działań wojsk lądowych*, DWLąd., Warszawa 1999, s. 280.

<sup>28</sup> J. Michniak, *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2003, s. 38.

### 1.2.2. Specyfika dowodzenia wojsk lądowych w okresie kryzysu

Wyniki dotychczasowych rozważań upoważniają do stwierdzenia, iż **organizacja dowodzenia** to ten komponent systemu dowodzenia, który zawiera w sobie ogólne zasady działania (doktrynę), sposób zorganizowania dowództw, relacje pomiędzy dowództwami, uprawnienia i odpowiedzialność dowództw oraz podział i strukturę funkcjonalną dowództw na stanowiskach dowodzenia.<sup>29</sup> Ze względu na cel pracy, szczególnie istotne są te składowe komponentu, które wpływać będą bezpośrednio na współpracę ze strukturami cywilnymi, to znaczy organy dowodzenia – dowództwa na różnych poziomach dowodzenia wojsk lądowych.

W rezultacie prowadzonych badań stwierdzono, iż organa dowodzenia w wojskach lądowych rozmieszczone są na dwóch poziomach dowodzenia – operacyjnym i taktycznym. Na poziomie operacyjnym funkcjonuje Dowództwo Wojsk Lądowych. Wszystkie pozostałe dowództwa – korpusu, okręgów wojskowych, dywizji, Wojewódzkich Sztabów Wojskowych, brygad, pododdziałów funkcjonują na poziomie taktycznym (rys. 1.2).



Rys. 1.2. Organizacja dowodzenia wojsk lądowych podczas pokoju

Źródło: opracowanie własne

Istota organizacji dowodzenia wojsk lądowych podczas kryzysu niemilitarnego nie różni się w sposób zasadniczy od jej kształtu właściwego dla czasu pokoju. W warunkach sytuacji kryzysowej nadal funkcjonować będą dowództwa:

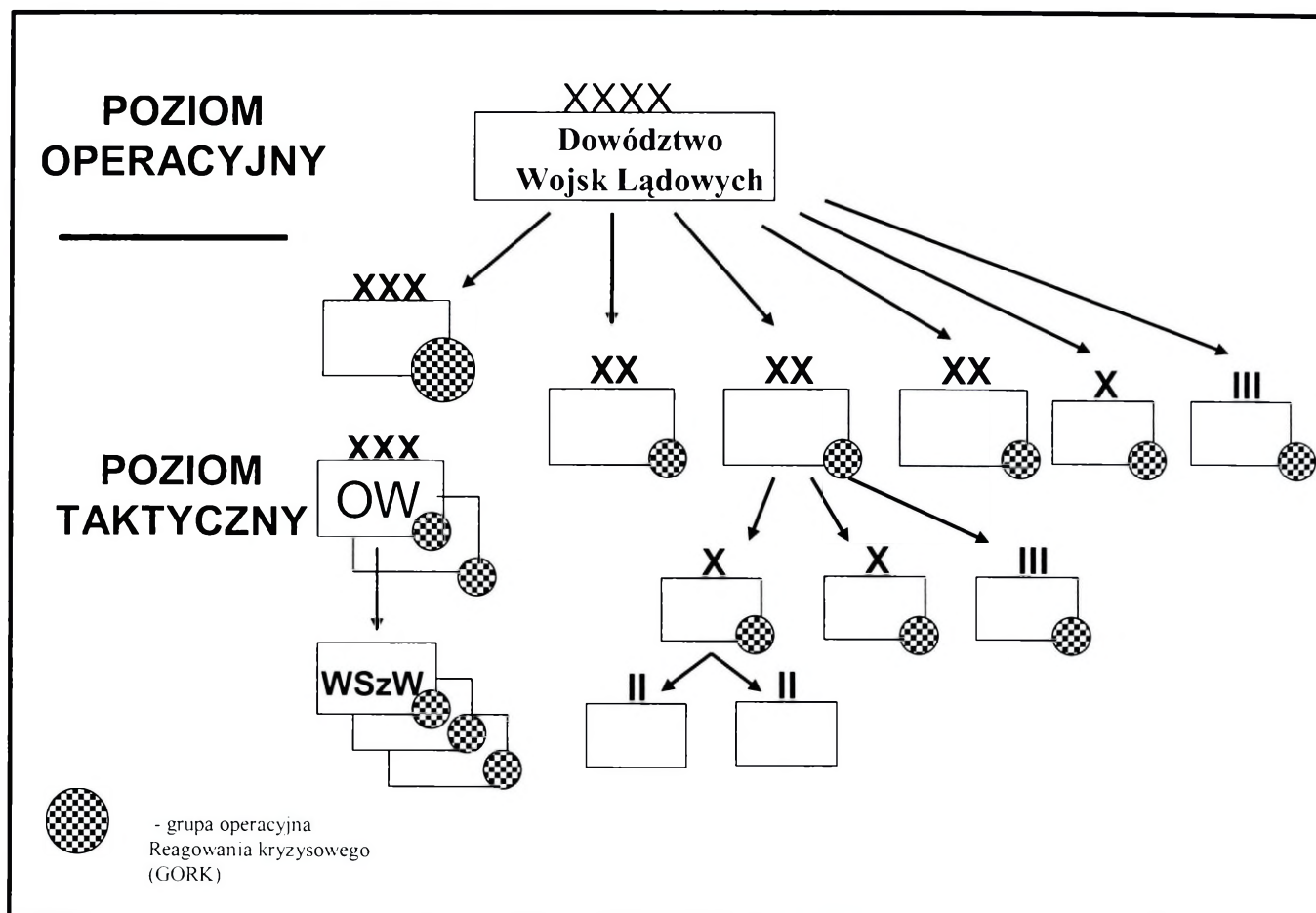
- wojsk lądowych,
- korpusu,
- dywizji,
- brygad/pułków,
- pododdziałów,
- okręgów wojskowych,
- wojewódzkich sztabów wojskowych.

Wyniki badań dokumentów normatywnych wskazują, iż zasadniczą różnicą w stosunku do typowej (pozakryzysowej) sytuacji będzie fakt powoływania w większości dowództw (od DWLąd. do brygady/WSzW włącznie<sup>30</sup>) specjalistycznych komórek funkcjonalnych, przeznaczonych specjalnie do realizacji zadań związanych ze współpracą z cywilnymi organami reagowania/zarządzania kryzysowego. Na potrzeby pracy dla ich opisu przyjęto nazwę Grup Operacyjnych Reagowania Kryzysowego (GORK). Grupy te, powoływane z chwilą powstania sytuacji kryzysowej, formowane SA na bazie kierowniczej kadry organów dowodzenia. Ich skład osobowy dobierany jest w taki sposób, aby zapewnić operatywne działanie w reżimie 24-godzinnym, a tym samym podejmowanie decyzji i właściwych działań o każdej porze doby. Istotę rozmieszczenia takich zespołów funkcjonalnych dowództw na tle organizacji dowodzenia wojsk lądowych przedstawia rysunek 3.

---

<sup>29</sup> M. Strzoda, N. Prusiński, *System Dowodzenia. Terminologia. Część I.*, AON, Warszawa 2001, s. 62.

<sup>30</sup> Na szczeblu brygady używany jest także termin Grupa Kierowniczej Kadry (GKK).

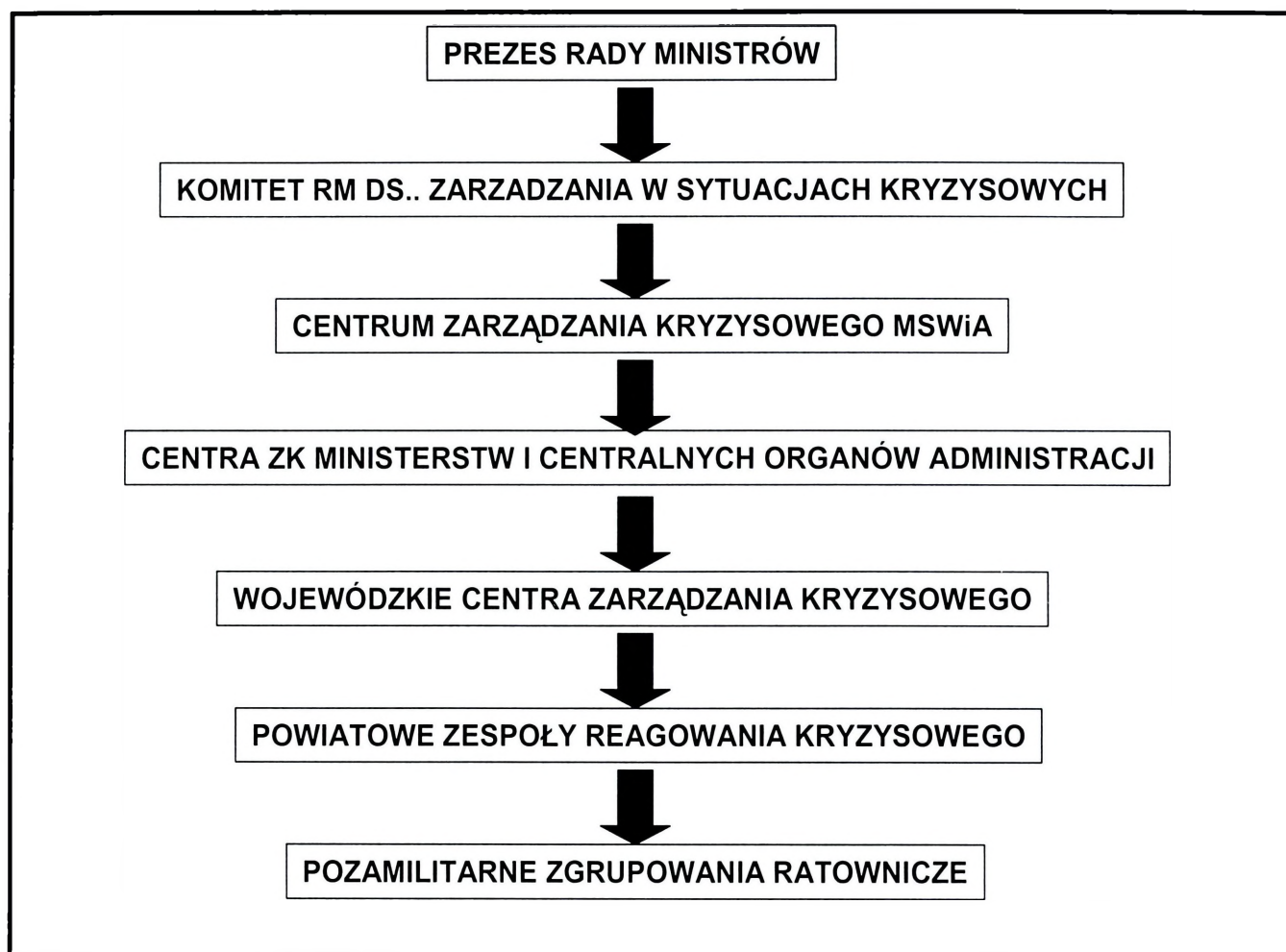


Rys. 1.3. Rozmieszczenie GOGR na tle organizacji dowodzenia wojsk lądowych podczas kryzysu niemilitarnego  
*Źródło: opracowanie własne*

### 1.3. Potencjalne więzi współdziałania systemu dowodzenia wojsk lądowych z cywilnymi organami reagowania kryzysowego

Wyniki analizy cywilnego systemu zarządzania kryzysowego wskazują, iż w kontekście organizacji kierowania może on obejmować szereg hierarchicznie zorganizowanych elementów zadaniowych (centrów, ośrodków czy też zespołów zarządzania kryzysowego) rozmieszczonych na wszystkich szczeblach kierowania państwem, począwszy od szczebla centralnego, na powiatowym skończywszy.

Na rysunku 1.4. przedstawiono wariant struktury zarządzania kryzysowego.



Rys. 1.4. Wariant struktury zarządzania kryzysowego

Źródło: Opracowanie na podstawie: J. Konieczny, *Zarządzanie w sytuacjach kryzysowych, wypadkach i katastrofach*, Poznań-Warszawa, Garmond 2001

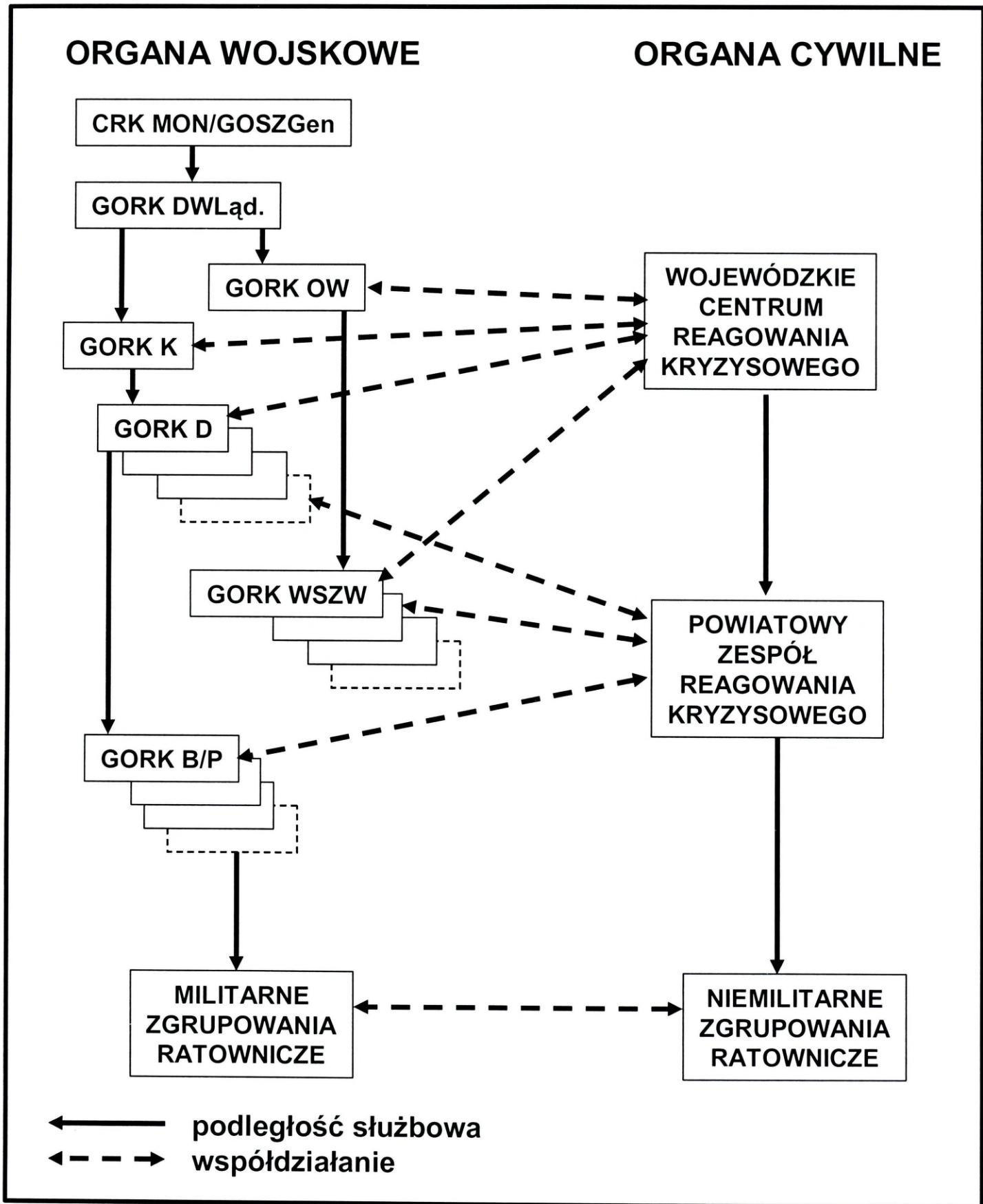
Specyfika organizacji wojsk lądowych, jak również sposób rozmieszczenia dowództw i jednostek na obszarze kraju powodują, iż niezmiernie trudne wydaje się sztywne przypisanie zadania współdziałania konkretnego elementu zarządzania kryzysowego i poziomu dowodzenia wojsk lądowych (np. wojewódzkie centrum współpracuje z dowództwem dywizji, powiatowe – z dowództwem brygady). O ile bowiem organa zarządzania kryzysowego państwem rozmieszczone są zgodnie z przyjętym podziałem terytorialnym kraju, o tyle poszczególne dowództwa i jednostki wojsk lądowych rozlokowane są w sposób nieregularny. Stosunkowo łatwo przypisać relacje współdziałania wojewódzkich sztabów wojskowych, rozmieszczonych właśnie w miastach wojewódzkich. Wyniki analizy rozmieszczenia sił lądowych wskazują jednak, iż sytuacja komplikuje się już w przypadku dowództw dywizji (np. 11 DKPanc. – Żagań) oraz niższych szczebli dowodzenia.

Bazując na rezultatach badań można stwierdzić, iż rzeczywiste współdziałanie uzależnione będzie zatem (dla uproszczenia pomijając problem wcześniej ustalonych i przydzielonych określonym wykonawcom zadań) od realnego fizycznego rozmieszczenia konkretnych dowództw i jednostek wojskowych, a także specyfiki poszczególnych jednostek, będących w stanie wykonywać zadania niemożliwe do realizacji przez inne struktury. W rezultacie prowadzonych badań można jednak założyć, iż:

1. Dla wojewódzkich centrów reagowania kryzysowego typowym partnerem współdziałania w wojskach lądowych będą GORK okręgów wojskowych, dowództwa korpusu i dywizji oraz Wojewódzkie Sztaby Wojskowe (WSzW).
2. Dla powiatowych centrum – GORK dywizji, WSzW, oraz GKK brygad (pułków).
3. Dla pozamilitarnych zgrupowań ratowniczych (kryzysowych) – militarne zgrupowania ratownicze (kryzysowe), czyli siły wydzielane z poszczególnych jednostek wojskowych, przeznaczone i przygotowane do wykonywania konkretnych zadań na rzecz władz cywilnych w sytuacjach kryzysowych.

Powyższe założenie nie może w żadnym stopniu wykluczać innych rozwiązań, wynikających z konkretnych potrzeb i sytuacji, a wymagających zastosowania nieszablonowych rozwiązań.

Potencjalny obraz idei takiego współdziałania został przedstawiony na rysunku 1.5.



Rys. 1.5. Idea współdziałania systemu dowodzenia wojsk lądowych z cywilnymi organami reagowania kryzysowego podczas kryzysu niemilitarnego  
*Źródło: opracowanie własne*

## **2. MOŻLIWOŚCI SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI WOJSK LĄDOWYCH NA OBSZARZE KRAJU W ASPEKTCIE WSPÓŁPRACY Z INNYMI SYSTEMAMI ŁĄCZNOŚCI**

### **2.1. Zadania i ogólna struktura systemu łączności wojsk lądowych**

Łączność na obszarze kraju zapewnia system łączności państwa<sup>1</sup>. Jego potencjał powinien zaspokajać potrzeby i wymagania wszystkich organów kierowania państwem i dowodzenia siłami zbrojnymi w okresie pokoju, kryzysu i wojny. Składa się on z sieci telekomunikacyjnej użytku publicznego, sieci resortowych i zakładowych oraz poczty. Sieć telekomunikacyjną tworzą: obiekty i linie telekomunikacyjne (kablone, napowietrzne i radiowe), obiekty teletransmisyjne (np. stacje wzmacniakowe) i radiokomunikacyjne (łączności radiowej i radiofonicznej, radiofonii i telewizji) oraz naziemne stacje łączności satelitarnej. Ministerstwo Obrony Narodowej dysponuje siecią resortową zwaną „Stacjonarnym systemem łączności i informatyki SZ RP” lub „Międzygarnizonowym systemem łączności MON”.

System łączności i informatyki SZ RP przeznaczony jest do zapewnienia ciągłej, bezpiecznej, terminowej i niezawodnej wymiany informacji między organami kierowania i dowodzenia SZ RP na wszystkich szczeblach organizacyjnych w czasie pokoju, sytuacjach kryzysowych i szczególnych zagrożeń oraz w czasie wojny. Umożliwia współdziałanie organów kierowania i dowodzenia SZ RP z naczelnymi organami państwa, jednostkami układu pozamilitarnego oraz organami dowodzenia i kierowania Sojuszu Północnoatlantyckiego. Zapewnia także wymianę informacji na potrzeby jednostek sił koalicyjnych czasowo przebywających na terenie Polski oraz jednostek SZ RP działających poza terytorium kraju. System zapewnia zarówno wymianę informacji środkami technicznymi jak również wymianę dokumentów pocztą wojskową w kraju i za granicą.

---

<sup>1</sup> J. Michniak, Zb. Fiołna, Sieć łączności państwa, wyd. AON, Warszawa 2001.

W dostępnej literaturze przedmiotu wyróżnia się trójpoziomą hierarchiczną strukturę systemu łączności i informatyki, odpowiadającą poziomom dowodzenia w SZ RP.

Na szczeblu strategicznym, system łączności i informatyki oparty jest głównie o stacjonarne elementy sieci łączności kraju. Dla zapewnienia wymaganego stopnia trwałości najważniejsze stacjonarne węzły i linie telekomunikacyjne są wzmacniane lub dublowane mobilnymi urządzeniami i środkami telekomunikacyjnymi a sieć według potrzeb uzupełniana mobilnymi węzłami telekomunikacyjnymi w połączeniu z elementami poczty tworzy **BAZOWĄ SIEĆ ŁĄCZNOŚCI SZ RP** na okresy kryzysów lub wojny.

Na szczeblu operacyjnym system łączności i informatyki, oparty jest na elementach bazowej sieci łączności SZ RP wzmocnionej w obszarze działania związku operacyjnego<sup>2</sup> (korpusu zmechanizowanego) liniami i węzłami telekomunikacyjnymi oraz pocztowymi rozwijanymi potencjałem sił i środków oddziałów dowodzenia i łączności tego związku operacyjnego, co w efekcie daje **operacyjną** (nazywaną również **operacyjno-taktyczną lub podstawową**) sieć łączności szczebla operacyjnego, do której dowiązywać się będą stanowiska dowodzenia tegoż związku operacyjnego, związków taktycznych i oddziałów podporządkowania ZO.

Na szczeblu taktycznym system łączności i informatyki (nazywany również systemem łączności pola walki) oparty jest na bazie mobilnych środków łączności, z których na szczeblu dywizji tworzy się **pomocniczą (taktyczną) sieć teletransmisyjną (radioliniowo-kablową)** sprzężoną z podstawową siecią łączności związku operacyjnego, do której dowiązywać się będą stanowiska dowodzenia ZT oraz pozostałych elementów ugrupowania bojowego znajdujące się w tym obszarze. Ponadto, na bazie mobilnych, przenośnych i doręcznych środków radiowych tworzy się radiowe sieci pola walki w relacjach dowodzenia, współdziałania i sterowania środkami walki i zabezpieczenia logistycznego, a także radiodostęp.

---

<sup>2</sup> W dalszej części rozdziału będzie używany pojęcie związek operacyjny (ZO), a człon korpus zmechanizowany ten będzie pomijany.

Z powyższego wynika, że w czasie pokoju i sytuacji kryzysowej system łączności i informatyki funkcjonuje na bazie istniejącego potencjału stacjonarnego, zbudowanego w oparciu o sieć garnizonowych węzłów łączności, powiązanych traktami transmisyjnymi tworzącymi sieć telekomunikacyjną SZ RP. Sieć ta jest sprzężona z siecią telekomunikacyjną użytku publicznego, która *de facto* stanowi podstawę stacjonarnego systemu łączności SZ RP.

**Stacjonarny system łączności** składa się z dwóch zasadniczych elementów:

1. Podsystemu telefonicznej łączności jawnej działającej w oparciu o sprzęt cyfrowy nowej generacji - Elektroniczno-Automatyczne Centrale Telefoniczne /EACT/ dwóch typów:

- DGT 3450 jako centrale małej i średniej wielkości (pojemność od 100 do 3000 NN);
- ALCATEL OCB-283, E-10B jako centrale powyżej 3000 NN.

W chwili obecnej około 95% węzłów łączności Wład posiada tego typu centrale.

2. Podsystemu Cyfrowej Łączności Utajnionej (PCLU) składającego się w Wojskach Lądowych z 59 stacji i podstacji. Rozwinięty jest on do szczebla brygady. Umożliwia przekazywanie informacji i dokumentów niejawnych za pomocą telefonu, faksu oraz transmisji danych.

Dowodzenie związkami operacyjnymi, taktycznymi, oddziałami i pododdziałami oraz współpracę z systemem stacjonarnym SZ RP i interoperacyjność z systemami C3 NATO, a także możliwość świadczenia szeregu usług dla jednostek SZ RP wykonujących zadania poza granicami kraju i jednostek sojusznicznych przebywających czasowo na obszarze RP mają zapewnić **mobilne systemy łączności i informatyki RSZ RP**.

Zgodnie z zasadami organizowania łączności w siłach zbrojnych, **mobilny system łączności i informatyki wojsk lądowych**<sup>3</sup> jest częścią składową systemu dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki, który organizowany jest w okresie kryzysu i wojny. Stanowi on, zdaniem autorów, organizacyjno-techniczny

<sup>3</sup> W zakresie definicji systemu łączności jest sporo rozbieżności. Por.: M. Kowalewski - System łączności dywizji. Rozprawa habilitacyjna, AON, Warszawa, 1994, s. 164. W. Kulma, J.W., Mazurkiewicz, System dowodzenia i łączności związku taktycznego, AON, Warszawa, 1996, s. 66.; J. Michniak, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. I: Główne problemy, wyd. AON, Warszawa 2002.

zespół sił i środków łączności oraz informatyki rozwiniętych w sposób odpowiadający organizacji dowodzenia, charakterowi prowadzonych działań i wykonywanym zadaniom. Jest przy tym złożonym i dynamicznym systemem działania zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Jego cechą jest otwartość: ulega wpływom otoczenia i sam wpływa na otoczenie, zwłaszcza na efekty działań własnych i przeciwnika. Jest ciągle rozwijany odpowiednio do poziomu technologii oraz ulega ciągłej transformacji, przystosowując się do sytuacji i zmieniających się warunków na polu walki. Nie można przy tym zapominać, że warunki te cechuje ogromna dynamika, która generuje nowe potrzeby systemu dowodzenia, a te z kolei - nowe wymagania wobec systemu łączności.

Również poglądy na strukturę mobilnego systemu łączności i informatyki są dość mocno zróżnicowane o czym niech świadczą poglądy przytoczonych w przypisie drugim specjalistów w tej dziedzinie.

Przyjmując za kryterium wyodrębnienia elementów z systemu rodzaj realizowanych zadań (kryterium funkcjonalne) do podstawowych komponentów mobilnego systemu łączności i informatyki wojsk lądowych można zaliczyć podsystemy przedstawione na rysunku 2.1.



Rys. 2.1. Struktura mobilnego systemu łączności i informatyki wojsk lądowych

*Źródło: opracowanie własne*

### 2.1.1. Podsystem kierowania

Podsystem kierowania stanowią organa kierowania łącznością rozmieszczone w punktach kierowania na SD Wojsk Lądowych oraz podległych związków operacyjnych, taktycznych i oddziałów, posiadające łączność ze wszystkimi elementami systemu i z otoczeniem.

Do głównych zadań realizowanych przez podsystem kierowania łącznością należy:

- stała znajomość aktualnej i prognozowanej sytuacji bojowej, potrzeb organów dowodzenia oraz stanu łączności;
- planowanie systemu łączności stosownie do zadań i zamiaru działań dowódcy;
- nadzorowanie przemieszczania sił i środków łączności do kolejnych rejonów ich wykorzystania oraz rozwijania elementów systemu łączności i nawiązywanie łączności w wymaganych terminach;
- nadzorowanie właściwej eksploatacji systemu łączności;
- wdrażanie i kontrolowanie przestrzegania ograniczeń w wykorzystywaniu poszczególnych rodzajów środków łączności oraz przedsięwzięć zapewniających bezpieczeństwo łączności;
- organizowanie ochrony systemu łączności oraz w razie potrzeby odtwarzanie jego zdolności i gotowości operacyjnej;
- reorganizowanie systemu łączności adekwatnie do kształtujących się potrzeb dowodzenia w toku operacji;
- zapewnienie realizacji zabezpieczenia operacyjnego i logistycznego systemu łączności przez jednostki łączności.

Dla realizacji powyższych zadań organizuje się następujące elementy kierowania i zarządzania:

- punkt kierowania łącznością (PKŁ) - na każdym funkcjonującym stanowisku dowodzenia, a więc PKŁ GSD, PKŁ TSD, spełniający identyczną rolę w kierowaniu łącznością jak stanowisko dowodzenia (w ramach którego funkcjonuje) w systemie dowodzenia;

- punkty kierowania i zarządzania systemem łączności (PKiZSŁ) na stanowisku dowodzenia jednostek dowodzenia;
- punkt kierowania i zarządzania węzłem łączności (PKiZWŁ), na każdym z tych rodzajów węzłów);
- elementy sieci telekomunikacyjnej kierowania systemem łączności.

### **2.1.2. Podsystem wymiany informacji**

Podsystem wymiany informacji (uważany najczęściej za główny z podsystemów w systemie łączności i informatyki), tworzy wysoce mobilną sieć łączności<sup>4</sup>, która jest budowana w rejonie działania wojsk z wykorzystaniem sprzętu łączności wchodzącego w skład etatowego wyposażenia jednostek dowodzenia.

W podsystemie wymiany informacji, można wyróżnić, ze względu na metody wymiany informacji oraz środki wykorzystywane do ich budowy cztery odmienne sieci łączności. Są to:

- sieci telekomunikacyjne;
- sieci komputerowe<sup>5</sup>;
- sieci poczty wojskowej;
- sieci sygnalizacyjne.

#### **2.1.2.1. Sieci telekomunikacyjne**

Z analizy funkcjonalności sieci telekomunikacyjnych wynika, że służą one do wymiany informacji fonicznej, tekstowej, graficznej oraz danych przy pomocy sygnałów (elektrycznych lub elektromagnetycznych) i umożliwiają przekazywanie informacji w czasie rzeczywistym (różnica czasu otrzymania informacji przez adresata i czasu wysłania informacji przez nadawcę jest pomijalnie mała<sup>6</sup>). Sieci

<sup>4</sup> W starszych wydawnictwach spotyka się pojęcie sieć łączności wojskowej, w skład której wchodzi: sieć telekomunikacyjna, sieć wojskowej poczty polowej oraz sieć sygnalizacyjna. W podsystemie wymiany informacji nie uwzględnia się natomiast sieci komputerowej

<sup>5</sup> Wyróżnienie sieci komputerowych (poza sieciami telekomunikacyjnymi) zostało podyktowane częstym rozdzieleniem (usługowym a na obecnym etapie nawet fizycznym) tych dwóch sieci. Należy przy tym podkreślić, że wspólne wykorzystywanie zasobów sieci telekomunikacyjnych dla realizacji „klasycznych” usług telekomunikacyjnych oraz usług informatycznych prowadzi do konwergencji tych sieci i utworzenia sieci teleinformatycznych.

<sup>6</sup> W zależności od przeznaczenia sieci dopuszczalny czas opóźnienia może być różny (inny np. w sieciach kierowania środkami obrony przeciwlotniczej a inny w sieciach zabezpieczenia logistycznego).

telekomunikacyjne są podstawowym elementem wymiany informacji w systemie dowodzenia praktycznie na każdym szczeblu dowodzenia wojsk lądowych.

Sieci telekomunikacyjne (jako podstawowy podsystem wymiany informacji) pozwalają na wykorzystywanie ich możliwości przez osoby funkcyjne znajdujące się na rozwiniętych stanowiskach dowodzenia jak i w ruchu. Zapewnienie wymiany informacji w każdych warunkach pola walki wymaga, aby w sieciach telekomunikacyjnych stosowane były różne technicznie, a więc różniące się możliwościami, środki transmisyjne. Dlatego też wśród sieci telekomunikacyjnych wyróżnia się (według kryterium ważności w zapewnieniu wymiany informacji):

- sieci radioliniowo-kablowe,
- sieci kablowe,
- sieci radiowe (ultrakrótkofalowe UKF, krótkofalowe KF),
- sieci radiodostępu.

**Sieć radioliniowo-kablowa** charakteryzuje się znaczną, w porównaniu do sieci radiowej pola walki, odpornością na rozpoznanie i oddziaływanie przeciwnika, ale wymaga odpowiedniego czasu i dużej ilości środków (w zależności od wielkości i charakterystyki obszaru działań) na rozwinięcie. Zapewnia za to, wykorzystując torowe środki transmisyjne<sup>7</sup>, bardzo duże (zależne wyłącznie od zastosowanego sprzętu) możliwości usługowe i przepustowości poszczególnych relacji (a więc obsługi praktycznie prawie dowolnej ilości połączeń z wymaganą jakością). Jest zatem (po rozwinięciu) podstawowym elementem wymiany informacji pomiędzy stanowiskami dowodzenia na tych szczeblach, na których ma zastosowanie. Należy nadmienić, że obecnie uwzględnia się rozwijanie w pełnym wymiarze sieci radioliniowo-kablowej od dywizji wzwyż. W ograniczonym zakresie funkcjonuje również w brygadzie.

**Sieć kablowa** wykorzystywana jest do wymiany informacji pomiędzy osobami funkcyjnymi rozwiniętego stanowiska dowodzenia (sieci wewnętrzne SD) oraz pomiędzy stanowiskami dowodzenia (sieci dalekosiężne).

---

<sup>7</sup> Możliwości taktyczno-bojowe poszczególnych typów stacji radioliniowych oraz ich charakterystyki techniczne przedstawione są w opracowaniu: J. Janczak, P. Daniluk i inni, Środki dowodzenia, wyd. AON 2003 r.

Sieci kablowe dalekosiężne rozwija się na tych szczeblach (w pododdziałach), na których nie organizuje się sieci radioliniowo-kablowych ze względu na brak w wyposażeniu pododdziałów środków radioliniowych.<sup>8</sup> Sieci kablowe dalekosiężne stanowią element systemu łączności zapewniający wymianę informacji pomiędzy wszystkimi osobami posiadającymi prawo dostępu do usług w sieci na niższych szczeblach. W sieci kablowej wykorzystuje się wyłącznie linie kablowe. Powoduje to znaczne wydłużenie czasu budowy sieci, szczególnie w trudnym terenie lub gdy odległości pomiędzy stanowiskami dowodzenia są rzędu kilku lub kilkunastu kilometrów. Z tego względu (czas budowy, a więc opóźnienie w możliwości korzystania z sieci) i większą dynamikę działań na niższych szczeblach, stanowią one w większości przypadków jedynie uzupełnienie sieci radiowych. Konstrukcja dalekosiężnych sieci kablowych oparta jest w zasadzie o węzeł łączności stanowiska dowodzenia (oddziału lub samodzielnego pododdziału), dołączonym linią radiową lub poprzez kabel do pomocniczych węzłów łączności (PWŁ) sieci radioliniowo-kablowej dywizji (lub na szczeblu batalionu/dywizjonu – kablowo do węzła łączności oddziału) i, ewentualnie (w razie konieczności w ramach organizacji łączności współdziałania), do węzłów łączności stanowisk dowodzenia sąsiednich oddziałów. Węzeł łączności stanowiska dowodzenia stanowi element centralny sieci, z którym połączone są węzły łączności podległych stanowisk dowodzenia (lub punktów dowódczo-obszernych – PDO). Taka topologia (gwiazdzista) dalekosiężnej sieci kablowej jest efektem niewielkich obecnie możliwości sprzętowych pododdziałów dowodzenia na niższych szczeblach, co powoduje niską efektywność ich wykorzystywania, szczególnie w działaniach o dużej dynamice.

Sieci kablowe wewnętrzne stanowisk dowodzenia są to w zasadzie sieci lokalne. Sieci takie są podstawowym środkiem (poza kontaktem bezpośrednim) wymiany informacji pomiędzy osobami funkcyjnymi systemu dowodzenia (a także innymi użytkownikami) wewnątrz stanowiska dowodzenia oraz zapewniają dostęp tych osób do sieci radioliniowo-kablowej (lub kablowej) dalekosiężnej, łączącej węzły łączności stanowisk dowodzenia. Sieci kablowe stanowisk dowodzenia tworzone są najczęściej

---

<sup>8</sup> Oba rodzaje sieci: radioliniowo-kablowe i kablowe najczęściej charakteryzuje się jako jedną grupę sieci radioliniowo-kablowych, chociaż należy uwzględnić istotne różnice np. w czasie budowy sieci lub odporności na rozpoznanie.

jako odrębne sieci telefoniczne i sieci komputerowe (sieci lokalne), których charakterystyka przedstawiona będzie w dalszej części rozdziału.

Z badań wynika, że elementami tworzącymi sieć radioliniowo-kablową są urządzenia, które, w zależności od spełnianych przez nie funkcji w sieci, można podzielić na:

- urządzenia teletransmisyjne,
- urządzenia komutacyjne,
- urządzenia specjalne,
- urządzenia końcowe<sup>9</sup>.

Charakterystyka ww. urządzeń przedstawiona jest wyczerpująco w dostępnej literaturze przedmiotu oraz zdaniem autorów wykracza poza ramy niniejszej pracy naukowo-badawczej.

Szczególne uwagi autorów zwrócone zostały na problem współpracy urządzeń końcowych przeznaczenia militarnego wykorzystywanych w wojskach lądowych<sup>10</sup> z elementami systemu reagowania kryzysowego na obszarze kraju, bazującymi na sieci publicznej PTSN (ang. Public Switched Telephone Network). Uwzględniono, że „urządzenia końcowe mobilnych sieci łączności” jako urządzenia końcowe, zapewniające współpracę z wojskowym systemem telekomunikacyjnym, mogą być dołączane, w uzasadnionych przypadkach bezpośrednio lub pośrednio do zakończenia tej sieci<sup>11</sup>.

Urządzenia końcowe umożliwiają bowiem wymianę (przekazywanie, odbiór) informacji postaci: fonicznej, tekstowej, graficznej, sformatowanych (standaryzowanych) sygnałów (lub danych) lub mieszanej. Powinny umożliwiać wymianę informacji w postaci sygnałów w czasie rzeczywistym (bez wnoszenia przez środki łączności, zarówno końcowe jak i komutacyjne lub transmisyjne opóźnienia

---

<sup>9</sup> Przyjmuje się, że odrębną grupą urządzeń w sieci telekomunikacyjnej są urządzenia końcowe stanowiące wyposażenie osób funkcyjnych i zespołów funkcjonalnych.

<sup>10</sup> Typowymi urządzeniami końcowymi, pracującymi w mobilnych sieciach telekomunikacyjnych są: aparaty telefoniczne analogowe, aparaty telefoniczne cyfrowe, tzw. cyfrowe punkty abonenckie, aparaty telekopiowe (faksymilograficzne) czyli telefaksy, polowe urządzenia informatyczne (w ramach sieci komputerowych).

<sup>11</sup> Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 13 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowych warunków wykonywania działalności telekomunikacyjnej i używania urządzeń radiowych przez komórki i jednostki organizacyjne resortu obrony narodowej oraz przez jednostki sił zbrojnych obcych państw, przebywające czasowo na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, s. 2.

większego od przyjętego dopuszczalnego) co jest konieczne do sterowania środkami walki.

**Sieci radiowe są** zasadniczym rodzajem łączności w natarciu oraz w pozostałych manewrowych rodzajach działań bojowych, a także w okresie kryzysu na szczeblu batalionu (równorzędnego), brygady a nawet dywizji. W regulaminach wojskowych podkreśla się, że konieczne jest organizowanie **sieci radiowych pola walki**, w których odbywa się wymiana informacji na potrzeby dowodzenia wojskami i sterowania środkami walki. Ze względu na wykorzystywane środki dzieli się na sieci radiowe UKF i KF.

Sieci radiowe UKF przeznaczone są przede wszystkim do zapewnienia łączności zespołom funkcjonalnym stanowisk dowodzenia i osobom funkcyjnym znajdującym się w ruchu (lub gdy przynajmniej jedna z nich przemieszcza się i nie może wykorzystywać sieci radioliniowo-kablowej). Sieci radiowe UKF umożliwiają także nawiązanie łączności osobom funkcyjnym znajdującym się na rozwiniętych stanowiskach dowodzenia w przypadku niesprawności (zakłócenia, zniszczenia elementów) sieci radioliniowo-kablowej. Zapewniają także łączność w systemach sterowania środkami walki (przede wszystkim ze względu na konieczną szybkość wymiany informacji i częstą zmianę stanowisk ogniowych tych środków). Sieci radiowe UKF odgrywają najważniejszą rolę na najniższych szczeblach dowodzenia, do brygady włącznie<sup>12</sup>, gdzie dynamika działań (i w związku z tym posiadane środki) często uniemożliwia stosowanie innych niż radiostacje środków.

Sieci radiowe KF przeznaczone są przede wszystkim do zapewnienia łączności zespołom funkcjonalnym stanowisk dowodzenia lub osobom funkcyjnym znajdującym się w ruchu na odległościach przekraczających zasięg środków UKF (szczególnie np. w kolumnie marszowej lub dla potrzeb rozpoznania). Sieci radiowe KF występują także jako dublujące częściowo (tzn. zawierające w swojej strukturze jedynie część

---

<sup>12</sup> Na wyższych szczeblach dowodzenia (dywizja i wyżej) sieci radiowe UKF odgrywają mniejszą rolę, co spowodowane jest większymi odległościami pomiędzy stanowiskami dowodzenia, mniejszą częstością zmian położenia stanowisk dowodzenia, a więc większymi możliwościami wykorzystywania mobilnych sieci radioliniowo-kablowych (a także, jeśli to możliwe sieci stacjonarnych) oraz koniecznością przesyłania w systemie dowodzenia większych ilości informacji.

korespondentów) niektóre sieci radiowe UKF na wyższych szczeblach dowodzenia<sup>13</sup>, gdzie odległości pomiędzy stanowiskami dowodzenia przekraczają zasięg radiostacji UKF.

Sieci radiowe (zarówno UKF i KF), ze względu na specyfikę działania jak i przeznaczenie, stanowią zamknięte zbiory urządzeń grup korespondentów (osób funkcyjnych lub zespołów funkcjonalnych) posiadających wspólne dane radiowe. Tworzenie poszczególnych grup korespondentów, czyli struktura sieci radiowej pola walki, jest determinowana trzema zasadniczymi ograniczeniami wynikającymi z:

- wymagań systemu dowodzenia,
- ilości i rodzaju sprzężeń informacyjnych i potrzeb zapewnienia w nich wymiany informacji w warunkach pola walki,
- możliwości techniczno-eksploatacyjnych sieci i urządzeń radiowych.

Wyodrębnia się zatem:

- sieci dowodzenia,
- sieci specjalistyczne (sterowania środkami walki),
- sieci sztabu,
- sieci współdziałania,
- sieci rozpoznania,
- sieci wewnętrzne stanowisk dowodzenia,
- sieci zabezpieczenia logistycznego.

Sieci dowodzenia – stanowią zasadniczy rodzaj łączności radiowej dowódcy (oraz sekcji/grupy działań bieżących) z podległymi oddziałami i pododdziałami (a dokładniej – dowódcami elementów ugrupowania); służą przede wszystkim do wymiany krótkich informacji fonicznych. Jako uzupełniająca forma wymiany informacji może być w nich realizowana transmisja danych. Należy także zauważyć, iż na najniższych szczeblach dowodzenia (kompania) są często, poza środkami sygnalizacyjnymi, jedynymi sieciami łączności.

Sieci sztabu – są sieciami organizowanymi dla potrzeb wymiany informacji pomiędzy osobami funkcyjnymi i zespołami funkcjonalnymi stanowisk dowodzenia,

---

<sup>13</sup> Na szczeblu dywizji występują dublujące się sieci radiowe KF i UKF (por. schematy sieci radiowych dywizji). Na wyższych szczeblach (związek operacyjny) w analogicznych relacjach, ze względu na odległości, organizowane są wyłącznie sieci radiowe KF.

pomiędzy którymi nie występują zależności służbowe, ale ze względu na pełnione funkcje i wykonywane zadania powinny wymieniać się informacjami. Podstawową siecią wymiany informacji (szczególnie na szczeblu dywizji, w których pracują radiostacje podległych sztabów brygad) jest dla tych osób i zespołów sieć radioliniowo-kablowa, jednakże konieczne jest, w celu zwiększenia prawdopodobieństwa wymiany informacji w „funkcjonalnych” więziach informacyjnych, utworzenie dodatkowych sieci radiowych UKF (na wyższych szczeblach KF) zwanych sieciami radiowymi sztabu. Na niższych szczeblach (oddział i niżej), w przypadku braku możliwości budowy sieci kablowych, sieci radiowe sztabu mogą być jedynymi sieciami zapewniającymi łączność w tych relacjach. Cechą charakterystyczną sieci radiowej sztabu jest jej dostępność dla wszystkich upoważnionych osób funkcyjnych SD. W zależności od potrzeb mogą być w niej przekazywane informacje foniczne jak i realizowana transmisja danych.

Sieci współdziałania – są sieciami (lub kierunkami radiowymi) doraźnie organizowanymi (zgodnie z zasadami organizowania współdziałania). Służą do wymiany informacji fonicznych jak i transmisji danych.

Sieci rozpoznania – są sieciami zapewniającymi wymianę informacji w ramach systemu rozpoznania. W skład sieci rozpoznania wchodzi radiostacje zespołów (sekcji, grup) rozpoznania stanowisk dowodzenia odpowiednio szczebla związku operacyjnego, związku taktycznego, oddziałów i pododdziałów. Sieci rozpoznania wykorzystywane są przede wszystkim w sytuacjach, w których wymiana informacji w sieci radioliniowo-kablową jest niemożliwa lub utrudniona.

Sieci specjalistyczne (sterowania środkami walki) – stanowią radiowe sieci zintegrowanych, zautomatyzowanych systemów radiokomunikacyjnych: obrony przeciwlotniczej, artylerii, obrony przeciwchemicznej, (w perspektywie także innych zautomatyzowanych systemów informacyjnych np. rozpoznania lub zarządzania siecią łączności). Zadaniem tych sieci jest przede wszystkim wymiana informacji (sygnałów, komend, meldunków) w systemach sterowania środkami walki lub zautomatyzowanych systemach zbierania i przetwarzania informacji. Są to więc typowe sieci transmisji danych, w których jedynie sporadycznie może być stosowana wymiana informacji fonicznych. Powinny one także posiadać odpowiednie interfejsy

pozwalające, w przypadku takiej potrzeby, na wymianę informacji z innymi sieciami radiowymi lub poprzez połączenia w sieci radioliniowo-kablowej.<sup>14</sup>

Sieci wewnętrzne stanowisk dowodzenia – są sieciami organizowanymi dla potrzeb wymiany informacji pomiędzy osobami funkcyjnymi i zespołami funkcjonalnymi stanowisk dowodzenia danego szczebla dowodzenia. Służą do wymiany informacji w czasie przemieszczania i zmiany rejonu rozmieszczenia stanowisk dowodzenia.

Sieci zabezpieczenia logistycznego – są sieciami organizowanymi dla potrzeb wymiany informacji pomiędzy komórkami stanowisk dowodzenia odpowiedzialnymi za organizację zabezpieczenia logistycznego. Są to tzw. sieci funkcjonalne. Dotychczas były organizowane do szczebla oddziału. Podobnie jak w innych armiach, wskazane jest zorganizowanie sieci zabezpieczenia logistycznego na szczeblu pododdziału (batalionu, dywizjonu), w której zapewniona byłaby wymiana informacji na potrzeby logistyki do szczebla kompanii (baterii). Wariant organizacji sieci zabezpieczenia logistycznego przedstawiono w dalszej części rozdziału.

W zależności przede wszystkim od szczebla wykorzystania lecz także i od etapu prowadzonych działań, podstawową formą wymiany informacji w sieciach zabezpieczenia logistycznego może być transmisja danych (na wyższych szczeblach lub w trakcie przekazywania raportów) lub transmisja informacji fonicznych.

Elementami tworzącymi sieci radiowe są:

- radiostacje KF i UKF (radiostacje pola walki) - osobiste, przenośne i pokładowe (w zautomatyzowanych wozach dowodzenia, wozach dowodzenia i wozach bojowych),
- radiostacje KF i UKF (radiostacje pola walki) – zespołów funkcjonalnych, przenośne lub pokładowe (w zautomatyzowanych wozach dowodzenia i wozach dowódczo-sztabowych),
- radiostacje UKF stacji dostępowych (radiostacje małej lub średniej mocy), samodzielne lub umieszczone w aparatuwniach łączności,

---

<sup>14</sup> Obecnie takie sieci są dopiero tworzone w zautomatyzowanych systemach sterowania środkami rażenia. Należy przy tym podkreślić, że sieci te służą wymianie informacji w systemach zautomatyzowanych i nie należy ich mylić np. z sieciami dowodzenia w pododdziałach rodzajów wojsk.

- radiostacje KF (radiostacje średniej mocy) – osób funkcyjnych, zespołów funkcjonalnych lub ogólnego wykorzystania (sztabu), pokładowe (często jako samodzielne stacje radiowe).

Radiostacje<sup>15</sup> spełniają w sieciach radiowych przede wszystkim funkcje urządzeń teletransmisyjnych (zapewniają utworzenie drogi sygnału i wymianę informacji pomiędzy oddalonymi korespondentami). Należy jednak zauważyć, iż radiostacje (szczególnie pokładowe i przenośne radiostacje osób funkcyjnych i zespołów funkcjonalnych, w odróżnieniu np. od radiostacji w stacjach dostępowych) spełniają jednocześnie rolę urządzeń końcowych (czyli takich, przy pomocy których następuje dołączenie korespondentów do sieci telekomunikacyjnej).

Struktura i przeznaczenie poszczególnych sieci radiowych przedstawiają schematy sieci radiowych zamieszczone w dalszej części rozdziału.

**Sieć radiodostępu** – jest specyficzną odmianą sieci radiowych UKF, a w przyszłości KF, zapewniającą możliwość sprzężenia poprzez radiostację (stację dostępu radiowego) abonenta ruchomego z siecią radioliniowo-kablową. Powinna funkcjonować jako sieć wielokanałowa (obecnie trwają zaawansowane badania wykorzystania dostępu jednokanałowego i wstępne - wielokanałowego), pozwalając przede wszystkim na przesyłanie informacji fonicznych oraz danych abonentom ruchomym znajdującym się w danym obszarze objętym zasięgiem stacji. Ze względu na możliwości eksploatacyjne stosowanych urządzeń i przyjęte (obecnie) założenia, możliwości budowy sieci radiodostępu są ograniczone a korzystanie z sieci radiodostępu mają zapewnione jedynie główne osoby funkcyjne systemu dowodzenia.<sup>16</sup>

### **Struktura przestrzenna sieci telekomunikacyjnej**

Badania potwierdziły, że sieć telekomunikacyjna przedstawia sobą złożoną zbiorowość rozmieszczonych w rejonie działania wojsk ściśle powiązanych ze sobą elementów (środków i urządzeń telekomunikacyjnych) służących do szeroko rozumianej wymiany informacji. Jej struktura powinna pokrywać obszar działania

<sup>15</sup> Parametry poszczególnych typów radiostacji i ich możliwości wykorzystania przedstawione są w opracowaniu: Janczak J., Daniuk i inni, Środki dowodzenia, wyd. AON 2003 r.

<sup>16</sup> Szerzej sieci radiodostępu zostały opisane w opracowaniu, Konieczny K., Rabiej B., Radiodostęp w taktycznej sieci telekomunikacyjnej. Wyd. AON, Warszawa 1998.

wojsk. Złożoność zróżnicowanych zarówno pod względem ilości przestrzennie wykorzystywanych środków jak i świadczonych usług telekomunikacyjnych sieci telekomunikacyjnej wymaga przedstawienia jej ogólnej struktury. Stosując kryterium realizacji zadań w sieci i stopnia zorganizowania w obszarze działania wojsk w ramach sieci telekomunikacyjnej można wyróżnić węzły i linie telekomunikacyjne.

Pojęcia te, podobnie jak pojęcie sieci telekomunikacyjnej nie jest jednoznacznie interpretowanie. Wystarczy powiedzieć, że w nowej ustawie<sup>17</sup> „Prawo telekomunikacyjne” nie są one zdefiniowane.

Zdaniem prof. J. Michniaka wojskowy połowy węzeł telekomunikacyjny to „złożony element sieci telekomunikacyjnej stanowiący organizacyjno-techniczne połączenie sił i środków łączności oraz informatyki. Jest rozwijany w miejscu skrzyżowania się lub zbiegu różnych rodzajów linii telekomunikacyjnych w celu zapewnienia tworzenia kanałów, ich komutacji oraz komutacji pakietów i utajniania informacji”<sup>18</sup>.

Pozostając przy przedstawionej wyżej treści definicji autorzy są zdania, że w wojskach lądowych, w okresie kryzysu i wojny, rozwijane będą **mobilne węzły telekomunikacyjne** mobilnych (mobilno-stacjonarnych) stanowisk dowodzenia (GSD, TSD, WSD, ZSD), a uzupełnione o mobilne środki poczty wojskowej stanowić będą mobilne węzły łączności<sup>19</sup> tych stanowisk dowodzenia. W czasie pokoju wykorzystywane są natomiast usługi świadczone przez garnizonowe węzły łączności stacjonarnego systemu łączności i informatyki SZ RP.

W zależności od sposobów wykorzystania związków operacyjnych, związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów wojsk lądowych w wymiarze narodowym czy też koalicyjnym, mobilne węzły łączności ich stanowisk dowodzenia (GSD, TSD,

<sup>17</sup> Ustawa z dnia 16 lipca 2004 r. (Dz. U. Nr 171, poz. 1800), s. 11.

<sup>18</sup> J. Michniak, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. I: Główne problemy, wyd. AON, Warszawa 2002, str. 80.

<sup>19</sup> „Wojskowy węzeł łączności - wzajemnie ze sobą powiązany zespół urządzeń telekomunikacyjnych rozmieszczonych w terenie lub w obiekcie, przeznaczony do realizacji połączeń oraz administrowania w ramach wojskowego systemu telekomunikacyjnego siecią telekomunikacyjną na określonym obszarze” - Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 13 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowych warunków wykonywania działalności telekomunikacyjnej i używania urządzeń radiowych przez komórki i jednostki organizacyjne resortu obrony narodowej oraz przez jednostki sił zbrojnych obcych państw, przebywające czasowo na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, s. 2.

WSD, ZSD) będą sprzęgane liniami telekomunikacyjnymi z systemem łączności przełożonego poprzez:

1. węzły telekomunikacyjne sieci taktycznej (zwanej także pomocniczą), występujące na szczeblu związku taktycznego<sup>20</sup> jako PWŁ;
2. węzły telekomunikacyjne sieci operacyjno-taktycznej (spotykanej w literaturze także pod nazwą podstawowa sieć łączności) występujące na szczeblu związku operacyjnego wojsk lądowych<sup>21</sup> jako węzły sieciowe (WS) lub pomocnicze węzły sieciowe (PWS);
3. węzły telekomunikacyjne (wydzielone siły i środki) sojusznicznych systemów łączności i informatyki CIS (ang. Communication and Information Systems)<sup>22</sup>.

W ramach każdego mobilnego węzła telekomunikacyjnego stanowisk dowodzenia na różnych poziomach wojsk lądowych (GSD, TSD, ZSD, WSD) zgrupowane są teletransmisyjne, komutacyjne, przetwórcze, specjalne i pomocnicze urządzenia łączności, których ogólną charakterystykę przedstawiono powyżej. Struktury organizacyjno-funkcjonalne tych węzłów dostępne są w literaturze przedmiotu.

Drugi element struktury sieci telekomunikacyjnej - **linie telekomunikacyjne** - to według W. Nowickiego „zespół środków technicznych<sup>23</sup> rozmieszczonych między dwoma miejscowościami, umożliwiające jednoczesną wymianę i/lub jednoczesne przekazywanie wielu wiadomości”<sup>24</sup>

Przyjmując za kryterium wyróżnienia rodzaj toru telekomunikacyjnego (radiowego, przewodowego, światłowodowego,) na bazie którego zorganizowana jest linia telekomunikacyjna w systemie łączności można wyróżnić:

– linie telekomunikacyjne radiowe (UKF, KF, radioliniowe) zawierające tylko tory radiowe, gdzie tor telekomunikacyjny radiowy jest utworzony z dwóch anten dookólnych (wykorzystywanych w radiostacjach pola walki) lub kierunkowych

<sup>20</sup> Zob. Janczak J. i inni, Mobilne sieci łączności – album schematów, wyd. AON, Warszawa 2003.

<sup>21</sup> Zob. Fiołna Zb., Sieć łączności związku operacyjnego, wyd. AON, Warszawa 2002.

<sup>22</sup> Zob. Zasady organizacji łączności współdziałania w operacjach wielonarodowych, wyd. MON, W-a 1999.

<sup>23</sup> Środkami technicznymi są przede wszystkim tory telekomunikacyjne, tworzące wiązki torów o długościach na ogół mniejszych lub znacznie mniejszych od długości danej linii telekomunikacyjnej. Liczba torów telekomunikacyjnych (przewodowych, światłowodowych, radiowych), występujących w poszczególnych wiązках może być różna; w przypadku linii radiowej mamy najczęściej do czynienia tylko z jednym torem.

<sup>24</sup> Nowicki W., Glosarium telekomunikacji, zalecane terminy, ich definicje, odpowiedniki obcojęzyczne, komentarze, zeszyt 2, Biuletyn informacyjny nr 2-3 (276-277) IŁ, Warszawa-Międzeshzyn, 1990, s. 37

zapewniających wykorzystanie zawartej między nimi skupionej wiązki fal elektromagnetycznych. Radiowe tory telekomunikacyjne tworzone są przy spełnieniu warunku wzajemnej widzialności radiowej skierowanych ku sobie anten kierunkowych w liniach radiowych horyzontowych lub płaszczyzn reflektorów w liniach radiowych pozahoryzontowych. Zazwyczaj tor telekomunikacyjny radiowy jest wykorzystywany do tworzenia większej liczby kanałów telekomunikacyjnych, które mogą być kanałami: przestrzenno-częstotliwościowymi, przestrzenno-czasowymi lub przestrzenno-częstotliwościowo-czasowymi;

– linie telekomunikacyjne przewodowe zawierające tylko tory przewodowe, gdzie przewód telekomunikacyjny przyjmowany jest jako kształtownik lub zespół kształtowników, stanowiący drogę - użytego w roli sygnału - prądu elektrycznego od końcówki źródła tego prądu do odpowiedniej końcówki jego odbiornika, a tor przewodowy to tor telekomunikacyjny utworzony za pomocą dwóch równoległych skręconych ze sobą przewodów;

– linie telekomunikacyjne światłowodowe zawierające tylko tory światłowodowe utworzone za pomocą światłowodu przyjmowanego jako kształtownik pełny dielektryczny, zwykle złożony z rdzenia i z płaszczką, lub kształtownik wydrążony przewodzący, przystosowane do prowadzenia fal elektromagnetycznych świetlnych;

– linie telekomunikacyjne mieszane zawierające tory telekomunikacyjne różnych rodzajów.

Przedstawione powyżej rodzaje linii telekomunikacyjnych mogą w mobilnym systemie łączności wojsk lądowych być rozbudowywane w różnej architekturze. Przyjmując za kryterium sposób zorganizowania, linie telekomunikacyjne mogą tworzyć **układy sieci telekomunikacyjnej o architekturze**<sup>25</sup>:

- układu gwiazdzistego;
- układu złożonego;
- układu wielobocznego (wielowęzłowego);
- układu mieszanego.

---

<sup>25</sup> J. Michniak, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. I: Główne problemy, wyd. AON, Warszawa 2002, str. 83.

W **układzie gwiazdowym**, linie telekomunikacyjne rozwijane są od centralnego węzła telekomunikacyjnego sieci (najczęściej są to węzły łączności stanowisk dowodzenia) do podległych i współdziałających organów dowodzenia.

W **układzie złożonym** linie telekomunikacyjne tworzą kilka wzajemnie połączonych układów gwiazdowych rozwijanych na bazie węzłów łączności stanowisk dowodzenia (GSD, TSD). Połączenie pojedynczych układów gwiazdowych sieci telekomunikacyjnej zapewnia się pojedynczymi liniami telekomunikacyjnymi łączącymi węzły łączności poszczególnych układów gwiazdowych. Układ ten jest szeroko wykorzystywany na niższych szczeblach dowodzenia.

W **układzie wielobocznym** (wielowęzłowym) linie telekomunikacyjne tworzą układ przestrzennie rozmieszczony, który z uwagi na swoją konfigurację może być nazywany: siatką, kratą, wielobokiem itp. Taki układ powstaje, gdy w punktach przecięcia się linii telekomunikacyjnych rozwijane są węzły telekomunikacyjne przeznaczone do sprzęgnięcia potencjału transmisyjnego tych linii w kompleksowy układ umożliwiający zestawienie odpowiednich rozptyłów traktów, czy też kanałów i ich dystrybucji w zależności od potrzeb na odpowiednie kierunki (relacje) łączności. Układ ten odzwierciedla funkcjonowanie złożonej sieci telekomunikacyjnej wojsk lądowych sprzężonej z wieloboczną siecią przełożonego (pomocniczą, podstawową).

W **układzie mieszanym** linie telekomunikacyjne rozwijane są przede wszystkim w układzie wielobocznym, a w najważniejszych relacjach uzupełniane liniami telekomunikacyjnymi rozwiniętymi w układzie gwiazdowym. Układ ten jest charakterystyczny dla sieci łączności pola walki w układzie mieszanym, gdzie osnowę telekomunikacyjnej sieci, budowanej w układzie wielobocznym, stanowią radiowe i przewodowe linie telekomunikacyjne, a w układzie gwiazdowym przede wszystkim linie telekomunikacyjne radiowe horyzontowe i pozahoryzontowe.

#### **2.1.2.2. Sieci komputerowe**

Z badań wynika, że sieci komputerowe są obecnie niezbędne do wymiany informacji w formie transmisji danych pomiędzy osobami funkcyjnymi (zespołami funkcyjnymi) wyposażonymi w komputery (lub inne urządzenia informatyczne). W zależności od zasięgu obsługi urządzeń końcowych przez sieć komputerową, można wyróżnić dwa podstawowe typy sieci:

- lokalne sieci komputerowe - rozwijane na stanowiskach dowodzenia, zapewniające wymianę informacji wewnątrz stanowiska dowodzenia;
- rozległe sieci komputerowe – zapewniającej wymianę informacji pomiędzy sieciami lokalnymi stanowisk dowodzenia.

Lokalne sieci komputerowe stanowisk dowodzenia GSD, TSD budowane są na bazie mobilnej aparatuwni komputerowej (PAK), umożliwiającej podłączenie do 40 komputerów. Każda aparatuwnia posiada cztery Lanboxy przeznaczone do budowy sieci LAN poprzez możliwość ich wyniesienia do czterech zespołów funkcjonalnych stanowiska dowodzenia (każde po 10 komputerów). Połączenie mobilnej aparatuwni komputerowej z lanbox-ami odbywa się za pomocą taktycznego kabla światłowodowego. Podłączenie komputerów i innych urządzeń informatycznych do lanbox-ów odbywa się za pomocą polowego toru transmisyjnego PTT-E10BaseT.

Wymiana informacji pomiędzy lokalnymi sieciami komputerowymi poszczególnych stanowisk dowodzenia (czyli tworzenie rozległej sieci komputerowej) odbywa się przez połączenie (sprzęganie) z siecią radioliniowo-kablową lub poprzez sieci radiowe pola walki UKF, nawet KF.<sup>26</sup> Należy zatem zwrócić uwagę (w odniesieniu do charakterystyki sieci radioliniowo-kablowej, sieci kablowych i radiowych), na tworzenie przez sieć radioliniowo-kablową podstawy (bazy infrastruktury transmisyjnej) do zapewnienia wymiany informacji pomiędzy sieciami komputerowymi stanowisk dowodzenia i (wspólnie z tradycyjnie ujmowaną telefonią) utworzenia sieci teleinformatycznej systemu dowodzenia.

Istnieje także możliwość tworzenia lokalnych sieci komputerowych na obszarze kraju na bazie istniejącej cywilnej infrastruktury teleinformatycznej (poprzez podłączenie PAK do lokalnych sieci komputerowych budynków) i włączenia ich w rozległą sieć komputerową poprzez węzły pakietowe WP-40.

Rozległe sieci komputerowe budowane są z reguły na bazie sieci radioliniowo-kablowej do której mają dostęp lokalne sieci komputerowe. Do jej stworzenia wykorzystywane są węzły pakietowe WP-40A będące elementami wyposażenia aparatuwni transmisyjnych (RWŁC-10T) i komutacyjnych (RWŁC-10K)

<sup>26</sup> Połączenie poprzez sieci radiowe pola walki UKF jest możliwe np. z wykorzystaniem bloku sprzężenia radiowego i serwera komunikacyjnego. Należy zwrócić jednakże uwagę wielokrotnie mniejsze możliwości transmisji danych w sieciach radiowych.

w podstawowych węzłach sieciowych oraz pomocniczych węzłach łączności (a także w węzłach łączności stanowisk dowodzenia). Węzły pakietowe umożliwiają tworzenie rozległej (szkieletowej) sieci TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) na bazie połączeń komutowanych systemu „STORCZYK”. Do tworzenia sieci rozległej może być także wykorzystywana istniejąca cywilna infrastruktura teleinformatyczna.

### **2.1.2.3. Sieć poczty wojskowej**

Sieć poczty wojskowej, charakteryzuje się stosunkowo prostą strukturą organizacyjną i przeznaczona jest do zapewnienia zarejestrowanym w jej elementach jednostkom terminowego obiegu i dostarczania wojskowych przesyłek pocztowych<sup>27</sup> (niejawnych, jawnych oraz korespondencji prywatnej kierowanych do i od obsługiwanych wojsk).

W zależności od szczebla dowodzenia w strukturze sieci poczty wojskowej występują następujące elementy<sup>28</sup>:

- a) **na szczeblu operacyjnym:** węzeł pocztowy; wysunięte węzły pocztowe; stacje pocztowe; punkty wymiany poczty; linie pocztowe.
- b) **na szczeblu taktycznym:** stacje pocztowe; punkty wymiany poczty; linie pocztowe.

Elementy poczty wojskowej (wojskowe stacje pocztowe) występują także w strukturze garnizonowych węzłów łączności.

### **2.1.2.4. Sieć sygnalizacyjna**

Z opinii i sądów studentów AON różnych specjalności wynika, że sieć sygnalizacyjna wykorzystywana jest przydatna do wymiany informacji (komend, haseł, sygnałów alarmowych, sygnałów w systemach czujnikowych itp.), których liczba jest niewielka i są możliwe do przekazania w postaci prostych krótkich sygnałów (a więc zawartość informacji w tych sygnałach jest niewielka). Najczęściej są wykorzystywane w pododdziałach wojsk lądowych. W sieciach tych wykorzystuje

<sup>27</sup> Wojskowa przesyłka pocztowa – zawiera przesyłkę zawierającą w adresie nadawcy lub adresata nazwę albo numer komórki organizacyjnej, jednostki organizacyjnej nadzorowanej lub podporządkowanej Ministrowi Obrony Narodowej albo numer poczty wojskowej.

<sup>28</sup> Szerzej zob. J. Michniak, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. I: Główne problemy, wyd. AON, Warszawa 2002, str. 78-80.

się środki sygnalizacyjne<sup>29</sup>, które ze względu na rodzaj stosowanych sygnałów można podzielić na:

- optyczne,
- dźwiękowe.

### **2.1.3. Podsystem zasilania**

Elementy zasilania (zabezpieczenia bojowego, zabezpieczenia logistycznego i odvodu łączności i informatyki) stanowią integralną częścią (podsystem) systemu łączności wojsk lądowych. Bez ich sprawnego i ciągłego funkcjonowania system ten nie byłby zdolny do realizacji zadań stojących przed nim podczas kryzysu oraz w walce.

**Zabezpieczenie bojowe mobilnego systemu łączności i informatyki** powinno być realizowane zgodnie z obowiązującymi regulaminami<sup>30</sup>. Stanowi ono zatem całokształt przedsięwzięć organizacyjno-technicznych, zapewniających funkcjonowanie systemu łączności wojsk lądowych w warunkach oddziaływania ogniowego i elektronicznego przeciwnika i obejmuje:

- ubezpieczenie,
- maskowanie (bezpośrednie i radioelektroniczne),
- powszechną obronę przeciwlotniczą,
- zabezpieczenie inżynieryjne,
- obronę przeciwichemiczną,
- zabezpieczenie topograficzne i hydrometeorologiczne.

Realizację powyższych działań koordynują komórki wsparcia dowodzenia (G 6) SD a realizują, poprzez swoje wyspecjalizowane siły i środki, dowódcy oddziałów i pododdziałów dowodzenia zgodnie z postanowieniami wyszczególnionego wyżej regulaminu działań oraz opracowanymi stałymi procedurami w tym zakresie.

**Zabezpieczenie logistyczne mobilnego systemu łączności**, uwzględniając zapisy dokumentów stosownych dokumentów normatywnych<sup>31</sup> oraz wyniki badań w dostępnej literaturze naukowej, powinno zabezpieczać pod względem technicznym

<sup>29</sup> Szerzej zob.: „Mobilne sieci łączności – album schematów, wyd. AON Warszawa 2003, s. 24-25.

<sup>30</sup> Regulamin działań wojsk lądowych, wyd. DWLąd, Warszawa 1999

<sup>31</sup> Regulamin działań wojsk lądowych, wyd. DWLąd, Warszawa 1999

funkcjonowanie środków łączności i informatyki, środków transportu; oraz pod względem zaopatrywania i medycznym - warunki socjalno-bytowe żołnierzy (osób) organizujących i eksploatujących system łączności oraz organa dowodzenia na stanowiskach dowodzenia. Do realizacji zadań należy wykorzystać zespół sił i środków pionu logistycznego oddziałów i pododdziałów dowodzenia, wspieranych możliwościami infrastruktury logistycznej całej brygady występujących na poszczególnych szczeblach dowodzenia wojsk lądowych.

Zabezpieczenie techniczne organizuje się i realizuje w celu utrzymania w gotowości do użycia i sprawności eksploatacyjnej środków i urządzeń łączności i informatyki, a w razie uszkodzenia ich sprawnej ewakuacji i remontu. Obejmuje ono organizację eksploatacji sprzętu łączności i informatyki oraz związanej z nim techniki wojskowej, rozpoznanie techniczne łączności w toku walki, ewakuację i remont uszkodzonego sprzętu oraz nadzór metrologiczny.

Zaopatrywanie organizuje się i realizuje w celu zasilania pododdziałów łączności oraz elementów sieci łączności w sprzęt, uzbrojenie, środki bojowe i materiałowe. Obejmuje ono gromadzenie i przechowywanie zaopatrzenia, jego dowóz odbiorcom, eksploatację zasobów miejscowych i zdobyczy wojennych oraz działalność socjalno-bytową.

Zabezpieczenie medyczne organizuje się i realizuje w celu zapewnienia zdolności bojowej pododdziałów i elementów systemu łączności, utrzymania odpowiedniego stanu zdrowia załóg i obsługi środków łączności oraz środków automatyzacji dowodzenia. Obejmuje ono przedsięwzięcia leczniczo-ewakuacyjne, sanitarno-higieniczne, przeciw epidemiologiczne i ochronę sanitarną stanów osobowych wojsk łączności i informatyki oraz zaopatrywanie w sprzęt i materiały medyczne punktów medycznych organizowanych dla potrzeb wojsk łączności zabezpieczających funkcjonowanie polowego systemu łączności.

Za zabezpieczenie logistyczne elementów polowego systemu łączności wojsk lądowych odpowiadają dowódcy jednostek dowodzenia.

**Odwód łączności** stanowi niezbędną rezerwę wydzieloną z sił i środków łączności. Zapewnia wykonanie nieplanowanych, trudnych do przewidzenia zadań oraz stanowi rezerwę w przypadku powstania znacznych uszkodzeń i zniszczeń

w sieci łączności. Tworzą go siły i środki łączności oraz informatyki (automatyzacji), wybudowane lecz nie eksploatowane linie łączności, czy też pojedyncze kanały linii telekomunikacyjnych oraz przygotowane do zestawienia na liniach okrężnych (tranzytem)". Uwzględniając różne opinie i poglądy<sup>32</sup> w tym zakresie zespół autorski uważa, że odwód łączności to wydzielane siły i środki łączności i informatyki pozostające w dyspozycji dowódcy jednostki dowodzenia (kierownika zespołu wsparcia dowodzenia) GSD, nie zaangażowane w budowę pozostałych elementów systemu łączności i zachowane na wypadek konieczności wykonania nieprzewidzianych zadań łączności, które mogą wyniknąć dopiero w toku działań bojowych, bądź w celu użycia go w momencie rozstrzygającym o wykonaniu zadań w zakresie łączności. Za jego organizację, zdolność bojową i użycie odpowiada bezpośrednio dowódca jednostki dowodzenia (kierownik zespołu wsparcia dowodzenia) GSD danego szczebla dowodzenia.

**Elementy gotowości bojowej i uzupełniania rezerw** stanowią część składową systemu osiągnięcia gotowości bojowej i uzupełnienia stanów osobowych wojsk oraz sprzętu technicznego i zapewniają:

- utrzymanie pododdziałów /oddziałów/ dowodzenia i łączności w odpowiednim stopniu gotowości;
- ciągłe zasilanie stanem osobowym i sprzętem technicznym (w tym formowanie niektórych jednostek od nowa);
- decyduje o zabezpieczeniu walczących wojsk i ciągłości funkcjonowania systemu łączności.

Z badań wynika, że właściwe zorganizowanie i funkcjonowanie elementów zasilania mobilnego systemu łączności w znacznej mierze decyduje o jego zdolności do wykonania stojących przed nim zadań zarówno w okresie kryzysu jak i w toku działań bojowych prowadzonych na obszarze kraju.

---

<sup>32</sup> J. Michniak, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. I: Główne problemy, wyd. AON, Warszawa 2002, str. 88.

## **2.2. Możliwości systemu łączności wojsk lądowych na obszarze kraju**

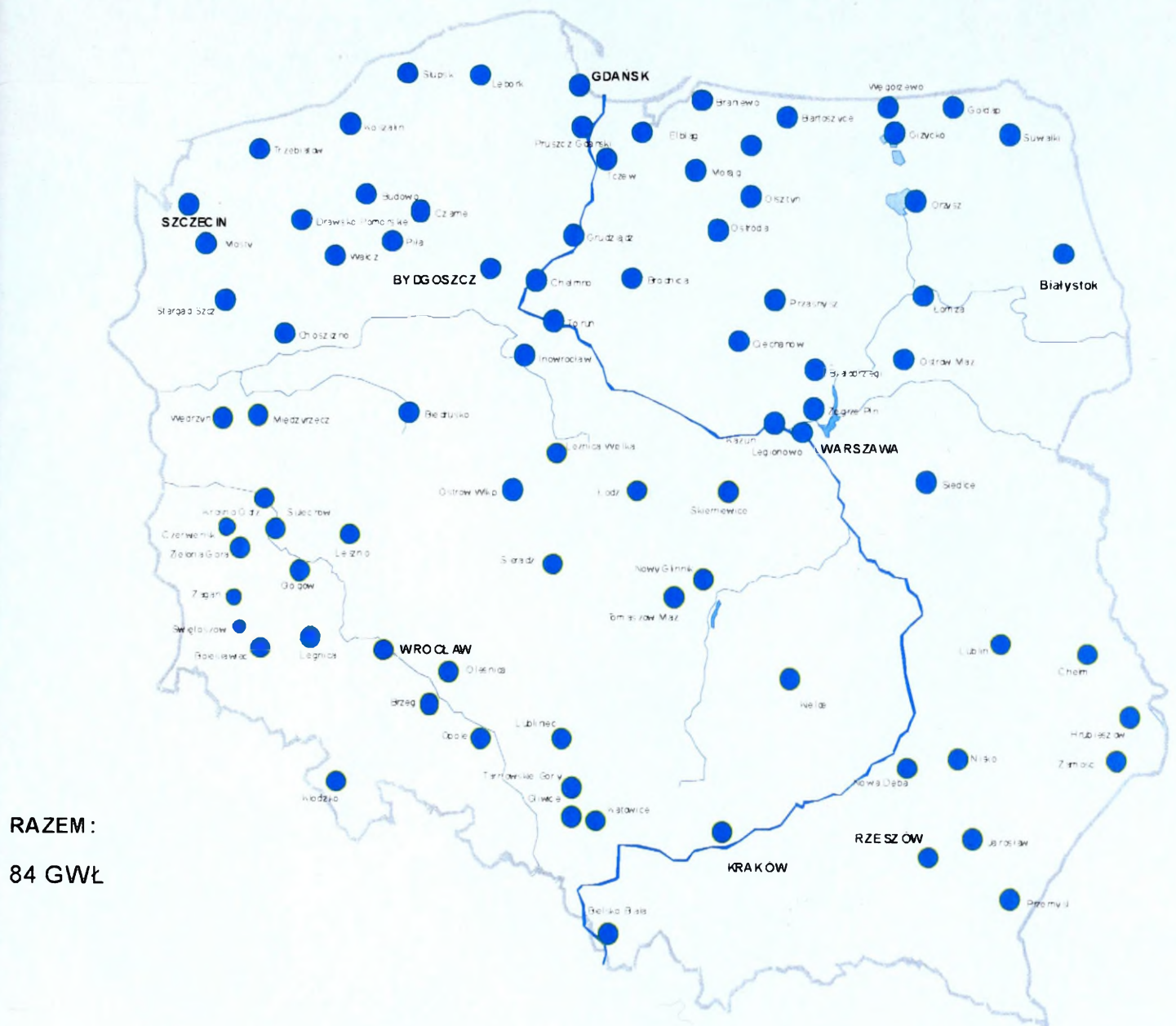
### **2.2.1. Możliwości stacjonarnego systemu łączności wojsk lądowych**

W wyniku reorganizacji SZ RP obecnie stacjonarny podsystem łączności Wojsk Lądowych opiera się o 84 Garnizonowe Węzły Łączności powiązane ze sobą cyfrowymi i analogowymi traktami teletransmisyjnymi dzierżawionymi od operatorów publicznych. Stacjonarny system łączności Wojsk Lądowych przedstawiono na rysunku 2.2.

Garnizonowe Węzły Łączności ze względów organizacyjnych dzielą się na Regionalne i Pomocnicze. W strukturze organizacyjnej stacjonarnego systemu łączności MON pozostają także trzy centralne węzły łączności: Centralny Węzeł Łączności MON, Centralny Węzeł Łączności Sił Powietrznych oraz Centralny Węzeł Łączności Marynarki Wojennej RP.

Do głównych zadań stacjonarnego systemu łączności wojsk lądowych należy:

- zapewnienie łączności w stałej gotowości bojowej, a także w czasie osiągnięcia wyższych stanów gotowości bojowej dowództwu wojsk lądowych oraz instytucjom i jednostkom wojskowym podległym dowódcy wojsk lądowych w miejscu stałej dyslokacji (MSD);



RAZEM:  
84 GWŁ

Rys.2.2. Stacjonarny system łączności Wojsk Lądowych.  
Źródło: Opracowano na podstawie materiałów DWŁąd.

- zapewnienie odpowiedniego poziomu świadczonych usług instytucjom i jednostkom wojskowym innych rodzajów wojsk stacjonującym na obszarze odpowiedzialności garnizonowych węzłów łączności Wojsk Lądowych;
- świadczenie usług telekomunikacyjnych jednostkom państw NATO stacjonujących czasowo na terenie RP w ramach HNS;
- współpraca z cywilnymi operatorami telekomunikacyjnymi i pocztowymi świadczącymi usługi na obszarze odpowiedzialności GWŁ;

- utrzymywanie sprawnego systemu łączności powiadamiania, ostrzegania i alarmowania na potrzeby garnizonowych ośrodków alarmowania, służb operacyjnych i dyżurnych jednostek wojskowych podległych Dowódcy Wojsk Lądowych;
- utrzymanie w sprawności podsystemu łączności radiowej KF w oparciu o stacjonarne radiostacje jako rezerwowego systemu łączności.

Podstawowym elementem stacjonarnego systemu łączności są garnizonowe węzły łączności wyposażone w zależności od obsługiwanego garnizonu w następujący sprzęt łączności i informatyki:

- elektroniczną centralę telefoniczną 2000-5000 NN;
- centralę międzygarnizonową;
- cross connect DX;
- CST min 144 Mbit/s;
- RCN, RCO;
- radiolinie cyfrowe;
- PCLU;
- CDK;
- KTSA;
- serwery sieciowe sieci MIL WAN, SEC WAN;
- wojskową stację pocztową.

W tabeli 2.1 przedstawiono aktualne wyposażenie poszczególnych GWŁ w sprzęt centralowy.

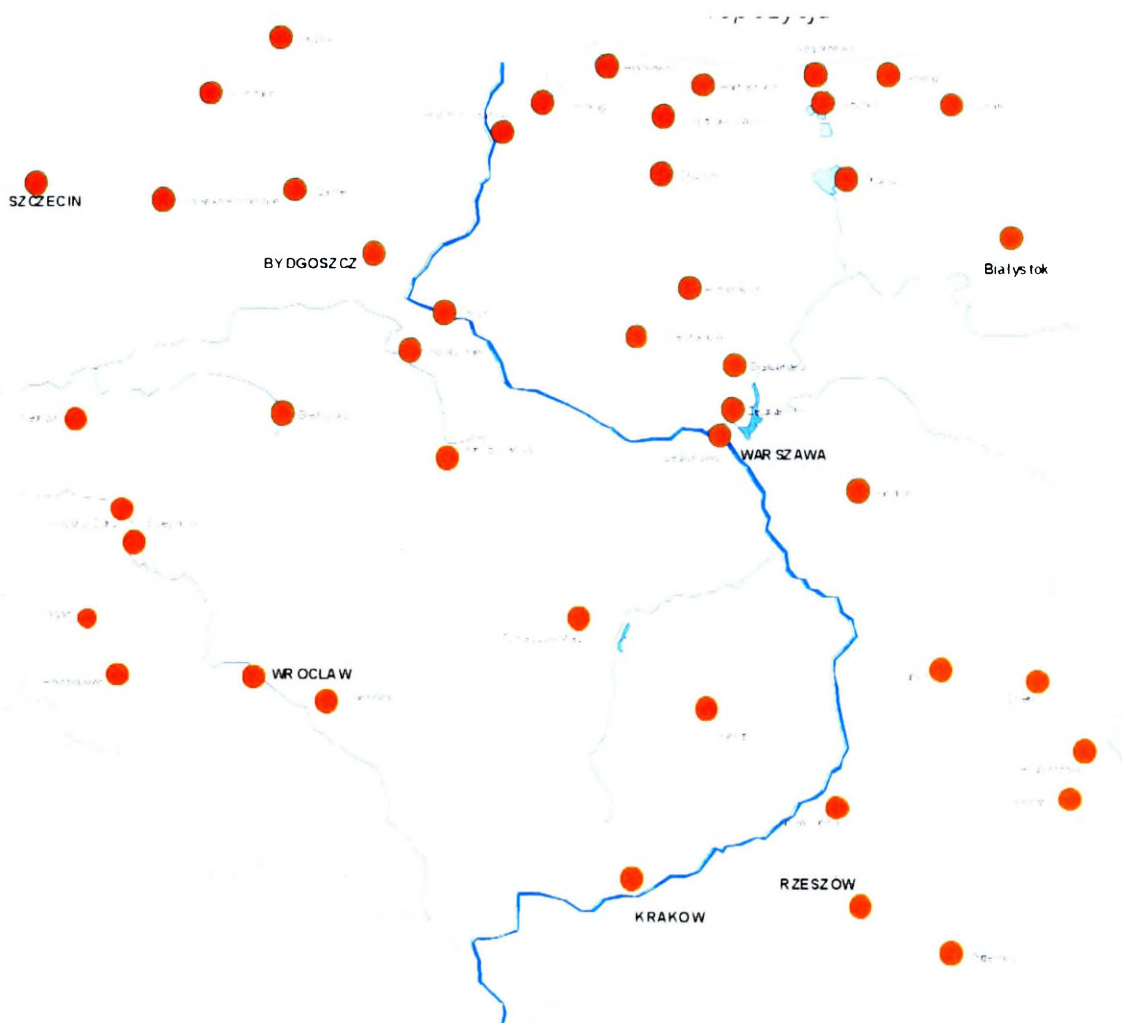
Zakłada się, że garnizonowe węzły łączności wyposażane będą w radiolinie cyfrowe, które zapewnią dowiązanie mobilnego systemu łączności do stacjonarnego systemu łączności. Rozmieszczenie GWŁ, w których proponuje się dostęp radioliniowy przedstawiono na rysunku 2.3.

Tab. 2.1. Wyposażenie GWŁ w sprzęt centralowy

POW				SOW			
L/p	GWŁ	Typ centrali	Radiolinia cyfrowa	L/p	GWŁ	Typ centrali	Radiolinia cyfrowa
1.	Bydgoszcz	E-10 DGT	2	48.	Wrocław	OCB DGT	1
2.	Grudziądz	DGT 3450		49.	Kraków	Alcatel DGT	2
3.	Olsztyn	OCB 283	2	50.	Katowice	DGT 3450	
4.	Białystok	DGT 3450	2	51.	Kielce	DGT 3450	1
5.	Legionowo	DGT 3450	1	52.	Lublin	DGT 3450	1
6.	Orzysz	DGT 3450	4	53.	Łódź	DGT 3450	
7.	Elbląg	DGT 3450	3	54.	Rzeszów	DGT 3450	2
8.	Przasnysz	DGT 3450	1	55.	Żagań	DGT 3450	2
9.	Koszalin	DGT 3450	1	56.	Sieradz	DGT 3450	
10.	Szczecin	DGT 3450	2	57.	Świetoszków	DGT 3450	
11.	Toruń	DGT 3450	2	58.	Wędrzyn	DGT 3450	1
12.	Drawsko Pomorskie	DGT 3450	7	59.	Zielona Góra	DGT 3450	
13.	Wałcz	DGT 3450		60.	Bielsko Biała	DGT 3450	
14.	Ciechanów	DGT 3450	1	61.	Legnica	DGT 3450	
15.	Zegrze Północne	DGT 3450	2	62.	Nowa Dęba	DGT 3450	2
16.	Gdańsk	DGT 3450		63.	Tomaszów Mazowiecki	DGT 3450	1
17.	Słupsk	DGT 3450	2	64.	Lubliniec	DGT 3450	
18.	Stargard Szczeciński	DGT 3450		65.	Opole	DGT 3450	
19.	Trzebiatów	DGT 3450		66.	Skierniewice	DGT 3450	
20.	Suwałki	DGT 3450	2	67.	Brzeg	DGT 3450	

Tab. 2.1. Wyposażenie GWŁ w sprzęt centralowy (ciąg dalszy)

POW				SOW			
L/p	GWŁ	Typ centrali	Radiolinia cyfrowa	L/p	GWŁ	Typ centrali	Radiolinia cyfrowa
21.	Węgorzewo	DGT 3450	1	68.	Czerwieńsk	DGT 3450	
22.	Chełmno	DGT 3450		69.	Oleśnica	DGT 3450	2
23.	Braniewo	DGT 3450	1	70.	Hrubieszów	Strowger	1
24.	Giżycko	DGT 3450	1	71.	Leżnica Wielka	Strowger	1
25.	Białobrzegi	DGT 3450	1	72.	Zamosc	DGT 3450	1
26.	Leszno	DGT 3450		73.	Gliwice	Strowger	
27.	Brodnica	DGT 3450		74.	Kłodzko	Strowger	
28.	Bartoszyce	DGT 3450	1	75.	Bolesławiec	Strowger	1
29.	Pruszcz Gański	DGT 3450	1	76.	Głogów	Strowger	
30.	Kazun	DGT 3450		77.	Jarosław	Strowger	
31.	Czarne	Strowger	1	78.	Międzyrzecz	Strowger	
32.	Morağ	Strowger		79.	Tarnowskie Góry	Strowger	
33.	Choszczno	Strowger		80.	Chełm	Strowger	1
34.	Inowrocław	Strowger	1	81.	Nisko	Strowger	
35.	Biedrusko	Strowger	2	82.	Sulechów	Strowger	1
36.	Gołdap	Strowger	1	83.	Przemyśl	Definity	1
37.	Lidzbark Warmiński	Strowger	1	84.	Krosno Odrzańskie	Strowger	2
38.	Budowo	Strowger		<b>Centrale telefoniczne poszczególnych GWŁ</b>			
39.	Ostróda	Strowger					
40.	Mosty	Strowger		EACA POW			poz.1-30
41.	Siedlce	Strowger	2	CT do ucyfrowienia w POW			poz.31-47
42.	Łomża	LT-200		EACA SOW			
43.	Ostrów Mazowiecka	EACA					
44.	Tczew	EACT		EACA SOW			poz.48-69
45.	Lębork	Strowger		CT do ucyfrowienia w SOW			poz.70-84
46.	Piła	Strowger					
47.	Ostrów Wielkopolski	U-57					



Rys.2.3. Wykaz GWŁ posiadających dostęp radioliniowy.

*Źródło: Opracowano na podstawie materiałów DWLąd.*

Ponadto elementy stacjonarnego systemu łączności w sytuacjach kryzysowych mogą być sprzęgane z mobilnymi systemami łączności ZO (ZT) zapewniając łączność dla potrzeb dowodzenia operacyjnego.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że stacjonarny system łączności Wojsk Lądowych swoje zadania realizował będzie poprzez **11 Regionalnych Węzłów Łączności** będących jednocześnie oddziałami gospodarczymi wyposażonymi w:

- elektroniczną centralę telefoniczną 2000-5000 NN;
- centralę międzygarnizonową;
- cross connect DX;
- CST min 144 Mbit/s;

- RCN, RCO;
- radiolinie cyfrowe;
- PCLU;
- CDK;
- KTSA;
- serwery sieciowe sieci MIL WAN, SEC WAN;
- wojskową stację pocztową.

W składzie Regionalnych Węzłów Łączności znajdować się będą pomocnicze garnizonowe węzły łączności wyposażone w:

- elektroniczną centralę telefoniczną 200-1000 NN
- CST 34 – 144 MBit/s (w zależności od potrzeb);
- cross connect DX lub MX (w zależności od potrzeb);
- radiostację nowego parku (w zależności od potrzeb);
- radiolinię cyfrową (w zależności od potrzeb);
- PCLU (w zależności od potrzeb);
- KTSA;
- stacje końcowe sieci MIL WAN;
- wojskową stację pocztową (w zależności od potrzeb).

Podkreśla się, że dla zapewnienia większego poziomu niezawodności oraz zwiększenia możliwości punktów dostępowych stacjonarnego systemu łączności Wład należy odtworzyć w całości radioliniową sieć łączności garnizonowych węzłów łączności.

### **2.2.2. Możliwości mobilnego systemu łączności wojsk lądowych**

Do rozwinięcia niezbędnej dla zabezpieczenia procesu osiągania gotowości mobilizacyjnej i bojowej SZ infrastruktury **mobilnej systemu łączności i informatyki** na wszystkich szczeblach kierowania i dowodzenia przeznaczone są jednostki dowodzenia i łączności. W wojskach lądowych występują następujące jednostki dowodzenia i łączności:

- Dowództwo Wład – 9 pdow, 3 bzab; 4 bdow;
- Dowództwo 2 KZ – 5 pdow;

- Dowództwo Dywizji – bdow dywizji;
- Dowództwo Brygady – bdow brygady.

Poza tym występują pododdziały dowodzenia podległe dowództwu POW i (1 bdow POW) i SOW (2 bdow SOW).

Jednostki dowodzenia, których struktury organizacyjne przedstawione są w dostępnej literaturze przedmiotu<sup>33</sup> zabezpieczają rozwijanie i funkcjonowanie stanowisk dowodzenia komponentu lądowego (9 pdow, 3 bzab; 4 bdow), dowiązanie do sieci bazowej przełożonego oraz zapewnienie łączności z podwładnymi a także rozwinięcie mobilnych sieci łączności związku operacyjnego (korpusu – 5 pdow), związków taktycznych (dywizji i samodzielnych brygad - bdow) oraz oddziałów (brygad wchodzących w skład dywizji - bdow). Są odrębnymi samodzielnymi jednostkami wchodzącymi w skład jednostki danego szczebla.

#### **2.2.2.1. Możliwości mobilnego systemu łączności szczebla operacyjnego Wojsk Lądowych**

Z rozważań przedstawionych w podrozdziale 2.1. wynika, że na szczeblu operacyjnym mobilny system łączności i informatyki zbudowany jest w oparciu o elementy bazowej sieci łączności SZ RP wzmocnionej w obszarze działania związku operacyjnego liniami i węzłami telekomunikacyjnymi oraz pocztowymi rozwijanymi potencjałem sił i środków oddziałów dowodzenia i łączności tego związku operacyjnego, co w efekcie daje operacyjną (nazywaną również operacyjno-taktyczną lub podstawową) sieć łączności szczebla operacyjnego, do której dowiązywać się będą stanowiska dowodzenia tegoż związku operacyjnego, związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów bezpośrednio podległych ZO.

Zasadniczym elementem podstawowej sieci łączności związku operacyjnego wojsk lądowych jest sieć telekomunikacyjna, w której najważniejszą rolę odgrywa sieć radiolinowo- kablowa.

---

<sup>33</sup> Zob.: Klawitter Zb., i inni, Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. II. Oddziały, pododdziały dowodzenia i łączności, Warszawa 2003.

## Sieć radioliniowo-kablowa ZO

Współczesna sieć radioliniowo-kablowa ZO, aby spełnić wymagania operacyjne i techniczne nakładane na nią przez system dowodzenia i warunki współczesnego pola walki, powinna charakteryzować się następującymi własnościami:

- odpornością na oddziaływanie przeciwnika (ogniowe i radioelektroniczne);
- skrytością przekazywania informacji,
- krótkim czasem adaptacji do zmiennych warunków otoczenia sieci (rekonfiguracja, dołączanie węzłów abonenckich lub zmiana ich przyłączenia, adaptacja linii radiowych do wzrostu poziomu zakłóceń radioelektronicznych, itp.);
- wysoką mobilnością;
- pełną automatyzacją procesów przekazywania informacji;
- niezawodnym systemem zarządzania zasobami sieci;
- możliwością korzystania z „zasobów telekomunikacyjnych” obszaru operacji (wykorzystania infrastruktury stacjonarnej w wymaganym zakresie);
- możliwością świadczenia usług dla dowolnego uprawnionego abonenta na całym obszarze funkcjonowania sieci,
- możliwością współpracy z dotychczas stosowanymi urządzeniami i sieciami łączności,
- możliwością rozwoju i współpracy z następną generacją urządzeń lub sieci.

Osiągnięcie takiego stanu sieci telekomunikacyjnej możliwe jest poprzez jej właściwą organizację i poziom techniczny. Współczesna sieć radioliniowo-kablowa związku operacyjnego posiada więc:

- wyodrębnioną sieć transmisyjną<sup>34</sup>, rozwiniętą na obszarze operacji, posiadający wystarczające zdolności transmisyjne i przyłączeniowe (umożliwiające dołączenie wymaganej ilości abonentów w określonym czasie i miejscu), złożoną z węzłów sieciowych (tzw. podstawowych węzłów

<sup>34</sup> Nazwa sieci transmisyjnej pochodzi od świadczenia przez nią usługi transmisji sygnału (informacji) od szeroko rozumianego nadawcy do odbiorcy.

łączności) i linii międzywęzłowych (dalekosiężnych). Głównym zadaniem tej sieci jest zapewnienie przesyłania informacji pomiędzy dołączonymi do niego węzłami łączności stanowisk dowodzenia;

- wyodrębniony podzbiór węzłów łączności stanowisk dowodzenia, zapewniających obieg informacji między abonentami wewnątrz każdego stanowiska dowodzenia i przekazywanie informacji poza stanowisko dowodzenia poprzez dołączenie do sieci transmisyjnej<sup>35</sup>;
- wyodrębniony zbiór linii transmisyjnych bezpośrednich (radioliniowych horyzontowych, troposferycznych lub - w przypadku działań koalicyjnych - satelitarnych) łączących stanowiska dowodzenia;
- wyodrębniony podsystem zarządzania siecią radioliniowo-kablową (który stanowi część podsystemu zarządzania całą siecią telekomunikacyjną korpusu), zapewniający możliwość właściwej reakcji sieci na zmianę jej zasobów (np. na skutek oddziaływania przeciwnika), struktury abonentów (liczby i rozmieszczenia) i innych czynników wpływających na możliwości usługowe sieci.

Podział sieci radioliniowo-kablowej na takie elementy dzieli ją niejako na trzy obszary: fizyczny (transportowy); zarządzania i sterowania oraz usługowy. Podział taki ułatwia określenie możliwości usługowych sieci a także możliwości współpracy różnych sieci telekomunikacyjnych.

Funkcjonowanie cyfrowej sieci radioliniowo-kablowej wymaga także stosowania odpowiedniego systemu sygnalizacji i synchronizacji urządzeń pracujących w sieci. Stąd w strukturze logicznej sieci radioliniowo-kablowej można wyróżnić dodatkowo podsystem sygnalizacji i podsystem synchronizacji.

Sieć transmisyjna ma strukturę wieloboczną, w której każdy węzeł sieciowy jest połączony z 3÷4 sąsiadującymi węzłami sieciowymi liniami transmisyjnymi o dużej przepustowości. Taka „kratowa” struktura jest rozmieszczona w terenie nierównomiernie w zależności od jego ukształtowania, wykonywanych przez wojska

---

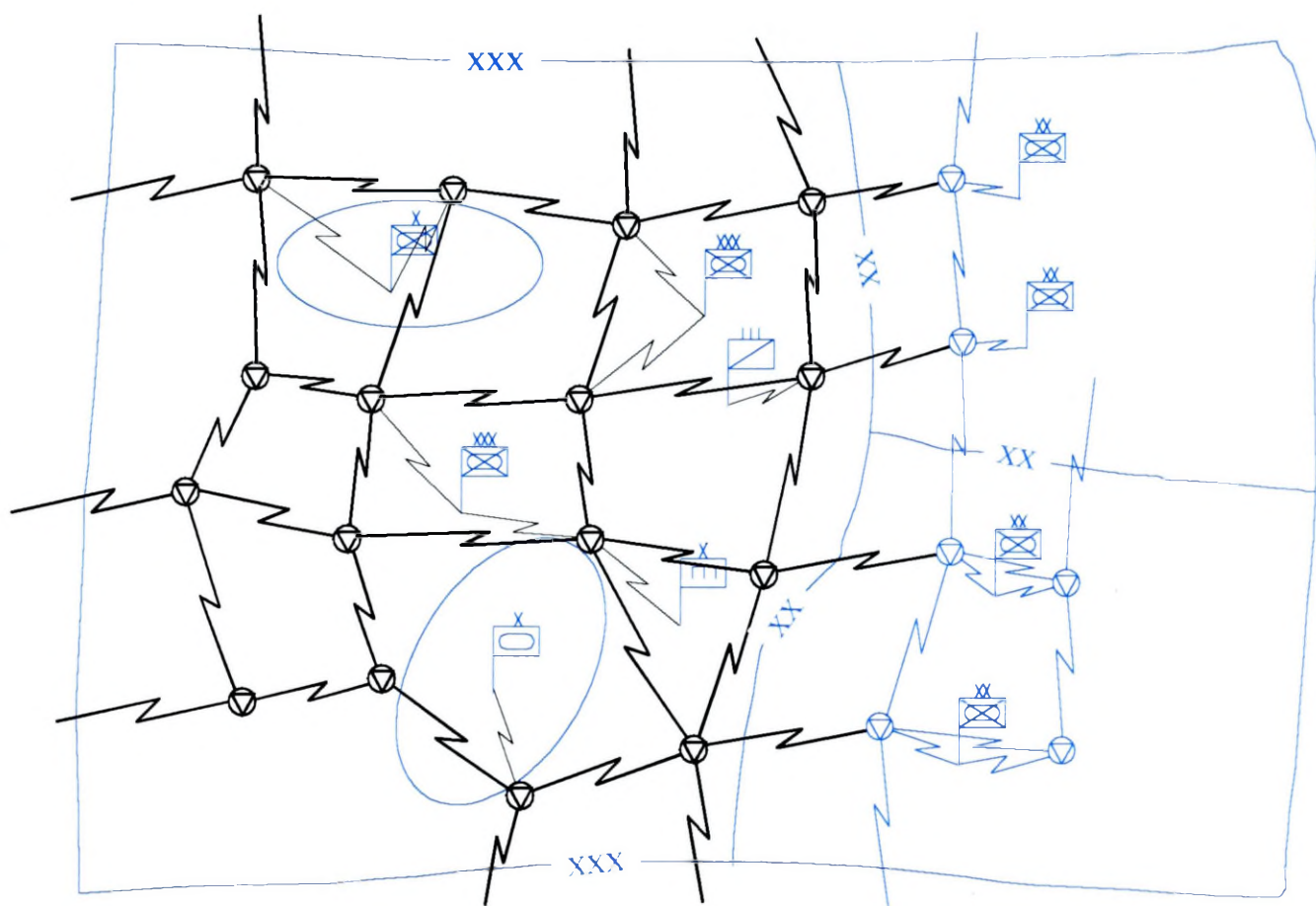
<sup>35</sup> Do abonentów wewnątrz stanowiska dowodzenia zalicza się także te osoby funkcyjne, które po opuszczeniu SD obsługiwani są przez sieć telekomunikacyjną związku operacyjnego jako abonenci ruchomi. Podzbiór abonentów ruchomych nie został wyodrębniony (ze względu na jego zmienność w czasie i zaliczenie osób funkcyjnych czasowo będących abonentami ruchomymi do obsady stanowisk dowodzenia); specyfikę tego podzbioru uwzględnia się w strukturze i możliwościach sieci radiodostępu.

zadań i w celu utrudnienia rozpoznania systemu łączności. Rozległość obszaru działania związku operacyjnego jest duża i zależna od charakteru prowadzonych działań, stąd liczba węzłów sieci transmisyjnej jest trudna do określenia. W stosowanych przez inne państwa systemach łączności liczba węzłów sieci transmisyjnej waha się w granicach 25÷50. Przyjmuje się, że odległości pomiędzy poszczególnymi węzłami sieciowymi (zależne od stosowanych środków transmisyjnych, w obecnej sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego można przyjąć stosowanie radiolinii R-432<sup>35</sup>) mogą wynosić maksymalnie ok. 30÷35 km, a średnie odległości są rzędu 20÷30 km.

Przy określaniu rozmachu sieci transmisyjnej należy uwzględnić także zmniejszenie odległości pomiędzy węzłami np. w celu zapewnienia łączności bezpośredniej w relacji, w której został zniszczony (lub przemieszczony w inny, odległy rejon) węzeł tranzytowy. Sieć radioliniowo-kablowa związku operacyjnego rozwijana jest jedynie w obszarze strefy tyłowej (pierwszorzutowe związki taktyczne rozwijają własne sieci radioliniowo-kablowe, dołączone do sieci związku operacyjnego). Zakładając, że przy ograniczonym zasięgu działań, szerokość obszaru działania związku operacyjnego jest rzędu np. 100 ÷ 150 km należy w sieci radioliniowo-kablowej rozmieścić 4 do 6 węzłów sieciowych w jednej linii rokadowej. Przy głębokości obszaru tyłowego rzędu 70 ÷ 100 km, w liniach osiowych sieci mogą występować 3 lub 4 węzły. W takiej sytuacji w sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego może być rozwiniętych około 16 do 24 węzłów sieciowych (rysunek 2.4.)

W przedstawionej topologii sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego przyjęto, że pierwszorzutowe związki taktyczne budują swoimi środkami (z bdown) własne sieci radioliniowo-kablowe (na rysunku zaznaczone to zostało przez pokazanie dwóch PWŁ w każdej z dywizji), które we współdziałaniu z siecią radioliniowo-kablową związku operacyjnego tworzą sieć na całym obszarze operacji. Sieci radioliniowo-kablowe związków taktycznych (tzw. pomocnicze sieci łączności) obsługują ruch abonencki w strefie pierwszego rzutu, natomiast sieć radioliniowo-kablowa związku operacyjnego obsługuje ruch generowany przez wszystkie jego

stanowiska dowodzenia oraz stanowiska dowodzenia oddziałów i samodzielnych pododdziałów znajdujących się w tylowej strefie.



Rys. 2.4. Topologia sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego.

Opracowano na podstawie: *Zb. Fiołna, Sieć łączności związku operacyjnego, AON, Warszawa 2002.*

Zasadniczym środkiem teletransmisyjnym sieci radioliniowo-kablowej ZO są dalekosiężne linie radiowe. Zapewniają one połączenie poszczególnych węzłów sieciowych pomiędzy sobą i dołączenie do sieci radioliniowo-kablowej węzłów łączności stanowisk dowodzenia. Tylko w sporadycznych wypadkach (szczególnie przy dołączaniu do sieci węzłów łączności stanowisk dowodzenia samodzielnych pododdziałów nie posiadających urządzeń radioliniowych), gdy odległość węzła łączności SD od węzła sieciowego jest niewielka (np. gdy czas budowy linii kablowej nie przekracza jednej godziny) linie dowiązania buduje się kablem dalekosiężnym (PKD lub PKLD).

Takie rozmieszczenie węzłów sieci radioliniowo-kablowej w tylowej strefie jak pokazano przykładowo na rysunku, zapewnia jednocześnie nieprzekraczanie optymalnej odległości pomiędzy węzłami sieci (a więc długości dalekosiężnych linii radiowych) rzędu 20÷25 km a długość linii dowiązania węzłów łączności SD (do

najbliższego lub najbliższych dwóch węzłów sieciowych) nie przekracza kilkunastu km. Dzięki takiej topologii sieci możliwe jest, np. w przypadku zniszczenia jednego lub nawet kilku węzłów sieciowych, zapewnienie łączności poprzez zestawienie połączeń radioliniowych na odległość dwóch „przeseł” radiowych (do 35÷40 km) zastępując bezpośrednią relacją połączenie, poprzez zniszczony węzeł (jest to oczywiście możliwe tylko wtedy, gdy ukształtowanie terenu i jego pokrycie zapewnia bezpośrednią „widoczność” urządzeń antenowych). Dzięki względnie dużej gęstości węzłów sieciowych na obszarze operacji możliwe jest także przekierowanie linii dowiązania węzłów łączności SD obsługiwanych przez zniszczony (lub np. przemieszczający się) węzeł do innego pobliskiego węzła. Duża gęstość węzłów sieciowych zapewnia jednocześnie, że każdy z nich obsługuje mniejszą ilość węzłów łączności stanowisk dowodzenia a więc posiada wolne urządzenia radioliniowe do przyłączenia, w przypadku awarii lub zniszczeń w sieci, dodatkowych węzłów (ułatwia to również planowanie rekonfiguracji sieci radioliniowo-kablowej).

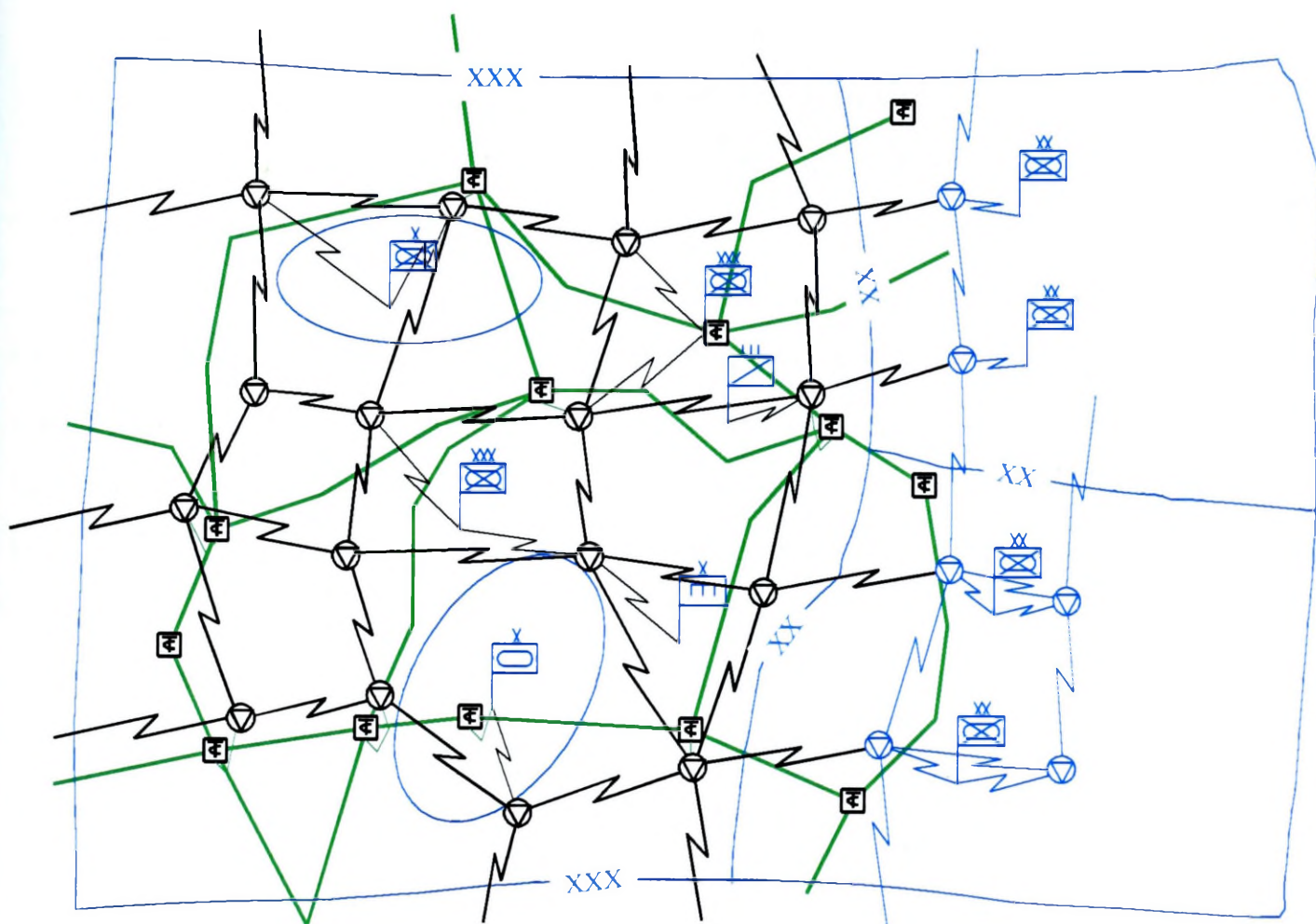
Taka sytuacja, w której związek operacyjny prowadzi działania w wąskim pasie i na niewielkiej głębokości, choć teoretycznie możliwa (w przypadku konfliktu o małej skali) stanowić może jedynie szczególny przypadek prowadzenia działań. Teoria konfliktów zbrojnych<sup>37</sup> przewiduje działania związku operacyjnego na obszarze o szerokości nawet do około 150÷200 km i głębokości około 100÷200 km (w prowadzonych symulacjach i ćwiczeniach często zakłada się jeszcze większy rozmach działań ZO). W takiej sytuacji głębokość obszaru tyłowego wynosić może ok. 60÷150 km. Budowa sieci radioliniowo-kablowej ZO na takim obszarze wymagać będzie zastosowania 20 do 48 węzłów sieciowych. Należy także liczyć się ze zwiększeniem odległości pomiędzy węzłami sieciowymi i zwiększeniem długości linii dowiązania. Zwiększenie odległości pomiędzy węzłami sieci wpływa na zmniejszenie żywotności sieci (brak możliwości zastosowania alternatywnych relacji - linii radiowych), zmniejszenie przepustowości sieci (przerwy w łączności spowodowane przemieszczaniem się węzłów sieciowych lub rekonfiguracją sieci są dłuższe, przepustowość linii radiowej zależna jest od wnoszonego przez ośrodek transmisyjny tłumienia i zakłóceń co zależy m.in. od długości trasy). W takich warunkach celowe jest wykorzystanie infrastruktury telekomunikacyjnej obszaru

działań i utworzenie mieszanej - mobilno-stacjonarnej sieci radioliniowo-kablowej. Należy przy tym zaznaczyć, że wykorzystanie telekomunikacyjnej infrastruktury stacjonarnej możliwe jest jedynie wówczas, gdy nie jest ona zniszczona (działaniami dywersyjnymi, oddziaływaniem ogniowym lub radioelektronicznym przeciwnika) oraz jest odpowiednio przygotowana technicznie i organizacyjnie. Przygotowanie techniczne, to między innymi wyposażenie elementów sieci stacjonarnych (przede wszystkim wybranych central telefonicznych, wyniesionych koncentratorów, zakończeń linii kablowych) w urządzenia zdolne do współpracy z elementami sieci radioliniowo-kablowej i obsługi ruchu tranzytowego pomiędzy węzłami tej sieci a nawet obsługi określonych połączeń w systemie stacjonarnym. Przygotowanie organizacyjne obejmuje między innymi formalne (prawne) aspekty świadczeń operatorów telekomunikacyjnych na rzecz obronności kraju jak również procedury współpracy cywilno-wojskowej w zakresie wykorzystania infrastruktury telekomunikacyjnej operatorów sieci publicznych (także niektórych wewnętrznych) w systemie łączności sił zbrojnych. Przykład takiej, przygotowanej do współdziałania z siecią radioliniowo-kablową ZO, sieci stacjonarnej przedstawia rysunek 2.5.

Włączenie elementów stacjonarnych sieci telekomunikacyjnych do sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego lub na odwrót (uszkodzone elementy sieci stacjonarnej mogą być zastępowane sieciami mobilnymi) jest charakterystyczne dla łączności z elementami reagowania kryzysowego:

- umożliwia zorganizowanie sieci radioliniowo-kablowej na rozległym obszarze operacji, gdy przy pomocy wyposażenia pododdziałów łączności pułku dowodzenia można utworzyć sieć tylko na części obszaru działań;
- zwiększa jej możliwości transmisyjne (poprzez wprowadzenie do sieci dodatkowych linii dalekosiężnych łączących węzły sieciowe);
- zwiększa jej żywotność (większa liczba dróg połączeniowych stwarza możliwości wykorzystania dodatkowych tzw. dróg obejściowych w przypadku zniszczeń elementów sieci, ponadto np. stacjonarne kablowe linie łączności, z reguły podziemne, są bardziej odporne na działania destrukcyjne);

- umożliwia wykorzystanie bezpośrednich połączeń dalekosiężnych na obszarach, na których występują trudności w budowie mobilnych linii radiowych lub kablowych;



Rys. 2.5. Topologia sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego wykorzystującej elementy stacjonarnej infrastruktury telekomunikacyjnej.

Opracowano na podstawie: *Zb. Fiołna, Sieć łączności związku operacyjnego, AON, Warszawa 2002.*

- umożliwia także tworzenie dodatkowych połączeń z elementami sieci mobilnej (szczególnie stanowiskami dowodzenia) skracających ich linie dowiązania do sieci radioliniowo-kablowej lub eliminujących (zastępujących) takie linie;
- zapewnia też możliwość dołączenia do sieci mobilnej central obiektów stacjonarnych wykorzystywanych w ramach węzłów łączności stacjonarno-mobilnych stanowisk dowodzenia ZO.

Podstawową zaletą sieci radioliniowo-kablowej o przedstawionej powyżej topologii jest możliwość uzyskania dużej żywotności systemu łączności i tworzenia

różnych połączeń obejściowych (także przez sieci radioliniowo-kablowe sąsiadów lub pierwszorzutowych dywizji).

Natomiast do cech ujemnych należy zaliczyć:

- złożoność organizacyjno-techniczną;
- dość dużą ilość zaangażowanych sił i środków łączności;
- stosunkowo długi czas (w porównaniu z sieciami radiowymi) przygotowywania do eksploatacji.

Wykorzystanie sieci radioliniowo-kablowej przez związek operacyjny ma również miejsce we współdziałaniu z prowadzącymi działania sąsiednimi związkami operacyjnymi (wojsk własnych lub sojusznicznych). W tym przypadku<sup>38</sup> zapewniona jest łączność poprzez co najmniej jedno połączenie wielokanałowe (przewiduje się, że będą to 2-3 połączenia wielokanałowe do każdego sąsiedniego systemu) spełniające wymagania standardów NATO.

Włączenie sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego w stacjonarny system łączności przełożonego (środkami mobilnymi lub poprzez stacjonarny system łączności Sił Zbrojnych) zapewnia także wykorzystanie go w relacjach łączności z przełożonym (np. dowódcą komponentu lądowego).

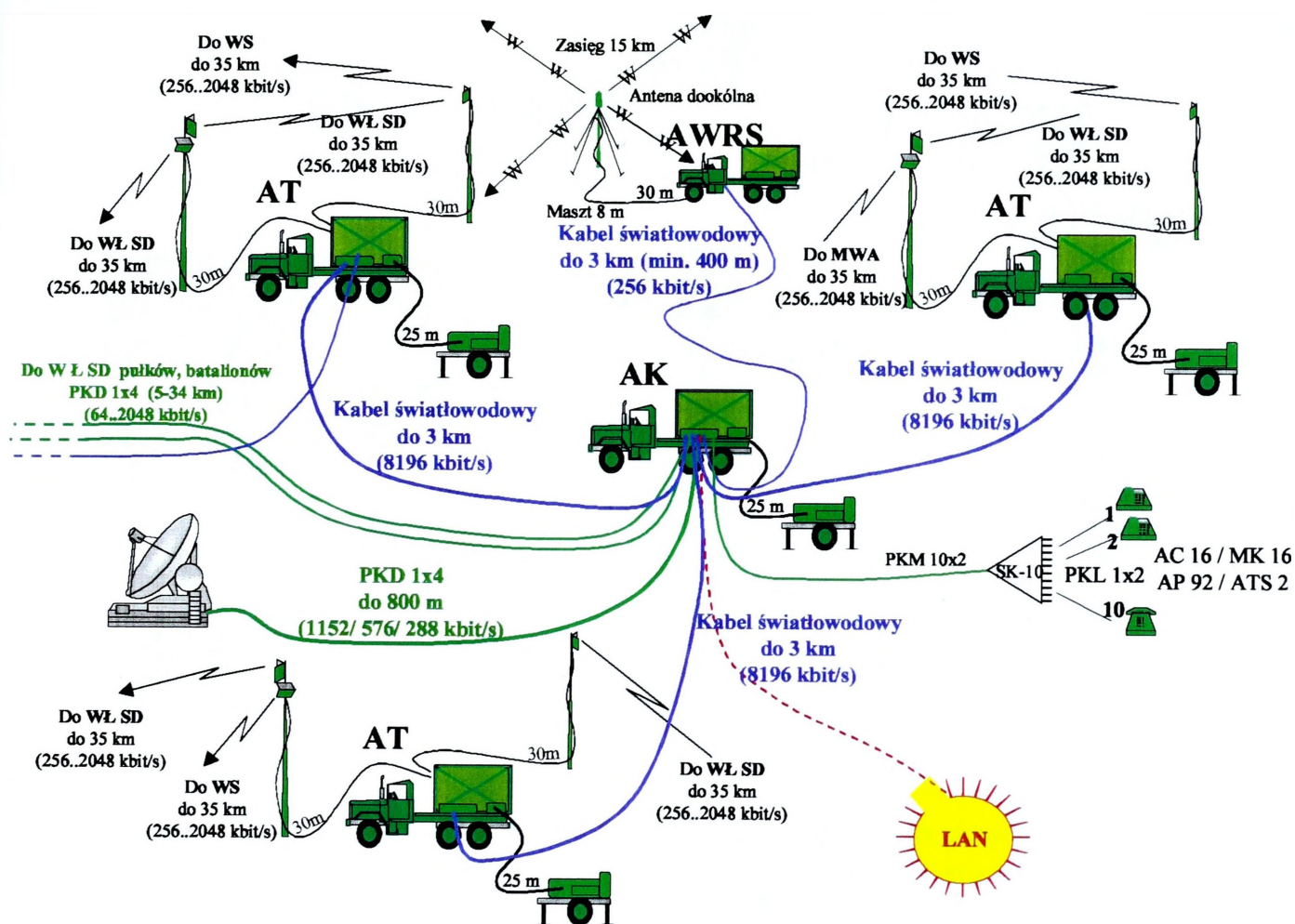
Podstawowym elementem sieci radioliniowo-kablowej jest węzeł sieciowy<sup>36</sup>. Zapewnia on tworzenie dalekosiężnych linii radiowych (radioliniowych) a także, rzadziej wykorzystywanych, kablowych oraz obsługę (komutowanie i tranzytowanie) ruchu telekomunikacyjnego generowanego przez dołączone do sieci (w tym także do tego węzła) węzły łączności stanowisk dowodzenia. W skład węzła wchodzi zasadnicze elementy (rysunek 2.7.):

- aparatura komutacyjna RWŁC-10/K;
- trzy aparatownie transmisyjne RWŁC-10/T;
- aparatura wielokanałowego dostępu radiowego;
- terminal satelitarny.

Taka struktura węzła sieciowego umożliwia współpracę poprzez 9 traktów radioliniowych (zaznaczonych na rysunku 2.6. symbolicznie jako systemy antenowe

<sup>36</sup> Węzeł sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego (nie będący węzłem łączności stanowiska dowodzenia) nazywany jest także przez niektórych specjalistów węzłem podstawowym (a sieć radioliniowo-kablowa - siecią operacyjno-taktyczną lub siecią podstawową).

aparatu) o przepustowościach  $2\text{Mbit/s}$ <sup>37</sup> lub  $8\text{Mbit/s}$ <sup>38</sup> każdy (równoważność 120 kanałów telefonicznych w jednym traktie), np. z czterema sąsiednimi węzłami sieciowymi i dołączenie do pięciu węzłów łączności stanowisk dowodzenia oraz obsługę 6 dalekosiężnych traktów kablowych. Parametry aparatu tworzących węzeł sieciowy zamieszczone są w dostępnej literaturze przedmiotu.



Rys. 2.6. Topologia węzła sieciowego (podstawowego węzła sieciowego)

Opracowano na podstawie: *Cyfrowa sieć telekomunikacyjna związku taktycznego wojsk lądowych, Szt. Gen. WP, Warszawa 2002.*

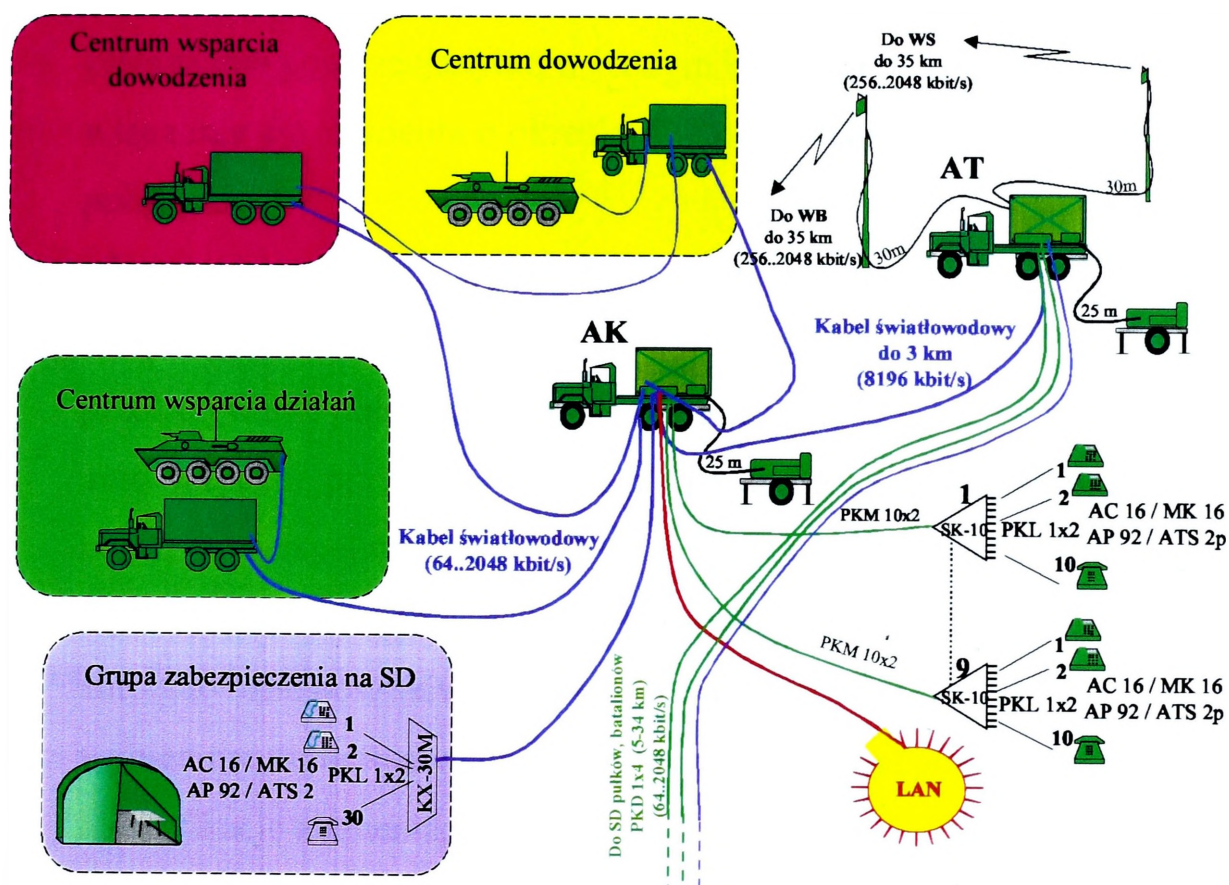
Możliwości aparatu tworzących węzły łączności sieci radioliniowo-kablowej oraz dołączonych węzłów łączności stanowisk dowodzenia, których podstawą są także aparaty RWŁC-10/K i RWŁC-10/T decydują (przy założeniu wyposażenia abonentów — osób funkcyjnych systemu dowodzenia w odpowiednie urządzenia końcowe) o możliwościach dostępu do usług telekomunikacyjnych

<sup>37</sup> W przypadku wyposażenia aparatu RWŁC -10T w stacje radioliniowe R-432.

<sup>38</sup> W przypadku wyposażenia aparatu RWŁC -10T w stacje radioliniowe R-450.

(a także teleinformatycznych). Przykładową topologią węzła łączności stanowiska dowodzenia (GSD, TSD, ZO) przedstawiono na rysunku 2.7.

Mając powyższe na względzie **możliwości usługowe** tak skonfigurowanej sieci teletransmisyjnej obejmują:



Rys. 2.7. Topologia węzła łączności głównego stanowiska dowodzenia ZO  
Opracowano na podstawie: *Cyfrowa sieć telekomunikacyjna związku taktycznego wojsk lądowych, Szt. Gen. WP,*

- realizację połączeń i wymianę informacji fonicznych jawnych<sup>39</sup>;
- realizację połączeń i wymianę informacji fonicznych utajnionych;
- realizację połączeń i wymianę informacji faksowych jawnych;
- realizację połączeń i wymianę informacji faksowych utajnionych;
- transmisję danych z utajnieniem i bez utajniania;
- pocztę elektroniczną;
- skrzynkę głosową (poczta foniczna) z powiadamianiem (w perspektywie);
- realizację połączeń i wysyłanie informacji dla grupy abonentów;

<sup>39</sup> Pojęcie to dotyczy w mobilnej sieci radioliniowo-kablowej wyłącznie sygnału abonenckiego. Ze względu na bezpieczeństwo łączności wszystkie sygnały w relacjach międzywęzłowych są utajniane z gwarantowaną mocą kryptograficzną.

- realizację połączeń i wymianę informacji w ramach telekonferencji;
- tworzenie zamkniętych grup abonentów;
- wejście do określonych elementów systemu (np. baz danych, usług) tylko na hasło lub zgodnie z nadanymi stałymi uprawnieniami;
- zestawianie stałego połączenia;
- zestawianie połączenia tylko w jednym kierunku;
- włączanie się abonenta o określonym priorytecie (wyższym) w istniejące połączenie;
- oferowanie połączenia zajętemu abonentowi;
- kolejkę połączeń;
- przekazywanie połączenia (przełączenie);
- automatyczne przełączanie wywołania do nieobecnego abonenta na inny numer (w perspektywie);
- wywoływanie abonenta po kilku niezależnych liniach;
- automatyczne poszukiwanie abonenta w sieci;
- wybieranie numeru abonenta jako numeru skróconego;
- identyfikację abonenta;
- przekazanie informacji z potwierdzeniem odbioru.

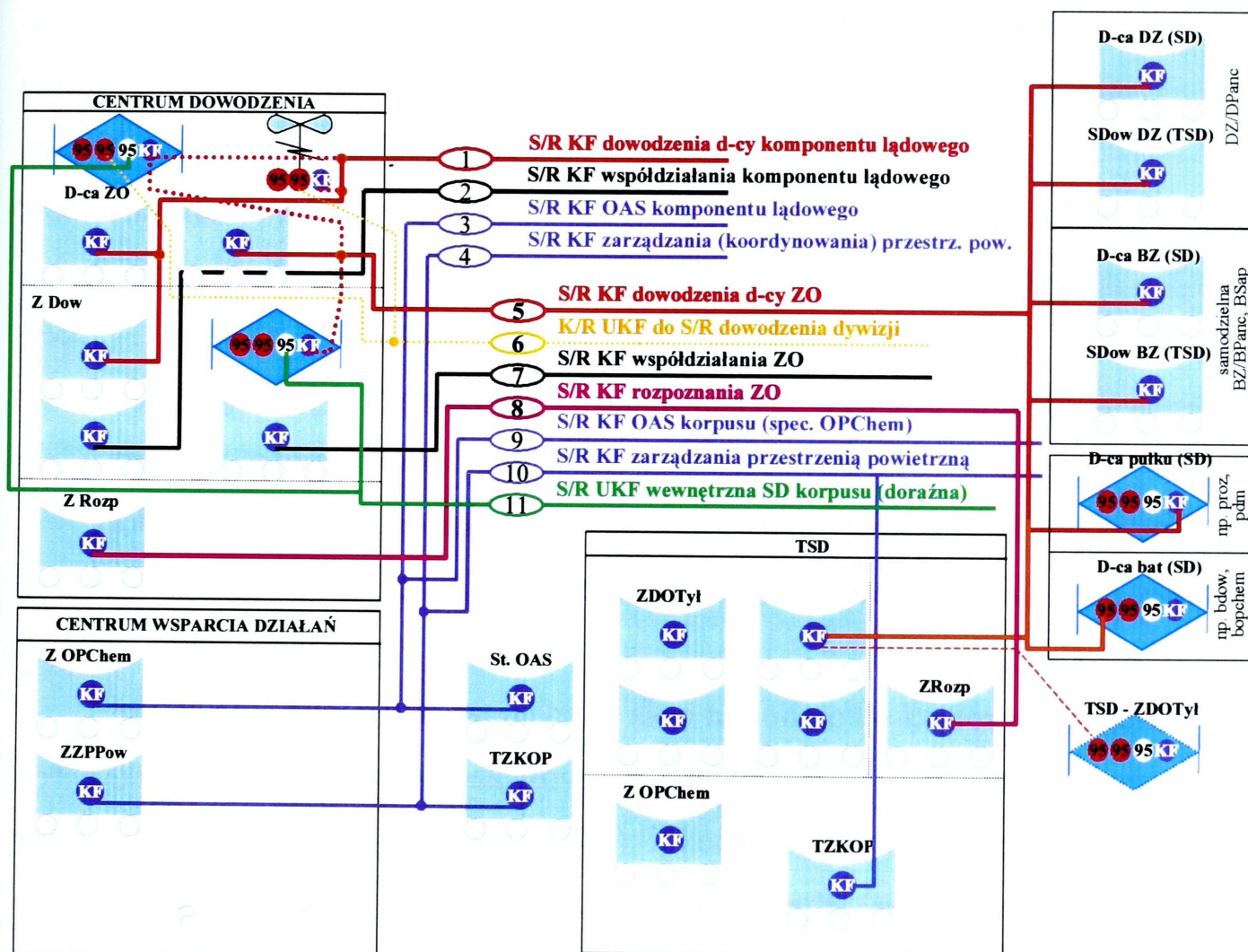
Należy mieć na uwadze, że zbiór usług oferowanych przez sieć radioliniowo-kablową związku operacyjnego jest oczywiście zbiorem otwartym. Możliwe jest bowiem pojawienie się w niedalekiej przyszłości nowych rodzajów usług lub wprowadzenie istniejących np. w innych systemach, które w wyniku zapotrzebowania na nie systemu dowodzenia powinny być przez sieć oferowane.

### **Sieci radiowe ZO**

Badania potwierdziły, że sieci radiowe mają na szczeblu związku operacyjnego rolę elementu uzupełniającego. Rola ich jest jednak istotna, gdyż zwiększają one żywotność systemu łączności (przez co zapewniają zwiększenie prawdopodobieństwa ciągłości dowodzenia). W przypadku przekazywania sygnałów dowodzenia, sygnałów alarmowania, ostrzegania i powiadamiania, wymiany danych i sterowania środkami walki w systemach obrony przeciwlotniczej w większości są one także wykorzystywane (niejednokrotnie jako podstawowy środek łączności). Zapewniają

także łączność w trakcie przemieszczania się stanowiska dowodzenia (lub osób funkcyjnych dowództwa) lub w przypadku awarii (zniszczenia) elementów sieci radioliniowo-kablowej.

Na rysunku 2.8. przedstawiono graficznie zasadnicze sieci radiowe ZO organizowane na szczeblu związku operacyjnego (bez sieci rodzajów wojsk i radiodostępu). Uwzględniono natomiast sieci radiowe przełożonego, w których korespondentami są także osoby funkcyjne dowodzenia związku operacyjnego.



Rys.2.8. Schemat sieci radiowych ZO (i przełożonego).

Opracowano na podstawie: Zb. Fiołna, Sieć łączności związku operacyjnego, AON, Warszawa 2002.

Sieci radiowe związku operacyjnego zapewniają dowódcy i osobom funkcyjnym łączność w relacjach dowodzenia i współdziałania bezpośrednich oraz poprzez szczebel. Biorąc na podstawie kryterium funkcjonalne podziału sieci radiowych, poniżej zaprezentowano ich podział na:

- sieci dowodzenia;

- sieci sztabu;
- sieci współdziałania;
- sieci specjalistyczne;
- radiodostęp.

Podstawową bazę materialną sieci radiowych w związku operacyjnym stanowią radiostacje krótkofalowe średniej mocy (obecnie są to radiostacje typu RF 5200). Uzupełnieniem są radiostacje KF pokładowe. W zakresie ultrakrótkofalowym, który charakteryzuje się mniejszym zasięgiem łączności, wykorzystywane są radiostacje małej mocy serii TRC/RRC prawdopodobnie tymczasowo, ze względu na brak radiostacji cyfrowych UKF o większym zasięgu.

### **Sieć komputerowa ZO**

Sieć komputerowa ZO (porównaj rysunek 2.8.) składa się z dwóch rodzajów sieci:

- rozległej sieci komputerowej – zapewniającej wymianę informacji pomiędzy sieciami lokalnymi ZO.
- lokalnych sieci komputerowych - rozwijanych na stanowiskach dowodzenia ZO oraz podległych związków taktycznych, oddziałów, a w przyszłości pododdziałów.

Sieć rozległa budowana jest na bazie sieci radioliniowo-kablowej. Do jej budowy wykorzystywane są węzły pakietowe WP-40A będące elementami wyposażenia aparatu transmisyjnych (RWLC-10T) i komutacyjnych (RWLC-10K) w PWS i PWŁ. Węzły pakietowe umożliwiają tworzenie rozległej (szkieletowej) sieci TCP/IP (ang. Transmission Control Protocol/Internet Protocol) na bazie połączeń komutowanych systemu „STORCZYK”.

Lokalne sieci komputerowe stanowisk dowodzenia budowane są na bazie mobilnej aparatu komputerowej (PAK), umożliwiającej podłączenie na SD do 40 komputerów. W skład polowej aparatu komputerowej wchodzi router, switch, serwer, stacja zarządzania, mediakonwerter, modem, konwerter optyczny i cztery lanbox-y.

Lanboxy (inteligentne hub-y) przeznaczone są do budowy sieci LAN poprzez możliwość ich wyniesienia do czterech zespołów funkcjonalnych stanowiska

dowodzenia (każde po 10 komputerów). Połączenie polowej aparatuwni komputerowej z lanbox-ami odbywa się za pomocą taktycznego kabla światłowodowego zakończonych łączami CTOS (PKS-CTOS). Podłączenie komputerów do lanbox-ów odbywa się za pomocą polowego toru transmisyjnego PTT-E10BaseT.

### **Sieć poczty wojskowej ZO**

Sieć poczty wojskowej ZO charakteryzuje się prostą strukturą organizacyjną i przeznaczona jest do zapewnienia zarejestrowanym w jej elementach jednostkom terminowego obiegu i dostarczenia przesyłek niejawnych, jawnych oraz korespondencji prywatnej kierowanych do i od obsługiwanych wojsk. Do elementów tej sieci zalicza się:

- wojskowy węzeł pocztowy;
- wysunięte węzły pocztowe;
- wojskowe stacje pocztowe stanowisk dowodzenia ZO;
- punkty wymiany poczty wojskowej;
- 3 drużyny kursów pocztowych na każdym stanowisku dowodzenia ZO.

Sieć poczty wojskowej ZO na obszarze kraju będzie wspierana przez pocztę specjalną MSWiA w celu wymiany niejawnych przesyłek z administracją cywilną kraju i siłami układu pozamilitarnego.

### **2.2.2.2. Możliwości mobilnego systemu łączności na szczeblu taktycznym Wojsk Lądowych**

Z rozważań przedstawionych w podrozdziale 2.1. wynika, że na szczeblu taktycznym system łączności i informatyki (nazywany również systemem łączności pola walki) oparty jest na bazie mobilnych środków łączności, z których na szczeblu dywizji tworzy się pomocniczą (taktyczną) sieć teletransmisyjną (radioliniowo-kablową) sprzężoną z podstawową siecią łączności związku operacyjnego, do której dowiązywać się będą stanowiska dowodzenia ZT oraz zasadniczych elementów ugrupowania bojowego (brygad zmechanizowanych i pancernych oraz pułków rodzajów wojsk) znajdujące się w tym obszarze. W brygadach organizuje się także zwłaszcza w mniej dynamicznych okresach walki sieci radioliniowo-kablowe w układzie gwiazdowym, a w pułkach rodzajów wojsk oraz batalionach

(dywizjonach) dalekosiężne sieci kablowe dla zapewnienia łączności z podwładnymi. Ponadto, na bazie mobilnych, przenośnych i doręcznych środków radiowych tworzy się radiowe sieci pola walki w relacjach dowodzenia, współdziałania i sterowania środkami rażenia i zabezpieczenia logistycznego, a także radiodostęp.

### **Sieć radioliniowo-kablowa dywizji**

Badania potwierdziły, że współczesna sieć radioliniowo-kablowa dywizji powinna mieć strukturę wieloboczną, którą tworzy 2 do 6 pomocniczych węzłów łączności (PWŁ) odpowiednio rozlokowanych względem ugrupowania bojowego i połączone między sobą liniami transmisyjnymi o dużej przepustowości.

Przyjmuje się, że odległości pomiędzy poszczególnymi węzłami łączności (zależne od stosowanych środków transmisyjnych, w tym przypadku radiolinii R-432 lub R 450) mogą wynosić maksymalnie ok. 25 km. Sieć ta powinna być dowiązana własnymi środkami co najmniej do dwóch węzłów łączności sieci łączności ZO i w miarę możliwości do stacjonarnego systemu łączności (zarówno wojskowego, jak i publicznego) oraz do PWŁ sąsiada.

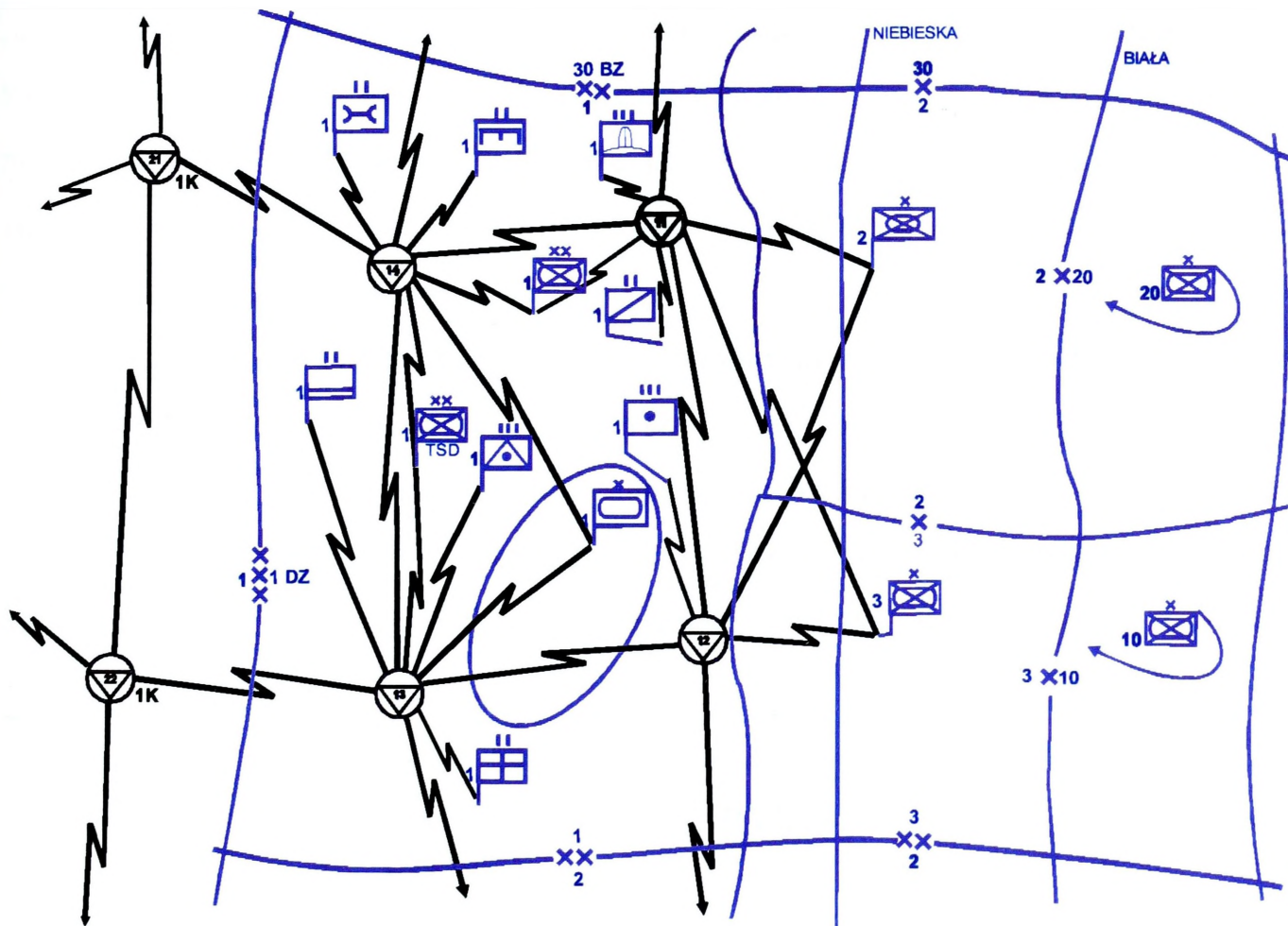
Do pomocniczych węzłów łączności dowiązywane są węzły łączności stanowisk dowodzenia i punktów dowodzenia elementów ugrupowania bojowego dywizji. Węzły łączności SD, TSD, WSD DZ oraz SD brygad dowiązywane są z reguły do dwóch PWŁ traktami radioliniowymi oraz dla zwiększenia niezawodności sieci łączności, powinny być dowiązywane w miarę możliwości traktem kablowym do najbliższego PWŁ.

Węzły łączności stanowisk dowodzenia pułków rodzajów wojsk: pa, prplot są również dowiązywane do dwóch PWŁ traktami radioliniowymi, a w zależności od potrzeb – również traktami przewodowymi. Wariant sieci radioliniowo-kablowej dywizji przedstawiono na rysunku 2.9.

W przedstawionym wariantcie przyjęto, że węzły łączności stanowisk dowodzenia pierwszorzutowych brygad dowiązane są do sieci radioliniowo-kablowej dywizji, co zapewnia im możliwość wymiany informacji w całym obszarze prowadzonych przez dywizję działań.

Zasadniczym środkiem teletransmisyjnym sieci radioliniowo-kablowej dywizji, podobnie jak ZO są dalekosiężne linie radiowe. Zapewniają one połączenie

poszczególnych pomocniczych węzłów łączności pomiędzy sobą i dołączenie do sieci radioliniowo-kablowej węzłów łączności stanowisk dowodzenia. Tylko w sporadycznych przypadkach (szczególnie przy dołączaniu do sieci węzłów łączności stanowisk dowodzenia samodzielnych pododdziałów), gdy odległość węzła łączności SD od pomocniczego węzła łączności jest niewielka (np. gdy czas budowy linii kablowej nie przekracza jednej godziny) linie dowiązania buduje się kablem dalekosiężnym (PKD1x4 lub PKLD).



Rys. 2.9. Sieć radioliniowo-kablowa dywizji.

Opracowano na podstawie: J. Janczak i inni, *Mobilne sieci łączności - album schematów*, AON, Warszawa 2003.

Takie rozmieszczenie pomocniczych węzłów łączności sieci radioliniowo-kablowej w tylowej strefie jak pokazane przykładowo na rysunku 2.5., zapewnia jednocześnie nieprzekraczanie optymalnej odległości pomiędzy węzłami sieci (a więc długości dalekosiężnych linii radiowych) rzędu 25 km a długość linii dowiązania węzłów łączności SD (do najbliższego lub najbliższych dwóch węzłów sieciowych) nie przekracza kilkunastu km. Dzięki takiej topologii sieci możliwe jest, np.

w przypadku zniszczenia jednego lub nawet dwóch pomocniczych węzłów łączności, zapewnienie łączności poprzez zestawienie połączeń radioliniowych na odległość dwóch „przeseł” radiowych (40 km) zastępując bezpośrednią relacją połączenie poprzez zniszczony węzeł.

Dzięki względnie dużej gęstości pomocniczych węzłów łączności na obszarze prowadzonych działań przez dywizję możliwe jest także przekierowanie linii dowiązania węzłów łączności SD obsługiwanych przez zniszczony (lub np. przemieszczający się) węzeł do innego pobliskiego elementu tego typu. Jednocześnie każdy z nich obsługuje mniejszą ilość węzłów łączności stanowisk dowodzenia a więc posiada wolne urządzenia radioliniowe do przyłączenia, w przypadku awarii lub zniszczeń w sieci, dodatkowych węzłów (ułatwia to również planowanie rekonfiguracji sieci radioliniowo-kablowej).

Podstawowym elementem sieci radioliniowo-kablowej dywizji PWŁ. Zapewnia on tworzenie dalekosiężnych linii radiowych (radioliniowych) i obsługę (komutowanie i tranzytowanie) ruchu telekomunikacyjnego generowanego przez dołączone do sieci węzły łączności stanowisk dowodzenia. Optymalny skład pomocniczego węzła łączności jest zbliżony do PWS (WS), którego topologię przedstawiono na rysunku 2.10., a mianowicie:

- aparatura komutacyjna RWŁC-10/K;
- do trzech aparatowni transmisyjnych RWŁC-10/T;
- aparatura radiodostępowa<sup>40</sup> ;
- mobilny terminal satelitarny lub stacja troposferyczna (w szczególnych sytuacjach, w celu zapewnienia łączności z przełożonym lub dowództwem NATO).

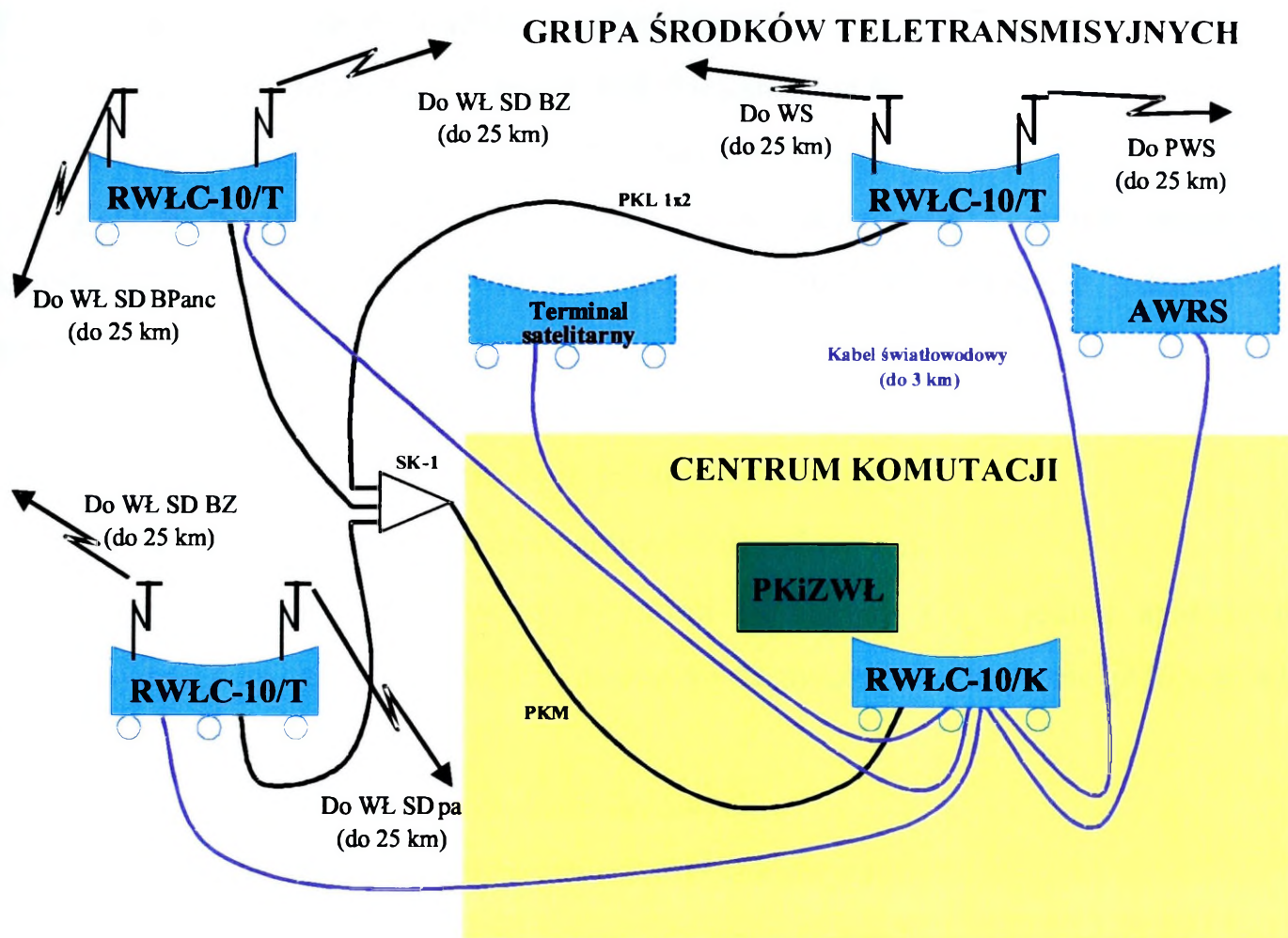
Zestaw wymienionych aparatowni tworzy następujące elementy struktury funkcjonalnej pomocniczego węzła łączności:

**a) centrum komutacyjne, a w nim można wydzielić:**

- łącznicę telefoniczną (i współpracującą z nią sieć telefoniczną);
- węzeł pakietowy i komutatory sieci komputerowej;

---

<sup>40</sup> Kolejnym etapem rozwoju jednokanałowego radiodostępu simpleksowego, który planuje się realizować w dalszej perspektywie, jest wielokanałowy radiodostęp simpleksowy (WRS). Aparatownie pracujące w ramach WRS rozmieszczone będą wyłącznie w rejonie pomocniczych węzłów łączności).



Rys.2.10. Topologia pomocniczego węzła łączności sieci radioliniowo-kablowej dywizji.  
 Opracowano na podstawie: J. Janczak i inni, *Mobilne sieci łączności - album schematów*, AON,  
 Warszawa 2003.

**b) grupę teletransmisyjnych środków łączności, w składzie:**

- radiolinii;
- traktów kablowych przewodowych;
- traktów kablowych światłowodowych;
- radiostacji dostępowej;

**c) punkt kierowania i zarządzania węzłem.**

W sieci radioliniowo-kablowej związku taktycznego, mogą występować pomocnicze węzły łączności posiadające inne zestawy aparatury niż przedstawione powyżej. Ilość aparatury na węźle uzależniona jest od potrzeb systemu dowodzenia. Wraz ze zmianą ukończenia zmieniają się możliwości techniczne węzła, a mianowicie:

**Zestaw a:** pomocniczy węzeł łączności składający się z dwóch aparatury transmisyjnych umożliwia przyjęcie jednocześnie dziesięciu traktów, w tym:

- do 6 utajnionych traktów radioliniowych;
- do 10 utajnionych cyfrowych traktów kablowych;
- do 60 abonentów analogowych lub cyfrowych.

**Zestaw b:** pomocniczy węzeł łączności składający się z jednej aparatuwni komutacyjnej i jednej aparatuwni transmisyjnej umożliwia przyjęcie jednocześnie szesnastu traktów, w tym:

- do 3 utajnionych traktów radioliniowych;
- do 12 utajnionych cyfrowych traktów kablowych;
- do 90÷120 abonentów analogowych lub cyfrowych.

**Zestaw c:** pomocniczy węzeł łączności składający się z jednej aparatuwni komutacyjnej i dwóch aparatuwni transmisyjnych umożliwia przyjęcie jednocześnie 20 traktów, w tym:

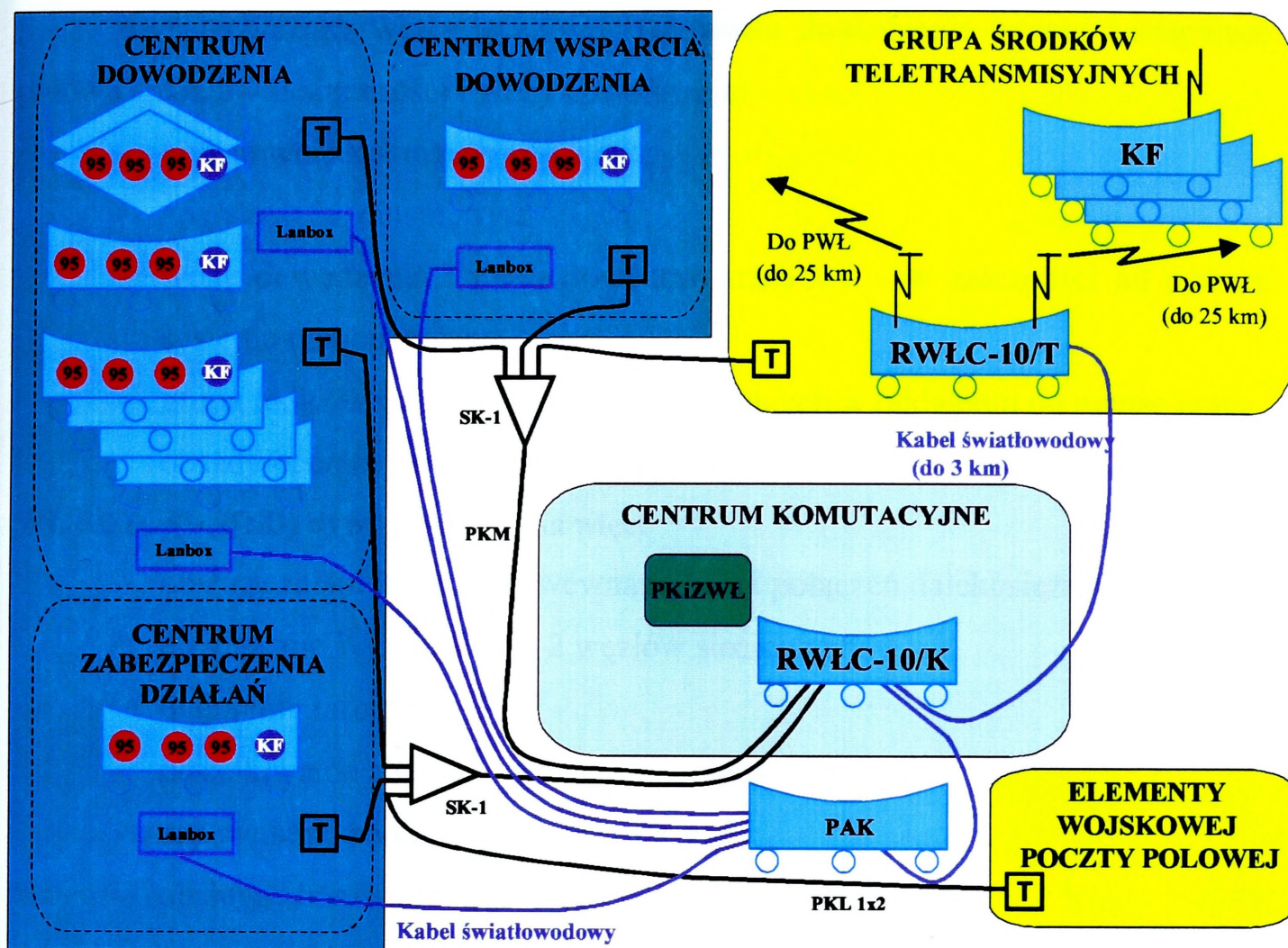
- do 6 utajnionych traktów radioliniowych;
- do 18 utajnionych cyfrowych traktów kablowych;
- do 90÷150 abonentów analogowych lub cyfrowych.

**Pomocniczy węzeł łączności umożliwia:**

- tworzenie dalekosiężnych linii telekomunikacyjnych (do czterech innych PWŁ);
- dowiązanie węzłów stanowisk dowodzenia;
- transfer informacji;
- zapewnienie alternatywnych dróg połączeniowych;
- zapewnienie styku międzysystemowego;
- obsługa abonentów ruchomych.

Drugim ważnym elementem pomocniczej sieci łączności dywizji są **węzły łączności stanowisk dowodzenia (GSD i TSD)** dywizji przeznaczone do obsługi abonentów komórek organizacyjnych stanowiska dowodzenia. Węzły te powinny być dowiązane do co najmniej dwóch węzłów mobilnej sieci łączności związku taktycznego bezpośrednio lub pośrednio przy wykorzystaniu zasobów stacjonarnej infrastruktury telekomunikacyjnej.

Z przeprowadzonych kalkulacji wynika, że typowy zestaw węzłów łączności GSD i TSD dywizji będzie jednakowy (rysunek 2.11).



Rys.2.11. Topologia węzła łączności GSD dywizji.

Opracowano na podstawie: J. Janczak i inni, *Mobilne sieci łączności - album schematów*. AON, Warszawa 2003.

Zestaw ten tworzy następujące elementy struktury funkcjonalnej:

a) centrum komutacyjne składające się z:

- łącznicy telefonicznej (i współpracującej z nią sieci telefonicznej);
- węzła pakietowego i komutatorów sieci komputerowej;

b) grupa teletransmisyjnych środków łączności w składzie:

- radiolinie;
- trakty przewodowe;
- trakty światłowodowe;
- radiostacje średniej mocy;

d) grupa wozów dowodzenia;

e) grupa środków poczty wojskowej;

f) punkt kierowania i zarządzania węzłem.

Bazę techniczną węzła łączności stanowiska dowodzenia tworzą następujące polowe aparatownie łączności i wozy dowodzenia:

- aparatownia komutacyjna – 1 szt.;
- aparatownia transmisyjna – 1 szt.;
- wozy dowodzenia i wozy dowódczo-sztabowe – w zależności od potrzeb systemu dowodzenia;
- grupa radiostacji średniej mocy – działających w oddaleniu od miejsc pracy obsady operacyjnej stanowiska dowodzenia.

**WŁ SD (GSD, TSD) dywizji umożliwia więc:**

- obsługę ruchu lokalnego (wewnątrz SD) i połączeń dalekosiężnych;
- dowiązanie WŁ SD do 1 - 2 węzłów sieciowych;
- utajnianie informacji;
- poszukiwanie alternatywnych dróg połączeniowych;
- zapewnienie styku międzysystemowego;
- obsługa abonentów ruchomych.

**W brygadach (BZ, BPanc) budowane są także sieci radioliniowo-kablowe.**

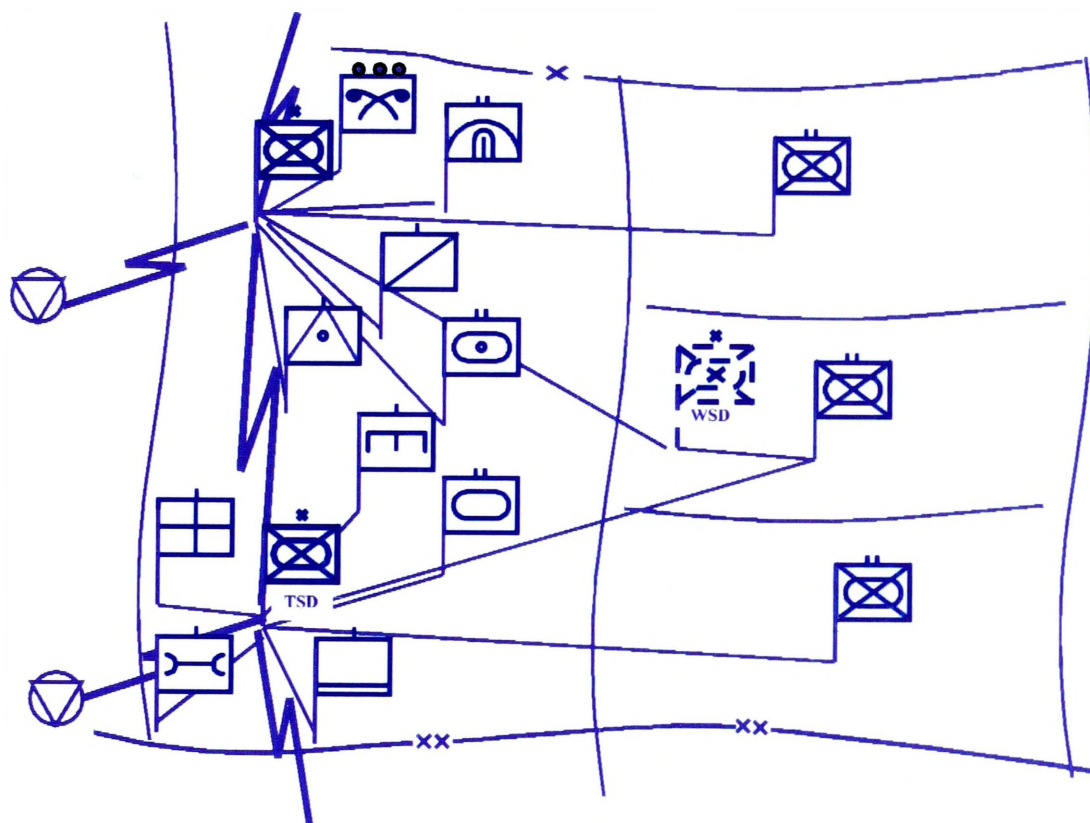
Z badań wynika, że topologia sieci radioliniowo - kablowej brygady, oparta jest z reguły na dwóch węzłach łączności GSD i TSD, dołączonych radioliniowo do PWŁ sieci radioliniowo-kablowej przełożonego i połączonych między sobą oraz w ramach organizacji łączności współdziałania. Mogą być również połączone z węzłami łączności stanowisk dowodzenia sąsiednich brygad w ramach współdziałania<sup>41</sup>. Pozostałe relacje tzn. pomiędzy węzłami łączności GSD i TSD brygady, a podległymi pododdziałami (elementami ugrupowania bojowego) budowane są przy pomocy linii kablowych. Przykładową topologię sieci radioliniowo- kablowej przedstawia rysunek 2.12.

Węzły łączności GSD i TSD brygady rozwija się w różnych punktach terenowych, gdzie ich czas pracy jest uzależniony od rozwoju sytuacji operacyjno-taktycznej. Stąd też węzły łączności występujące w brygadzie powinny być wysoce mobilne i przystosowane do eksploatacji w różnych warunkach terenowych

---

<sup>41</sup> Wg stanagu 5048 łączność współdziałania między sąsiednimi jednostkami - powinna być ustanowiona od strony lewej do prawej, chyba, że przełożony zdecyduje inaczej.

i atmosferycznych. Środki i urządzenia łączności wchodzące w skład węzła łączności (GSD, TSD) powinny być zamontowane na środkach transportu (samochodach, transporterach opancerzonych itp.) stanowiąc aparatownie, wozy dowodzenia, wozy dowódczo-sztabowe itp. Na szczeblu brygady rozwijane są następujące węzły łączności: GSD, TSD, WSD (rozwijany doraźnie).



Rys. 2.12. Sieć radioliniowo-kablowa brygady.

Opracowano na podstawie: J. Janczak, A. Wisz, *System łączności brygady*, AON, Warszawa 2004.

W zależności od przeznaczenia, miejsca w sieci oraz świadczonych usług osobom funkcyjnym danego stanowiska dowodzenia węzły łączności przyjmują określoną strukturę organizacyjną i techniczną tworzoną według zasad obowiązujących przy budowie sieci radioliniowo-kablowej dywizji.

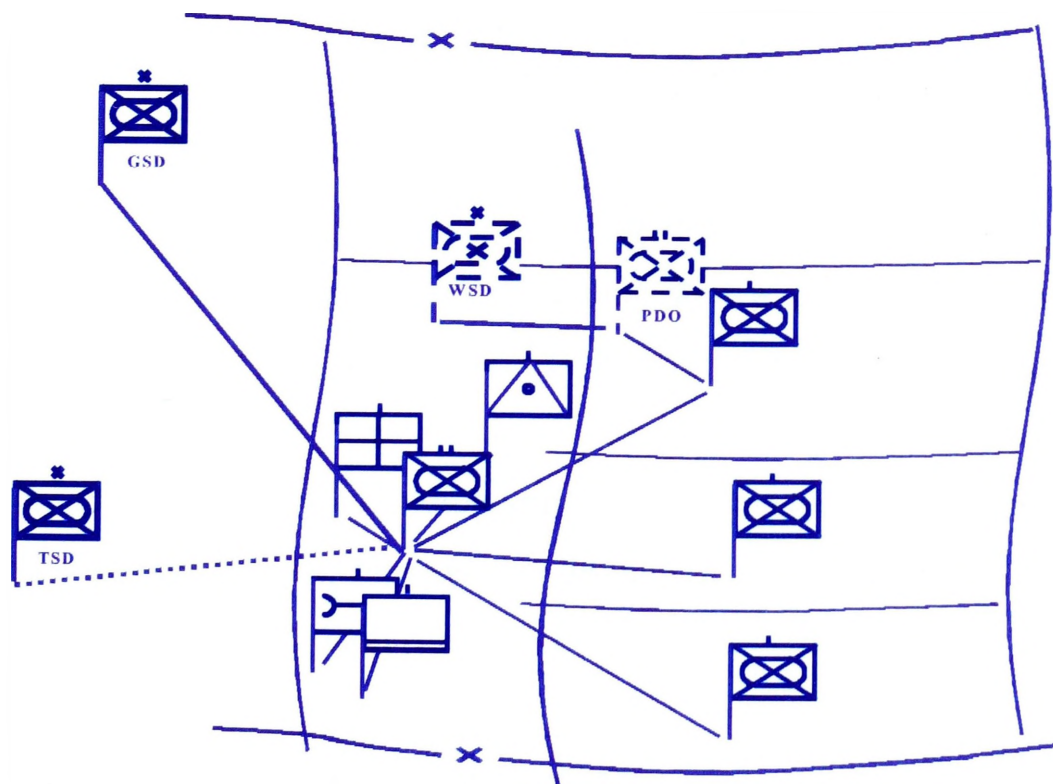
W wyniku analizy potrzeb informacyjnych organów dowodzenia (osób funkcyjnych i komórek funkcjonalnych) stanowisk dowodzenia, w zakresie zapewnienia wymiany informacji wewnątrz stanowiska dowodzenia (pomiędzy jego elementami oraz miejscami pracy), jak również na zewnątrz z abonentami innych stanowisk punktów dowodzenia założono, że stanowiska dowodzenia (GSD i TSD) brygady będą posiadały następujący zestaw węzła łączności:

- aparaturę łączności RWŁC –10/T;
- połowę aparatury komputerowej (PAK);
- radiostację średniej mocy KF (tylko SD);
- dwa wozy dowodzenia (na TSD tylko jeden);
- siedem wozów dowódczo-sztabowych (na TSD tylko cztery);
- wóz kablowy sieci wewnętrznej (WK-2);
- stację zasilania (SZ-4).

Biorąc pod uwagę powyższe ukończenie węzła łączności można postawić tezę, że możliwości świadczenia usług telekomunikacyjnych, informatycznych i pocztowych wynikają każdorazowo z możliwości taktyczno-bojowych użytych środków łączności i informatyki.

W pododdziałach (batalionach, dywizjonach) buduje się **dalekosiężne sieci kablowe**, które oparte są o węzły łączności GSD batalionu (dywizjonu) z którego bezpośrednio rozwijane są linie kablowe do podwładnych.

Przykładową strukturę sieci kablowej batalionu przedstawia rysunek 2.13.



Rys. 2.13. Sieć kablowa batalionu zmechanizowanego.

Opracowano na podstawie: J. Janczak, A. Wisz, *System łączności brygady*, AON, Warszawa 2004

W wyniku analizy potrzeb informacyjnych organów dowodzenia (osób funkcyjnych i komórek funkcjonalnych) stanowiska dowodzenia, w zakresie zapewnienia wymiany informacji wewnątrz stanowiska dowodzenia (pomiędzy jego elementami oraz miejscami pracy), jak również na zewnątrz z abonentami innych stanowisk i punktów dowodzenia przyjęto, że stanowisko dowodzenia batalionu powinno posiadać następujący zestaw środków dowodzenia i łączności:

- wóz dowodzenia (WD) – dowódcy batalionu ;
- dwa wozy dowódczo-sztabowe (WDSz) – w oparciu o jeden z nich rozwijany byłby węzeł łączności;
- wóz kablowy sieci wewnętrznej (WK-2).

Możliwości świadczenia usług telekomunikacyjnych, a w przyszłości i informatycznych wynikają każdorazowo z możliwości taktyczno-bojowych użytych środków łączności i informatyki.

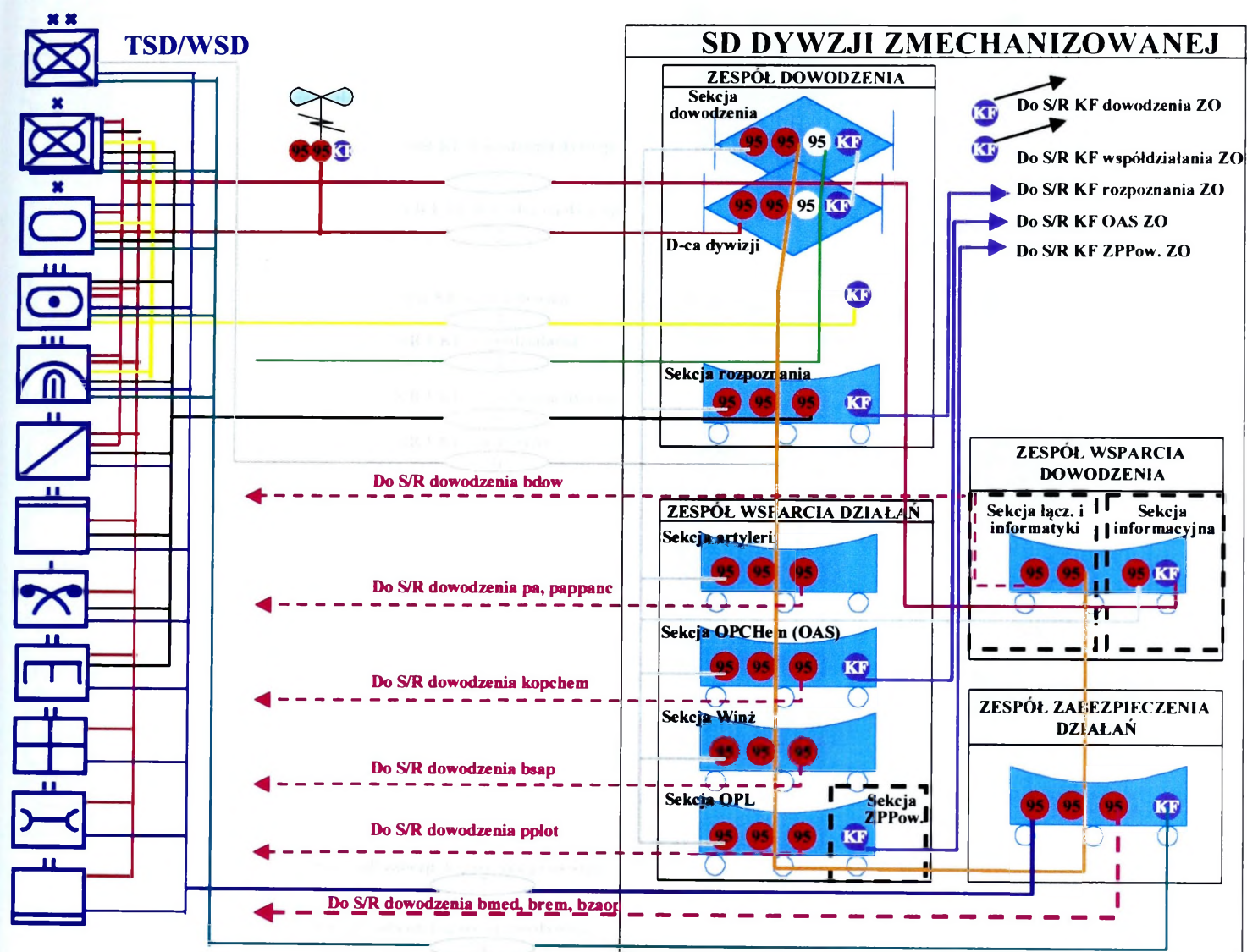
### **Sieci radiowe pola walki**

Z praktyki działania wojsk wynika, że sieci radiowe pola walki są zasadniczym rodzajem łączności manewrowych rodzajach działań bojowych, a także w okresie kryzysu na szczeblu dywizji brygady, pułku rodzajów wojsk batalionu (równorzędnego). Analiza zasad wykorzystania środków radiowych pola walki potwierdziła, że im niższy szczebel dowodzenia tym jest ich większy udział w wymianie informacji na potrzeby dowodzenia, sterowania środkami walki a także alarmowania, rozpoznania i zabezpieczenia logistycznego. Sieci te mają charakter autonomiczny, utrudnione jest więc organizowanie wymiany informacji współdziałania z innymi sieciami radiowymi organizowanymi na obszarze kraju.

W ramach **sieci radiowych dywizji** i brygady można wyróżnić:

- sieci dowodzenia dywizji (brygady);
- sieci sztabu dywizji (brygady);
- sieci współdziałania dywizji (brygady);
- sieć rozpoznania dywizji (brygady);
- sieć wewnętrzne stanowisk dowodzenia dywizji (brygady);
- sieci zabezpieczenia logistycznego dywizji (brygady).

Przykładową topologię sieci radiowych pola walki dywizji przedstawiono na rysunku 2.14 a brygady 2.15.

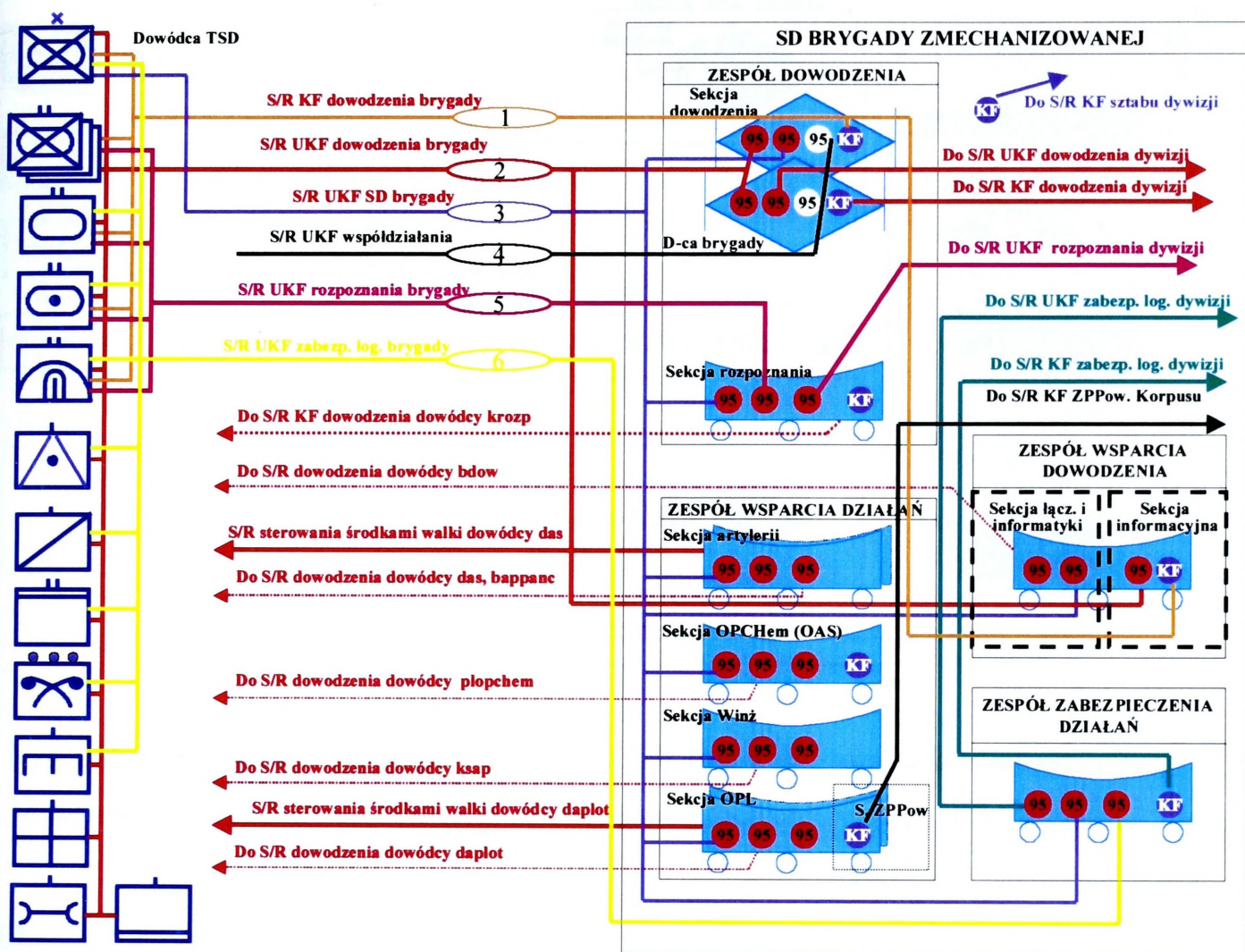


Rys.2.14. Przykładowa topologia sieci radiowych pola walki dywizji.

Opracowano na podstawie: J. Janczak, A. Wisz, *System łączności brygady*, AON, Warszawa 2004.

W sieciach tych odbywa się wymiana informacji fonicznej oraz możliwa jest, chociaż dotychczas rzadko stosowana transmisja danych. Natomiast przy zastosowaniu dodatkowych urządzeń (radiowego punktu dostępowego oraz radiowych punktów abonenckich) możliwy jest radiodostęp.

W skład sieci **radiowych pododdziałów brygady** wchodzi radiostacje przenośne i pokładowe (w wozach dowodzenia i wozach bojowych). Zapewniają one użytkownikom łączność foniczną, jak również realizację funkcji zautomatyzowanego wspomaganie dowodzenia wojskami oraz sterowania środkami walki na współczesnym polu walki. Do realizacji powyższych usług tworzy się odpowiednio strukturę sieci łączności radiowej.



Rys.2.15. Przykładowa topologia sieci radiowych pola walki brygady.

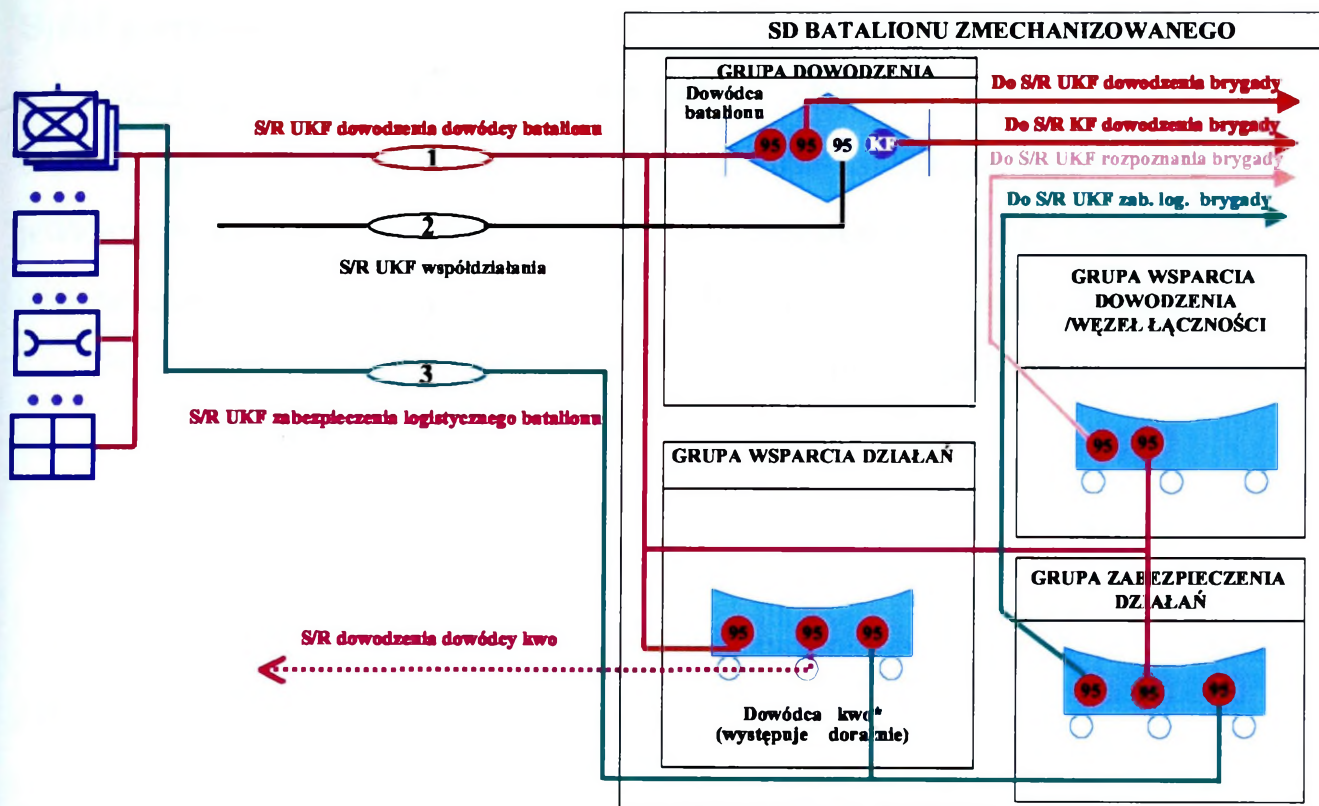
Opracowano na podstawie: J. Janczak, A. Wisz, *System łączności brygady*, AON, Warszawa 2004.

Takie podejście do rozpatrywanego problemu pozwoliło dokonać kategoryzacji struktury sieci radiowych pododdziałów, gdzie uwzględniono:

- sieci dowodzenia pododdziałów;
- sieć współdziałania pododdziałów;
- sieć sterowania środkami walki pododdziałów;
- sieć zabezpieczenia logistycznego pododdziałów.

Przykładowy wariant sieci radiowych batalionu zmechanizowanego przedstawiono na rysunku 2.16<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> Szerzej zob.: J. Janczak J., A. Wisz, *System łączności brygady*, wyd. AON, Warszawa 2004; P. Daniluk, *Łączność w pododdziale*, wyd. AON, Warszawa 2005.



Rys.2.16. Przykładowa topologia sieci radiowych pola walki batalionu zmechanizowanego.

Opracowano na podstawie: J. Janczak, A. Wisz, *System łączności brygady*, AON, Warszawa 2004

## Sieci komputerowe

Sieć komputerowa dywizji składa się, podobnie jak w ZO z dwóch rodzajów sieci:

- rozległej sieci komputerowej – zapewniającej wymianę informacji pomiędzy sieciami lokalnymi dywizji.
- lokalnych sieci komputerowych (porównaj rysunek 2.11.) - rozwijanych na stanowiskach dowodzenia dywizji, brygad i pułków rodzajów wojsk, a w przyszłości i batalionów (dywizjonów) zapewniające wymianę informacji wewnątrz stanowiska dowodzenia;

Sieci te tworzone są według tych samych zasad oraz na tej samej bazie sprzętowej co sieci komputerowe ZO. Mogą być sprzęgane z innymi sieciami rozległymi i lokalnymi dla wymiany informacji w postaci elektronicznej na obszarze kraju.

## Sieci pocztowe

Sieci pocztowe dywizji i brygady charakteryzują się prostą strukturą organizacyjną i przeznaczone są do zapewnienia zarejestrowanym w jej elementach jednostkom dywizji i brygady obiegu i dostarczania przesyłek niejawnych, jawnych oraz korespondencji prywatnej kierowanych do i od obsługiwanych wojsk.

W sieciach tych występują następujące elementy organizacyjne:

- stacje pocztowe;
- punkty wymiany poczty (tylko w dywizji);
- linie pocztowe.

Elementy te umożliwiają szeroką wymianę informacji i dokumentów z elementami reagowania kryzysowego obszarze kraju.

## 2.3. Organizacja łączności poszczególnych rodzajów wojsk sił lądowych

Na potrzeby organizacji dowodzenia i łączności w dowództwach jednostek rodzajów wojsk występują komórki wsparcia dowodzenia. Poza tym w strukturach organizacyjnych jednostek rodzajów wojsk znajdują się także etatowe pododdziały dowodzenia i łączności.

Przeprowadzona analiza zasad użycia jednostek rodzajów wojsk sił lądowych potwierdziła przypuszczenia autorów, że poszczególne sieci łączności organizowane są wg zasad obowiązujących w jednostkach ogólnowojskowych.

Jednostki rodzajów wojsk mają zapewnioną łączność z **przełożonym** w jego relacjach łączności. Mobilne węzły łączności stanowisk dowodzenia jednostek rodzajów wojsk dowiązane są więc do sieci radioliniowo-kablowej danego szczebla dowodzenia (porównaj rysunki 2.5; 2.9.; 2.12.; 2.13.). Poprzez tę sieć mogą współdziałać również z elementami reagowania kryzysowego na obszarze kraju.

Jednostki rodzajów wojsk sił lądowych mają zapewnioną również łączność w sieciach radiowych dowodzenia, sztabu, współdziałania, rozpoznania, zabezpieczenia logistycznego danego szczebla dowodzenia. Przełożony zapewnia im także usługi pocztowe.

Na potrzeby **własne jednostek rodzajów wojsk** organizowane są autonomiczne sieci radioliniowo-kablowe (w pułkach rodzajów wojsk) oraz sieci

kablowe i lokalne sieci komputerowe (w batalionach, dywizjonach) według zasad przedstawionych w pododdziale 2.2.

Poza tym w ramach sieci radiowych pola walki można wyszczególnić sieci radiowe dowodzenia (współdziałania) i zabezpieczenia logistycznego (porównaj rysunki. 2.8.; 2.14.÷ 2.16.) organizowane na potrzeby jednostek rodzajów wojsk, tj.:

- artylerii (od batalionu zmechanizowanego wzwyż) oraz artylerii przeciwlotniczej (od brygady zmechanizowanej, pancерnej wzwyż);
- rozpoznawczych (od brygady zmechanizowanej, pancерnej wzwyż) i walki elektronicznej (od dywizji wzwyż);
- inżynieryjnych (od brygady zmechanizowanej, pancерnej wzwyż);
- chemicznych (od brygady zmechanizowanej, pancерnej wzwyż);
- logistycznych (od brygady zmechanizowanej, pancерnej wzwyż).

Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że sieci te stanowią, podobnie jak w jednostkach ogólnowojskowych, zasadniczy rodzaj łączności radiowej z podległymi elementami ugrupowania jednostek rodzajów wojsk i służą przede wszystkim do przekazywania krótkich informacji fonicznych (jako praca uzupełniająca może być realizowana transmisja danych).

Z badań wynika także, iż na potrzeby **kierowania środkami walki** należy organizować specjalistyczne sieci radiowe – stanowiące radiowe sieci zintegrowanych, zautomatyzowanych systemów radiokomunikacyjnych<sup>43</sup>: artylerii, i obrony przeciwlotniczej, rozpoznania, wsparcia inżynieryjnego, obrony chemicznej oraz zarządzania siecią łączności.

Zadaniem tych sieci jest przede wszystkim przesyłanie informacji (sygnałów, komend) w systemach sterowania środkami walki lub zautomatyzowanych systemach zbierania i przetwarzania informacji. Zdaniem autorów w przyszłości powinny być to typowe sieci transmisji danych, w których jedynie sporadycznie może być stosowana wymiana informacji fonicznych. Powinny one także posiadać odpowiednie interfejsy pozwalające, w przypadku takiej potrzeby, na wymianę informacji z innymi sieciami

---

<sup>43</sup> Na potrzeby kierowania ogniem artylerii oraz artylerii przeciwlotniczej wykorzystywane są obecnie autonomiczne zautomatyzowane systemy dowodzenia Topaz oraz Łowcza. Zaawansowane są także prace na zautomatyzowanym systemem rozpoznania Ryś oraz wsparcia inżynieryjnego Patrol.

radiowymi organów reagowania kryzysowego na obszarze kraju lub poprzez połączenia radiodostępowe w sieci radioliniowo-kablowej.

Organizację łączności radiowej na potrzeby jednostek rodzajów wojsk szczegółowo przedstawiona jest w dostępnej literaturze przedmiotu.

## **2.4. Możliwości i wymagania łączności współdziałania wojsk lądowych**

Na organizację systemu łączności, jak to już zostało przedstawione w poprzednim podrozdziale ma wpływ wiele czynników. Mając na uwadze komponent wojsk lądowych jako związek operacyjny (korpus) widać, iż wymiana informacji z przełożonym zapewniona jest poprzez połączenie mobilnej sieci łączności komponentu (korpusu) ze stacjonarną siecią łączności przełożonego. Z racji możliwości włączenia się mobilnej sieci łączności związku operacyjnego w stacjonarną sieć telekomunikacyjną na obszarze kraju, istnieje również druga możliwość wymiany informacji z przełożonym na drodze: mobilna sieć łączności rozwijana przez komponent - stacjonarna sieć telekomunikacyjna państwa - sieć łączności rozwijana na potrzeby dowodzenia przełożonego.

Organizacja łączności dowodzenia komponentu lądowego z przełożonym, jak przedstawiono w podrozdziale 2.2. organizowana jest w wielokanałowych sieciach radioliniowo-kablowych oraz w sieciach radiowych KF i pocztowych.

Wymiana informacji z podwładnymi organizowana jest w podstawowej (operacyjno-taktycznej) sieci łączności, sieciach radiowych, w sieciach komputerowych i pocztowych komponentu rozwijana siłami i środkami tego komponentu. Taka sama zasada obowiązuje w związkach taktycznych, oddziałach i pododdziałach ogólnowojskowych oraz rodzajów wojsk<sup>44</sup>.

**Łączność współdziałania** między komponentem lądowym i elementami reagowania kryzysowego zapewniona może być w sieci łączności przełożonego rozwijanej na jego potrzeby w zakresie dowodzenia, oraz poprzez mobilne sieci łączności łączące system łączności rozwijany przez ZO i jego ZT, oddziały i pododdziały bezpośrednio z elementami reagowania kryzysowego.

---

<sup>44</sup> Problemy te były przedmiotem szczegółowych rozważań w podrozdziale 2.3.

Przy rozważaniu powyższych kwestii nie sposób nie wspomnieć o tym, iż aby wymiana informacji mogła się odbywać między wymienionymi sieciami muszą być one interoperacyjne<sup>45</sup>. Dla każdej relacji międzysystemowej powinny zostać uzgodnione przez zainteresowane strony pożądane poziomy interoperacyjności oraz metody ich wdrażania.

Z badań literatury źródłowej oraz wnioski z doświadczeń wynikających z udziału naszych wojsk w misjach pokojowych w ramach artykułu 5 (na terenie państw Sojuszu NATO), a także spoza artykułu 5 traktatu Waszyngtońskiego wynika, że możliwe jest sześć poziomów interoperacyjności, w których głównym wyróżnikiem są właśnie połączenia międzysystemowe sieci łączności.

**Poziom pierwszy** jest najniższym poziomem połączenia międzysystemowego. Zawiera on dwa różne systemy, pomiędzy którymi nie ma fizycznych styków. Wymiana informacji pomiędzy systemami dokonywana jest poprzez użycie trzeciego systemu separującego dwa zasadnicze systemy. Dodatkowo do wymiany informacji pomiędzy systemami wymagany jest interfejs w postaci czynnika ludzkiego. Poziom ten rzadko jest wykorzystywany do współdziałania na obszarze kraju, może mieć zastosowanie natomiast podczas misji ratunkowych i stabilizacyjnych za granicą.

**Poziom drugi** dotyczy w dalszym ciągu systemów odseparowanych, a więc zamkniętych. Pomiedzy nimi są wymieniane grupy łącznikowe wraz ze środkami łączności z których każda jest wyposażona w zdalne terminale dostępu (np. terminale satelitarne, radiostacje) do własnych sieci łączności i informatyki. Grupy łącznikowe są nadal ludzkim interfejsem między systemowym, lecz w tym przypadku systemy są „powiązane” i nie zachodzi potrzeba stosowania trzeciego systemu do wymiany informacji między nimi.

**Poziom trzeci** połączenia międzysystemowego eliminuje potrzebę użycia grup łącznikowych. W tym wypadku w każdym z systemów znajduje się zdalny terminal

---

<sup>45</sup> Problematyka ta jest również niezmiernie ważna przy rozpatrywaniu interoperacyjności połączeń międzysystemowych z punktu widzenia NATO, oraz na jakim poziomie interoperacyjności z systemami NATO są polskie systemy łączności i informatyki.

(wydzielona radiostacja), która ma przywilej dostępu do systemu łączności i informatyki drugiego systemu. Ludzki interfejs jest dalej potrzebny.

**Poziom czwarty** połączenia międzysystemowego stanowi najniższy poziom, na którym realizowane są fizyczne połączenia między systemami. Wymiana informacji jest ograniczona do z góry określonej dziedziny, co jest zrealizowane przez fizyczny interfejs. Poziom, na którym odbywa się wymiana informacji z innymi systemami jest zależny od zaawansowania technologicznego tych systemów. Na tym poziomie współpracują polskie mobilne sieci radioliniowo-kablowe z siecią użytku publicznego. W tym celu na aparatowniach RWLC – 10K znajdują się krotnice KX 30 PCM.

**Poziom piąty** połączenia międzysystemowego wymaga określenia podstawowych zasad wymiany informacji między sieciami. Na tym poziomie eliminuje się stałe fizyczne ograniczenia na wymianę informacji, natomiast każdy z systemów jest zdolny do dynamicznego narzucania warunków limitujących dziedzinę informacji dostępną dla drugiej sieci.

**Poziom szósty** połączenia międzysystemowego eliminuje wszystkie ograniczenia w dostępie do informacji, a obie sieci są uważane za w pełni połączone. Praktycznym rozwiązaniem na tym poziomie jest korzystanie przez osoby funkcyjne dowództw jednostek wojskowych wojsk lądowych z urządzeń wykorzystywanych w sieciach publicznych, np. urządzeń końcowych sieci PTSN, ISDN, GSM, UMTS, a w przyszłości systemu TETRA.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że łączność współdziałania z elementami reagowania kryzysowego, gdy oba elementy posiadają niezautomatyzowane sieci łączności powinna być zapewniona w 4 łączach, mianowicie w trzech jawnych międzycentralowych łączach telefonicznych oraz jednym utajnionym łączy telegraficznym lub telefaksowym.

W przyszłości, gdy oba współdziałające elementy, będą wykorzystywać zautomatyzowaną sieć łączności wymagane łącza są takie same jak powyżej, czyli w nie zautomatyzowanych sieciach łączności.

W każdym indywidualnym przypadku typ i liczba terminali łączności telefonicznej, teletekstowej, transmisji danych oraz urządzeń kryptograficznych powinna być uzgodniona między dowództwem komponentu lądowego oraz zaangażowanych elementów reagowania kryzysowego.

Gdy współdziałające elementy wykorzystują interfejsy do połączenia między zautomatyzowanymi sieciami wykonanymi w różnych technologiach, powinny być zestawione dwa wielokanałowe połączenia międzywęzłowe:

- 1 pomiędzy stanowiskami dowodzenia komponentu wojsk lądowych;
- 1 pomiędzy stanowiskami dowodzenia dywizji.

Jeżeli współpraca urządzeń końcowych jest niemożliwa, to odpowiedzialne osoby funkcyjne współdziałających jednostek są zobowiązane do dokonania połączeń swoich sieci za pomocą odpowiednich interfejsów, zgodnie z przedstawionymi powyżej poziomami interoperacyjności ich systemów.

W operacjach reagowania kryzysowego organizowany jest również drugi ważny rodzaj łączności z wykorzystaniem **środków radiowych**. W operacjach tych istnieje potrzeba organizowania tylko tych relacji łączności radiowej, które są możliwe do zastosowania w konkretnych sytuacjach, i które nie zostały zapewnione przez łączność wielokanałową.

Łączność współdziałania realizowana środkami radiowymi powinna obejmować relacje między komponentami współdziałającymi oraz łączność analogiczne do organizowanych w ramach współpracy cywilno - wojskowej (CIMIC). Istnieje przy tym możliwość włączania radiostacji elementów reagowania kryzysowego do sieci radiowych organizowanych na różnych poziomach wojsk lądowych<sup>46</sup> i na odwrót, tj. radiostacje elementów wydzielonych do wsparcia organów reagowania kryzysowego mogą włączać się do sieci radiowych organizowanych przez te komórki. W obu przypadkach współdziałające strony powinny, zgodnie z 6 poziomem interoperacyjności posiadać w pełni kompatybilne radiostacje.

W wypadku funkcjonowania globalnej **sieci komputerowej** Internet lub innych sieci komputerowych dostępnych na obszarze kraju możliwa jest szybka wymiana

---

<sup>46</sup> Skład sieci radiowych organizowanych na różnych poziomach wojsk lądowych przedstawiono w podrozdziale 2.2.

informacji jawnych w zakresie współdziałania elementów ugrupowania bojowego (operacyjnego) z elementami reagowania kryzysowego.

W wymianie informacji współdziałania (zwłaszcza w zakresie dostarczania dokumentów, przesyłek pocztowych oraz świadczeń pieniężnych) w ramach operacji reagowania kryzysowego na obszarze kraju, ważną rolę mają do spełnienia również **sieci pocztowe**. Organizacja tych sieci powinna odbywać się według uzgodnień zawartych pomiędzy Poczta Polska a resortem Obrony Narodowej. Uzgodnienia te zamieszczone są w specjalnym rozporządzeniu Ministerstwa Infrastruktury<sup>47</sup>.

## 2.5. Wnioski

Strategia Bezpieczeństwa Narodowego<sup>48</sup> zakłada, że „podstawową misją Sił Zbrojnych RP w czasie pokoju jest utrzymanie sił i zdolności potrzebnych do realizacji zadań w zakresie ochrony i zapewnienia bezpieczeństwa Polski oraz udzielenie władzom cywilnym niezbędnej pomocy wojskowej, głównie w wypadku zagrożeń niemilitarnych (klęsk żywiołowych, katastrof)”.

Jednym z aspektów wykorzystania zasobów Sił Zbrojnych, a zwłaszcza wojsk lądowych do zapewnienia bezpieczeństwa państwa i przeciwdziałania sytuacjom kryzysowym, które mogą wiązać się z uszkodzeniem infrastruktury telekomunikacyjnej kraju wykorzystywanej przez system zarządzania antykryzysowego, są działania mające na celu zapewnienie gotowości informacyjnej systemu zarządzania antykryzysowego. Zadanie takie może być zrealizowane, w ramach współdziałania przy wykorzystaniu elementów systemu łączności i informatyki wojsk lądowych.

Z rozważań zamieszczonych w rozdziale wynika, że w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa publicznego na obszarze kraju zasoby systemu łączności i informatyki wojsk lądowych mogą być wykorzystane w różnym stopniu, zależnym od rodzaju zniszczeń (uszkodzeń) dotychczas eksploatowanej infrastruktury telekomunikacyjnej i pocztowej, wielkości obszaru objętego kryzysem czy

<sup>47</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 30 grudnia 2003 r. w sprawie planu współdziałania operatora publicznego z wojskową pocztą polową (dz. U. Z 2004 r. Nr 5, poz. 32).

<sup>48</sup> Strategia Bezpieczeństwa Narodowego RP, wyd. BBN, Warszawa 2004.

zagrożonego w systemie zarządzania kryzysowego sposobu wymiany informacji i wykorzystywanych technologii teleinformatycznych.

Uogólniając powyższe rozważania w zakresie możliwości współdziałania systemu łączności i informatyki wojsk lądowych na obszarze kraju można wyróżnić dwa zasadnicze warianty działania.

Wariant pierwszy - polega na rozwinięciu elementów sieci radioliniowo-kablowej i radiowej ZO, ZT lub oddziału w zależności od skali zagrożenia w obszarze (rejonie) obsługi zagrożenia, umożliwiającej funkcjonowanie telefonicznej sieci abonenckiej i komputerowych sieci lokalnych dla sztabu zarządzania kryzysowego i służb współdziałających w ramach przeciwdziałania zagrożeniu.

Wariant drugi - polega na uzupełnieniu uszkodzonych elementów publicznej infrastruktury teleinformatycznej wykorzystywanej na potrzeby systemu reagowania kryzysowego. Wariant ten należy brać pod uwagę w przypadkach:

- wystąpienie sytuacji kryzysowej (np. powodzi, pożaru, katastrofy ekologicznej), spowodowało uszkodzenie centrum komutacyjnego, świadczącego usługi teleinformatycznego obszarze (rejonie) zagrożenia;
- stanowiska pracy osób biorących udział w zwalczaniu zagrożenia są niedostępne.

Konfiguracja i rozmach utworzonej w ten sposób sieci dostępowej w rejonie przeciwdziałania służb zapobiegających sytuacji kryzysowej na bazie elementów systemu łączności i informatyki wojsk lądowych odbiegać będzie od wzorców i w każdym wypadku zależeć będzie specyfiki obszaru (rejonu) zagrożenia, jego wielkości i charakteru.

W konkluzji należy podkreślić także, iż system łączności i informatyki wojsk lądowych, zwłaszcza jego część mobilna, z założenia umożliwia pracę w trudnych warunkach, cechuje go z jednej strony wysoka odporność na destrukcyjne oddziaływanie różnych czynników otoczenia z drugiej zaś podatny jest na rekonfigurację, która bezpośrednio wynika z potrzeb organów dowodzenia oraz zarządzania kryzysowego.

### **3. MOŻLIWOŚCI PUBLICZNYCH I RESORTOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI NA OBSZARZE KRAJU W ASPEKCIE WSPÓŁPRACY Z INNYMI SYSTEMAMI ŁĄCZNOŚCI**

W poprzednim etapie badań dotyczących organizacji łączności dla potrzeb kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju<sup>1</sup> za główny rodzaj telekomunikacji poddanej analizie wybrano infrastrukturę stacjonarną publiczną – kablową oraz radiolionowo-kablową.

Dla rozpatrywanego w niniejszym opracowaniu niższego poziomu analizy - wojsk lądowych lub komponentu wojsk lądowych uwaga badawcza została skoncentrowana bardziej na mobilnej części systemów telekomunikacyjnych – systemach radiokomunikacji ruchomej. Nie wynikało to tylko z poziomu rozpatrywanych problemów, ale również z przyjętego charakteru sytuacji kryzysowych, gdzie sieć publiczna może ulec znacznym uszkodzeniom.

#### **3.1. Wstępne ustalenia**

Zachodzący bardzo dynamicznie proces pełnej integracji usług powoduje zacieranie się granicy pomiędzy poszczególnymi rodzajami telekomunikacji. Z tego powodu coraz trudniejszym staje się dokonywanie ich typologii.

Najczęściej można spotkać się z poglądem, że systemy radiokomunikacyjne funkcjonują w ramach systemów telekomunikacyjnych. System telekomunikacyjny z kolei jest jednym z podsystemów łączności, obok systemu pocztowego (kurierskiego).

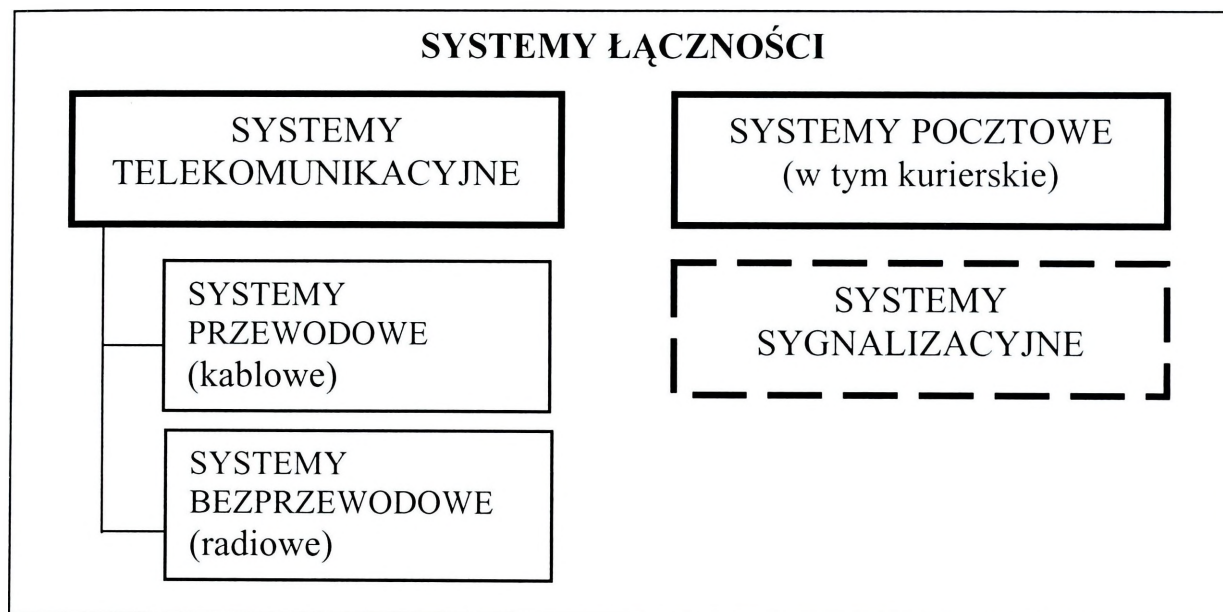
Systemy telekomunikacyjne najczęściej dzielone są przy stosowaniu popularnego kryterium rodzaju wykorzystywanego medium transmisyjnego, na radiowe (beprzewodowe) i kablowe (zwane przewodowymi). Tak dokonana typologia koresponduje z rozwiązaniami przyjętymi w wojskowych systemach łączności. Takie wyodrębnienie przedstawiono na rysunku 3.1.

Podział ten jest czysto teoretycznym, gdyż telefonia bezprzewodowa czy telefonia komórkowa zwane systemami radiokomunikacyjnymi nie są systemami tylko o takim charakterze. Systemy trunkingowe, telefonii bezprzewodowej lub komórkowej w swojej architekturze oprócz podsystemów radiowych obejmuje podsystem sieci

---

<sup>1</sup> Organizacja łączności dla potrzeb kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju, ŁĄCZ-KRYZ, Praca naukowo-badawcza, AON, Warszawa 2004

szkieletowej, w głównej mierze oparty na sieci kablowej zawierającej centrale, sterowniki stacji bazowych, węzły pakietowe i linie kablowe (np. światłowodowe).



Rys. 3.1. Ogólny podział systemów łączności

Źródło: P. Daniluk, *Radiowe systemy łączności ruchomej*, AON Warszawa, s. 9

Następny obszar definiowany dotyczy radiokomunikacji ruchomej. Najczęściej systemy telekomunikacyjne (w tym radiokomunikacyjne) można podzielić, uwzględniając stopień ich mobilność, na<sup>2</sup>:

- stacjonarne;
- mobilne (zwane również ruchomymi);
- mieszane (stacjonarno-mobilne lub mobilno-stacjonarne w zależności od tego, która część dominuje w strukturze systemu).

Na podstawie literatury dotyczącej radiokomunikacji można wywnioskować, że pod pojęciem radiokomunikacji ruchomej rozumie się nie tylko część ruchomą, ale też stacjonarną (np. stacje bazowe).<sup>3</sup>

Najwygodniejszym jest więc przyjęcie, że o rodzaju systemu (sieci) powinien decydować rodzaj styku, którym komunikuje się rozpatrywany abonent za pomocą swojego terminala.

<sup>2</sup> P. Daniluk, *Radiowe systemy łączności ruchomej*, AON Warszawa, s.10

<sup>3</sup> W. Hołubowicz, *Systemy telefonii bezprzewodowej*, Poznań 1997;

K. Wesółowski, *Systemy radiokomunikacji ruchomej*, WKŁ, Warszawa 1998;

J. Kołakowski, J. Cichoński, *UMTS – System telefonii komórkowej trzeciej generacji*, WKŁ, Warszawa 2003.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że system telekomunikacyjny, przyjmując kryterium funkcjonalne, najczęściej określony jest jako<sup>4</sup>:

- podsystem kierowania systemem (w tym zarządzania siecią);
- podsystem roboczy utożsamiany z siecią łączności;
- podsystem zasilania (zabezpieczający).

Sieć radiokomunikacyjna posiada charakter techniczny. Składa się ona, przyjmując kryterium strukturalne, z następujących elementów:

- linii łączności;
- węzłów łączności (stacje bazowe, sterowniki stacji, centrale, węzły pakietowe).

Dokonując podziału systemów radiokomunikacyjnych można uwzględnić kryterium zaproponowane w Regulaminie Radiokomunikacyjnym wydanym przez Międzynarodową Unię Radiokomunikacyjną, gdzie wyodrębnia się<sup>5</sup>:

- służby stałe, gdzie relacje łączności zachodzą pomiędzy stacjami stałymi;
- służby ruchome, gdzie relacje łączności odbywają się pomiędzy stacją stałą a stacją ruchomą lub pomiędzy stacjami ruchomymi.

Wśród służb ruchomych w wymienianym dokumencie, wyodrębnia się<sup>6</sup>:

- służbę ruchomą lądową – organizowaną pomiędzy stacjami stałymi (bazowymi, dostępowymi) i ruchomymi lub pomiędzy ruchomymi funkcjonującymi na lądzie jako przenośne i pokładowe;
- służbę ruchomą morską – organizowaną pomiędzy stacjami stałymi (brzegowymi) oraz ruchomymi (na statkach) lub pomiędzy ruchomymi (tylko morskimi lub morskimi i lotniczymi). Stacje z innych służb wchodzące w te relacje stają się automatycznie częścią służby morskiej;
- służbę ruchomą lotniczą – organizowaną pomiędzy stacjami stałymi (lotniskowymi, bazowymi) a ruchomymi (na statkach powietrznych) lub pomiędzy ruchomymi (w tym lotniczymi i morskimi). Stacje innych służb wchodzące w te relacje stają się częścią służby lotniczej.

---

<sup>4</sup> tamże, s. 10

<sup>5</sup> Radio Regulations, ITU, Genewa 1998

<sup>6</sup> tamże, s. 11

W wyniku przeprowadzonych badań w sferze definicyjnej i typologicznej przyjęto podejście zaproponowane przez J. Michniaka opierające się na dwóch zasadniczych kryteriach – struktury technicznej sieci oraz usług wyspecjalizowanych, co przedstawiono na rysunku 3.2.

Sieć telekomunikacyjna użytku publicznego						
Kryterium 1. Linie teletransmisyjne i węzły komutacyjne						
Struktura międzynarodowa		Struktura międzymiastowa			Struktura wewnątrzstrefowa	
Kryterium 2. Sieci usługowe wyspecjalizowane						
Sieć telefoniczna	Sieć zintegrowana	Sieć transmisji danych	Sieć telegraficzna	Sieci radiokomunikacyjne	Sieci dyfuzyjne	
Układ międzynarodowy		POLPAK-P	Układ telegramowy	Radiokomunikacja morska	Sieci telewizyjne	Sieci radiofoniczne
Układ międzymiastowy		POLPAK-T	Układ teleksowy	Radiokomunikacja lądowa		
Układ wewnątrzstrefowy - abonencki					Radiokomunikacja lotnicza	Horyzontowe
				Sieci telefonii komórkowej	Satelitarne	Krótkofalowe
				Sieci radiodostępowe		Ultra-krótkofalowe

Rys. 3.2. Przyjęta struktura sieci telekomunikacyjnych do analizy ich potencjalnych możliwości funkcjonowania na potrzeby reagowania kryzysowego

Źródło: opracowanie na podstawie J. Michniak, *Sieć łączności państwa*, AON, Warszawa 2002

Według tak określonej struktury poddano ocenie systemy telekomunikacyjne w aspekcie ich możliwości świadczenia usług na potrzeby współdziałania elementów organizowanych siłami wojsk lądowych oraz elementów organizowanych przez administrację państwową dla potrzeb kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju. W związku z przyjętym wcześniej założeniem, podsystem radiokomunikacyjny został poddany szerszej analizie niż stacjonarna sieć resortowa, prywatna oraz użytku publicznego.

Obowiązki operatorów telekomunikacyjnych związane z reagowaniem i zarządzaniem kryzysowym zostały szeroko poddane analizie w pierwszym etapie badań przeprowadzonych pod kierownictwem J. Michniaka.

Z formułowanych przez autorów wyników wspomnianych badań dla poziomu wojsk lądowych i jego ekwiwalentnych elementów infrastruktury cywilnej obszaru działań wybrano takie unormowania, jak:<sup>7</sup>

- Ustawa z dnia 5 czerwca o administracji rządowej w województwie;
- Ustawa z dnia 16 lipca 2004 r. Prawo telekomunikacyjne;
- Ustawa z dnia 23 sierpnia 2001 r. o organizowaniu zadań na rzecz obronności państwa realizowanych przez przedsiębiorców;
- Ustawa z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie klęski żywiołowej;
- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2002 r. o stanie wojennym oraz kompetencjach naczelnego Dowódcy Sił Zbrojnych i zasadach jego podległości konstytucyjnym organom Rzeczypospolitej Polskiej;
- Ustawa z dnia 22 listopada 2002 r. o wyrównywaniu strat majątkowych wynikających z ograniczenia w czasie stanu nadzwyczajnego wolności i praw człowieka i obywatela;
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 5 lutego 2002 r. w sprawie świadczeń na rzecz obrony;
- Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Szefa Obrony Cywilnej Kraju, szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin;
- Rozporządzenie Ministra Łączności z dnia 7 czerwca 2001 r. w sprawie szczegółowego trybu sporządzania przez operatorów publicznych planu działań w sytuacjach szczególnych zagrożeń oraz jego aktualizacji;
- Rozporządzenie rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie sposobu tworzenia gminnego zespołu reagowania, powiatowego i wojewódzkiego zespołu reagowania kryzysowego oraz Rządowego Zespołu Koordynacji Kryzysowej i ich funkcjonowania.

---

<sup>7</sup> Organizacja łączności dla potrzeb kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju, ŁĄCZ-KRYZ, Praca naukowo-badawcza, AON, Warszawa 2004, s. 101

### 3.2. Możliwości wykorzystania publicznych sieci telekomunikacyjnych

Najistotniejszą część sieci telekomunikacyjnych stanowią linie telekomunikacyjne. W warstwie międzymiastowej w poprzednim etapie badań dla połączeń krajowych wyodrębniono następujące rodzaje linii:<sup>8</sup>

a) międzymiastowe i międzycentralowe linie światłowodowe o przepustowości:

- 2 Mbit/s (kanały telefoniczne po 64 kbit/s);
- 34 Mbit/s (480 kanałów telefonicznych);
- 140 Mbit/s (1920 kanałów telefonicznych);
- 155 Mbit/s (system SDH);
- 622 Mbit/s (system SDH);
- 2,5 Gbit/s (system SDH);

b) międzymiastowe i międzycentralowe linie radiowe o przepustowości od 2 do 155 Mbit/s;

c) sukcesywnie wycofywane linie kablowe telefonii nośnej.

Autorzy przeprowadzonych kilka lat temu badań konstatowali, że:<sup>9</sup>

- w sieciach strefowych mogą występować linie międzycentralowe w postaci kablowych, przewodowych, poziomych i napowietrznych;
- znaczna liczba linii międzycentralowych stanowią kable symetryczne;
- w sieciach miejscowych linie telefoniczne abonenckie są tworzone jako łącza naturalne lub ISDN z wykorzystaniem symetrycznych torów kablowych, które stanowią większość ogólnej liczby torów;
- w sieciach telefonicznych na terenach wiejskich często wykorzystywane są systemy DECT.

Drugim poddanym elementem sieci telekomunikacyjnych były węzły łączności. Ich podstawowym zadaniem jest umożliwienie włączenia się abonentów do sieci oraz korzystanie przez nich z usług jakie ona oferuje.

Stosując kryterium przeznaczenia węzła w sieci telekomunikacyjnej i uwzględniając aspekt krajowy reagowania kryzysowego wyodrębniono:<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> tamże, s. 65

<sup>9</sup> tamże, s. 63

- węzły międzymiastowe tranzytowe;
- węzły międzymiastowe końcowe;
- węzły strefowe tranzytowe;
- węzły strefowe;
- węzły miejskie końcowe;
- węzły wiejskie końcowe;
- węzły lokalne.

Potencjał największego operatora w Polsce Telekomunikacji Polskiej S.A. (TP S.A.) to około 50 central międzymiastowych, pięć razy tyle central strefowych oraz około 7000 central końcowych (miejscowych).<sup>11</sup>

Dokonując analizy danych dotyczących TP S.A. można wnioskować, że dysponuje ona potencjałem linii telekomunikacyjnym, których określenie proporcji będzie istotne z punktu widzenia sytuacji kryzysowych:<sup>12</sup>

- około 50 % stanowią linie kablowe przewodowe i ta wartość się zmniejsza;
- około 45 % stanowią linie światłowodowe i ta wartość się zwiększa;
- około 5 % stanowią linie radiowe i ta wartość nieznacznie się zwiększa.

Dane świadczą o unowocześnianiu linii, ale dla sytuacji o charakterze kryzysowym decyduje to tylko o zwiększeniu przepustowości. Natomiast aspekt fizyczny w sensie odporności na zniszczenie, mobilności nie zmienia się na korzyść. Dla rozpatrywanego aspektu kryzysowego istotne jest również ustalenie charakteru abonentów, co posiada bezpośrednie przełożenie na sprawność działania takich systemów jak powiadamiania, ostrzegania czy alarmowania:<sup>13</sup>

- w całej sieci publicznej zarejestrowanych jest około 10 milionów abonentów;
- abonenci prywatni stanowią około 80 %, jednostki budżetowe (szkoły, szpitale, administracja państwowa) około 7 % oraz inni około 13 %;
- na obszarach miejskich występuje 86 %, natomiast na wsi 14 % ogółu abonentów co daje 25-35 abonentów na 100 mieszkańców w mieście oraz 6-8 na 100 mieszkańców wsi;

<sup>10</sup> tamże, s. 66

<sup>11</sup> tamże, s. 67

<sup>12</sup> tamże, s. 67

<sup>13</sup> tamże, s. 68

- jako urządzenia końcowe występują aparaty telefoniczne, aparaty telefoniczne ogólnodostępne (około 1000000 sztuk) oraz centrale abonenckie typu PABX.

Uwzględniając aspekt sytuacji kryzysowych istotne jest nie tylko rozpatrywanie warstwy technicznej systemu telekomunikacyjnego, ale nabierającej coraz większego znaczenia warstwy usługowej. W związku z tym poddane będą analizie podsieci wyodrębnione z wykorzystaniem kryterium spełnianych usług.

Architektura sieci użytku publicznego PSTN podlega obecnie dynamicznym zmianom co determinuje znaczne problemy z jednoznacznym określeniem możliwości korzystania z jej możliwości szczególnie na najniższych poziomach funkcjonowania. Cyfryzacja sieci powoduje znaczne zmiany w dotychczasowej strukturze hierarchicznej sieci. Może to powodować, że już opracowane zasady i sposoby współpracy systemów telekomunikacyjnych wojsk lądowych i infrastruktury cywilnej będą nieaktualne.

Dlatego też określone znacznie wcześniej punkty styku obu systemów łączności powinny być tak planowane, aby posiadały bardzo duże możliwości konfiguracji (dopasowania).

Organizacyjnie jest to przedsięwzięcie nader skomplikowane w sytuacji tak dynamicznych zmian technologicznych powodujących różnice poziomów rozwiązań w telekomunikacji.

### **3.3. Możliwości wykorzystania wewnętrznych oraz wydzielonych sieci telekomunikacyjnych**

Oprócz sieci publicznej poddano analizie najważniejsze sieci wydzielone, do których zaliczono: POLPAK, TELEBANK, sieci energetyki i Polskich Kolei Państwowych.

#### **3.3.1. Sieć POLPAK-T**

Sieć POLPAK-T stanowi przykład sieci szkieletowej. Jej głównym zadaniem jest transmisja danych z dużymi prędkościami od 64 kbit/s do 2048 kbit/s. Za pomocą tej sieci realizowany jest dostęp do internetu. Węzły sieci są rozlokowane we wszystkich większych miastach (jest ich około dwustu). We wszystkich 49 dawnym miastach wojewódzkich jest możliwy dostęp z sieci PSTN do internetu. Sieć POLPAK-T funkcjonuje w oparciu o 15 sieci typu MAN.

### 3.3.2. Sieć TELEBANK

Sieć TELEBANK jest przeznaczona dla klientów bankowych. Struktura tej sieci obejmuje:<sup>14</sup>

- sieć międzymiastową kanałów stałych TELEBANK-M (cyfrowe kanały transmisyjne w relacjach międzymiastowych);
- sieć pakietową TELEBANK-P (połączenia teleinformatyczne krajowe i międzynarodowe w sieci pakietowej);
- sieć telefoniczną TELEBANK-T (usługi teleinformatyczne i multimedialne);
- sieć satelitarną TELEBANK-VSAT (połączenia teleinformatyczne w sieci satelitarnej);
- sieć mobilnej transmisji danych MOBITEK TELEBANK-R;
- sieć internetową BPTNet (dostęp do sieci Internet).

### 3.3.3. Sieci integracji usług – ISDN

Sieć cyfrowa z integracją usług ISDN (ang. Integrated services Digital Network) jest siecią rozwiniętą z cyfrowej sieci telefonicznej typu IDN. Zapewnia ona cyfrowe połączenie z wykorzystaniem wielu usług z terminala do terminala. Sieć ISDN realizuje:<sup>15</sup>

- łączność telefoniczną o przepływności 64 kbit/s z funkcjami oczekiwania na rozmowę, identyfikację abonenta i połączeń złośliwych, przekazywania rozmów, zestawiania połączenia do zajętego abonenta;
- transmisję danych z przepływnością 64 kbit/s z wykorzystaniem komputerów osobistych;
- telekopię, teleteks, wideoteks z przepływnością 64 kbit/s.

Stosowany jest podział usług w sieci ISDN, szczególnie w odniesieniu do TP S.A. na:

- usługi przenoszenia;
- teleusługi;
- usługi dodatkowe.

Teleusługi obejmują:<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> tamże, s. 72

<sup>15</sup> tamże, s. 76

<sup>16</sup> tamże, s. 76

- telefonię jako przenoszenie dźwięku z wysoką jakością;
- teleteks;
- telekopię w postaci telefaksu;
- wideoteks - jako dostęp do odległych baz danych za pośrednictwem sieci;
- pocztę elektroniczną;
- transmisję danych z komutacją kanałów i pakietów;
- wideofonię – jako integrację z innymi usługami;
- telewizję jako zastosowanie sieci szerokopasmowej w dostępie do programów telewizyjnych;
- teleakcje – jako przesyłanie krótkich wiadomości z małymi prędkościami transmisji.

### **3.3.4. Linie radiowe**

W sieci stacjonarnej wykorzystywane są linie radiowe, szczególnie w sytuacjach bezwzględnie tego wymagających, gdzie budowa linii kablowej jest niecelowa lub niemożliwa.

Stanowią one część linii telekomunikacyjnej sieci publicznych występując jako:

- linie łączności horyzontowej;
- linie łączności pozahoryzontowej (satelitarnej).

W układzie linii horyzontowych można wyodrębnić linie analogowe (występujące jako mosty radiowe łączące ośrodki nadawcze telewizyjne i radiofoniczne TP S.A.) oraz cyfrowe (szczególnie wykorzystywane w nowoczesnych traktach TP S.A., w sieci telefonii komórkowej) o przepustowości 2 – 140 Mbit/s w systemie PDH oraz 155 Mbit/s i 622 Mbit/s dla SDH pracując w licznych podzakresach od 2,4 GHz do 67 GHz.

W układzie linii satelitarnych pracuje niemal sto stacji w systemach:

- INTELSAT;
- EUTELSAT;
- KOPERNIKUS;
- TELE-X;
- INTELSAT;
- ORION.

### 3.3.5. Sieć teleinformacyjna Polskich Kolei Państwowych

Siec Polskich Kolei Państwowych (PKP) stanowi architekturę niezależną od publicznej sieci telekomunikacyjnej.

Potencjał sieci tworzą:<sup>17</sup>

- węzły główne (kilka) stworzone w dyrekcjach generalnych i w siedzibach dyrekcji okręgowych PKP;
- węzły regionalne (kilkadziesiąt) w miejscach koncentracji ruchu;
- węzły lokalne (około 200);
- linie transmisyjne (przewodowe lub światłowodowe) najczęściej instalowane wzdłuż tras kolejowych.

Węzły główne połączone są ze sobą na zasadzie wieloboku zupełnego. Węzły regionalne są dołączone bezpośrednio do przynajmniej dwóch węzłów głównych. Węzły lokalne są połączone w sposób łańcuchowy wzdłuż linii kolejowych.

Siec PKP dla transmisji danych funkcjonuje w oparciu o komutację pakietów. Do przekazywania danych wykorzystuje się łącza o przepustowości do kilku Mbit/s.

### 3.3.6. Sieci telekomunikacyjne energetyki

Siec telekomunikacyjna na potrzeby Polskich Sieci Energetycznych i zakładów energetycznych składa się z następujących elementów:<sup>18</sup>

a) węzłów telekomunikacyjnych:

- węzłów komutacyjnych (około 40) umieszczonych w oddziałach eksploatacji sieci przesyłowej oraz zakładach energetycznych;
- węzłów teletransmisyjnych (ponad sto) znajdujących się w stacjach energetycznych;
- węzłów transmisyjnych (kilkaset) znajdujących się w elektrowniach o znacznej mocy, ważniejszych węzłach sieci, ważniejszych stacjach energetycznych;

b) linii telekomunikacyjnych:

- linii kablowych napowietrznych w liniach przesyłowych wysokich napięć;
- linii kablowych napowietrznych w liniach przesyłowych wysokich i średnich napięć;

---

<sup>17</sup> tamże, s. 91

<sup>18</sup> tamże, s. 94

- własnych podziemnych linii kablowych;
- linie dzierżawione od TP S.A.

Potencjał sieci głównej energetyki opartej na kilku pierścieniach pozwala na przepustowość 622 Mbit/s przeliczaną na 252 trakty po 2048 kbit/s lub 7560 kanały po 64 kbit/s<sup>19</sup>. Do sieci głównej włączane są sieci regionalne zakładów energetycznych pracujące w oparciu o linie energetyczne niższych napięć w technologii SDH.

Sieć telekomunikacyjna na potrzeby energetyki posiada własne linie transmisyjne i własne komutatory co w zupełności uniezależnia ją od sieci publicznej.

### **3.4. Możliwości wykorzystania sieci radiokomunikacji ruchomej**

W toku przeprowadzonych badań w obszarze literatury z zakresu telekomunikacji wyodrębniono kilka systemów radiokomunikacji ruchomej: sieci trunkingowe, telefonię bezprzewodową, komórkową oraz satelitarną.

#### **3.4.1. Systemy telefonii bezprzewodowej**

Najniższym poziomem analizy możliwości systemów radiokomunikacji ruchomej są sieci telefonii bezprzewodowej CT (ang. Cordless Telephony). Funkcjonowanie jej opiera się na dostępie radiowym do sieci stałej użytku publicznego PSTN (ang. – Public Switched Telephony Network).

Pod pojęciem telefonii bezprzewodowej określana jest łączność duplexowa telefoniczna realizowana z aparatu ręcznego do stacji stałej (bazowej) możliwa w niewielkiej odległości od stacji bazowej. Zasięg ten z reguły jest określany na kilkaset metrów przy stosowaniu niewielkiej mocy nadajników – rzędu kilkudziesięciu mW. Systemy pracują w różnych zakresach do tego przeznaczonych lub ogólnodostępnych.

W poddanych analizie wariantach systemów telefonii bezprzewodowej rozpatrzono dwa podstawowe rozwiązania oparte na pojedynczej komórce oraz pewnej liczbie niewielkich komórek. Wzięto również pod uwagę pracę systemu:

- wewnątrz budynków, gdzie anteny bazowe są zamontowane w samych urządzeniach bazowych;
- na zewnątrz budynków, gdzie anteny stacji bazowych są montowane na dachach budynków, co znacznie zwiększa zasięg środków radiowych.

<sup>19</sup> tamże, s. 94

Analizę dokonano według wyodrębnionych systemów telefonii bezprzewodowej według kryterium generacji technologicznej na:

- a) analogową telefonią bezprzewodową bez standardu;
- b) analogową telefonią bezprzewodową pierwszej generacji;
- c) cyfrową telefonią bezprzewodową drugiej generacji;
- d) europejską bezprzewodową telefonią cyfrową.

#### **3.4.1.1. Generacje analogowe telefonii bezprzewodowej**

Analogowe systemy telefonii składają się z urządzeń przenośnych i bazowych tworzącej styk radiowy z siecią stacjonarną. Jako systemy nie objęte standardem charakteryzuje się następującymi cechami:<sup>20</sup>

- analogowy charakter urządzeń;
- zapewniają zasięg optyczny (w zasięgu gospodarstwa domowego);
- praca odbywała się w kilku podzakresach - 26, 41, 47 MHz, które w znacznym stopniu są narażone na liczne zakłócenia oraz łatwość podsłuchu;
- niewielkie koszty związane z taryfikacją publicznej sieci stałej.

Struktura sieci telefonii analogowej umożliwia łączność:

- między stacją ruchomą a stacją bazową;
- między kilkoma stacjami ruchomymi (taka funkcja była możliwa po przełączeniu pracy na czysto radiotelefoniczną pomiędzy stacjami ruchomymi).

Pierwszym przyjętym standardem telefonii bezprzewodowej w Europie był CT-1 (ang. Cordless Telephony 1), u którego podstaw powstania stało<sup>21</sup>:

- duże zainteresowanie nabywców usługami telefonii bezprzewodowej;
- pogłębiające się w terenach zurbanizowanych problemy kompatybilności elektromagnetycznej dla urządzeń, które nie były objęte standardami;
- presja do większej mobilności przy jednoczesnej potrzebie utrzymywania stałej łączności w obrębie firmy, centrum handlowego lub komunikacyjnego;
- możliwości integracji wielu funkcji przez stosowanie technologii opartej na układach scalonych, a w konsekwencji miniaturyzacja urządzeń;

<sup>20</sup> W. Hołubowicz, P. Płóciennik, A. Różański, Systemy łączności bezprzewodowej, Poznań 1997, s. 65

<sup>21</sup> P. Daniluk, Radiowe systemy łączności ruchomej, AON, Warszawa 2004, s. 16

- opanowanie w technologiach półprzewodnikowych tworzenia układów pracujących na coraz większych częstotliwościach.

Standard CT 1 charakteryzuje się następującymi cechami technicznymi:

- wykorzystanie analogowego duplexu transmisji sygnału mowy;
- przydzielenie pasma częstotliwości nośnych o szerokości 1 MHz;
- wykorzystanie pasma częstotliwości dla stacji bazowej: 914 MHz – 915 MHz;
- wykorzystanie pasma częstotliwości dla stacji ruchomej 959 MHz - 960 MHz;
- wydzielenie w każdym z tak wyodrębnionych pasm 40 kanałów z odstępem standardowym co 25 kHz.

Tak określone przyczyny oraz uwarunkowania techniczne pozwoliły zdefiniować następujące obszary zastosowania systemu telefonii bezprzewodowej CT-1:

- a) przeznaczone do wykorzystania w obrębie gospodarstwa domowego;
- b) telepunktów (ang. tele-point) pozwalających stworzyć pierwotny dostęp radiowy do sieci stacjonarnej w obiektach publicznych takich, jak: dworce kolejowe, lotnicze, autobusowe; urzędy, sieci handlowe, sieci przystanków autobusowych, itp.;
- c) radiowe rozszerzenie możliwości małych central abonenckich, co znalazło zastosowanie w wielu organizacjach (instytucjach, firmach).

Mimo standaryzacji, CT 1 wykazywał wiele wad, charakterystycznych dla systemów analogowych, które generowały następujące problemy<sup>22</sup>:

- przyporządkowanie przenośnego urządzenia do tylko jednej stacji bazowej;
- brak możliwości zmiany obszaru bazowego stacji przenośnej;
- brak możliwości nieprzerwanej pracy na większym obszarze;
- niska jakość sygnału dla stosowanej w standardzie modulacji analogowej FM;
- potrzeba tworzenia telepunktów z wielodostępem;
- brak zapewnienia właściwego bezpieczeństwa prowadzonej rozmowy w telefonach tej generacji (telefonologia analogowa FM lub AM).

---

<sup>22</sup> tamże, s. 19

### 3.4.1.2. Standard CT 2 (ang. Cordless Telephony 2)

W wyniku analizy literatury dotyczącej radiokomunikacji ruchomej za podstawowe powody powstania europejskiego standardu telefonii bezprzewodowej CT-2 określono:

- oparcie się na doświadczeniach i istotnych wadach CT 1;
- pilna potrzeba spełnienia kompatybilności dla urządzeń produkowanych przez różne firmy;
- stworzenia konkurencyjnego cenowo systemu dla telefonii komórkowej;
- stworzenia konkurencyjnego technicznie dla telefonii DECT.

Dążono do tego, aby funkcje spełniane przez CT 2 były podobne do tych spełnianych przez ówczesne systemy telefonii komórkowej.

Standard CT 2 charakteryzuje się następującymi cechami technicznymi:<sup>23</sup>

- stacja ruchoma może tylko inicjować rozmowę, nie może natomiast przyjmować połączenia. Istniała więc możliwość posiadania dostępu, choć ograniczonego do sieci publicznej;
- praca cyfrowa w odróżnieniu od CT 1;
- praca w paśmie częstotliwości o szerokości 4 MHz;
- praca w podzakresie częstotliwości 864 – 868 MHz;
- realizacja wielodostępu w dziedzinie czasu i częstotliwości;
- praca na 40 kanałach częstotliwości;
- praca z odstępem częstotliwości nośnych 100 kHz;
- realizacja duplexu w dziedzinie czasu;
- liczba kanałów rozmównych równa liczbie kanałów częstotliwościowych;
- stosowana modulacja częstotliwości z ciągłą fazą GMSK (ang. Gaussian Minimum Shift Keying);
- wymagana moc toru nadawczego stacji przenośnej rzędu 5 mW;

Ostatecznie standard CT 2 został wyparty przez DECT.

<sup>23</sup> W. Hołubowicz, P. Płóciennik, A. Różański, ... op. cit., s 68

### 3.4.1.3. Standard DECT (ang. Digital European Cordless Telephony)

Standard DECT (ang. Digital European Cordless Telephony) realizuje dostęp radiowy z terminali ręcznych w formie telefonów przenośnych do stacji bazowej, a poprzez nie do sieci stacjonarnej użytku publicznego. Struktura takiego systemu składa się z mikrokomórek o promieniu do kilkuset metrów. Stacje ruchome łączą się ze stacją bazową. Jedna lub wiele stacji bazowych jest połączonych z centrum sterowania, które z kolei jest dołączone do stałej sieci telefonicznej, sieci ISDN lub sieci telefonii komórkowej GSM 900 i 1800.

U podstaw jego powstania stało zdefiniowanie dziesięciu obszarów:<sup>24</sup>

- przegląd systemu;
- warstwa fizyczna systemu;
- warstwa sterowania dostępem do medium transmisyjnego;
- warstwa sterowania łączem danych;
- warstwa sieciowa;
- opis identyfikacji i adresowania;
- cechy związane z bezpieczeństwem;
- kodowanie mowy i transmisja;
- profil dostępu publicznego;
- algorytm kryptograficzny.

Przeprowadzona analiza literatury oraz badanie dokumentów firm telekomunikacyjnych produkujących urządzenia sieci DECT pozwoliły wyodrębnić poszerzony zakres podstawowych jego zastosowań<sup>25</sup>:

- w sieci domowego telefonu bezprzewodowego;
- w sieciach telefonicznych firm i biur;
- w sieciach bezprzewodowej centrali abonenckiej;
- w sieciach telepunkt;
- w sieciach bezprzewodowego dostępu do sieci LAN;
- w bezprzewodowej pętli abonenckiej.

<sup>24</sup> K. Wesołowski, ... op. cit., s. 268

<sup>25</sup> P. Daniluk, Radiowe systemy..., op. cit., s. 22

Tak szeroki zakres zastosowań systemu DECT ostatnio zawężany jest szczególnie do:

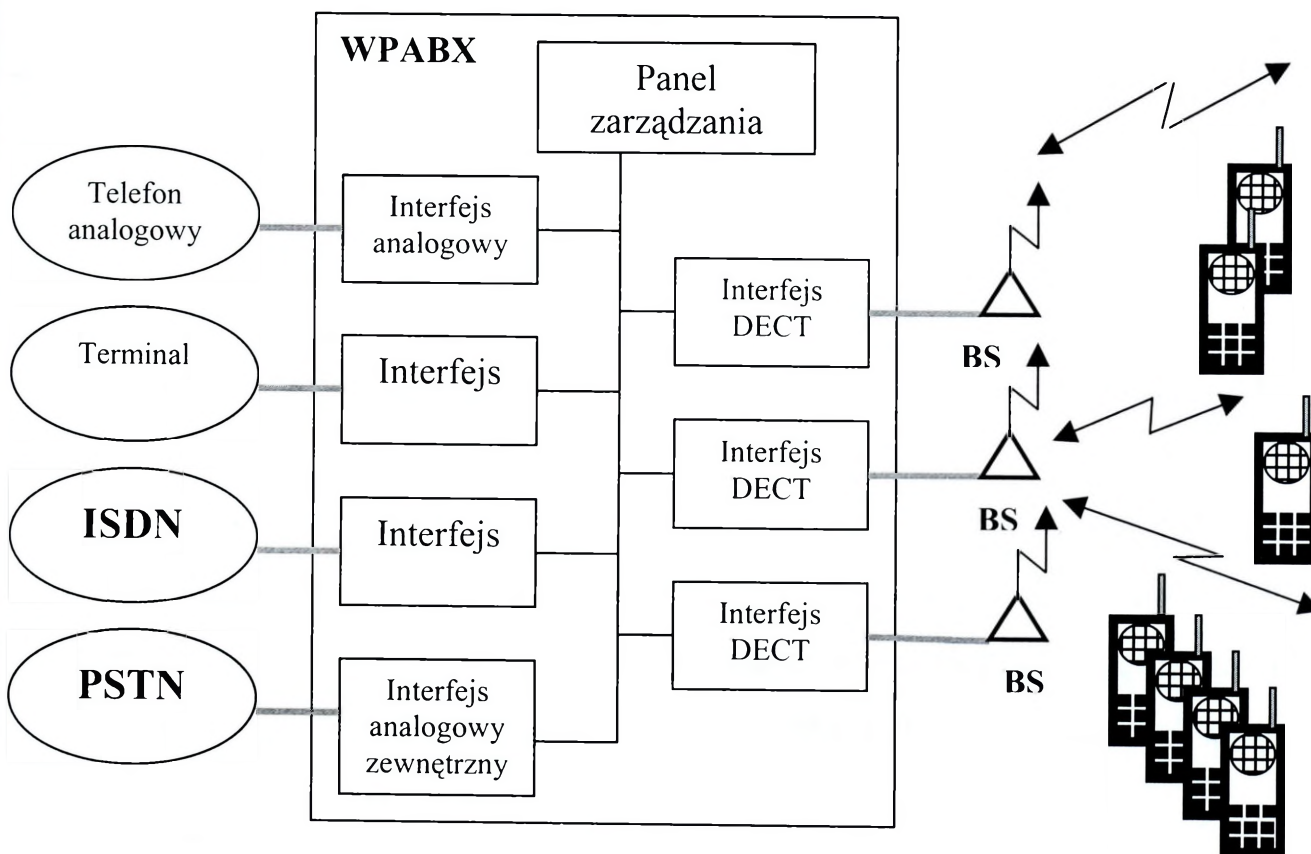
- domowego systemu telefonii bezprzewodowej pozwalającego na prowadzenie lokalnych rozmów na odległość kilkudziesięciu metrów.
- bezprzewodowych central abonenckich.

Bezprzewodowy zamknięty system łączności jest przeznaczony do zastosowania na terenie biura, firmy. Składa się on z centrali abonenckiej WPBX (ang. Wireless Private Branch Exchange), jednej lub kilku stacji bazowych oraz terminali bezprzewodowych. Wyodrębniono trzy podstawowe konfiguracje bezprzewodowych PBX (ang. Private Branch Exchange):

- centrala całkowicie bezprzewodowa;
- uzupełnienie już istniejącej centrali przewodowej o radiową;
- architektura zintegrowana – razem znajdują się obie części centrali.

Mimo dynamicznego rozwoju sieci bezprzewodowych PBX, dyskusyjna staje się kwestia przyszłości tych systemów, gdyż poważnym konkurentem stają się usługi w sieciach telefonii komórkowej (pakiety usług i taryfikacji dla firm).

Na rysunku 3.3. przedstawiono schemat sieci opartej na zintegrowanej centrali W/PBX oraz przykład konfiguracji systemu z bezprzewodową centralą abonencką.



Rys. 3.3. Przykład konfiguracji systemu DECT z bezprzewodową centralą abonencką  
Źródło: opracowanie na podstawie: K. Wesółowski, ... op. cit., s. 269

Standard DECT jest wielofunkcyjnym europejskim systemem telefonii bezprzewodowej drugiej generacji pozwalającym na tworzenie wielokomórkowych sieci stosujących procedury identyfikacji użytkowników oraz szyfrowania przesyłanego sygnału mowy.

Niemniej ważną cechą systemu jest funkcjonowanie styku z innymi systemami telekomunikacyjnymi. Dzięki temu możliwe jest dogodne podłączenie abonentów telefonicznej publicznej sieci stałej, pakietowej sieci transmisji danych X.25 oraz za pośrednictwem własnych terminali realizowanie dostępu do usług ISDN. Docelowo realizowana jest integracja systemu DECT z UMTS, co determinuje występowanie aparatów dwusystemowych.<sup>26</sup>

W wyniku przeprowadzonych badań dokonano wyodrębnienia podstawowych parametrów technicznych systemu DECT<sup>27</sup>:

- podzakres częstotliwości 1880 – 1900 MHz;
- wydzielenie 10 kanałów częstotliwościowych o szerokości 1,728 MHz;
- określenie kanałów w dziedzinie czasu i częstotliwości (FDMA / TDMA) co pozwala uzyskać łączną liczbę kanałów fizycznych wynoszącą 120;
- rodzaj modulacji typu GMSK (QPSK), która pozwala na skuteczną walkę z zanikami i wielodrogowością sygnału;
- dopuszczalna szybkość poruszania się stacji do 20 km/h, co determinuje wykorzystanie tylko terminali ręcznych w budynkach lub terenie otwartym;
- moce wyjściowe torów nadawczych rzędu 5 – 10 mW, stosowane ze względu, na małe obszary objęte mikrokomórkami do kilkuset metrów.

W systemie DECT jest stosowany rozproszony, dynamiczny przydział kanału radiowego pozwalający na:

- uniknięcie przyporządkowania na stałe poszczególnym stacjom bazowym podzbioru określonych kanałów częstotliwości (częstotliwości nośnych);
- działanie w pobliżu siebie różnych systemów eksploatowanych przez różnych operatorów i wykorzystujących standard DECT, bez konieczności wzajemnych wcześniejszych uzgodnień.

<sup>26</sup> W. Hołubowicz, P. Płóciennik, A. Róžański, ... op. cit., s 69

<sup>27</sup> P. Daniluk, Radiowe systemy..., op. cit., s. 23

W tabeli 3.2. dokonano krótkiej reasumpcji możliwości poddanych analizie systemów telefonii bezprzewodowej. Taka charakterystyka objęła kilka podstawowych obszarów funkcjonowania tych systemów radiokomunikacyjnych.

Tab. 3.2. Porównanie zasadniczych standardów telefonii bezprzewodowej

System	CT 1	CT 2	CT 3	DECT
Podzakres częstotliwości [MHz]	885-887 1) 930-932 2)	864 - 868	800-1000	1880 - 1900
Szerokość podzakresu częstotliwości [MHz]	2	4	4/8	20
Szerokość kanału częstotliwościowego [kHz]	25	100	1000	1728
Metoda dostępu	FDMA	FDMA	FDMA TDMA	FDMA TDMA
Metoda duplexu	FDD	TDD	TDD	TDD
Liczba kanałów częstotliwości	80	40	4/8	10
Liczba kanałów pracy zawartych na jednej częstotliwości	1	1	8	12
Liczba kanałów pracy	80	40	32/64	132
Rodzaj modulacji	FM	BFSK	BFSK	GMSK
Przenoszenie rozmów	-	-	+	+
Wywoływanie dwustronne	-	-	+	+
Szybkość cyfrowego strumienia mowy [kbit/s]	Mod. FM analogowa	32	32	32
Promień komórki [m]	50-300	30-100	30-100	30-200
Moc toru nadawczego (śr/max) [mW]	10 12	5 10	5 89	10 250

Legenda: 1) transmisja „w górę”, 2) transmisja „w dół”

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Wesolowski, ... op. cit., s. 264

### 3.4.2. Systemy dyspozytorskie

Drugim wybranym do analizy rodzajem sieci radiokomunikacji ruchomej są systemy dyspozytorskie. Ich bezpośrednim rozwinięciem stały się systemy trankingowe. Systemy dyspozytorskie posiadają do dziś wielu zastosowań, a głównymi obszarami ich eksploatacji są:

a) w zakresie powyżej 26 980 kHz:

- leśnictwo, służby leśne;
- transport samochodowy i kolejowy;
- budownictwo, przedsiębiorstwa budowlane;
- lotnictwo;

b) w zakresie 1607,5 kHz – 27 500 kHz:

- służby morskie;
- służby lotnicze;
- służby lądowe (tu w rozumieniu MSWiA).

Największej eksploatacji systemy dyspozytorskie podlegały kilkadziesiąt lat temu, gdy nie funkcjonowała jeszcze telefonia komórkowa, a systemy trankingowe były tylko w fazie prób.

Celem systemów dyspozytorskich jest zapewnienie łączności dla rozproszonej grupy abonentów tej samej organizacji (instytucji, firmy). Dotyczy to organizacji działających na dużym obszarze (powiatu, województwa, kilku województw), między innymi takich, jak:

- funkcjonowanie w terenie – leśnictwo, budownictwo, transport;
- funkcjonowanie instytucji mobilnych (pogotowia) – policja, straż, pogotowie ratunkowe, energetyka, gazownictwo, służby portowe lotnicze i morskie.

W zależności od wagi tych systemów oraz celu ich funkcjonowania, można wyodrębnić dwa podstawowe zasoby radiowe:

- specjalnie przydzielane (wnoszenie opłat za korzystanie) pasma: 31 – 47 MHz, 156 – 174 MHz, 420 – 470 MHz;
- ogólnodostępne pasma dla różnych zastosowań (27 MHz, 41 MHz, 432 MHz).

W wyniku przeprowadzonych badań do cech wspólnych tych sieci radiotelefonicznych zaliczono<sup>28</sup>:

- abonenci sieci są pracownikami (członkami) tej samej organizacji;
- organizacja jest operatorem sieci i ponosi koszty jej eksploatacji;
- sieć składa się z wielu stacji ruchomych oraz jednej lub kilku bazowych;
- operator stacji bazowej, wyjątkowo ruchomej, posiada prawo wydawania poleceń innym stacjom;
- większość połączeń odbywa się między dyspozytorem a abonentami stacji ruchomych;
- istnieje rzadka możliwość wychodzenia z sieci radiotelefonicznej do sieci stacjonarnej publicznej;
- połączenia trwają krótko, co wynika ze służbowego charakteru relacji informacyjnych wymagających z kolei stosowania kodów i kryptonimów;
- jakość łączności jest nienajlepsza, a bezpośredniego powodu tego można upatrywać w braku taryfikowania rozmów (aspekt ekonomiczny).

Dokonana analiza techniczna tych systemów była bardziej szczegółowa niż w innych systemów radiokomunikacyjnych, co wynikało z dużego prawdopodobieństwa ich wykorzystania w sytuacjach współpracy wojskowo-cywilnej.

Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie przybliżonych zasięgów pomiędzy stacjami przenośnymi i bazowymi w sieciach dyspozytorskich UKF. Otrzymane wartości posiadają charakter szacunkowy i są zależne od mocy wyjściowej urządzeń oraz ukształtowania terenu i wynoszą<sup>29</sup>:

- dla relacji stacja przenośna - stacja przenośna = 3 - 8 km;
- dla relacji stacja przenośna - stacja przewoźna = 5 - 12 km;
- dla relacji stacja przenośna - stacja bazowa = 7 - 15 km;
- dla relacji stacja przewoźna - stacja bazowa = 10 - 25 km;
- dla relacji stacja przewoźna - stacja przewoźna = 10 - 20 km;
- dla relacji stacja bazowa - stacja bazowa = 25 - 50 km.

---

<sup>28</sup> P. Daniluk, Radiowe systemy..., op. cit., s. 35

<sup>29</sup> tamże, s. 37

Znaczne moce torów nadawczych stacji przenośnych i pokładowych są podyktowane potrzebą zapewnienia największego zasięgu łączności bezpośredniej, tj.:

- dla stacji przenośnych do 0,5 - 8 W (np. radiotelefony „ręczne”),
- dla stacji przewoźnych do 25 - 30 W (radiotelefony samochodowe),
- dla stacji bazowych 50 - 75 W.

Zaprezentowane tak znaczne moce torów nadawczych stacji pokładowych i bazowych w systemach dyspozytorskich niosą charakterystyczne cechy.

Mogą być zaletą w przypadku utraty łączności ze stacją bazową, gdyż istnieje możliwość uzyskania połączenia bezpośredniego między stacjami pokładowymi nawet do kilkudziesięciu kilometrów a między ruchomymi do 8 kilometrów bez potrzeby uczestniczenia stacji bazowej.

Mogą być również wadą, gdyż istnieje duże prawdopodobieństwo interferencji od innych sieci pracujących na podobnych częstotliwościach nawet odległych o kilkadziesiąt lub kilkaset kilometrów (będących rezultatem propagacji jonosferycznej). Znaczne zasięgi bezpośrednie na najniższych podzakresach fal ultrakrótkich były często powodem zagrożenia interferencyjnego dla innych sieci.

W omawianych systemach przede wszystkim były wykorzystywane najniższe częstotliwości fal ultrakrótkich, które zapewniały największe zasięgi, tj. podzakresy<sup>30</sup>:

- 31 MHz – 47 MHz oraz 73 MHz – 86,5 MHz (prawie zanikające zastosowanie przez inne służby niż wojskowe);
- 146 - 174 MHz (wyższe pasma służb państwowych i różnego typu pogotowia przeniesionych z pasma 31 - 47 MHz),
- 300 - 335 MHz (łączność między taksówkami – np. „Zew Taxi”),
- 420 – 470 MHz (różne służby i zastosowania).

Przeprowadzona analiza dokumentacji technicznej pozwoliła określić podstawowe uwarunkowania techniczne sieci dyspozytorskich, którymi są:

- dookólny charakter oraz znaczne wymiary anten wynikający z długości wykorzystywanej fali;

---

<sup>30</sup> tamże, s. 36

- stosowanie jako podstawowej emisji F3E z odstępem międzykanałowym 25 kHz lub 12,5 kHz. Rzadziej stosowana jest emisja A3E – na częstotliwościach poniżej 30 MHz oraz w zakresie 118 – 148 MHz;
- do dyspozycji standardowo jest przydzielana niewielka liczba dostępnych kanałów częstotliwości (dla stacji przenośnych kilka, dla stacji pokładowych kilkanaście lub kilkadziesiąt, dla stacji bazowych do kilkuset kanałów).

Reasumując, funkcjonowanie systemu dyspozytorskiego opiera się na wykupieniu od krajowego urzędu administracji radiowej prawa do wykorzystywania określonych kanałów częstotliwości na danym obszarze. Polega on na pracy opartej o następujące cechy techniczne:

- kanały radiowe co 25 kHz;
- podzakresy zawarte w zakresie VHF 30 – 300 MHz;
- wykorzystanie „kanału otwartego”, gdzie każdy abonent słucha na bieżąco prowadzonych w kanale rozmów i na tej podstawie decyduje o zajętości kanału.

Rozpatrując organizację sieci dyspozytorskich należy pamiętać o kilku istotnych ułomnościach takich rozwiązań radiokomunikacyjnych. Za takie niedogodności należy uważać, między innymi<sup>31</sup>:

- brak prywatności rozmów;
- nieefektywne wykorzystanie pasma częstotliwości;
- niska jakość łączności wynikająca, przede wszystkim, z rodzaju modulacji;
- potrzeba samodzielnego utrzymywania łączności;
- ograniczone możliwości automatyzacji pracy.

Można sądzić, iż obecne sieci dyspozytorskie są najczęściej etapem przejściowy w wielu organizacjach do łączności trankingowej.

Odrębną grupę sieci dyspozytorskich stanowią sieci resortowe i służb radiowych o zasięgu krajowym i międzykontynentalnym. Nowoczesne techniki pracy jak szybka zmiana częstotliwości, transmisja danych, automatyczne zarządzanie jakością łącza stosującego wiele rodzajów propagacji, adaptacja mocy nadawczej i szybkości transmisji powodują, że sieci te rozwijają się w kierunku trankingu, tak jak sieci radiotelefoniczne ultrakrótkofalowe.

---

<sup>31</sup> tamże, s. 38

### 3.4.3. Łączność trunkingowa

Nowoczesnym wydaniem pracy sieci radiotelefonicznych jest trunking.

Określenie łączności trunkingowej pochodzi od angielskiego słowa trunking oznaczającego łączność międzymiastowa lub główny trakt łączności. U podstaw powstania tego rodzaju telekomunikacji stała pilna potrzeba efektywnego wykorzystania potencjału sieci radiotelefonicznych. Presję tę potęgowała dynamicznie rosnąca liczba abonentów sieci oraz kurczące się zasoby częstotliwościowe wynikające z lawinowo powiększającej się liczby zastosowań fal radiowych.

Trunkingiem objęto znaczną część dotychczas wykorzystywanych zakresów w sieciach dyspozytorskich takich, jak: 30 – 87 MHz, 156 – 174 MHz, 300 – 345 MHz oraz 420 – 470 MHz.

Rozwiązaniem nabrzmiałego problemu zwiększającej się liczby użytkowników pracujących w wąskich podzakresach lub na nielicznych wartościach częstotliwości było opracowanie automatycznego i dynamicznego przydzielania wspólnego zbioru kanałów radiowych (częstotliwości). Pozwoliło to pracować znacznie większej liczbie abonentów, którzy mogą pochodzić z różnych organizacji (firm, instytucji itp.).

Zasadniczą cechą trunkingu jest to, że zestaw posiadanych (wykupionych) częstotliwości zostaje udostępniony wszystkim abonentom, bez przydzielania konkretnych wartości określonym abonentom. Pozwala to nie blokować częstotliwości, które nie są w danym czasie wykorzystywane. Istotą funkcjonowania systemu trunkingowego jest procedura sterująca procesem kolejkowania abonentów oraz przydzielania im odpowiednich (wolnych) kanałów. Stacja abonenta (ruchomego lub również stacjonarnego) jest przekierowywana na odpowiedni kanał. Abonent nie musi sprawdzać (i nie ma takiej możliwości) zajętości kanału, co zapewnia również pewną prywatność prowadzonych rozmów przez urządzenie, a jest to ważne, szczególnie gdy użytkownicy takiej sieci pochodzą z różnych organizacji.

Przeprowadzone badania pozwoliły porównać systemy trunkingowe z tradycyjną pracą radiotelefoniczną rozumianą jako systemy dyspozytorskie, w wyniku czego określono następujące cechy charakterystyczne:<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> tamże, s. 39

- większa pojemność systemu, co pozwala albo wykorzystywać mniej kanałów (ponosić mniejsze opłaty za przydzielone częstotliwości od urzędu administracji radiowej) lub obsługiwać więcej abonentów (a więc uzyskiwać dla operatora większe opłaty od usługobiorców);
- większa elastyczność systemu, w przypadku zmieniania liczby abonentów;
- większa niezawodność, awaria kanału nie blokuje połączeń, lecz tylko wydłuża czas oczekiwania (i to nieznacznie);
- mniej skomplikowane tworzenie grup priorytetowych abonentów i kolejności dostępu;
- większa prywatność prowadzonych rozmów, gdyż słyszą się tylko ci abonenci, którzy zostali zestawieni przez stację dyspozytorską. Stacja przełączająca realizuje funkcje automatycznie, bez udziału człowieka – operatora;
- większa jakość prowadzonych rozmów przez abonentów, gdyż występuje mniejsza liczba częstotliwości zakłócanych (w przypadku występowania zakłóceń stacje zostają automatycznie przełączone na nową częstotliwość);
- możliwość tworzenia usług dodanych – np. definiowania grup abonentów, przekierowywanie rozmów radiotelefonicznych;
- większa prostota działania – nie potrzebne jest ciągle dyżurowanie operatorów przełączających rozmowy i dysponujących kanałami;
- w przypadku rzadkiego korzystania, zmniejszenie ponoszonych kosztów;
- **w przypadku sytuacji kryzysowych, pogarszanie pracy systemu zachodzi z pewnym opóźnieniem, co jest bardzo ważne dla takich służb jak policja, pogotowie ratunkowe, straż pożarna, wojsko, transport kolejowy.**

W związku z posiadaniem takich cech systemy trunkingowe mogą realizować następujące rodzaje połączeń:<sup>33</sup>

- indywidualne;
- grupowe ze wszystkimi członkami grupy;
- z siecią PSTN (dla ograniczonej grupy abonentów);
- alarmowe i awaryjne;
- bezpośrednio ze służbami publicznymi;

<sup>33</sup> K. Wesółski, ... op. cit., s. 247

- w postaci krótkich informacji cyfrowych;
- w postaci transmisji danych.

Istnieje kilka zasadniczych kryteriów podziału systemów trunkingowych. Przeprowadzona analiza pozwoliła wyodrębnić dwa zasadnicze modele funkcjonowania tego typu sieci, w zależności od zakresu udostępnienia zasobów co jest determinowane tym, czy właścicielem i operatorem jest wyspecjalizowana firma, czy sam użytkownik. W związku z takimi uwarunkowaniami wyodrębniono:

- publiczne systemy trunkingowe PAMR (ang. - Public Access Mobile Radio);
- prywatne systemy trunkingowe PMR (ang. - Private Mobile Radio).<sup>34</sup>

System publiczny jest dedykowany dla niepowiązanych między sobą podmiotów i osób, które stają się użytkownikami systemu po wykupieniu abonamentu na świadczenie takich usług u wyspecjalizowanego operatora. Użytkownikami są wtedy organizacje działające na niewielkim obszarze takie, jak firmy transportowe, służby miejskie.

Dla tak zdefiniowanych użytkowników systemu najważniejszymi cechami jest:

- niski koszt usługi (połączeń);
- zachowana prywatność połączeń;
- dostęp poprzez terminale radiowe również do sieci stacjonarnej.

Sieci trunkingowe, zwane prywatnymi lub izolowanymi, są przeznaczone dla wydzielonego użytkownika. Są to najczęściej służby publiczne – policja, pogotowia, straż, a także niektóre zastosowania w wojsku. Użytkownicy ci mają zupełnie inne wymagania, a poziom jakości ich realizacji jest wysoki.

W toku przeprowadzonych badań zbudowano zestaw fundamentalnych wymagań dla izolowanych systemów trunkingowych. Zawarto w nim takie cechy, jak:

- szybki dostęp do sieci określony stopniem gradacji;
- niezawodność systemu oparta o stopniowe pogarszanie jakości łączności oraz możliwości pracy awaryjnej jako systemu dyspozytorskiego;
- wysokie bezpieczeństwo systemu w obszarze radiowym oraz logicznym;
- przepustowość systemu oparta na ustalonych priorytetach;
- żywotność oraz znaczna odporność systemu na wszelakie zakłócenia.

<sup>34</sup> W. Hołubowicz, P. Płóciennik, A. Różański, ... op. cit., s 85

Często dokonywana jest typologia systemów trunkingowych z uwzględnieniem kryterium standardu wykorzystanego przy ich tworzeniu. Analizie poddano trzy najbardziej rozpowszechnione standardy w Europie:

- brytyjski MPT 1327;
- TETRA (ang. TransEuropean Trunked Radio),
- EDACS (ang. Enhanced Digital Communication System)

#### **3.4.3.1. Standard MPT**

Standard MPT 1327 zaproponowany w latach 90-tych przez brytyjskie Ministerstwo Przemysłu i Handlu. dotyczy sygnalizacji i określa protokół wymiany informacji pomiędzy stacją bazową a stacjami ruchomymi. Rozwiązuje on problem kolizji zgłoszeń od wielu abonentów systemu równoległe.

Standard MPT 1327 wiąże ze sobą wiele innych norm, takich jak:<sup>35</sup>

- MPT 1317 – opis transmisji informacji cyfrowych przez łącze radiowe;
- MPT 1318 – określenie głównych założeń technicznych;
- MPT 1343 – opis styku radiowego dla publicznych sieci trunkingowych;
- MPT 1347 – określenie styków systemowych;
- MPT 1352 – procedury homologacji przenośnych terminali trunkingowych.

W Polsce przykładami zastosowania systemów typu MPT są:<sup>36</sup>

- Sieć Telekomunikacji Polskiej S.A. (sieć RADIO-NET);
- Policja – Warszawa, Kraków, Łódź (system EDACS w wersji analogowej);
- PLL LOT (S-Kay).

Za wady analogowych systemów trunkingowych według standardów MPT określono między innymi takie cechy, jak:<sup>37</sup>

- mało efektywne wykorzystanie pasma częstotliwości poprzez zbyt niski stopień zwielokrotnienia wykorzystania kanału częstotliwości;
- znaczny koszt eksploatacji sieci wynikający z przydzielenia pojedynczego kanału rozmównego na nośną;

---

<sup>35</sup> K. Wesołowski, ... op. cit., s. 248

<sup>36</sup> tamże, s. 251

<sup>37</sup> tamże, s. 251

- niski stopień bezpieczeństwa sygnału mowy a przez to wysoki koszt urządzeń zabezpieczających prywatność prowadzonych rozmów.

Powyższe okoliczności zintensyfikowały prace międzynarodowych organizacji telekomunikacyjnych w kierunku ucyfrowienia systemów trunkingowych. W następstwie tych prac powstał system TETRA (ang. TransEuropean Trunked Radio) oraz wersja cyfrowa systemu EDACS.

Oprócz brytyjskiego, można wyodrębnić wiele innych analogowych standardów opracowywanych przez samych producentów telekomunikacyjnych, wśród których można wymienić koncepcję firmy Ericsson w postaci pierwszego wariantu systemu EDACS.

#### **3.4.3.2. System TETRA (ang. TransEuropean Trunked Radio)**

System TETRA jest europejską koncepcją systemu bezprzewodowej łączności cyfrowej. Został opracowany z myślą o przesyłaniu drogą radiową sygnałów mowy oraz transmisji danych dla różnych organizacji, które muszą ze sobą współdziałać. Zbudowano system łączności miało pozwolić na współpracę wielu różnych służb publicznych z wykorzystaniem dotychczas wykorzystywanego potencjału radiowego.

Przeprowadzone badania rozproszonych materiałów reklamowych i technicznych firm telekomunikacyjnych pozwoliły określić zakres realizowanych usług w systemie TETRA, za które uznano:<sup>38</sup>

- transmisję sygnałów mowy;
- transmisję danych w trybie połączeniowym z przepływnością od 9,6 kbit/s (przy wysokim zabezpieczeniu przed błędami) do 28,8 kbit/s (przy braku kodowania protekcyjnego);
- pakietową transmisję danych.

Do zestawu usług sieciowych zaliczono takie aspekty, jak:<sup>39</sup>

- obsługa abonentów indywidualnych i grupowych;
- przekazywanie rozmów – warunkowe i bezwarunkowe;
- blokowanie przychodzących i wychodzących rozmów;
- informowanie abonenta o rozmowach przychodzących;

<sup>38</sup> J. Krasoń, TETRA – otwarty standard cyfrowej łączności trunkingowej, Przegląd Telekomunikacyjny, 3/2000

<sup>39</sup> tamże

- określanie numerów skróconych;
- tworzenie różnych grup abonentów;
- realizacja połączeń konferencyjnych,
- dokonywanie gradacji i kolejkowania abonentów;
- tworzenie priorytetów dostępu do sieci oraz do jej zasobów, np. w zależności od natężenia ruchu radiowego;
- autoryzacja zestawianych połączeń przez centrum kontroli sieci;
- monitorowanie przez uprawnionego abonenta funkcjonowania sieci, chociażby przestrzegania tajemnicy, itp.;
- przechowywanie zapamiętanych informacji i przekazywanie adresatowi, gdy np. włączy się do sieci.

W porównaniu z trunkingowymi systemami analogowymi (MPT) TETRA proponuje:

- wielokrotne wykorzystanie częstotliwości nośnych;
- większe bezpieczeństwo przesyłanego sygnału mowy wynikające z cyfrowego kodowania sygnału oraz znacznych możliwości jego szyfrowania;
- uniezależnienie jakości sygnału od mocy sygnału;
- eliminację interferencji od innych użytkowników;
- szybką transmisję danych;
- możliwość podziału obszaru stacji bazowej na sektory, co zwiększa jakość łączności.

W architekturze systemu TETRA można wyodrębnić:

- podsystem komutacyjno-sieciowy;
- podsystem dostępu radiowego.

W części komutacyjno-sieciowej znajdują się centrale lokalne, które są podporządkowane centralom głównym pełniąc rolę pośrednika pomiędzy wyniesionymi koncentratorami central sieci stałej, a sterownikami stacji bazowych.

W części komutacyjno-sieciowej występują: rejestratory użytkowników, centra eksploatacji i utrzymania ruchu oraz moduły współpracy zewnętrznej z publiczną siecią stałą, z siecią ISDN, siecią pakietowej transmisji danych.

W części radiowej występują stałe stacje bazowe oraz terminale przenośne, gdzie:

- terminale ruchome realizują podstawowe rodzaje pracy - foniczną i podstawową transmisję danych;
- stacje stałe – są automatycznie obsługiwane przez operatora.

W standardzie TETRA rozróżnia się trzy rodzaje terminali ruchomych o odpowiednich mocach wyjściowych toru nadawczego:

- dla terminali przenośnych do 1 W;
- dla terminali przewoźnych do 5 W;
- dla terminali stałych do 10 W.

Przy największych wartościach mocy są możliwe zasięgi przekraczające nawet 50 kilometrów od stacji bazowej (podobnie jak w sieciach dyspozytorskich).

W tabeli 3.3. zestawiono podstawowe parametry systemu TETRA.

Tab. 3.3 Podstawowe parametry standardu TETRA

Parametr	Wartość
Podzakresy pracy	380 MHz – 385 MHz 395 MHz – 400 MHz
Odstęp międzykanałowy	25 kHz
Liczba kanałów na jednej nośnej	4
Rodzaj wielodostępu	FDMA /TDMA
Rodzaj modulacji	$\pi/4$ DQPSK
Przepływność danych w jednym kanale częstotliwościowym	2,4 - 19,2 kbit/s
Przepływność danych po kodowaniu protekcyjnym	36 kbit/s
Szybkość modulacji	18 bodów
Algorytm dostępu do kanału transmisyjnego	ALOHA
Czas zestawienia połączenia	300 ms
Czas przejścia terminala między obszarami stacji bazowej	Mniej niż 1 s
Klasy mocy torów nadawczych	1 / 3/ 10 W
Wielkość komórek	Do 60 km
Maksymalna prędkość terminala mobilnego	Do 200 km/h

Źródło: W. Hołubowicz, P. Płóciennik, A. Różański, ... op. cit., s 98

### 3.4.3.3. System EDACS (ang. Enhanced Digital Communication System)

System EDACS jest koncepcją firmy Ericsson należąc do standardów zamkniętych. Cecha taka oznacza wysoki stopień bezpieczeństwa funkcjonowania sieci telekomunikacyjnej, co pozwala przede wszystkim wykorzystać ją w takich służbach jak policja, służby ratunkowe, wojsko, itp. Charakter zamknięty standardu oznacza, że określona firma telekomunikacyjna posiada prawo wyłączności budowy i eksploatacji tego systemu.

U podstaw powstania standardu stanęły takie założenia, jak:<sup>40</sup>

- krótki czas dostępu do sieci;
- cyfrowa transmisja fonii oraz transmisja danych od 4800 bit/s do 9600 bit/s w wersji szerokopasmowej;
- przeznaczenie każdego kanału do przesyłania sygnału co znacznie zwiększa efektywność systemu w stosunku do standardu TETRA i MPT. Zrealizowano to przede wszystkim dzięki stworzeniu możliwości spełniania funkcji kanału sterującego przez każdą częstotliwość nośną;
- możliwość współpracy z systemami analogowymi w postaci pracy fonicznej;
- połączenia z różnymi sieciami stacjonarnymi, w tym również resortowymi.

Potencjalne możliwości pracy systemu zawarto w następujących podzakresach częstotliwości<sup>41</sup>:

- 136 – 174 MHz (kanały co 25 kHz);
- 403 – 515 MHz (kanały co 25 kHz);
- 806 – 870 MHz (kanały co 25 kHz);
- 894 – 941 MHz (kanały co 12,5 kHz – transmisja wąskopasmowa).

System może pracować na czterech poziomach konfiguracji, tj.:

- pierwszy poziom - pojedyncza stacja bazowa, pełny trunking;
- drugi poziom – uzupełnienie poziomu pierwszego o elektroniczne sterowanie;
- trzeci poziom – możliwość transmisji danych;
- czwarty poziom – dedykowany dla znacznych obszarów (zarządzanie pracą kilku stacji bazowych).

<sup>40</sup> K. Wesołowski, ...op. cit., s. 252

<sup>41</sup> P. Daniluk, Radiowe systemy..., op. cit., s. 48

Cechą charakterystyczną EDACS w stosunku do innych rozwiązań systemów łączności trunkingowej, są właściwości połączeń grupowych, do których przede wszystkim, można zaliczyć:<sup>42</sup>

- blokada podwójnego nadawania priorytetowego - abonentowi umożliwia się pracę przy jednoczesnym blokowaniu nadawania innych;
- przeszukiwanie grup abonentów – wybrani abonenci mogą stale przeszukiwać grupy korespondentów;
- identyfikacja stacji ruchomej – na wyświetlaczach stacji ruchomej z danej grupy pojawia się identyfikator nadającego abonenta;
- automatyczne dodawanie stacji ruchomej do grupy abonenckiej.

Dokonując pewnej konstatacji w obszarze łączności trunkingowej można zauważyć, że obecnie funkcjonują równolegle dwa systemy tego typu telekomunikacji. Są nimi TETRA i EDACS. Pierwszy jest szeroko stosowany w systemach o charakterze publicznym otwartym, gdzie pracują abonenci różnych firm, instytucji. EDACS posiada szczególne zastosowanie w funkcjonowaniu służb publicznych, ratowniczych, w układzie sieci izolowanym. W sytuacjach kryzysowych nie pozwala to na pełne współdziałanie służb państwowych i firm prywatnych.

#### **3.4.4. Systemy telefonii komórkowej drugiej generacji**

Cechami charakteryzującymi poszczególne fazy rozwoju telefonii komórkowej są:

- pierwsza generacja – transmisja analogowa, czyli: mała pojemność i niezawodność systemu, łatwość podsłuchu;
- druga generacja – transmisja cyfrowa i zastosowanie FDMA / TDMA, czyli: większa pojemność i wykorzystanie przydzielonego pasma częstotliwości, większa niezawodność i bezpieczeństwo;
- trzecia generacja – transmisja cyfrowa i wykorzystanie odmian CDMA, czyli: oprócz cech systemu drugiej generacji, znaczne przepływności do 384 kbit/s, a w pewnych sytuacjach do 2 Mbit/s, pełne zintegrowanie różnych dotychczas izolowanych podsystemów – np. satelitarnego, bezprzewodowych sieci komputerowych.

---

<sup>42</sup> K. Wesołowski, ...op. cit., s. 252

Do niedawna w Polsce funkcjonowały równolegle dwa systemy łączności komórkowej – pierwszej oraz drugiej generacji. Obecnie można stwierdzić, że telefonia komórkowa występuje jako systemy drugiej i wdrażane trzeciej generacji.

Drugą generacją telefonii komórkowej stanowi system zupełnie cyfrowy w odróżnieniu od pierwszej, która w Polsce był do niedawna system NMT (ang. Nordic Mobile Telephone).

System NMT wykorzystywał podzakresy w paśmie 450 MHz, których stosunkowo niskie wartości częstotliwości wynikały z zakładanych szczególnych uwarunkowań terenowych, jakimi były<sup>43</sup>:

- duże obszary zalesione;
- znaczne różnice wysokości;
- często obszary o słabej infrastrukturze stałej;
- często obszary o małym zaludnieniu.

**Przeprowadzone badania dokumentacji dotyczącej działania systemu w okresie klęsk żywiołowych w postaci powodzi i krótkich, gwałtownych załamań pogody na obszarze Kotliny Kłodzkiej oraz Kotliny Jeleniogórskiej pozwoliły jednoznacznie stwierdzić większą przydatność tych systemów niż GSM w tak krytycznych sytuacjach. Przede wszystkim dotyczyło to większego zasięgu bezpośredniego w sieci NMT co w standardowych warunkach funkcjonowania jest wadą, ale w sytuacjach kryzysowych - raczej zaletą.**

System GSM jest wynikiem europejskich badań - szczególnie zespołu koncepcyjnego GSM (franc. Groupe Speciale Mobile), który realizował zadanie opracowania systemu telefonii komórkowej dla Europy Zachodniej.

U podstaw tworzenia tego systemu stało kilka głównych założeń, takich jak<sup>44</sup>:

- całkowicie cyfrowy wspólny standard dla całej Europy;
- funkcjonowanie w dwóch stosunkowo wąskich podzakresach częstotliwości w paśmie 900 MHz (przeznaczonym dla obszarów podmiejskich i otwartych) oraz DCS 1800 MHz (ang. Digital Cellular System) przeznaczonym dla rejonów gęsto zaludnionych.

---

<sup>43</sup> P. Daniluk, Radiowe systemy..., op. cit., s. 55

<sup>44</sup> tamże, s. 64

Funkcjonowanie najbardziej rozpowszechnionego obecnie w Europie systemu telefonii komórkowej oparto na bardziej złożonej strukturze niż w systemach analogowych NMT. W porównaniu z poprzednikami zrezygnowano z wielofunkcyjności wielu elementów sieci będącej źródłem największej awaryjności systemu. Poszczególnym elementom sieci przypisano węższe zadania, co spowodowało większą liczbę elementów składowych struktury oraz wymagało rozbudowanej sieci zarządzania systemem.

#### **3.4.4.1. Aspekt strukturalny**

Przeprowadzone badania pozwoliły ustalić, że architektura systemu GSM została oparta, między innymi, na:

- podsystemie zarządzania systemem GSM;
- podsystemie komutacyjno-sieciowym (centrale, rejestry, węzły pakietowe, sterowniki stacji bazowych);
- podsystemie radiowym (stacje ruchome, stacje bazowe).

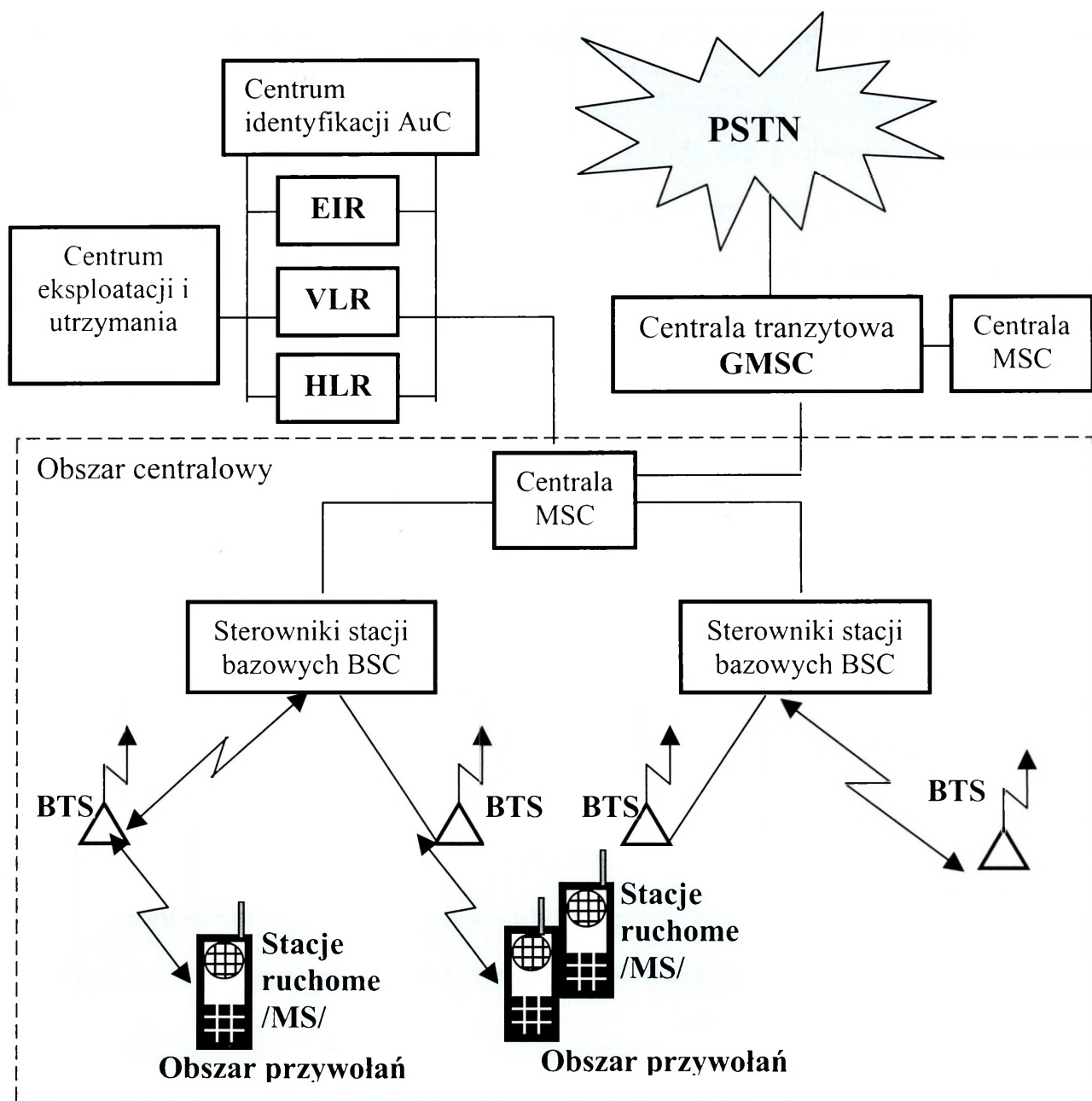
Takie przyjęcie ogólnego podziału sieci na grupy elementów składowych pozwoliło wyodrębnić<sup>45</sup>:

- stacje ruchome MS (ang. Mobile Station);
- stacje bazowe BTS (Base Transceiver Station);
- sterowniki stacji bazowych BSC (ang. Base Station Controller);
- centrale systemu MSC (ang. Mobile Switching Centre);
- centrale tranzytowe systemu GMSC (ang. – Gateway MSC)
- rejestry stacji obcych VLR (ang. – Visitors Location Register);
- rejestry stacji własnych HLR (ang. – Home Location Register);
- rejestry identyfikacji wyposażenia EIR (ang. – Equipment Identity Register)
- centra weryfikacji autentyczności AuC (ang. – Authentication Centre);
- węzły pakietowe GSN (ang. – GPRS Support Node) GGSN (ang. Gateway for GSN).

Na rysunku 3.4. przedstawiono ogólną strukturę systemu telefonii komórkowej GSM.

---

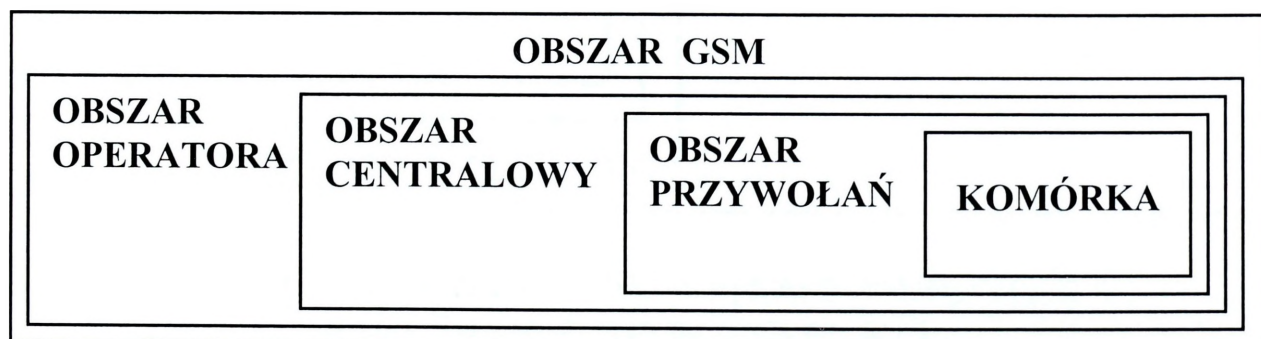
<sup>45</sup> tamże, s. 65



Rys. 3.4. Struktura systemu GSM

Źródło: P. Daniluk, *Radiowe systemy łączności ruchomej*, AON, Warszawa 2004, s. 66

Podstawą funkcjonowania systemu GSM jest jego hierarchiczna struktura przestrzenna, która pozwala śledzić efektywnie ruch terminali ruchomych. Na rysunku 3.5. przedstawiono istotę takiej struktury hierarchicznej systemu telefonii GSM.



Rys. 3.5. Struktura hierarchiczna systemu telefonii komórkowej GSM

Źródło: P. Daniluk, *Radiowe systemy łączności ruchomej*, AON, Warszawa 2004, s. 75

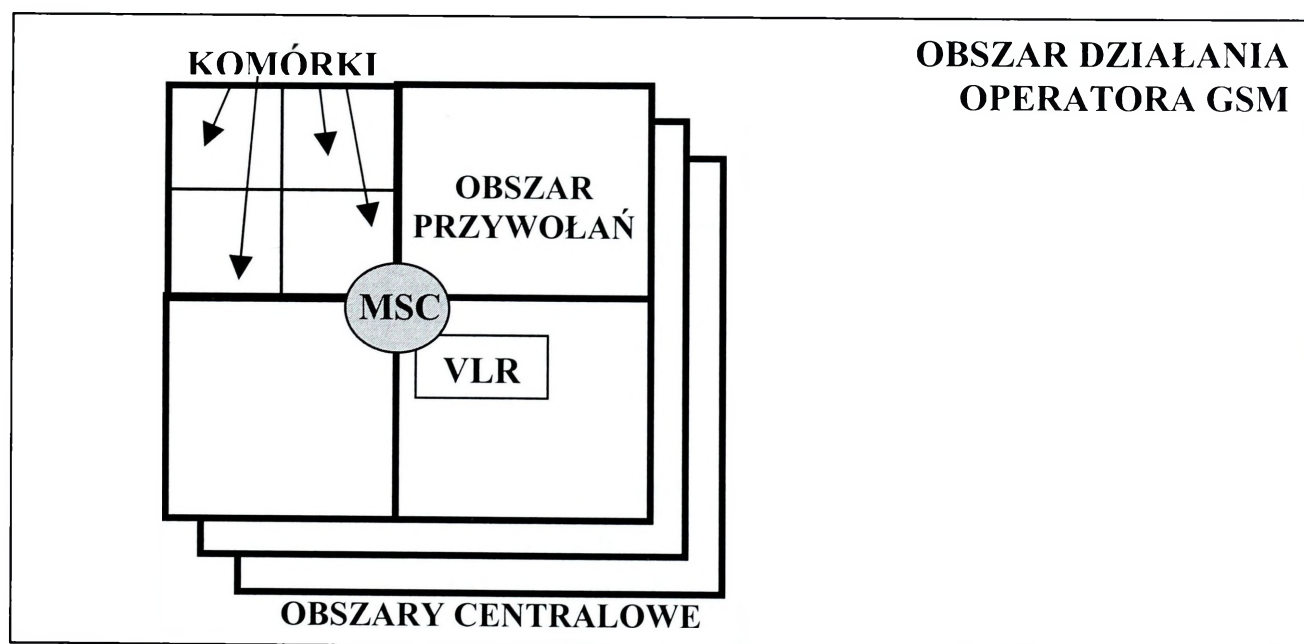
Określone wzajemne powiązania między wyodrębnionymi powyżej obszarami przebiegają następująco<sup>46</sup>:

- obszar funkcjonowania telekomunikacji składa się z obszarów poszczególnych operatorów, które często lub w znacznej części nakładają się;
- obszar działania jednego operatora telefonii komórkowej dzieli się na kilka obszarów centralowych;
- obszar centralowy jest obsługiwany przez jedną centralę MSC oraz przypisany jej rejestr VLR;
- do każdej centrali podłączona jest pewna liczba sterowników stacji bazowych;
- w każdym obszarze centralowym wyodrębnia się kilka obszarów przywołań;
- obszary przywołań dzieli się na komórki;
- każdej komórce przypisana jest jedna stacja bazowa.

Należy tutaj zaznaczyć, iż obszar przywołań powstał jako kompromis pomiędzy dwoma następującymi uwarunkowaniami:

- ilością przesyłanej informacji;
- dokładnością / rozległością przesyłania informacji (np. przywołań).

Na rysunku 3.6. przedstawiono rodzaje obszarów działania sieci GSM.



Rys. 3.6.. Struktura sieci GSM w ujęciu schematycznym

Źródło: P. Daniluk, *Systemy ...*, op. cit., s. 76

<sup>46</sup> tamże, s. 74

### 3.4.4.2. Aspekt stosowanych mocy wyjściowych i częstotliwości

Analiza systemu telefonii komórkowej GSM została ukierunkowana na trzy obszary istotne w aspekcie oceny możliwości wykorzystania w sytuacjach kryzysowych:

- stosowane moce, determinujące bezpośrednie zasięgi łączności;
- wykorzystywane częstotliwości determinujące kompatybilność elektromagnetyczną;
- rodzaje usług określające potencjalne możliwości wsparcia innych już funkcjonujących systemów telekomunikacyjnych.

Krótkiej charakterystyki systemu GSM dokonano przyjmując kierunek analizy od strony abonenta telefonii komórkowej, któremu bezpośrednio przypisana jest stacja ruchoma. Są to urządzenia najczęściej klasyfikowane w zależności od stosowanej mocy wyjściowej toru nadawczego terminala. Przyjęcie takiego kryterium wyodrębnienia rodzajów telefonów komórkowych pozwoliło zdefiniować pięć klas urządzeń dla pasma GSM 900 oraz dwie klasy dla GSM (DCS) 1800.

W tabeli 3.4. zestawiono poszczególne klasy urządzeń stacji ruchomych, co pozwala oszacować zasięgi bezpośrednie dla tego systemu telefonii komórkowej.

Tab. 3.4. Klasy stacji ruchomych systemów GSM 900 oraz GSM (DCS) 1800

Klasa urządzenia	GSM 900		DCS 1800	
	Moc toru nadawczego	Typ stacji	Moc toru nadawczego	Typ stacji
Klasa 1.	20 W	Pokładowe i przenośne	1 W	Ręczne (kieszonkowe)
Klasa 2.	8 W	Pokładowe i przenośne	250 mW	Ręczne (kieszonkowe)
Klasa 3.	5 W	Ręczne (kieszonkowe)		
Klasa 4.	2 W	Ręczne (kieszonkowe)		
Klasa 5.	800 mW	Ręczne (kieszonkowe)		

Źródło: W. Hołubowicz, P. Płóciennik, *Cyfrowe...*, op. cit., s. 103

W sytuacji rozpowszechnienia aparatów telefonicznych dwusystemowych, a w rzeczywistości dwupasmowych GSM 900/1800 realizują one klasy urządzeń łącznie.

Stacje bazowe realizują styk radiowy po stronie abonenta ruchomego, natomiast od strony sterowników najczęściej styk kablowy lub rzadziej radiowy w postaci radiolinii. Do najczęściej wymienianych funkcji stacji bazowych zalicza się: rozpoznawanie zgłoszeń stacji ruchomych, przetwarzanie sygnału w obu kierunkach (jako pełna obsługa kanału radiowego) oraz komunikowanie się ze sterownikiem stacji bazowych<sup>47</sup>.

W systemie GSM występuje kilka klas stacji bazowych wyodrębnianych ze względu na poziom mocy wyjściowej stopni nadawczych. W celu określenia możliwości oszacowania zasięgów bezpośrednich w systemie GSM w tabeli 3.5. przedstawiono klasyfikację urządzeń nadawczych w stacjach bazowych.

Tab. 3.5. Klasy mocy stacji bazowych systemu GSM 900 i GSM 1800

Klasyfikacja urządzenia	GSM 900	GSM 1800
Klasa 1.	320 W	20 W
Klasa 2.	160 W	10 W
Klasa 3.	80 W	5 W
Klasa 4.	40 W	2,5 W
Klasa 5.	20 W	
Klasa 6.	10 W	
Klasa 7.	5 W	
Klasa 8.	2,5 W	

Źródło: W. Hołubowicz, P. Płóciennik, *Cyfrowe...*, op. cit., s. 103

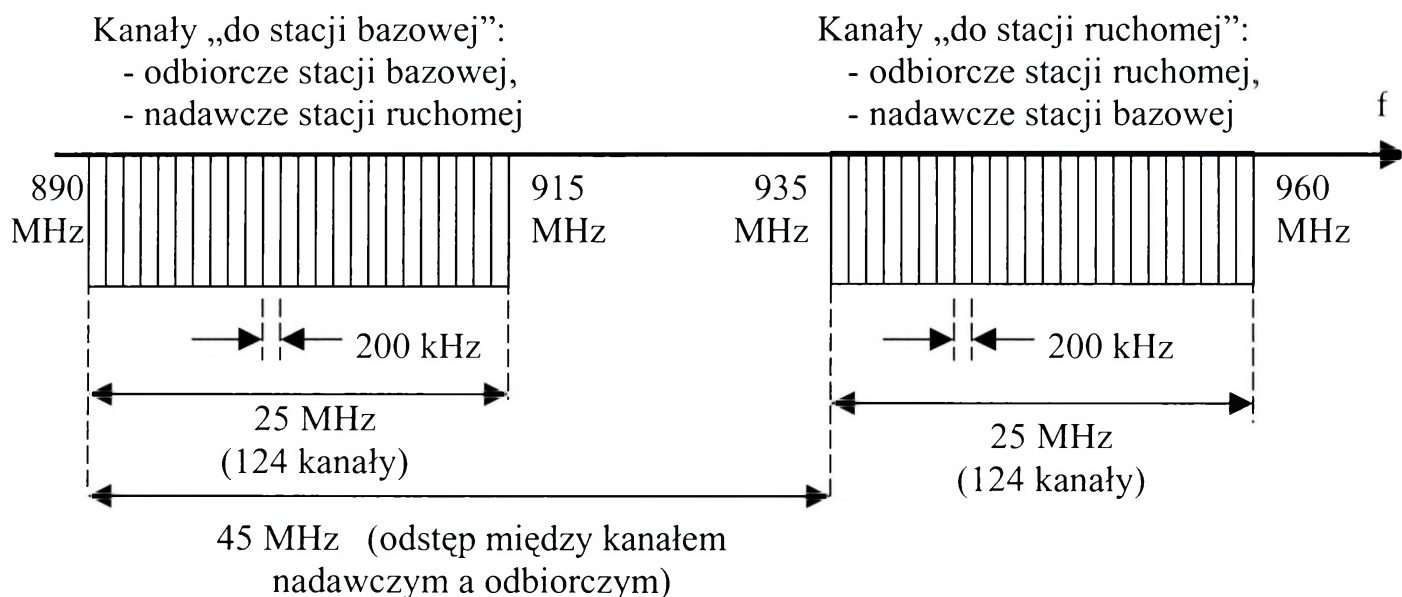
Drugim ważnym obszarem dokonanej oceny systemów GSM był obszar radiowy. Transmisję w kanale radiowym w systemie GSM rozpatrywano dla dwóch zasadniczych obszarów:

- dla podsystemu GSM 900 MHz charakteryzującego się większymi komórkami;
- dla podsystemu GSM 1800 MHz charakteryzującego się małymi komórkami.

Dla podsystemu GSM 900 MHz można wyodrębnić dwa podzakresy o odległości 45 MHz - dla pracy ze stacji ruchomej do bazowej oraz w drugą stronę, każdy o szerokości 25 MHz, gdzie rozmieszczono kanały co 200 kHz (co daje 124 kanały).

Na rysunku 3.6. przedstawiono strukturę wykorzystywanych podzakresów częstotliwości przez podsystem GSM 900.

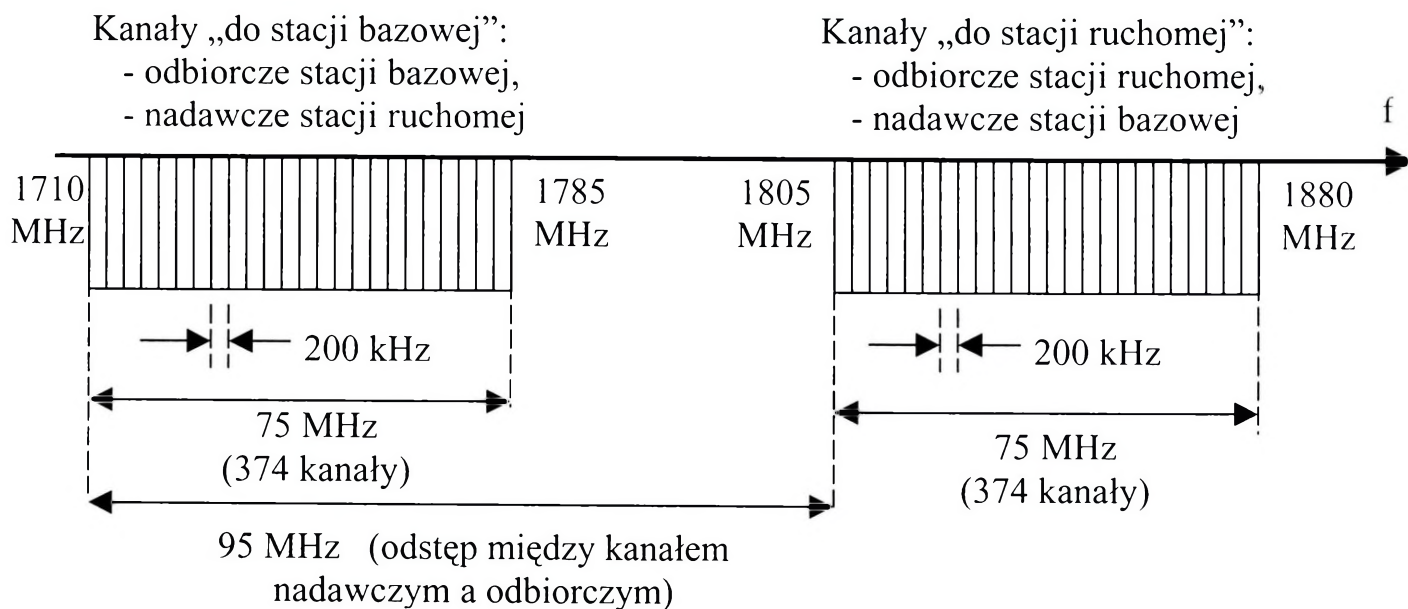
<sup>47</sup> tamże, s. 68



Rys. 3.6. Struktura przydzielonego podzakresu częstotliwości dla GSM 900 MHz  
 Źródło: opracowanie na podstawie: W. Hołubowicz, P. Płóciennik, A. Różański, ... op. cit., s 37

Dla podsystemu GSM (DCS) 1800 MHz można wyodrębnić dwa podzakresy w odległości 95 MHz, każdy o szerokości 75 MHz, gdzie rozmieszczono kanały również co 100 kHz. Daje to 885 kanałów, co wynika z większej szerokości przydzielonych podsystemowi podzakresów częstotliwości.

Na rysunku 3.7. przedstawiono strukturę wykorzystywanego podzakresu częstotliwości przez podsystem GSM 1800.



Rys. 3.7. Struktura przydzielonego podzakresu częstotliwości dla GSM 1800 MHz  
 Źródło: opracowanie na podstawie: W. Hołubowicz, P. Płóciennik, A. Różański, ... op. cit., s 37

### 3.4.4.3. Usługi realizowane w systemie GSM

W toku prowadzonych badań stwierdzono, że do najbardziej rozpowszechnionych usług oferowanych w systemie GSM należy zaliczyć transmisję mowy, danych, krótkich informacji tekstowych oraz zintegrowanych usług multimedialnych.

Transmisja mowy oparta jest na skomplikowanych sposobach kodowania mowy, kanału radiowego, stosowaniu przepływu i nowoczesnej modulacji GMSK.

Celem transmisji danych w systemie telefonii komórkowej jest dorównanie tego typu usługom oferowanym w takich sieciach jak ISDN czy publiczne sieci pakietowej transmisji danych. Istotnym założeniem GSM jest współdziałanie w obszarze transmisji danych z innymi sieciami publicznymi.

Współpraca z publiczną siecią stałą PSTN charakteryzują się następującymi cechami<sup>48</sup>:

- do pracy transmisją danych wewnątrz GSM nie wymagany jest modem, gdyż system pracuje całkowicie cyfrowo;
- do pracy transmisją danych do sieci publicznej sygnał musi podlegać obróbce w modemie analogowym w punkcie styku systemu GSM z tą siecią;
- szybkość transmisji danych nie przekracza 9,6 kbit/s;
- do stacji ruchomej można podłączyć komputer, faks lub terminal videotekstu;
- wymagane jest zainstalowanie odpowiedniego oprogramowania w komputerze;
- funkcjonowanie jest realizowane na dwa sposoby – poprzez kartę PCMCIA zainstalowaną w komputerze lub bezpośrednio poprzez port szeregowy w komputerze.

We współpracy z siecią ISDN występuje problem szybkości transmisji w GSM do 9,6 kbit/s oraz w ISDN 64 kbit/s. Problem ten rozwiązano ograniczając tę szybkość do oferowanej w sieci GSM;

Współpraca z siecią pakietowej transmisji danych zależy wiele od możliwości sprzętowych terminala ruchomego. Jest ona realizowana na cztery sposoby: poprzez sieć stałą telefoniczną oraz układ formułowania pakietów, bezpośrednio przez układ

<sup>48</sup> P. Daniluk, Radiowe systemy..., op. cit., s. 91

formułowania pakietów, bezpośrednio przez łącze X.25 oraz w trybie pakietowym przez sieci ISDN lub PSTN.

W ramach pracy wewnątrz sieci GSM stosowane są dwa najbardziej rozpowszechnione rodzaje transmisji – HSCSD oraz GRPS.

Transmisja zwana HSCSD (ang. High Speed Circuit Switched Data), charakteryzuje się następującymi cechami:<sup>49</sup>

- znacznymi przepływnościami transmisji danych w GSM rzędu 115,2 kbit/s;
- wykorzystanie do transmisji danych przez abonenta kilku kanałów rozmównych (tj. kilku szczelin czasowych w ramce TDMA) w jednym kanale częstotliwościowym. Pozwala na transmisję danych o prędkości: 14,4 kbit/s, 19,2 kbit/s, 28,8 kbit/s, 38,4 kbit/s, 43,2 kbit/s oraz 56,0 kbit/s. Może nawet wzrosnąć do 76,8 kbit/s, a przy kodowaniu protekcyjnym do 115,2 kbit/s;
- na czas transmisji sygnał jest rozdzielany na podstrumienie – odpowiadające kanałom fizycznym o przepływnościach odpowiednio 9,6 kbit/s lub 14,4 kbit/s.

Stosowana w GSM transmisja danych z komutacją pakietów GRPS (ang. General Packet Radio Services) charakteryzuje się następującymi cechami<sup>50</sup>:

- kanał transmisyjny jest przydzielany na żądanie (inaczej niż w HSCSD);
- komutacja pakietów pozwala na wykorzystanie jednego fizycznego kanału przez kilku użytkowników;
- pakietowy sposób transmisji pozwala na obniżenie opłat abonentów. Użytkownicy sieci płacą tylko za wymienione dane, czyli za ilość [kbit/s] oraz jakość [różne wartości opóźnienia] przesłanej informacji, a nie jak dotychczas za czas trwania sesji;
- ograniczenie sieci GSM, wynikające z tego, że nie funkcjonuje w niej komutacja pakietów (jest komutacja kanałów) co zostało rozwiązane poprzez instalowanie węzłów pakietowych. Wymusiło to nałożenie na sieć GSM oddzielnej infrastruktury związanej z tym rodzajem transmisji danych;
- równoległa praca sieci z komutacją kanałów (poprzez centrale MSC) oraz z komutacją pakietów wymaga wymiany informacji pomiędzy centralą i węzłem

<sup>49</sup> W. Hołubowicz, P. Płóciennik, *Cyfrowe...*, op. cit., s. 188

<sup>50</sup> P. Daniluk, *Systemy ...*, op. cit s. 93

### 3.4.5. Systemy telefonii komórkowej trzeciej generacji

Obecnie jesteśmy świadkami wdrażania rozwiązań UMTS (ang. – Universal Mobile Telecommunication System). Wiąże się z tym system wielkie nadzieje nadającemu rewolucyjnego znaczenia w przemianie technologii komunikacyjnych.

Zasadniczym zadaniem postawionym przed systemem telefonii komórkowej trzeciej generacji UMTS, jest zapewnienie zintegrowanej szerokopasmowej łączności abonentom ruchomym. Wśród wielu założeń UMTS za najważniejsze uważa się<sup>51</sup>:

- funkcjonowanie w różnych środowiskach;
- założenie kilku rodzajów komórek funkcjonowania – pikokomórek, makrokomórek i komórek satelitarnych;
- duplex realizowany z podziałem czasowym, kodowym i częstotliwościowym;
- bardzo szeroka współpraca z systemami stacjonarnymi PSTN.

System UMTS powinien opierać się na zintegrowanej łączności osobistej PCN (ang. Personal Communication Network). Wiele cech tej łączności zawarto już wcześniej w systemach DSC 1800 oraz 1900 MHz.

W toku przeprowadzonych badań wyodrębniono zasadnicze obszary analizy systemu telefonii trzeciej generacji. Za najważniejszy obszar uznano zasięg i nierozzerwalnie z nim związaną przepustowość co determinuje trzy rodzaje komórek:

- pikokomórki, gdzie zasięg wynosi do kilkuset metrów dla terminali stałych lub ruchomych przemieszczanych z prędkością kilka km/h (np. osoba przemieszczająca się po biurze) oraz przepustowością do 2 Mbit/s dla obszaru firmy, biura, centra handlowego lub komunikacyjnego;
- mikrokomórki, gdzie zasięg wynosi 1-2 kilometrów dla terminali poruszających się z prędkością do 120 km/h pracujących z przepustowością do 384 kbit/s w terenie zabudowanym;
- makrokomórki, gdzie zasięg wynosi około 20 kilometrów dla terminali poruszających się z prędkością do 500 km/h przy przepustowości do 144 kbit/s dla obszarów największych komórek GSM jak również często nie objętych zasięgiem stacji naziemnej – następuje wtedy realizacja łączności z wykorzystaniem satelity.

---

<sup>51</sup> tamże, s. 99

W zakresie rodzaju usług realizowanych w sieci UMTS należy zauważyć transmisję danych – od 144 kbit/s do 2048 kbit/s, która przede wszystkim powinna być związana z szerokim dostępem do internetu i multimediiów. W systemie realizowana jest komutacja kanałów i pakietów. Istotną ofertą systemu będzie możliwość lokalizacji abonenta i obiektów wokół niego.

W obszarze radiowym wielodostępu stosowana jest klasyczna technika CDMA z rozpraszaniem bezpośrednim oraz technika kodowo-czasowa (TD-CDMA - ang. Time Division in Code Division Multiple Access).

W obszarze zasobów radiowych wydzielone zostało dodatkowe pasmo o szerokości 230 MHz, gdzie dokonano następującego podziału na dwa segmenty.

Pierwszy segment częstotliwości obejmuje następujące wartości i przeznaczenia:

- 1880 MHz – 1900 MHz – pasmo działania DECT w Europie;
- 1900 MHz – 1980 MHz – segment naziemny UMTS. Pasmo 1920 MHz – 1980 MHz jest skojarzone z pasmem 2110 MHz – 2170 MHz, tj. mają taką samą szerokość 60 MHz i są odległe o 190 MHz;
- 1980 MHz – 2010 MHz - pasmo wspólne z systemami satelitarnymi;
- 2010 MHz – 2025 MHz - pasmo nieskojarzone.

Drugi segment częstotliwościowy obejmuje następujące wartości i przeznaczenia:

- 2110 MHz – 2170 MHz - segment naziemny UMTS;
- 2170 MHz – 2200 MHz - pasmo wspólne z systemami satelitarnymi.<sup>52</sup>

Pod pojęciem pasm skojarzonych określono podzakresy 1950 MHz i 2140 MHz, które charakteryzują się wykorzystaniem dupleksu częstotliwościowego FDD (ang. Frequency Division Duplexing) z odstępem 190 MHz oraz realizacją szerokopasmowego wielodostępu kodowego z rozpraszaniem bezpośrednim (CDMA).

Pasma nieskojarzone 1910 MHz oraz 2018 MHz charakteryzują się wykorzystaniem dupleksu czasowego TDD (ang. - Time Division Duplexing), czyli przesyłanie sygnału w obu kierunkach na tej samej częstotliwości, ale w różnych szczelinach czasowych oraz realizacją szerokopasmowego wielodostępu czasowo-kodowego TD – CDMA (ang. – Time Division Code – Division – Multiple-Access).

---

<sup>52</sup> J. Kołakowski ..., op. cit., s.145

W tabeli 3.6. przedstawiono podstawowe cechy dwóch rodzajów pracy radiowych zdefiniowanych dla systemu UMTS.

Tab. 3.6. Dwa podstawowe rodzaje pracy radiowej w UMTS

Cecha	Rodzaj trybu pracy	
	FDD	TDD
Zakres pracy stacji ruchomych	1920 MHz – 1980 MHz	1900 – 1920 MHz
Zakres pracy stacji bazowych	2110 MHz – 2170 MHz	2010 MHz – 2025 MHz
Rodzaj wielodostępu	WCDMA	TD-CDMA
Typ duplexu	FDD	TDD
Odstęp międzykanałowy	3 MHz	5 MHz lub 1,6 MHz
Czas trwania ramki	10 ms	10 ms
Liczba szczelin w ramce	15	14
Obszar decydowania abonenta	Dobór długości ciągu rozpraszającego	Dobór liczby szczelin i ciągów rozpraszających
Rodzaj modulacji	QPSK	QPSK lub 8PSK

Źródło: na podstawie : J. Kolakowski, *op. cit.*, s. 148

W toku przeprowadzonych badań w obszarze architektury systemu UMTS wyodrębniono trzy fazy ewolucyjnego tworzenia systemu. Fazy te dotyczą:

- koncepcji podsystemu stacji bazowych GSM;
- koncepcji podsystemu dostępowej sieci radiowej GERAN;
- koncepcji podsystemu dostępowej sieci radiowej UTRAN.

Jednym z pierwszych założeń koncepcyjnych systemu UMTS było ewolucyjne uzupełnianiu już istniejących sieci GSM. W myśl takiej koncepcji stacja ruchoma systemu UMTS powinna mieć możliwość korzystania z infrastruktury systemu GSM – czyli podsystemu stacji bazowych i ich sterowników.

W drugiej fazie rozwoju podsystem stacji bazowych GSM w celu lepszego wykorzystania przez sieć UMTS, zostanie poddany modyfikacjom polegającym na zastosowaniu nowych rodzajów interfejsu radiowego zwiększającego przepływność w kanale. Tak powstanie podsystem GERAN (ang. GSM EDGE Radio Access Network)

Trzecią fazą ewolucji podsystemu radiowego w systemie UMTS jest tworzenie sieci UTRAN (ang. UMTS Terrestrial Radio Access Network). Podsystem radiowy UTRAN jest złożony z nowego rodzaju stacji bazowych wraz sterownikami RNC (ang. Radio Net Control). W strukturze tej sieci ograniczono funkcję spełnianą przez stacje bazowe tylko do obsługi radiowej oraz pomiarów w sieci radiowej.

System UMTS oferuje szereg usług, których zakres został znacznie poszerzony w porównaniu z systemami telefonii komórkowej drugiej generacji.

W tabeli 3.7. zestawiono podstawowe usługi oferowane w systemie UMTS wraz z niezbędnymi wymaganiami i parametrami związanymi z nimi.

Tab. 3.7. Przykłady podstawowych usług w systemie UMTS

Usługa	Przepływność [kbit/s]
Telefonia	8-32
Transmisja danych	2,4 – 64
Dźwięk wysokiej jakości	940
Wideotelefonia	64 – 384
Krótkie wiadomości / paging (punkt – punkt)	1,2 – 9,6 1,2 – 2,4
Poczta elektroniczna	1,2 – 64
Telefaks	64
Krótkie wiadomości (dyfuzja)	28- 32
Dostęp do baz danych	2,4 – 768
Telezakupy	2,4 – 768
Gazeta elektroniczna	2,4 – 2000
Usługi na odległość	1,2 – 9,6
Lokalizacja / nawigacja	64

*Źródło: opracowanie na podstawie: K. Wesółowski, Systemy ..., op. cit., s. 318*

System UMTS wymaga nowoczesnych technik pracy, wśród których można wymienić transmisję szerokopasmową, transmisję asymetryczną, elastyczne i zróżnicowane sposoby taryfikacji, transmisję sygnałów o bardzo dużej wydajności widmowej, stosowanie specjalnych technik dostępu oraz charakterystyczne wprowadzanie usług i standardów etapowo.

W tabeli 3.8. przedstawiono wymagania częstotliwościowe w UMTS dla różnych obszarów spełnianych usług.

Tab. 3.8. Szerokość wymaganego pasma częstotliwości UMTS przy różnych rodzajach pracy

Rodzaj łączności	Szerokość pasma częstotliwości
Łączność biznesowa wewnątrz budynku	16 MHz
Łączność biznesowa na zewnątrz budynku	80 MHz
Sieci abonentów indywidualnych wewnątrz budynku	2 MHz
Telefonia komórkowa w miastach dla pieszych	90 MHz
Telefonia komórkowa w miastach dla pojazdów	90 MHz
Telefonia komórkowa poza miastem	140 MHz
Łączność prywatna satelitarna	2 MHz
Sieci publiczne satelitarne	150 MHz
Radiowe sieci dostępne	150 MHz
Razem:	750 MHz

*Źródło: opracowanie na podstawie - W. Hołubowicz, P. Płóciennik, Cyfrowe..., op. cit., s. 313*

Analiza prac prowadzonych w obszarze systemów UMTS i DECT pozwoliła stwierdzić, że najbliższa przyszłość prawdopodobnie wymusi większą ich współpracę, a wielodostęp typu CDMA pozwoli nałożyć się systemowi UMTS w wielu podzakresach częstotliwości na DECT.

W związku z tym systemy DECT w najbliższej przyszłości staną się częścią systemu UMTS, tak jak część systemów radiokomunikacji satelitarnej.

### 3.4.6. Systemy łączności z wykorzystaniem satelitów

Łączności za pomocą satelitów jest realizowana przez trzy charakterystyczne rodziny technologiczne. Pierwsza grupa jest oparta o satelity geostacjonarne, druga funkcjonuje na niskich i średnich orbitach. Obecnie jesteśmy świadkami wprowadzania trzeciej generacji satelitów (nowe zastosowania IRIDIUM, system THURAYA, itp.)

Zadaniem pierwszej i drugiej generacji satelitów telekomunikacji ruchomej było zapewnienie łączności w obszarze transportu morskiego oraz drogowego oraz łączności radiodifuzyjnej w telewizji, radiofonii oraz lokalizacji.

Dopiero szerszy rozwój technologii informatycznych, telefonii komórkowej GSM i DCS spowodował nowe uwarunkowania dla łączności satelitarnej. Zbudowana w taki sposób koncepcja UPT (ang. – Universal Personal Telecommunications) dotycząca uniwersalnej komunikacji osobistej, spowodowała umieszczenie łączności satelitarnej wśród wielu innych rodzajów telekomunikacji tworzących zintegrowany system. Przyszłością dla systemów satelitarnych stało się ich zintegrowanie z systemami telefonii komórkowej (GSM i UMTS) i bezprzewodowej (DECT).

Uwadze badawczej zostały poddane systemy transmisji wąskopasmowej dotyczące zwykłych terminali radiowych. Na potrzeby łączności w sytuacjach kryzysowych na poziomie regionalnym, wojewódzkim, a z czasem i powiatowym właśnie ten rodzaj dostępu satelitarnego powinien być wykorzystywany.

Bardzo popularnym w typologii systemów satelitarnych jest kryterium rodzaju orbity związane z wysokością zawieszenia satelity, które wyodrębnia:

- GEO – geostacjonarne, ang. Geostacionary Earth Orbit;
- MEO – średniorbitalne, ang. Mediate Earth Orbit lub ICO (ang. Intermediate Circular Orbit);
- LEO – niskoorbitowe, ang. Low Earth Orbit;

Z kryterium wysokości orbity związany jest najszerszy zestaw możliwości i parametrów dla terminali naziemnych – abonenckich.

Na początku funkcjonowania systemów satelitarnych bardzo istotną rolę spełniały satelity systemu INMARSAT (ang. - International Maritime Telecommunication Satellite Organization).

System jednokanałowego dostępu satelitarnego INMARSAT<sup>53</sup> jest siecią, której początki funkcjonowania były związane z radiokomunikacją morską. Obecnie jest on systemem komercyjnym - ogólnodostępnym, sprawdzonym przez wiele lat eksploatacji, wykorzystywanym przez różnych użytkowników, w tym ostatnio bardzo intensywnie przez wojsko, pozwalając na transmisję danych z przepustowością 144 kbit/s, a nawet w najnowszej generacji B-GAN ponad 300 kbit/s. Są to wartości charakteryzujące już satelitarne systemy szerokopasmowe.

System standardowo składa się z:

---

<sup>53</sup> J. Czajkowski, Światowy morski system łączności alarmowej i bezpieczeństwa GMDSS, Gdańsk 1994, s. 36

- segmentu kosmicznego w postaci transponderów na pokładach satelitów;
- stacji naziemnych (np. w Psarach);
- terminali obsługiwanych (pokładowe, przenośne, samobieżne);
- stacji kontrolnych i sterujących.

Korzystanie z terminala ruchomego systemu umożliwia<sup>54</sup>:

- realizację rozmów telefonicznych;
- wymianę informacji radiotelefaksowych;
- transmisję danych;
- selektywne wywołania grupowe;
- łączność w niebezpieczeństwie;
- przesyłanie obrazów stałych i ruchomych;
- emisję częstotliwości wzorcowych, sygnałów czasu;
- emisję danych meteorologicznych i innych serwisowych.

Terminal abonencki składa się z komputera przenośnego (laptopa), urządzenia radiowego, anteny warstwowej i manipulatora z klawiaturą. Wszystko to mieści się w niewielkiej walizce. Można wyodrębnić różne warianty wyposażenia urządzeń do pracy w tym systemie satelitarnym.

U podstaw obecnie wdrażanych systemów satelitarnych stoi założenie, że użytkownik takiego systemu powinien być osiągalny w dowolnym miejscu kuli ziemskiej poprzez sieć telekomunikacyjną pod jednoznacznym numerem identyfikacyjnym. Sieć satelitarna jest jedną z wielu sieci telekomunikacyjnych, w których pracuje abonent. Jeśli jego mobilność nie pozwoli na zestawienie całego połączenia siecią kablową, wymagany zasięg oraz lokalizacja nie pozwala skorzystać z sieci DECT lub GSM, wtedy połączenie realizowane jest za pomocą satelity radiokomunikacyjnego. Determinuje to wielofunkcyjność i wielosystemowość aparatu telefonicznego, na co pozwala możliwa miniaturyzacja urządzeń radiowych.

Najczęściej nowoczesne systemy satelitarne przedstawia się jako kilka warstw telekomunikacyjnych reprezentowanych przez obszar stacjonarny oparty o sieć kablową (zwana też przewodową) oraz obszar mobilny oparty o sieć radiową.

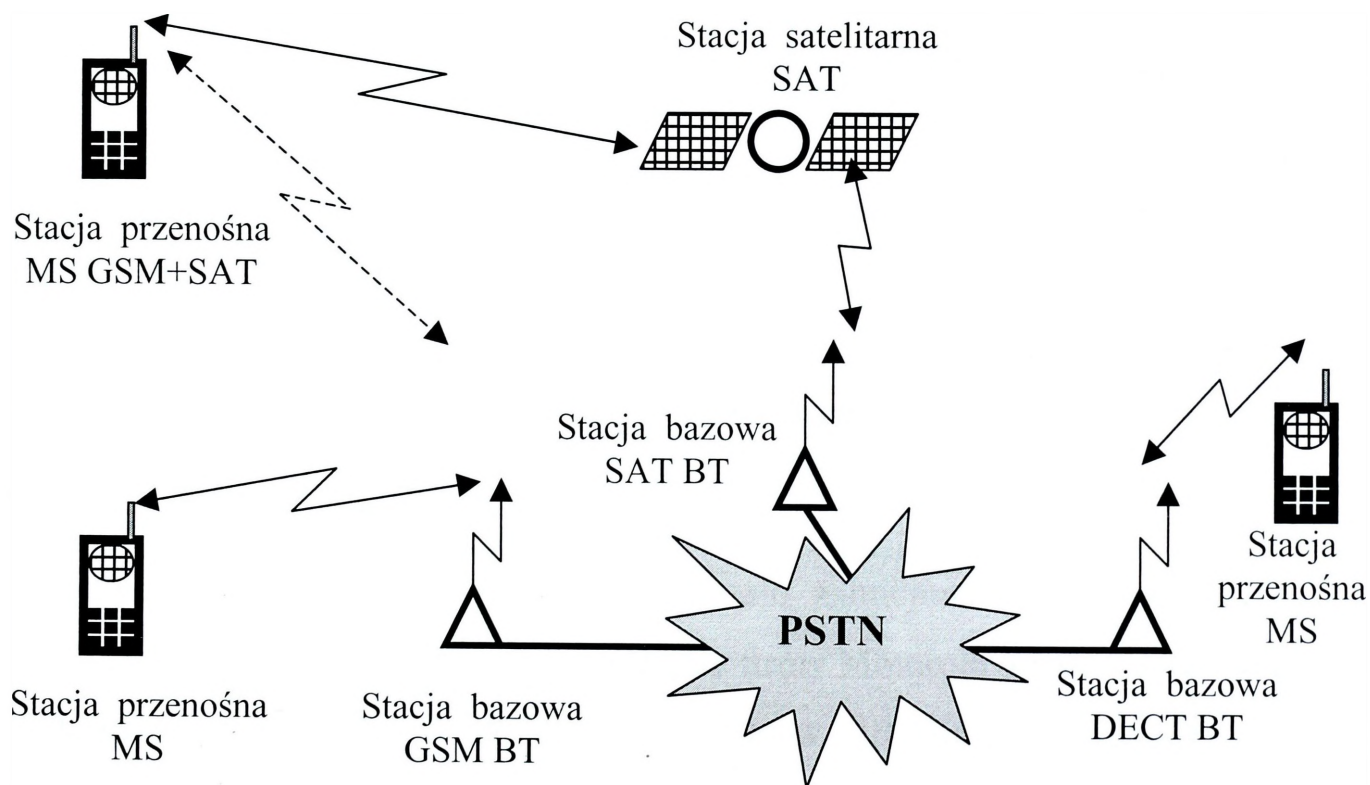
Część radiowa takiego systemu globalnego składa się z następujących warstw<sup>55</sup>:

---

<sup>54</sup> P. Daniluk, *Systemy ...*, op. cit s. 116

- najniższego poziomu – pikokomórki, gdzie łączność realizowana jest wewnątrz budynków (praca DECT) ;
- niskiego poziomu – mikrokomórki, gdzie łączność realizowana jest w centrum miasta, na dworcach itp. (praca DCS 1800 MHz);
- wyższego poziomu – makrokomórki, gdzie jest to obszar o umiarkowanym zaludnieniu (praca GSM 800 MHz);
- najwyższego poziomu (nadrzędnego nad pozostałymi) – megakomórki, gdzie są to obszary bez zasięgu telefonii komórkowej, bezprzewodowej, sieci stacjonarnej lub w przypadku przeciążeń wymienionych systemów. Wtedy praca odbywa się z wykorzystaniem systemów satelitarnych.

Na rys. 3.8. przedstawiono sposób realizacji komunikacji globalnej UPT.



Legenda: SAT – stacja sieci satelitarnej, GSM – stacja sieci GSM, DECT – stacja sieci DECT

Rys. 3.8. Miejsce systemu satelitarnego w systemie telekomunikacyjnym

Źródło: P. Daniluk, *Systemy ...*, op. cit s. 124

<sup>55</sup> tamże, s. 123

Jak wynika z przedstawionego schematu, u podstaw trzeciej generacji radiokomunikacji satelitarnej stoi zdefiniowanie nowego charakteru terminala przenośnego, który wyraża się następującymi cechami<sup>56</sup>:

- małe wymiary pozwalające traktować jako urządzenie przenośne lub ręczne;
- antena zamontowana bezpośrednio na korpusie urządzenia;
- obsługa urządzenia poprzez wbudowaną wielofunkcyjną klawiaturę lub dołączony laptop;
- moc toru nadawczego urządzenia przenośnego pozwalająca na kilku godzinną pracę nadawczą bez zewnętrznych źródeł zasilania;
- w przypadku zerwania łączności z satelitą nawiązywana jest łączność ze stacją bazową systemu naziemnego pracującego w innym paśmie, np. GSM, DECT lub trunkingowym;
- realizacja transmisji fonii, danych, usług przywoławczych oraz wymiany poczty elektronicznej.

Poniżej poddane zostaną analizie nowoczesne systemy telekomunikacji satelitarnej, uznano jako te, które mogą być wykorzystane do tworzenia sieci łączności na potrzeby kierowania w sytuacjach kryzysowych. Do zbioru takich systemów zostały zaliczone: IRIDIUM, GLOBALSTAR, INMARSAT-P oraz THURAYA.

#### **3.4.6.1. System IRIDIUM<sup>57</sup>**

Funkcjonowanie systemu IRIDIUM zostało zainicjowane w 1990 roku jako technologiczne i organizacyjne przedsięwzięcie firmy Motorola Satellite Corporation.

Badanie dokumentacji dotyczącej systemu IRIDIUM pozwoliło ustalić podstawowe jego parametry i cechy.

Główną cechą systemu jest to, że dla łączności dla większych dystansów niż zasięg jednej stacji satelitarnej, zachodzi komunikacja poprzez kolejne satelity najczęściej bez pośrednictwa stacji naziemnych.

Satelity systemu krążą na orbicie o wysokości 780 km, gdzie umieszczono po 11 równooddalonych satelitów w 6 płaszczyznach orbitalnych pod kątem  $86^{\circ}$  do równika. Satelity w płaszczyznach sąsiednich obracają się w tym samym kierunku i z

---

<sup>56</sup> tamże, s. 125

<sup>57</sup> K. Wesołowski, Systemy ..., op. cit., s. 298-300

przesunięciem w fazie (pierwszy i ósmy w przeciwnych fazach), co pozwoliło zapewnić dobrą widoczność satelitów z ziemi.

Widoczność ta pozwala na to, że każdy satelita może kierować połączenia do czterech sąsiednich satelitów:

- innego satelity z tej samej orbity – poprzedzającego i następującego;
- dwóch satelitów z sąsiadującej orbity.

Determinuje to uzyskanie średniego czasu widzialności przemieszczającego satelity wynoszącego 5,54 min, przy minimalnym kącie elewacji dla łączności  $8,2^\circ$ . Opóźnienie propagacyjne jest takie w systemie, jak dla innych na orbitach LEO, czyli w zakresie 2,6 – 8,2 s. Wartości te stanowią następną istotną zaletę tego systemu.

Wielodostęp do sieci satelitarnej odbywa się z wykorzystaniem techniki FDMA/TDMA, co oznacza wielokrotne użycie tych samych kanałów. Generuje to znaczną liczbę połączeń na jednego satelitę, przy czym transmisja może mieć miejsce na tej samej częstotliwości i w tym samym przedziale czasowym w każdej z komórek.

Liczba komórek tworzonych przez system jest bardzo duża. Przy 66 satelitach oraz antenach pokładowych 48 wiązkowych dla łączności ze stacjami na ziemi powstaje 2150 komórek.

W obszarze stacji naziemnych można wyodrębnić zespół zarządzający - stacjonarny obejmujący 15 stacji naziemnych i 2 stacje kontrolno-zarządzające. Stacja naziemna realizuje przede wszystkim styk kablowy (czasami radiowy) z siecią publiczną.

Styk radiowy satelitarnej tej stacji realizuje zespół radiostacji mikrofalowej z dwoma zestawami antenowymi, śledzącymi niezależnie po jednym satelicie w zakresie 20/30 GHz – do łączności z aktywnym satelitą i nadchodzącym.

Transmisja w kanale radiowym IRIDIUM obejmuje:

- łącze satelity i stacji stałej w paśmie Ka (DOWNLINK: 29,1 – 29,3 GHz, UPLINK: 19,4 – 19,6 GHz);
- łącze międzysatelitarne w paśmie Ka 23,18 – 23,31 GHz.;

W systemie IRIDIUM stosowana jest modulacja QPSK oraz transmisja danych z szybkością 2,4 kbit/s, gdzie istnieje możliwość pracy typu faks, krótkie wiadomości, przywoływanie oraz lokalizacja.

### 3.4.6.2. System GLOBALSTAR

System GLOBALSTAR stworzony przez firmę Loral Communications stał się głównym konkurentem systemu IRIDIUM. Jako konkurent zaproponował zupełnie odmienną koncepcję funkcjonowania systemu satelitarnego.

W toku przeprowadzonych badań wyodrębniono dwa zasadnicze obszary, które wyróżniają system GLOBALSTAR od swojego konkurenta. Tymi obszarami są<sup>58</sup>:

- koncepcja samego tworzenia połączeń, gdzie stacje naziemne tworzą niezbędny element torów telekomunikacyjnych. Łączność satelitarna traktowana jest w tym systemie jako przedłużenie naziemnej łączności ruchomej, co stwarza potrzebę jego przezroczystości. Duża gęstość stacji naziemnych generuje wymóg znajdowania się stacji w wielu większych krajach, co z kolei pozwala na sprawowanie kontroli przez wiele państw-uczestników projektu nad funkcjonowaniem systemu;
- koncepcja krążenia satelitów realizowana poprzez drugi sposób organizowania orbit. Jest nim wykorzystanie systemu orbit z określoną inklinacją (równa  $52^{\circ}$ ) do równika. Dla realizacji takiego sposobu funkcjonowania systemu satelity muszą krążyć w 8 płaszczyznach z przesunięciem fazy między płaszczyznami o  $7,5$  stopnia. Pozwala to na równoczesną „widzialność” przez terminal dwóch satelitów, co zapewnia znaczne zwiększenie niezawodność w przypadku awarii jednego z satelitów.

Wysokość zawieszenia satelitów systemu GLOBALSTAR określono na 1389 km determinuje mniejszą liczbę potrzebnych w systemie satelitów niż w systemie IRIDIUM, tj. 8 płaszczyzn po 6 satelitów, ale powoduje zwiększenie opóźnienia propagacyjnego do około 11 ms. System pracuje w oparciu założenie, że kąt elewacji satelity musi być odpowiednio duży<sup>59</sup>.

Czas okrążania kuli ziemskiej przez satelity systemu wynosi 114 minut co determinuje minimalny kąt elewacji satelity dla terminala przenośnego około  $10^{\circ}$ .

W analizowanym systemie zastosowano wielodostęp typu CDMA.

<sup>58</sup> K. Wesołowski, Systemy ..., op. cit., s. 301-305

<sup>59</sup> tamże

### 3.4.6.3. System INMARSAT –P<sup>60</sup>

System INMARSAT-P jest zestawem satelitów krążących na orbicie MEO na wysokości 10355 kilometrów. Stosunkowo wysoka orbita powoduje, że okres obiegu wynosi około 359 s, a czas widoczności około 58 minut. Determinuje to opóźnienie propagacyjne rzędu 48 ms.

Zespół kosmiczny liczący 12 satelitów (w tym 2 satelity zapasowe) rozmieszczono w dwóch wzajemnie prostopadłych płaszczyznach o inklinacji 45°. Powoduje to, że co najmniej dwa satelity są widoczne w jednym momencie z ziemi z minimalnym kątem elewacji dla abonenta terminala ruchomego wynoszącym 10°, co pozwala na częste przejmowanie przez kolejno pojawiające się satelity systemu.

W toku przeprowadzonych badań do podstawowych parametrów i cech technicznych systemu zaliczono:

- dostęp do sieci satelitarnej realizowany w oparciu o technikę TDMA;
- praca foniczna z zastosowaniem modulacji typu QPSK z przepływnością wynoszącą 4,8 kbit/s;
- transmisja danych z przepływnością 2,4 kbit/s. Przy zastosowaniu nowoczesnych terminali pokładowych transmisja danych możliwa jest nawet do 19,2 kbit/s; przy zastosowaniu w stacjach stałych – nawet do 64 kbit/s;
- przesyłanie faksów i plików, dostęp do bazy danych, ograniczone video, przesyłanie dyfuzyjne oraz przesyłanie krótkich informacji.

System funkcjonuje w oparciu o 1630 komórek pogrupowanych w zespoły 4 komórkowe, co pozwala wielokrotnie wykorzystać wygenerowanych 750 nośnych w kanałach radiowych realizowanych w czterech podzakresach, tj. dla łączy:

- od satelity do terminala: 1980 MHz – 2010 MHz;
- od terminala do satelity: 2170 MHz – 2200 MHz;
- od satelity do stacji naziemnej: 6975 MHz – 7075 MHz;
- od stacji naziemnej do satelity: 5150 MHz – 5250 MHz.

W systemie pracują terminale ręczne wielkości telefonu komórkowego z niewielką anteną.

---

<sup>60</sup> K. Wesołowski, Systemy ..., op. cit., s. 309

#### 3.4.6.4. System THURAYA

Nowoczesne generacje systemów GEO obsługują określone obszary kuli (najczęściej najbardziej zaludnione) z wykorzystaniem nielicznych satelitów zawieszonych na stałych współrzędnych. Są to pierwsze systemy z maksymalnym wykorzystaniem takich samych rozwiązań jak w systemach GSM. Jako przykład charakterystycznego dla najnowocześniejszych i najbardziej ekonomicznych systemów satelitarnej telefonii komórkowej wybrano system THURAYA. Został zaplanowany dla obszaru docelowego obejmującego: znaczną część Europy, Afryki, Azji a szczególnie Środkowy Wschód.<sup>61</sup>

Struktura omawianego systemu zawiera segment satelitarny, sieć stacji naziemnych oraz terminale abonenckie.

System rozpoczął funkcjonowanie w 2001 roku i składa się z dwóch satelitów. Antena satelity wytwarza 250 wiązek o promieniu 450 kilometrów.

Wykorzystywane przez system częstotliwości obejmują następujące podzakresy:

a) dla relacji stacja stała – stacja satelitarna w paśmie C, tj.:

- UPLINK – 6,425 GHz – 6,725 GHz;
- DOWNLINK – 3,4 GHz – 3,625 GHz;

b) dla relacji stacja ruchoma – stacja satelitarna w paśmie L, tj.:

- UPLINK – 1,6265 GHz – 1,6605 GHz;
- DOWNLINK – 1,525 GHz – 1,559 GHz.

Wielodostęp systemu realizowany jest w dziedzinie czasu i częstotliwości jako TDMA/FDMA, gdzie kanały częstotliwości występują co 27,7 kHz.

System realizuje następujące rodzaje pracy:

- transmisja sygnału mowy;
- transmisja danych i faksowa z przepływnością 9,6 kbit/s;
- transmisja SMS;

W zakresie usług sieciowych systemu zawarto:

- połączenia zwrotne oraz oczekujące;
- przenoszenie połączeń;

<sup>61</sup> J. Katulski, M. Mikołajski, Współczesna telekomunikacja satelitarna, Przegląd Telekomunikacyjny, 2-3/2003

- identyfikacja numeru wywołującego;
- zamknięte grupy abonenckie;
- informacje billingowe w trakcie połączenia;
- prepaid (co umożliwia wypożyczanie aparatów przez operatora).

Aparat telefoniczny THURAYA jest dwusystemowym urządzeniem realizującym połączenie przede wszystkim w sieciach naziemnej telefonii komórkowej. Dopiero w sytuacji utraty łączności horyzontowej realizowana jest łączności poprzez satelitę. W taki sposób system satelitarny uzupełnia system naziemnej telefonii komórkowej.

System jest szeroko stosowany jako uzupełnienie sieci INMARSAT. Posiada szerokie zastosowanie również w obecnym konflikcie w Zatoce Perskiej.

### **3.5. Łączność pocztowa**

Na terenie kraju w dalszym ciągu Poczta Polska dominuje jako dystrybutor przesyłek listowych oraz paczek, choć w tym drugim obszarze usługowym funkcjonuje wiele dużych międzynarodowych firm kurierskich. Z racji potrzeby współpracy z wojskową pocztą polową uwaga została skierowana na Pocztę Polską. W ramach tej współpracy powinna być zapewniona łączność współdziałania wojsk lądowych i elementów systemu reagowania kryzysowego kraju na poziomie:

- centralnym - Centralnego Zarządu Poczty Polskiej dla dowództwa wojsk lądowych oraz Centrum Zarządzania Kryzysowego MSWiA;
- okręgowym - Dyrekcji Okręgu Poczty (10) i Zakładów Transportu Samochodowego (10) dla Wojewódzkich Centrów Zarządzania Kryzysowego oraz dowództw OW, korpusów (dysponujących węzłami pocztowymi; wysuniętymi węzłami pocztowymi; stacjami pocztowymi; punktami wymiany poczty) i ZT (dysponujących stacjami pocztowymi; punktami wymiany poczty);
- rejonowym - Rejonowych Urzędów Poczty (67), Urzędów Przewozu Poczty lub Centrów Ekspedycyjno-Rozdzielczych (14) dla Powiatowych Zespołów Reagowania Kryzysowego oraz dowództw ZT i oddziałów (dysponujących stacjami pocztowymi oraz punktami wymiany poczty);
- terenowym - terenowych organów łączności w postaci Urzędów Poczty (8200) dla Powiatowych Zespołów Reagowania Kryzysowego oraz oddziałów

(dysponujących stacjami pocztowymi oraz punktami wymiany poczty) oraz pododdziałów ZO i ZT (nie posiadających własnych elementów poczty polowej). W każdym tak wyodrębnionym poziomie zapewnienia łączności współdziałania mogą dodatkowo uczestniczyć wojskowe stacje pocztowe garnizonowych węzłów łączności.

\*\*\*

Przedstawione wnioski z przeprowadzonych badań w obszarze publicznych i resortowych systemów telekomunikacyjnych pozwalają konstatować, że jest to znaczny i różnorodny potencjał. Istotną zauważoną tendencją w rozwoju tych systemów jest postępująca ich integracja w obszarze łączności kablowej i radiowej. Pozwala to wnioskować, że działania planistyczne związane z organizacją systemów telekomunikacyjnych na potrzeby reagowania kryzysowego powinny uwzględniać kierunek tej integracji. Już obecnie z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że system UMTS obejmie swoją strukturą kilka dotychczas niezależnie funkcjonujących sieci – telefonii bezprzewodowej DECT, radiodostępu abonenckiego, radiowego dostępu do internetu, telefonii GSM oraz radiokomunikacji satelitarnej. Za odrębnie funkcjonujący system w przyszłości należy uważać łączność trankingową, która prawdopodobnie będzie posiadała dostęp do własnych, odrębnych systemów satelitarnych, tak jak obecnie jest to rozwiązywane w nowoczesnych sieciach radiowych pola walki, gdzie funkcjonuje radiodostęp naziemny i kosmiczny.

Prace analityczne związane z organizacją łączności na potrzeby reagowania kryzysowego powinny podążać w kierunku sieci trankingowych i dyspozytorskich. Właśnie w tym obszarze telekomunikacji mogą być tylko realizowane właściwie wymagania wymiany informacyjnych na potrzeby współdziałania wojsk lądowych oraz elementów reagowania kryzysowego.

Łączność komórkowa i satelitarna powinna stanowić tylko uzupełnienie powyższej pozwalając szczególnie w okresie pokoju i braku zagrożenia zapewniając wysoką jakość wymiany informacji fonicznych oraz transmisji danych.

Łączność pocztowa nie wymaga szczegółowych analiz, gdyż środki kurierskie Poczty Polskiej i wojskowe są w wystarczającym stopniu zorganizowane, aby sprostać nawet doraźnie postawionym zadaniom w ramach współdziałania w sytuacji kryzysu.

## **4. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA KONCEPCJI SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI NA POTRZEBY WSPÓŁDZIAŁANIA WOJSK LĄDOWYCH ORAZ ELEMENTÓW SYSTEMU REAGOWANIA KRYZYSOWEGO**

### **4.1. Koncepcja wykorzystania potencjału systemów radiokomunikacji ruchomej użytku publicznego i resortowego**

Udowodniono, że łączność o charakterze mobilnym, a w tym szczególnie radiokomunikacja będzie zasadniczymi płaszczyznami komunikacji pomiędzy ZT, oddziałami i pododdziałami a elementami spoza systemu wojskowego w ramach reagowania kryzysowego. W związku z tym po dokonanej wszechstronnej analizie tych systemów radiowych, zaproponowano minimalny zakres ich wykorzystania w systemie łączności współdziałania elementów wojsk lądowych oraz reagowania kryzysowego na obszarze kraju.

#### **4.1.1. Systemy telefonii bezprzewodowej**

Wykorzystanie systemów telefonii bezprzewodowej w ramach systemów łączności organizowanych na potrzeby sytuacji kryzysowych będzie posiadało lokalny charakter. Dla zespołów, komórek sztabowych o mieszanym składzie cywilno-wojskowym wielkim udogodnieniem będzie korzystanie z tego typu łączności. Przy wykorzystaniu telefonów analogowych bez standardu i CT 1 można rozpatrywać współpracę z radiostacjami wojskowymi, które posiadają możliwość pracy analogowej – np. R-3501, R-3505, R-107, R-123, R-111, itp. Najbardziej przydatnym byłoby, ze względu na mały zasięg, wykorzystanie pracy radiostacji ręcznych. Wada takich rozwiązań polegająca na znacznym „odkryciu” pracy takiej sieci w znacznym stopniu może być rekompensowana włączenie takich telefonów bezpośrednio do sieci analogowych poziomu drużyny, plutonu, kompanii i batalionu.

Wykorzystanie telefonii bezprzewodowej w odmianie cyfrowej CT-2 lub DECT dotyczyć może tylko używania (zakupionych lub dzierżawionych) tych urządzeń do pracy w ramach tych systemów. Dlatego też zakupy aparatów telefonicznych do łączności lokalnej, szczególnie w jednostkach wojskowych, których zadania zawierają w sobie współdziałanie z elementami pozamilitarnymi, powinny uwzględniać telefony klasy DECT. Nie jest możliwe włączenie tych telefonów do pracy sieci pola walki.

#### 4.1.2. Łączność trankingowa

Przeprowadzona analiza w obszarze łączności trankingowej pozwala na pewne konstatacje.

Naturalnym zjawiskiem jest zastępowanie starych systemów telekomunikacyjnych nowymi, a ostatnio, szczególnie wchłanianie podsystemów lokalnych przez sieci globalne. Tak też się dzieje w obszarze sieci trankingowych, które postrzegane są jako naturalne rozwinięcie sieci dyspozytorskich (tradycyjnych sieci radiotelefonicznych). Nawet odmiana dalekosiężna sieci radiowych (np. sieci krótkofalowe) w większości funkcjonuje w oparciu o wiele funkcji trankingu.

Dominującym zjawiskiem w telekomunikacji ruchomej jest niezwykle dynamicznie rozwijająca się sieć telefonii komórkowej, która wchłania lub zastępuje inne rodzaje łączności. Można spotkać się z opiniami, że proces ten dotyczyć będzie również systemów trankingowych, że ich funkcje przejmą ostatecznie sieci telefonii komórkowej. Szczególnie opnie te dotyczą cyfrowych reprezentantów trankingu, takich jak TETRA oraz EDACS. Jednak przeprowadzona analiza dokumentów potentatów telekomunikacyjnych pozwoliła wysnuć wniosek, że przyszłość telekomunikacji ruchomej idzie w kierunku określenia dwóch zasadniczych, niezależnych systemów:

- systemu telefonii komórkowej łączonej z systemem DECT i systemami satelitarnymi w ramach globalnej łączności osobistej;
- niezależnej łączności trankingowej.

Proces wyodrębniania systemów trankingowych poza systemy komórkowe jest podyktowany względami bezpieczeństwa, szczególnie w dobie rozwijającego terroryzmu oraz coraz większej gwałtowności występowania klęsk żywiołowych.

Jest więc kwestią dyskusyjną już teraz przesądzenie o całkowitym zaniku w jakimś określonym czasie systemów niezależnych od globalnych, za jakie obecnie uważa się telefonię komórkową GSM czy UMTS. Szczególnie dla bezpieczeństwa służb publicznych, zawsze będzie potrzebna alternatywa telekomunikacyjna w postaci systemów niezależnych, wykorzystywanych np. w czasie kryzysu. Dlatego też główny wysiłek planistyczny i następnie organizacyjny w obszarze współdziałania systemów łączności wojskowych i pozawojskowych w sytuacjach kryzysowych powinien

dotyczyć przede wszystkim systemów trankingowych. Ze strony systemów wojskowych dotyczyłoby to:

- posiadania szerokokresowych radiostacji (20 – 520 MHz, a nawet do 1 GHz) pozwalających pracować wieloma podstawowymi emisjami fonicznymi (A3E, SSB, F3E, G3E) oraz transmisji danych (F1D itp.). Obecny trend w zakresie radiostacji pola walki idzie właśnie w tym kierunku, czego dobitnym przykładem są radiostacje RADMOR, np. R-3505;
- właściwego wykorzystania radiostacji demobilowych, które poprzez doposażenie organów cywilnych i po niewielkich zmianach konstrukcyjnych mogłyby uczestniczyć w sieciach pozawojskowych.

#### **4.1.3. Łączność komórkowa i UMTS**

Przedstawione powyżej poglądy lokują łączność komórkową, rozumianą tutaj jako systemy GSM oraz UMTS, jako sieci, w których elementy wojskowe mogą funkcjonować tylko jako standardowi abonenci.

Determinuje to odpowiednie i wcześniejsze doposażenie odpowiednich komórek dowództw i jednostki w aparaty telefoniczne pozwalające uczestniczyć w takich sieciach. Do takich elementów powinny należeć:

- bataliony i kompanie saperów;
- bataliony, kompanie i plutony pchem;
- bataliony, kompanie medyczne;
- bataliony, kompanie remontowe;
- wiele innych w zależności od prognozowanej lub zaistniałej sytuacji

Aparaty takie powinny umożliwiać przede wszystkim wymianę informacji fonicznej, a w przypadku telefonów UMTS transmisję danych za pomocą sieci komórkowej oraz internetu. Klauzula bezpieczeństwa przesyłanych informacji przez systemy komórkowej i UMTS powinna być jak najniższa, choć w przypadku stosowania specjalnych (ale też kosztowych) bezpiecznych telefonów może być realizowane do poziomu przesyłania informacji tajnych. Istnieje obecnie cała gama specjalnych telefonów dwusystemowych DECT/GSM produkowanych specjalnie z myślą o zastosowaniach wojskowych. Zapewniany wysoki poziom bezpieczeństwa jest jednak pochodną wysokiej ceny tych urządzeń.

#### 4.1.4. Łączność satelitarna

Poddane w obszarze telekomunikacji ruchomej systemy satelitarne zostały zawężone do systemu jednokanałowych lub wąskopasmowych.

Rozpatrując zastosowanie tych systemów w sytuacjach kryzysowych dokonano wyodrębnienia trzech podstawowych sieci satelitarnych:

- komercyjne, nie przeznaczone dla zastosowań wojskowych (THURAYA);
- komercyjne, przystosowane do zastosowań wojskowych (np. INMARSAT);
- posiadające czysto wojskowe zastosowanie (TACSAT, IRIDIUM)

Doświadczenia polskich sił zbrojnych w Iraku wskazują na taką tendencję.

W przypadku sytuacji współdziałania organów wojskowych i cywilnych (administracji państwowej, instytucji i firm) w sytuacjach reagowania kryzysowego należy rozpatrywać wykorzystanie:

- telefonów dwusystemowych systemu THURAYA;
- terminali systemu INMARSAT;
- terminali innych sieci – szczególnie w przypadku współpracy z przedsiębiorstwami transportu samochodowego.

Realizacja takiej pracy może odbywać się tylko w postaci standardowych abonentów tych sieci wyposażonych w telefony służące do tego typu łączności.

Taki rodzaj funkcjonowania w sieci łączności powinien dotyczyć niestety tylko nielicznych zastosowań, co jest determinowane kosztami zakupu urządzeń i prowadzonych rozmów. Dlatego powinien być organizowany dla szczególnie ważnych relacji komunikacyjnych pomiędzy elementami wojskowymi i pozawojskowymi w sytuacjach reagowania kryzysowego. Można w tym przypadku wyodrębnić dwa podstawowe obszary zastosowania:

- pierwszy – dotyczący najwyższego poziomu tworzenia relacji informacyjnych – pomiędzy dowództwem komponentu wojsk lądowych a centralnymi organami państwowego reagowania kryzysowego w sytuacji, gdy jedna ze stron funkcjonuje na stanowisku mobilnym, pomiędzy dowództwem korpusu lub dywizji a ekwiwalentnym pozawojskowym elementem reagowania kryzysowego (w relacji współdziałania);

- drugi – dotyczący łączności szczególnie istotnych elementów Komponentu Wojsk Lądowych, korpusu, dywizji, brygady. Dotyczyć to może patroli rozpoznania skażeń, elementów wojsk inżynieryjnych, aparatowni zarządzania łącznością oraz szeregu istotnych współpracujących organów pozawojskowych.

## **4.2. Analiza możliwości wykorzystania systemu łączności wojsk lądowych**

Analiza możliwości wykorzystania wojskowych systemów łączności na potrzeby współdziałania z elementami reagowania kryzysowego na obszarze kraju została, ze względu na wykazaną potrzebę mobilności, przeprowadzona na dwóch poziomach:

- sieci radioliniowo-kablowej;
- sieci radiowych.

Zaprezentowane w rozdziale drugim wyniki badań w zakresie struktury systemu łączności wojsk lądowych pozwalają stwierdzić, że ze strony wojskowej możliwe jest wykorzystanie:

- bazowej sieci łączności sił zbrojnych;
- operacyjno-taktycznej sieć łączności, nazywana również podstawową;
- taktycznej sieci teletransmisyjnej, zwanej również pomocniczą;
- dowiązań radioliniowych do już rozwiniętych sieci telekomunikacyjnych;
- sieci radiowych poziomu taktycznego zwanych również sieciami pola walki;
- sieci radiodostępowych..

Przeprowadzona analiza została przeprowadzona w tak wyodrębnionych sześciu obszarach.

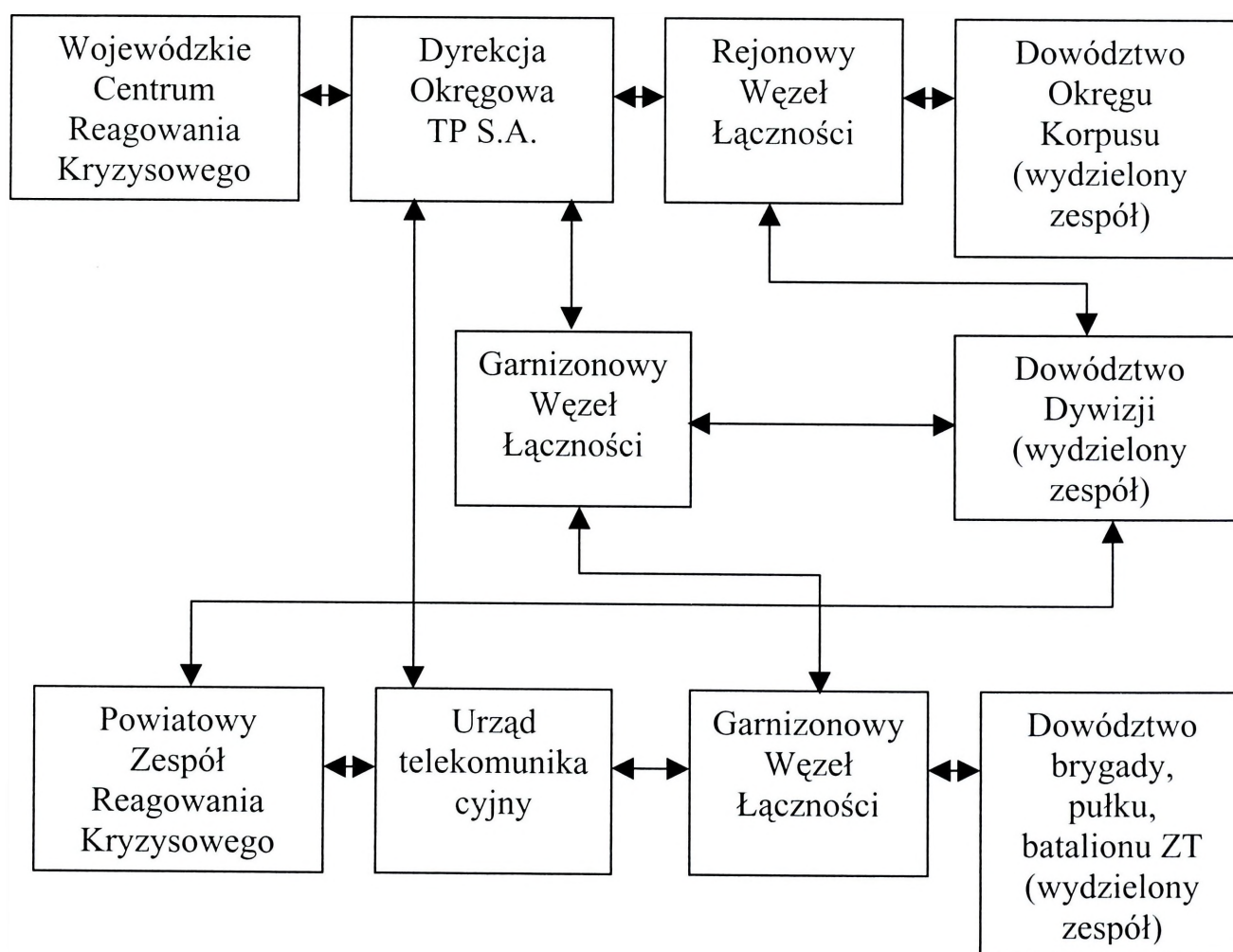
### **4.2.1. Stacjonarny system łączności sił zbrojnych**

Główną cechą sieci stacjonarnej sił zbrojnych RP jest sprzężenie w wielu miejscach z siecią telekomunikacyjną użytku publicznego – PSTN. Ocena możliwości wykorzystania tej sieci w sytuacjach kryzysowych powinna sprowadzać się do analizy dostępu poszczególnych jednostek wojskowych, instytucji MON, związków operacyjnych, związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów do sieci międzygarnizonowej. Dostęp ten zestawiony na stałe pozwala korzystać z

nowoczesnej infrastruktury złożonej z central DGT 3450, ALCATEL OCB-283 oraz mniej liczne z E-10B.

Analiza przedstawionego w tabeli 2.1. wykazu garnizonowych węzłów łączności pozwala stwierdzić, że możliwość dołączenia się bezpośredniego istnieje w każdym większym mieście wojewódzkim oraz powiatowym lub w ich okolicach. Najczęściej węzły takie posiadają wysokowydajne bezpośrednie sprzężenia z ekwiwalentnymi węzłami telekomunikacyjnymi PSTN poprzez dowiązania do danego węzła garnizonowego bezpośrednio, stacji wynośnych lub stacji wzmacniakowych. Około pięćdziesięciu garnizonowych węzłów łączności posiada dostęp radioliniowy, ale w zakresach częstotliwości przeznaczonych dla wojskowych środków łączności (pasma II, III i IV EUROCOM).

Zasadę organizacji łączności na poziomie wojsk lądowych i korpusów przedstawiono na rysunku 4.1.



Rys. 4.1. Zasada funkcjonowania systemów łączności na potrzeby poszczególnych poziomów współdziałania elementów reagowania kryzysowego i komponentów wojsk lądowych

*Źródło: opracowanie własne*

Na poziomie wojsk lądowych oraz korpusów planowanie i następnie eksploataowanie systemów łączności na potrzeby reagowania kryzysowego powinno odbywać się w oparciu o jedenaście Regionalnych Węzłów Łączności, co w znacznym stopniu pokrywa się z siedzibami Urzędów Wojewódzkich i ekwiwalentnych komórek reagowania kryzysowego.

Oprócz łączności telefonicznej oferowanej standardowo, system stacjonarny pozwala korzystać z dodatkowej sieci Cyfrowej Łączności Utajnionej. Umożliwia ona na dostęp do sieci spełniającej wymogi łączności utajnionej od poziomu oddziału (oddziału gospodarczego). Jest to system zamknięty.

Dla dowództw związków taktycznych i oddziałów rozlokowanych w miastach wojewódzkich istnieje również możliwość bezpośredniego dowiązania do Rejonowych Węzłów Łączności.

#### **4.2.2. Mobilny system łączności wojsk lądowych**

Mobilny system łączności wojsk lądowy, jak wykazano w rozdziale 2., rozwijają właściwe oddziały i pododdziały dowodzenia, w skład których wchodzi pododdziały łączności posiadające środki, aby wzmocnić sieć stacjonarną, a na najniższych poziomach taktycznych w zupełności rozwinąć sieć mobilną. Zabezpieczają one funkcjonowanie właściwych stanowisk dowodzenia i dowiązanie ich do sieci polowych jak i stacjonarnych.

Z przedstawionych wniosków w rozdziale drugim oraz z przeprowadzonych analiz topologii sieci radioliniowo-kablowej związku operacyjnego (w oparciu o sieć podstawową) oraz związku taktycznego (w oparciu o sieć pomocniczą) wynika zamknięty charakter tych systemów w stosunku do infrastruktury cywilnej.

Zasadnicza liczba styków telekomunikacyjnych pomiędzy sieciami mobilnymi poziomu operacyjnego i taktycznego a cywilną infrastrukturą cywilną dla relacji wielokanałowych może być tylko realizowana poprzez Garnizonowe Węzły Łączności.

Natomiast relacje jednokanałowe oraz lokalne sieci komputerowe powinny stanowić drugą warstwę komunikacji pomiędzy odpowiednimi komórkami dowództw związków operacyjnych, taktycznych i oddziałów a elementami reagowania kryzysowego na poziomie województw i powiatów.

Pojęciem relacji jednokanałowych objęto takie rozwiązania, jak:

- korzystanie szczególnie na najniższym poziomie działań z pojedynczych linii telefonicznych abonenckich systemu PSTN zainstalowanych w obiektach wykorzystywanych przez komórki związane z reagowaniem kryzysowym (szkoły, urzędy gminy, urzędy powiatowe, urzędy pocztowe, itp.)
- przyjęcie przez aparatownie łączności RWŁC 10-T i RWŁC 10-K lub wozy dowodzenia pojedynczych linii abonenckich od abonentów funkcjonujących w składzie elementów reagowania kryzysowego;
- współpraca w obszarze sieci radiowych oraz sieci radiotelefonicznych w zakresie ultrakrótkofalowym. Możliwość współpracy krótkofalowej jest bardzo niewielka, natomiast w wojskowych lub wydzielanych dla wojska systemach satelitarnych niewskazana.

Dokonana analiza topologii węzła sieciowego oraz stanowiska dowodzenia ZO pozwala stwierdzić, że możliwości dowiązania infrastruktury PSTN istnieje tylko w przypadku występowania w aparatowniach łączności RWŁC-10/K lub RWŁC-10/T krotnic KX-30 PCM. Możliwa jest współpraca w ramach sieci komputerowej zbudowanej w oparciu o Polową Aparatownię Komputerową. Mimo to w obu przypadkach zakres tej współpracy jest niewielki.

Do podobnych wniosków doprowadza analiza topologii węzła łączności GSD związku taktycznego i oddziału oraz węzła sieci pomocniczej.

Na poziomie oddziału oraz pododdziału współpraca z infrastrukturą telekomunikacyjną PSTN jest realizowana, w odróżnieniu do wyższych poziomów (dywizji i ZO), głównie w oparciu o potencjał stacjonarny publiczny.

W związku z tym można stwierdzić, że:

- przy wyższych poziomach działań dotyczących związku taktycznego, związku operacyjnego i dowództwa wojsk lądowych istnieje większa możliwość wspierania infrastruktury stacjonarnej publicznej środkami systemów wojskowych;
- na najniższych poziomach działań dotyczących oddziału (brygady i pułku) oraz pododdziału (rozpatrywany jest tutaj batalion/dywizjon lub kompania/bateria) istnieją większe możliwości uzupełniania infrastruktury wojskowej elementami

cywilnymi – szczególnie liniami abonenckimi z dostępem do PSTN oraz włączania środków radiowych do sieci publicznych.

W związku z tak zbudowanym ogólnym schematem funkcjonowania systemu telekomunikacyjnego na potrzeby współdziałania wojsk lądowych z elementami reagowania kryzysowego można stwierdzić, iż bardzo istotnym jest wcześniejsze podjęcie działań planistycznych związanych z udostępnieniem sieci stacjonarnej sił zbrojnych odpowiednim elementami reagowania kryzysowego oraz infrastruktury sieci publicznej szczególnie pododdziałom biorącym udział w takich działaniach.

#### **4.2.3. Sieci radiowe poziomu wojsk lądowych**

Wnioski z przeprowadzonych badań przedstawione w rozdziale drugim jednoznacznie wskazują na dwa zasadnicze aspekty zastosowania łączności radiowej:

- największą rolę spełnianą na poziomach najniższych – taktycznych, a szczególnie pododdziałów;
- wykorzystaniem sieci radiowych ultrakrótkofalowych na najniższych szczeblach, natomiast na poziomie korpusu i dowództwa wojsk lądowych funkcjonowaniu przede wszystkim w oparciu o sieci krótkofalowe.

Poddając analizie łączność radiową dowództwa wojsk lądowych lub komponentu lądowego (LCC) wyodrębniono następujące sieci:

- S/R krótkofalowa dowodzenia (komponentu) wojsk lądowych;
- S/R krótkofalowa współdziałania (komponentu) wojsk lądowych;
- S/R krótkofalowa zarządzania przestrzenią powietrzną;
- S/R krótkofalowa OAS (komponentu) wojsk lądowych.

Dla Korpusu Wojsk Lądowych, Korpusu Zmechanizowanego wyodrębniono następujące sieci:

- S/R krótkofalowa dowodzenia korpusu;
- S/R krótkofalowa współdziałania korpusu;
- S/R krótkofalowa rozpoznania korpusu;
- S/R krótkofalowa OAS korpusu;
- S/R krótkofalowa zarządzania przestrzenią powietrzną;
- S/R ultrakrótkofalowa wewnętrzna SD korpusu.

Tak stworzona ogólna struktura sieci radiowych poziomu korpusu pozwala na następujące wnioski:

- do współdziałania z elementami pozawojskowymi można przeznaczyć i dostosować S/R dowodzenia, współdziałania oraz z wieloma obostrzeniami sieci rozpoznania;
- wszystkie te sieci są krótkofalowe, co determinuje posiadanie takich środków łączności przez współdziałające elementy pozawojskowe.

Z dostępnych informacji można stwierdzić, że możliwości pracy środkami krótkofalowymi posiada niewiele instytucji i organizacji, wśród których można wyliczyć:

- oddziały straży granicznej;
- służby morskie;
- służby lotniskowe.

Straż graniczna posiada nowoczesny systemy łączności krótkofalowej oparty o transmisję danych (krótkofalowy e-mail). W związku z tym istnieje możliwość cyfrowego, a więc bezpiecznego i niezawodnego (technika FH) wykorzystania współpracy z tymi jednostkami w ramach reagowania kryzysowego. System technologicznie jest w pełni kompatybilny z wojskowym opartym o radiostacje RF-5000, RF-5200. Oczywiście umożliwia on również pracę analogową np. z radiostacjami RKS-8000 oraz R-140 przy znacznym „odkryciu” systemu.

Służby morskie dysponują rozbudowanym systemem łączności krótkofalowej opartym o dwa podsystemy:

- pośredniofalowy w zakresie 1607,5 kHz – 3800 kHz służący przede wszystkim do łączności radiotelefonicznej bliskiego i średniego zasięgu (kilkaset do 1,5 tysiąca kilometrów);
- krótkofalowy w zakresie 4 MHz – 27,5 MHz zapewniający łączność transmisji danych oraz radiotelefoniczną na średnią i znaczną odległość.

Dla działań związanych z reagowaniem kryzysowym wskazanym byłoby wykorzystać potencjał kilkunastu stacji radiowych rozrzuconych po całym wybrzeżu – szczególnie do pracy w zakresie 1,6 – 4 MHz. W tym zakresie mogłyby one wesprzeć prace dowolnych sieci radiowych krótkofalowych na obszarze kraju, szczególnie w

pracy radiotelefonicznej. Łączność ta mogłaby posiadać szczególne zastosowanie w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowej powodującej „odcięcie” telekomunikacyjne znacznych obszarów kraju, które nie pozwoliłoby wykorzystać łączność w sieciach ultrakrótkofalowych, trunkingowych i komórkowych. Warunkiem podstawowym funkcjonowania takiego systemu jest posiadanie przez „odcięty” obszar kraju środków krótkofalowych – przez znajdujące się na tym obszarze jednostki wojskowe i straży granicznej oraz krótkofalowców. Stworzenie takiego systemu wymagałoby realizacji przynajmniej pewnych prac planistycznych związanych z ewidencją, lokalizacją oraz określeniem zasad współpracy środków radiowych wyodrębnionych organizacji.

Ważnym obszarem wykorzystania środków krótkofalowych są służby lotniskowe. Zastosowanie tych środków może być dwojakie:

- radiostacji krótkofalowych służących do łączności zapasowej międzylotniskowej oraz ze statkami powietrznymi, które są wyposażone w takie środki (dotyczy to kilkunastu lotnisk pasażerskich i kilkunastu wojskowych);
- radiostacji radionawigacyjnych pracujących na określonych częstotliwościach z potencjalną możliwością pracy w całym zakresie 200 kHz – 2000 kHz.

Pierwszy system łączności jest stale funkcjonującym, choć często pracuje w tzw. „uśpieniu” jako zapasowy, co oznacza, że nie powinien być wykorzystywany w innych obszarach niż pierwotne przeznaczenie.

Znacznych możliwości należy upatrywać z kolei w drugim podsystemie. Jest on równolegle pracującym wraz z systemem VOR, co oznacza, że możliwe jest wykorzystanie jego znacznego potencjału kilkadziesiątu stacji na lotniskach cywilnych i wojskowych do pracy radiotelefonicznej (urządzenia pracują emisją A2E co pozwala w prosty sposób przygotować do pracy fonicznej). Istotną zaletą tego systemu jest to, że radiostacje zapewniają stabilny dookólny i przyziemny zasięg dzienne-nocny w promieniu kilkadziesiąt lub kilkaset kilometrów. Poza tym posiadają one inną istotną zaletę – pozwalają po odpowiednim przestrojeniu nadawać w pasmach radiofonicznych – długofalowym i średniofalowym. Mógłby wtedy system spełniać rolę informowania szerokiej rzeszy obywateli na określonym obszarze.

W dobie demontowania kilkunastu radiostacji radiofonicznych średniofalowych wraz z wysokowydajnymi systemami antenowymi, proponowany przez autorów system zastępczy pozwoliłby stworzyć niskim kosztem, wymagając tylko pewnego wysiłku organizacyjnego i legislacyjnego, sieć powiadamiania, ostrzegania i alarmowania szerokiej rzeszy ludzi oraz współdziałania na poziomie wojewódzkim oraz powiatowym. System byłby o tyle wydajny, że byłby złożony z równomiernie rozłożonych na obszarze całego kraju stacji na lotniskach sportowych, pasażerskich, wojskowych i resortowych. Zasięg tych stacji ze względu na niski zakres częstotliwości pracy skuteczny w każdym terenie, bez względu na ukształtowanie, co zdecydowanie odróżnia jego od systemów radiofonii UKF, telefonii komórkowej, trankingu i radiotelefonii UKF.

**Przeprowadzona przez autorów analiza różnych systemów radiokomunikacyjnych jednoznacznie wskazuje na niezwykle aktualność niezbędności posiadania przez każde państwo systemów łączności o dużych zasięgach bezpośrednich równoległe z systemami komórkowymi oraz trankingowymi lub radiodostępowymi.**

Przedstawione możliwości sprzętowe uczestniczenia organizacji pozawojskowych w sieciach krótkofalowych mogą być wykorzystane w następujący sposób:

- w S/R dowodzenia komponentu wojsk lądowych oraz korpusu z wykorzystaniem pracy fonicznej prowadzonej zgodnie z przepisami międzynarodowymi, choć wskazanym byłoby opracować takie zasady wewnętrzne dla służb polskich uwzględniające uwarunkowania wojskowo-cywilne;
- w S/R współdziałania komponentu wojsk lądowych oraz korpusu, która powinna stanowić zasadniczą sieć łączności cywilno-wojskowej o zasięgu regionalnym lub wojewódzkim. Praca może odbywać się transmisją danych oraz fonicznie. Sieć taka powinna być przekształcana w wydzielone K/R do współpracy z ograniczoną liczbą korespondentów. I w tym obszarze istnieje pilna potrzeba uregulowań dotyczących przepisów korespondencji radiowej. W sieci tej przede wszystkim powinny funkcjonować środki radiowe będące na

posiadaniu straży granicznej, transportu kolejowego (dyrekcji okręgowych) oraz organizacji społecznych statutowo posiadające obowiązki również w zakresie wspomagania działań zespołów reagowania kryzysowego (harcerstwo, Polski Związek Krótkofalowców, Liga Obrony Kraju);

- należy również rozpatrywać możliwość wprzęgnięcia środków radiowych straży granicznej oraz organizacji społecznych mogących wspomagać pozyskiwanie informacji do S/R rozpoznania. W tym przypadku współpraca polegałaby na wykorzystaniu przez te organizacje własnych środków radiowych z wykwalifikowanymi radiooperatorami i radiotelegrafistami lub wsparciu sprzętem wojskowym – chociażby wycofywanymi urządzeniami analogowymi – przenośnymi, pokładowymi i średniej mocy.

#### **4.2.4. Sieci radiowe pola walki**

Na poziomie taktycznym wyodrębniono następujące rodzaje organizowanych sieci radiowych:

- S/R dowodzenia ZT, oddziału i pododdziału;
- S/R sztabu ZT i oddziału;
- S/R współdziałania ZT, oddziału i batalionu / dywizjonu;
- S/R rozpoznania ZT i oddziału;
- S/R wewnętrzne ZT i oddziałów;
- S/R zabezpieczenia logistycznego ZT, oddziału i batalionu / dywizjonu.

Elementy pozawojskowe reagowania kryzysowego mogą być wprężnięte w poszczególne sieci ekwiwalentnych poziomów działań – ZT, oddziału lub pododdziału.

Na poziomie dywizji, brygady lub pułku rodzaju wojsk wprężanie radiostacji spoza systemu wojskowego powinno dotyczyć:

- S/R dowodzenia w przypadku podległości elementów włączanych oraz potrzeby komunikacji kilku korespondentów sieci dowodzenia z kilkoma spoza systemu wojskowego;
- S/R sztabu w przypadku potrzeby wymiany znacznej ilości informacji drogą radiową między komórkami sztabowymi wojskowymi i spoza systemu wojskowego;

- S/R współdziałania w przypadku potrzeby komunikacji dowódcy lub innego tylko jednego abonenta sieci dowodzenia z jednym lub wieloma równoprawnymi elementami spoza systemu dowodzenia;
- S/R rozpoznania w przypadku spełniania przez elementy spoza systemu wojskowego rolę informacyjną lub obserwacyjną;
- S/R zabezpieczenia logistycznego w przypadku współdziałania z elementami o charakterze logistycznym (zaopatrzenia w żywność i wodę, remontowymi, transportowymi, medycznymi i ratunkowymi) spoza systemów wojskowych;
- S/R wewnętrzne w przypadku potrzeby współpracy na małym obszarze.

Na poziomie kompanii i plutonu jedyną możliwością jest włączenie takich środków bezpośrednio do sieci dowodzenia.

Praca w sieciach radiowych wspólnie z elementami spoza systemu wojskowego powinna być realizowana na dwa zasadnicze sposoby:

- przydzielania wojskowych środków radiowych elementom spoza systemu wojskowego;
- planowania i organizowania takich sieci z włączeniem środków radiowych spoza systemu wojskowego.

Pierwszy sposób powinien być realizowany w przypadku posiadania odwodu takich środków. Odwód taki istnieje już od poziomu batalionu, choć zawsze można rozpatrywać przydzielenie takich środków w wyniku złożonego zapotrzebowania do szczebla nadrzędnego. Można również rozpatrywać przydzielanie poszczególnych pododdziałów do elementów spoza systemu wojskowego wraz z etatowymi i niezbędnymi środkami łączności.

Drugi sposób jest organizacyjnie bardziej złożony, ale wymaga mniejszego zaangażowania etatowego sprzętu łączności do współpracy z elementami spoza systemu wojskowego. Innym istotnym problemem wymagającym uwzględnienia w takim sposobie organizowania łączności współdziałania jest naturalna możliwość tylko „otwartej” pracy bez stosowania bezpiecznych technik typu FH i COMSEC, co z kolei wymaga opracowania bardziej szczegółowego kodowania informacji.

W obszarze łączności krótkofalowej problemy organizacyjne powinny być rozwiązywane podobnie jak na poziomie komponentu wojsk lądowych oraz korpusu.

W obszarze łączności ultrakrótkofalowej należy dokonać takiej analizy:

- dla sieci radiotelefonicznych;
- dla sieci radiowych.

Dla sieci radiotelefonicznych, które w obszarze wojskowym posiadają lokalny zakres wykorzystania (między innymi - stanowisk dowodzenia, dowództw, chronionych obiektów) praktycznie problematyka współdziałania z takimi środkami spoza systemu wojskowego nie występuje. Środki wykorzystywane w takich sieciach w obszarze wojskowym są standardowymi radiotelefonami wykorzystywanymi w wielu instytucjonalnych i prywatnych sieciach. Problematyka organizowania takich sieci zamyka się w dobraniu właściwych kanałów częstotliwości i doborze stosownych do wymaganych zasięgów łączności poziomów mocy i instalacji anten. Najnowsze radiotelefony produkowane od kilku lat powszechnie posiadają pełne zakresy pracy, najczęściej określone w wartościach 144 – 174 MHz (modulacja FM) oraz 420 – 470 MHz (modulacja FM) lub 30 – 880 MHz.

Najbardziej złożona jest problematyka współpracy radiostacji wojskowych z radiotelefonami spoza systemów wojskowych w ramach sieci współdziałania w sytuacjach kryzysowych. Obszar rozpatrywanych wtedy aspektów powinien obejmować:

- pokrywanie się choć części zakresów częstotliwości w takim wymiarze, aby zapewnić wystarczającą ilość kanałów pracy;
- odstęp kanałowy lub raster częstotliwości toru odbiorczego i nadawczego urządzeń pozwalający zapewnić wystarczającą liczbę wspólnych kanałów częstotliwości;
- możliwość pracy tą samą emisją – F3E lub G3E i ich parametrami (np. dla F3E dobranie podobnej dewiacji częstotliwości);
- określenie poziomów mocy wyjściowej torów nadawczych i zasięgów łączności;
- określenie rodzaju anten – w tym przede wszystkim polaryzacji;
- określenie rodzaju łączności pod względem mobilności;
- określenie wspólnych kryptonimów, kodów i zasad dla pracy fonicznej.

Powyższe czynności powinny stać się częścią planowania wyprzedzającego dotyczącego obszaru reagowania kryzysowego. W ramach takiego planowania obejmującego łączność jednym z głównym obszarów analizy powinny być realizowane przedsięwzięcie prognostyczne w dwóch kierunkach:

- zasad, procedur i stopnia realizacji współdziałania systemów łączności wojskowych i pozawojskowych;
- przedsięwzięć uprzedzających, chociażby w obszarze podstawowych wymagań technicznych dla urządzeń telekomunikacyjnych (w tym radiokomunikacyjnych) użytkowników publicznych i firm ubiegających się o uzyskanie właściwych pozwoleń od Urzędu Regulacji Telekomunikacji i Poczty, gdzie obecnie funkcjonuje wystarczająco rozbudowana komórka wojskowa. Objęcie tymi obowiązkami wojskowej komórki URTiP byłoby tym bardziej celowe, gdyż właśnie ona zajmuje się polityką częstotliwościową wspólnego obszaru wojskowo-cywilnego.

Pierwszy wymieniony obszar powinien zawierać w sobie przede wszystkim opracowanie zasad korespondencji, wymiany informacji niejawnych, stopnia rozwijania tej współpracy w zależności od oceny zaistniałej sytuacji.

Drugi obszar staje się technologicznie coraz mniej złożony. Wynika to z dwóch podstawowych trendów zachodzących globalnie:

- pierwszy dotyczy coraz większego podobieństwa technicznego (parametrycznego) urządzeń radiowych przeznaczonych dla wojska i dla organizacji pozawojskowych, co pozwala na większą ich współpracę;
- w obszarze pozawojskowym coraz częściej oferowanie przez producentów telekomunikacyjnych urządzeń wielozakresowych oraz wieloemisyjnych zamiast kilkukanałowych o ograniczonych możliwościach technicznych. Postęp w mikroelektronice pozwolił na zaoferowanie tak nowoczesnych rozwiązań w stosunkowo niewielkiej cenie. Różnica w cenie podstawowych urządzeń a tych rozbudowanych pozwalających na współpracę z innymi służbami radiowymi mogłaby być zwracana w postaci obniżenia ceny o podatek VAT lub szereg innych korzystnych udogodnień realizowanych przez organa państwowe.

### **4.3. Analiza potencjału perspektywicznych wojskowych systemów radiowych**

Przeprowadzone badanie literatury oraz rozproszonej dokumentacji producentów i usługodawców telekomunikacyjnych pozwoliły na nakreślenie tendencji w wojskowych systemach telekomunikacyjnych łączności, podobnie jak tego dokonano w rozdziale trzecim niniejszej pracy w odniesieniu do sieci UMTS oraz satelitarnych. Dokonane analizy pozwoliły stwierdzić kształtowanie się podobnych zjawisk w obszarze perspektywicznych systemów radiowych publicznych oraz resortowych.

W toku przeprowadzonych badań przez zespół autorski potencjał perspektywicznych sieci radiowych, w aspekcie współdziałania wojsk lądowych i elementów reagowania kryzysowego, określono w obszarze:

- jednokanałowych (wąskopasmowych) taktycznych sieci radiowych pola walki;
- wielokanałowych (szerokopasmowych) taktycznych sieci wymiany danych.

#### **4.3.1. Perspektywiczne taktyczne radiowe sieci wymiany danych**

Analizując możliwości współpracy systemów łączności wojsk lądowych oraz administracji państwowej i służb ratowniczych należy stwierdzić, że wojskowe systemy szerokopasmowe są systemami wewnętrznymi. Nie pozwala to zastosować je w obszarze pozawojskowym.

Szerokopasmowe sieci radiowe transmisji (dystrybucji) danych służą przede wszystkim do przesyłania obrazów nieruchomych i ruchomych, grafiki lub innych postaci informacji o znacznej objętości. Jako uzupełniająca jest realizowana praca foniczna. Transmisja danych realizowana jest z prędkością rzędu kilkuset kbit/s. Wynika to z możliwości technicznych, a szczególnie z tego, że wykorzystywany podzakres 222 – 400 MHz lub 980 – 1200 MHz, pozwala na stosunkowo szerokie pasma transmisji (rzędu kilku lub kilkunastu MHz).

W toku przeprowadzonych badań za wojskowe sieci dystrybucji danych uznano:

- sieci pozycjonowania, nawigacji (ang. POS/NAV) oraz kontrolowania ugrupowania bojowego (meldowania). Trudno obecnie jednoznacznie stwierdzić, w którym kierunku będą prowadzone prace badawcze i

wdrożeniowe jeśli chodzi o polskie siły zbrojne. Można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że będą to rozwiązania bardzo zbliżone lub identyczne z amerykańskimi systemami EPLRS (ang. Enhanced Position Location Reporting System);

- sieci dystrybucji danych, których rozwiązania opierają się również na koncepcjach amerykańskich JTIDS, w tym również NTDR.

W tabeli 4.1. przedstawiono porównanie ogólnych cech i parametrów perspektywicznych sieci radiowych pola walki oraz transmisji danych.

Tab. 4.1. Porównanie sieci radiowych pola walki oraz transmisji danych

Cecha lub parametr	Sieci radiowe pola walki	Sieci radiowe transmisji danych
1. Podstawowy rodzaj pracy	Przede wszystkim praca foniczna	Przede wszystkim transmisja danych
2. Uzupełniający rodzaj pracy	Jako uzupełnienie - transmisja danych, rzadko wykorzystywana i o małych prędkościach – rzędu kilku lub kilkunastu kbit/s	Możliwość pracy fonicznej w kanałach przeznaczonych do transmisji danych, choć potrzeba takiej pracy nie jest tutaj największa.
3. Łączność bezpośrednia	Łączność bezpośrednia stanowi istotny rodzaj relacji łączności	Łączność z wykorzystaniem możliwości (pośredniczenia) innych stacji (sieci) jest podstawowym rodzajem łączności
4. Zakres częstotliwości pracy	Niskie wartości, gdyż transmisja danych realizowana jest z małymi prędkościami	Średnie i wysokie wartości częstotliwości wynikające z potrzeby wykorzystania szerokiego pasma transmisji dla znacznych prędkości transmisji.
5. Dziedzina funkcjonowania	Dla zamkniętej grupy radiostacji danego rodzaju wojsk	Równoprawne wprzęganie urządzeń różnych rodzajów wojsk

Źródło: P. Daniluk, *Taktyczne sieci radiowe – nowe rozwiązania*, *Przegląd Wojsk Lądowych*, 10/2005, s. 20

**Pierwsza rodzaj radiowych sieci zamkniętych** służy głównie do lokalizacji użytkowników systemu poprzez określenie jego pozycji za pomocą dokonanych automatycznie pomiarów przez inne stacje. W systemie możliwe jest zobrazowanie położenia wojsk własnych i przeciwnika.

Struktura sieci EPLRS składa się ze stacji zarządzających NCS-E (ang. Net Control Station – EPLRS) zamontowanych w kontenerach na samochodach terenowych lub osobowo-terenowych oraz terminali EPUU (ang. Enhanced PLRS User Unit). jako stacji plecakowych, pokładowych w pojazdach i statkach powietrznych. System funkcjonuje na poziomie brygady, gdzie wystarczające jest wykorzystanie jednej stacji NSC oraz na poziomie dywizji, gdzie stosuje się kilka pracujących naprzemiennie stacji głównych. W systemie pracuje kilkaset terminali w różnym wydaniu.

System pozwala na lokalizację z dokładnością do kilkudziesięciu metrów dla stacji-terminali naziemnych i od kilkudziesięciu do stu metrów dla stacji pokładowych statków powietrznych. Funkcjonuje on w kilku podstawowych układach pracy pozwalając na transmisję z prędkością od kilku kbit/s do 57 kbit/s dla szybkiej transmisji danych. System pracuje w podzakresie UHF na częstotliwościach 420 – 450 MHz z pasmem transmisji o szerokości 3 MHz, wykorzystując techniki TRANSEC (np. FH – ang. Frequency Hopping) oraz COMSEC. Terminale posiadają moc wyjściową nadajnika rzędu 3-4 W (stacje przenośne), 20 W (stacje pokładowe). Wykorzystywany jest simpleks, duplex, wielodostęp (TDMA) oraz praca rozsiewcza.

**Druga rodzaj sieci** radiowych zamkniętych związany jest z transmisją danych i posiada swój ekwiwalent w takich systemach jak TADIL-J (ang. - Tactical Digital Information Links). W koncepcjach NATO jest on znany w postaci standardu Link-16 szczególnie popularnego w siłach powietrznych. Służy on do wymiany informacji oraz nawigacji i identyfikacji obiektów.

Tego typu sieci wykorzystują nowoczesne techniki pracy, takie jak FH i COMSEC. System TADIL-J pracuje w zakresie UHF (960 – 1215 MHz - szerokość pasma 3 MHz) w kilku podzakresach, gdzie wolne podzakresy częstotliwości są zaplanowane w celu uniknięcia zakłóceń emisją częstotliwości 1030 MHz i 1090 MHz wykorzystywanych w radiolatarniach i w urządzeniach identyfikacyjnych „swój-obcy”. Wykorzystuje on ponad 50 różnych częstotliwości przesyłając dane i fonię w relacjach dowodzenia i sterowania środkami walki<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Zakres częstotliwości 960-1215 MHz zgodnie z międzynarodowymi ustaleniami przeznaczony jest do pracy urządzeń nawigacji lotniczej (cywilnych i wojskowych). Wykorzystanie systemu nie może naruszać bezpieczeństwa statków powietrznych, co wymaga spełnienia specjalnych warunków.

TADIL J (Link 16) jest najbardziej zaawansowanym systemem wymiany danych taktycznych dla celów łączności, nawigacji i identyfikacji obiektów łącząc zalety swoich poprzedników – TADIL A (Link-11), TADIL B (Link-11B) i TADIL C (Link-4A). Jego cenną cechą jest to, że nie wymaga definiowania jednostki nadrzędnej dla pracujących w systemie terminali.

Praca systemu jest oparta o wielodostęp z podziałem czasowym TDMA z szybkością transmisji danych od około 28 do 238 kbit/s

#### **4.3.2. Perspektywiczne taktyczne sieci radiowe pola walki**

Potencjalna możliwość współpracy istnieje w obszarze sieci radiowych jednokanałowych zwanych popularnie sieciami radiowymi pola walki. Charakteryzują się one innymi cechami niż sieci radiowe transmisji danych.

Sieci radiowe pola walki służą przede wszystkim do przesyłania krótkich informacji fonicznych. Jeśli istnieje w nich możliwość transmisji danych to tylko z małymi prędkościami (co wynika z możliwości technicznych) i krótkich informacji (co wynika z zadań stojących przed tymi relacjami łączności) w postaci sygnałów alarmowania, ostrzegania. Możliwości techniczne (szerokość kanału) pozwalają w zakresie krótkofalowym na transmisję rzędu kilku kbit/s (pasmo emisji do kilku kHz), a w zakresie ultrakrótkofalowym sił lądowych maksymalnie kilkanaście kbit/s (pasmo emisji rzędu kilku lub kilkunastu kHz). Za to sieci te zapewniają stosunkowo duże zasięgi bezpośrednie. W perspektywie najbliższych kilku lat przewiduje się funkcjonowanie i rozwój następujących rodzajów sieci radiowych pola walki:

- sieci krótkofalowych służących, przede wszystkim, do transmisji danych oraz prostej w obsłudze, niewymagającej specjalisty-operatora, pracy fonicznej;
- sieci ultrakrótkofalowe integrujące przede wszystkim elementy sił lądowych;
- sieci satelitarne wykorzystujące wojskowe (SATCOM) oraz cywilne (np. INMARSAT, THURAYA) systemy telekomunikacyjne;
- sieci osobistej łączności żołnierza.

Do tych ostatnich sieci zalicza się sieci radiotelefoniczne na pasmo 130 – 160 MHz zawierające urządzenia zapewniające zasięg lokalny do 1- 3 km w obrębie stanowisk dowodzenia, dowództw, węzłów łączności, jednostek wojskowych (dla osób funkcyjnych, logistyki, służb i wart) oraz w kolumnach marszowych. Urządzenia tych

sieci ze względu na częstotliwości pracy oraz stosowane emisje pozwalają współpracować z publicznymi systemami dyspozytorskimi i trunkingowymi funkcjonującymi w paśmie 148 – 174 MHz;

Sieci radiostacji osobistych na pasmo wojsk lądowych 30 – 88 MHz zapewniające łączność bezpośrednią na odległość 1 – 3 km dla żołnierzy, na szczeblu drużyny i plutonu, posiadające coraz częściej możliwość wchodzenia w sieci szczebla wyższego oraz pracy FH (skoku częstotliwości) i stosowania procedur COMSEC. Najnowocześniejsze wersje sieci osobistych pozwalające na pracę foniczną o zasięgu do 3 – 5 km w podzakresie lądowym 30 – 88 MHz oraz transmisję danych w zakresie 1755 - 1850 MHz zapewniającą zasięg do 1 kilometra z przepustowością 64 kbit/s. Sieci tego typu posiadają charakter bardziej zamknięty niż sieci radiotelefoniczne.

#### **4.3.3. Perspektywiczne zintegrowane systemy taktycznej łączności radiowej**

Uwaga zespołu badawczego w toku prowadzonych analiz została szczególnie skupiona na najbardziej dynamicznie rozwijających się koncepcjach, mających odniesienie do wszystkich obszarów funkcjonowania służb radiowych.

Badanie literatury oraz dokumentacji technicznej pozwoliło ostatecznie za taki przyszłościowy uznać zintegrowany system taktycznej łączności radiowej JTRS (ang. Joint Tactical Radio System). Nadana jemu szczególna rola wynika z nadrzędności jego struktury nad systemami publicznymi i dotychczasowymi wojskowymi.

Powstanie systemu JTRS jest rezultatem kilku charakterystycznych zjawisk<sup>2</sup>:

- doświadczeń z niedogodności odrębnych systemów radiowych na potrzeby sił lądowych, lotnictwa, marynarki wojennej i sił specjalnych (doświadczenia z konfliktów zbrojnych w Zatoce Perskiej i na Grenadzie);
- drastycznie malejąca pojemność częstotliwościowa pasm w zakresie 2 MHz – 2 GHz wykorzystywanych przez różne służby radiowe, jak i wojsko;
- różnorodność rodzin i systemów radiowych wykorzystywanych przez służby radiokomunikacyjne oraz rodzaje sił zbrojnych;

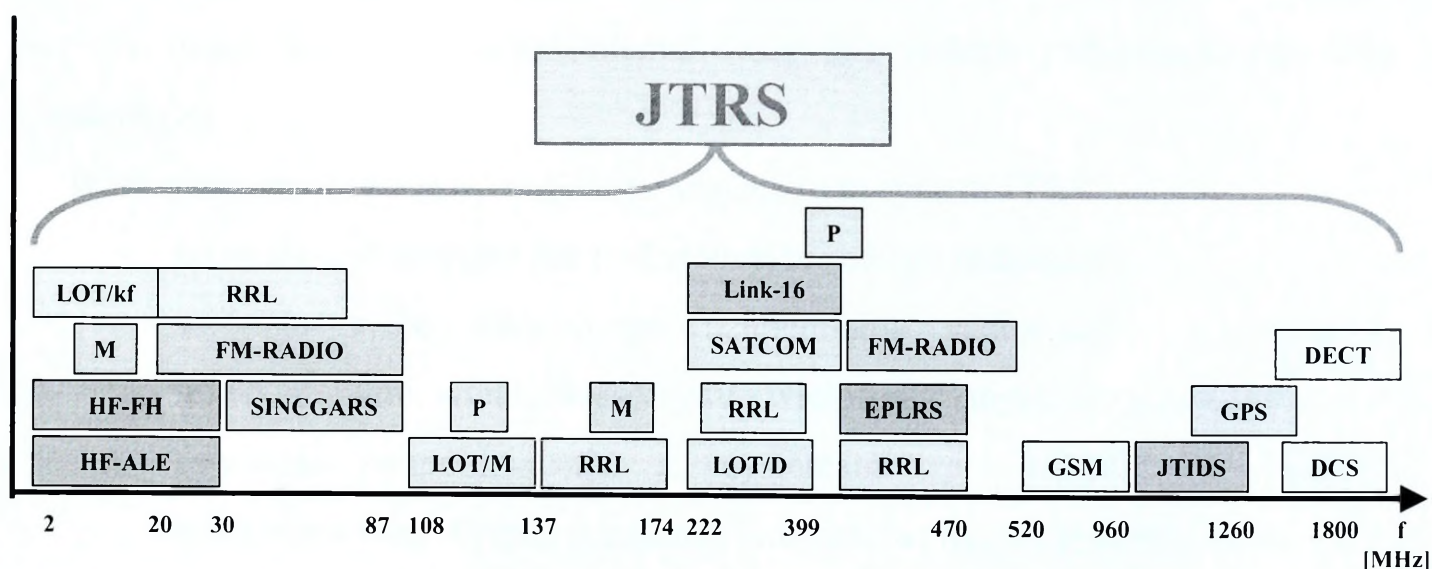
---

<sup>2</sup> P. Daniluk, *Taktyczne sieci radiowe – nowe rozwiązania*, *Przegląd Wojsk Lądowych*, 10/2005, s. 20

- potrzeba większego współdziałania sił zbrojnych z organizacjami państwowymi i społecznymi w sytuacjach zagrożenia;
- potrzeba szerokopasmowej transmisji danych.

Głównym zadaniem systemu JTRS jest zapewnienie wspólnej płaszczyzny transmisyjnej obejmującej różne klasy i rodzaje urządzeń w ramach realizacji idei „otwartego standardu”. Pozwala to na współpracę różnych systemów oraz stałą rozbudowę JTRS, tym bardziej, iż jego architektura umożliwia wykorzystywanie tego samego oprogramowania w różnych urządzeniach. Współpraca dotyczy nie tylko różnych „rodzin radiostacji”, różnych rodzajów wojsk, ale też różnych służb radiokomunikacyjnych. W związku z tym, system pracuje w bardzo szerokim zakresie częstotliwości, wykorzystuje niemal wszystkie stosowane w sieciach wojskowych i pozawojskowych emisje, rodzaje pracy i dostępu, protokoły, przepustowości, itp.

Na rysunku 4.2. przedstawiono zakres częstotliwościowy systemu JTRS.



**LEGENDA:**

- FM-RADIO – systemy wojskowej łączności radiowej sił lądowych (również SINGARS);
- LOT – pasma lotnicze (kf – krótkofalowe, M – metrowe (wojskowo-cywilne), D – decymetrowe (wojskowe));
- HF – wojskowe sieci krótkofalowe (stosujące technikę ALE i FH);
- M- pasma morskie;
- RRL – ruchoma radiokomunikacja lądowa (dyspozytorska, osobista, tracking, różne służby – pogotowie ratunkowe, straż pożarna, policja, transport towarowy i miejski, służby lesne, itp.);
- GSM - telefonia komórkowa GSM 800 MHz, DCS – telefonia komórkowa GSM 1800 MHz; telefonia bezprzewodowa DECT;
- Link-16, EPLRS, JTIDS – radiowe systemy transmisji danych;
- SATCOM – jednokanałowe systemy satelitarne wojskowe;
- P – satelitarne systemy EPIRB 121,5 MHz oraz 401 MHz. GPS – określania pozycji.

Rys. Możliwości współpracy w systemie JTRS

Źródło: P. Daniluk, Taktyczne sieci radiowe – nowe rozwiązania, Przegląd Wojsk Lądowych, 10/2005,

Można więc uważać, że zasadniczym zadaniem tego systemu jest stworzenie płaszczyzny technologicznej pozwalającej na stałe wprowadzanie nowych rozwiązań w miarę rozwoju myśli technicznej z jednocześnie efektywnym wykorzystaniem już posiadanego potencjału radiowego.

Wielofunkcyjność JTRS wynika ze spełniania roli w wielu systemach równocześnie:<sup>3</sup>

- nawigacyjnych, pozycjonujących, lokalizacyjnych, identyfikacyjnych;
- kontroli czasu i częstotliwości;
- danych telemetrycznych, w tym meteorologicznych;
- łączności współdziałania pododdziałów i oddziałów różnych rodzajów wojsk i sił zbrojnych;
- łączności wojsk lotniczych;
- łączności wojsk lądowych;
- łączności cywilnej lotniczej, morskiej i lądowej;
- łączności satelitarnej w ramach sieci publicznych i zamkniętych.

Pracując w tak różnorodnych uwarunkowaniach parametrycznych system pozwala objąć swoim obszarem niemal wszystkie rodzaje radiostacji, nie tylko wojskowych.

W obszarze zastosowania w obszarze wojskowym system JTRS<sup>4</sup>:

- pozwala wykorzystać już funkcjonujące rodzaje radiostacji;
- wymaga tylko naturalnego uzupełniania radiostacji starego parku nowoczesnymi, wielozakresowymi i wielofunkcyjnymi urządzeniami;
- zapewnia współdziałanie z systemami publicznymi, w tym z trankingowymi, dyspozytorskimi, komórkowymi, eksploatowanymi przez różnych operatorów;
- zapewnia współdziałanie sieci wojskowych z sieciami służb morskich, lotniczych i lądowych;
- oferuje możliwość współpracy z systemami różnych rodzajów wojsk;
- zapewnia interoperacyjność z innymi systemami łączności NATO;

---

<sup>3</sup> P. Daniluk, *Taktyczne sieci radiowe – nowe rozwiązania*, *Przegląd Wojsk Lądowych*, 10/2005, s. 21

<sup>4</sup> tamże, s. 23

- zapewnia niski koszt jednostkowy urządzeń wynikający z zastosowania nie tylko przez wojsko, ale też komercyjnego przez inne służby i użytkowników prywatnych;
- umożliwia rozwój i dołączanie nowych systemów telekomunikacyjnych, zarządzania i dowodzenia;
- umożliwia szerokie użycie komercyjnych technologii oraz infrastruktury.

Modułowość systemu pozwala na adaptowanie jego dla różnych rodzajów radiostacji i wojsk oraz uwarunkowań funkcjonowania. Wspólna architektura systemu JTRS ma na celu rozwiązać problem możliwości wykorzystania całego potencjału sprzętu będącego na wyposażeniu wojsk, jak i sił współdziałających.

Najważniejszą cechą wszystkich tych radiostacji jest to, że można je rozbudować tak jak komputer. Samo obsługa tych urządzeń realizowana jest poprzez narzędzia systemu Windows, choć często producenci radiostacji dołączają własne oprogramowanie. Jedną z najważniejszych cech systemu jest możliwość wykorzystywania do transmisji danych standardowego oprogramowania systemu Windows lub oprogramowania dedykowanego realizującego kompresję informacji przy dużym komforcie pracy. Stosowanie programu Windows umożliwia dużą standaryzację pracy chociażby poprzez wykorzystanie Microsoft Word czy też poczty elektronicznej. **Stosowanie tych programów pozwala na pełną automatyzację pracy, co powinno znakomicie usprawnić współpracę różnych służb.**

Od strony abonenta system jest postrzegany jako przezroczysty, co oznacza że transmisja informacji jest realizowana różnymi dostępnymi drogami – łączem radiowym jednokanałowym, wielokanałowym, satelitarnym jednokanałowym i wielokanałowym, łączem kablowym wojskowym i komercyjnym, poprzez sieć publiczną z odpowiednim stopniem zabezpieczenia.

W siłach zbrojnych eksploatowanych jest wiele radiostacji należących przynajmniej do kilku rodzin, które dzięki systemowi JTRS mogą być lepiej wykorzystane oraz wzmocnione pracą urządzeń wielofunkcyjnych.

W tabeli 4.2. dokonano porównania trzech generacji sieci radiowych, gdzie ostatnią tworzą urządzenia systemu JTRS.

Tab. 4.2. Trzy generacje łączności radiowej szczebla taktycznego

Generacja sieci radiowych	Lata 80. (np. CLANSMAN)	Lata 90. (np. SINCGARS)	XXI wiek (JTRS)
Wybrane parametry			
Zakres częstotliwości	Jeden zakres częstotliwości: 2 – 30 MHz lub 30 – 88 MHz lub 222 – 399 MHz, itp.	Kilka zakresów częstotliwości: 2 – 60 MHz lub 30 – 400 MHz lub 30 – 512 MHz, itp.	Wiele zakresów częstotliwości: 2 MHz – 2000 MHz
Liczba kanałów	Jeden kanał	Jeden kanał	Wielokanałowość
Usługi	Fonia Jako uzupełnienie – transmisja danych	Fonia oraz transmisja danych	Dane, obraz i głos
Interfejsy	Ograniczona liczba, standardy wojskowe	Elastyczne standardy wojskowe oraz komercyjne	Otwarte standardy wojskowe oraz komercyjne
Emisje i rodzaje pracy	Praca tylko FM lub tylko AM	Wybiórczo: FM (5 lub 8 kHz), FSK. AM, ASK. UHF SATCOM: BPSK, SBPSK, SOQPSK, DEQPSK. TRANSEC VHF:SINCGARS UHF:Have Quick I/II	Łącznie: FM (5 lub 8 kHz), FSK. AM, ASK. UHF SATCOM: BPSK, SBPSK, SOQPSK, DEQPSK. TRANSEC VHF:SINCGARS UHF:Have Quick I/II
Rodzaje radiostacji i stosowane moce wyjściowe	Plecakowe – 3 – 15 W Pokładowe – 5 – 75 W Autonomiczne 1 kW	Ręczne – 0,3 – 5 W; Plecakowe – 0,3 – 20 W Pokładowe - 5 – 50 W Autonomiczne do 1kW	Ręczne do 5 W; Plecakowe do 15 W; Pokładowe do 25 W; Autonomiczne do 1kW
Ograniczenia funkcji w rodzinie radiostacji	Ograniczone funkcje stacji plecakowych	Ograniczone funkcje stacji ręcznej, oraz często plecakowej	Wszystkie radiostacje posiadają identyczne funkcje
Oprogramowanie	Sprzętowe	Często programowe	Programowe
Architektura radiowa	Przed wszystkim sprzęt	Przed wszystkim platforma programowa	Platforma programowa na płaszczyźnie sprzętowej

Źródło: P. Daniluk, *Taktyczne sieci radiowe – nowe rozwiązania*, *Przegląd Wojsk Lądowych*, 10/2005, s. 22

W toku przeprowadzonych badań określono podstawowe cechy parametryczne i funkcjonalne systemu JTRS, do których zaliczono<sup>5</sup>:

- zakres częstotliwości: 2 – 2000 MHz;
- przepływność w transmisji danych od 10 bit/s do 10 Mbit/s;
- cztery niezależne kanały pracy oraz jeden GPS i komórkowy (opcjonalnie);
- możliwość współpracy z siecią WAN (Ethernet) oraz LAN (FDDI);
- możliwość współpracy z systemami rozsiewczymi (GPS);
- możliwość współpracy z systemami JTIDS, EPLRS, Packet Radio, ATM;
- możliwość uczestniczenia w systemach satelitarnych UHF SATCOM, UHF SATCOM DAMA, EHF MDR, INMARSAT M, MILStar, IRIDIUM;
- możliwość uczestniczenia w sieciach radiowych służby ruchomej lądowej w postaci dyspozytorskiej oraz trunkingu, sieciach służb morskich VHF;
- możliwość uczestniczenia w łączności lotniczej wojskowej i cywilnej AM;
- możliwość uczestniczenia i tworzenia sieci SINCGARS, SATURN oraz stosujących Have QUICK I oraz II;
- możliwość uczestniczenia w sieciach krótkofalowych typu HF/SSB oraz opartych o prace adaptacyjną - HF-ALE, HF-LQA;
- obsługa różnych protokołów i standardów wielodostępu;

Tak obszerne wymagania zaczyna spełniać coraz więcej radiostacji wojskowych, do których można zaliczyć również i polskie rozwiązania w postaci radiostacji osobistej R-3505 pracującej w całym zakresie 20 – 520 MHz przy wykorzystaniu wielu podstawowych rodzajów pracy i emisji.

Analiza dostępnym materiałów o charakterze reklamowym i szczątkowej dokumentacji technicznej pozwala stwierdzić, że trwa znacznie zaangażowana praca koncepcyjna producentów w obszarze otwartej architektury JTRS.. Ostatnio coraz liczniejsze alianse technologiczne brytyjsko-amerykańskie oraz francusko-amerykańskie świadczą o rosnącej dominacji technologii za Atlantyku. Z tego też powodu uwaga zespołu autorskiego w trakcie prowadzonej analizy była skupiona przede wszystkim na rozwiązaniach wdrażanych w armii USA i opartych na implementacjach firmy MOTOROLA.

---

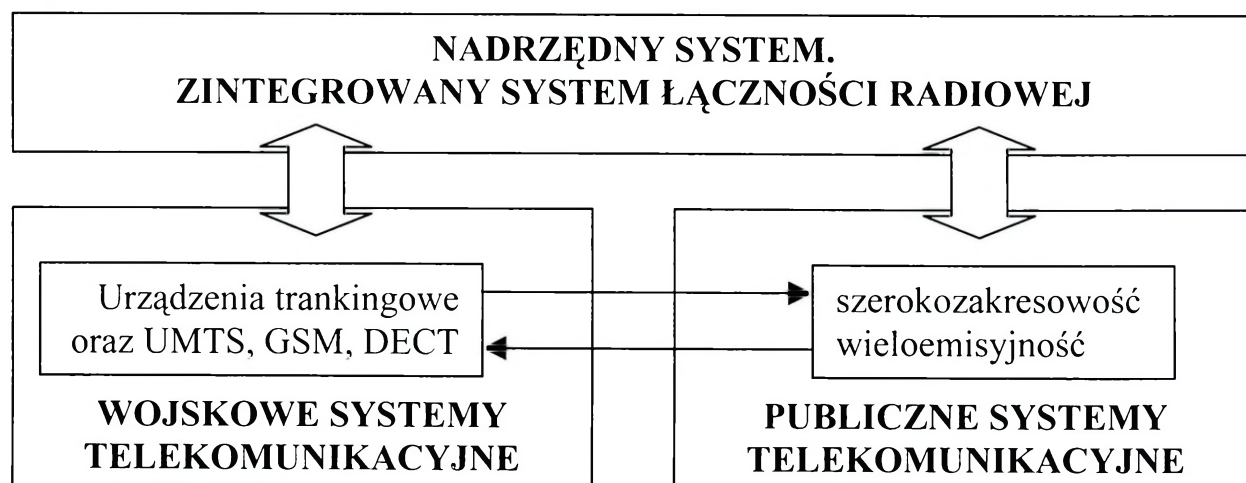
<sup>5</sup> tamże, s. 24

#### 4.4. Wnioski

Przedstawione obszary możliwości organizacji łączności współdziałania elementów wojsk lądowych i reagowania kryzysowego na obszarze kraju pozwoliły ostatecznie zdefiniować trzy poziomy realizowania takich rozwiązań.

- pierwszy poziom wykorzystywania potencjału sieci publicznej posiada swoje szczególne odniesienie do najniższych szczebli dowodzenia wojsk lądowych oraz do relacji zapasowych, których stosowanie jest pewne w okresie pokoju lub braku zagrożenia;
- drugi poziom wykorzystywania potencjału systemu telekomunikacyjnego wojsk lądowych stwarza największe możliwości na wyższych poziomach tej współpracy – oddziałów, związków taktycznych i operacyjnych ze szczeblem centralnym, wojewódzkim i powiatowym;
- trzeci poziom nadrzędny dotyczy wykorzystania perspektywicznych systemów telekomunikacyjnych pozwalających objąć zakresem swojego funkcjonowania większość dotychczas odrębnych systemów łączności. Takim najbardziej uniwersalnym rozwiązaniem będzie zastosowanie zintegrowanego taktycznego systemu łączności radiowej, który obejmie swoim funkcjonowaniem: sieci dyspozytorskie, trunkingowe, komórkowe, satelitarne, pola walki, sił powietrznych, marynarki wojennej, oraz innych pozostałych służb radiowych.

Na rysunku 4.3. przedstawiono strukturę tak określonych poziomów systemów telekomunikacyjnych zorganizowanych na potrzeby współpracy wojsk lądowych i elementów reagowania kryzysowego.



Rys. 4.3. Koncepcja systemu telekomunikacyjnego na potrzeby sytuacji kryzysowych  
*Źródło: opracowanie własne*

Tak sformułowane trzy obszary rozwiązań determinują proces budowania systemu telekomunikacyjnego na potrzeby współpracy wojsk lądowych oraz elementów reagowania kryzysowego na obszarze kraju.

Proces ten powinien obejmować:

- w pierwszej fazie (obecnej) – wyposażanie odpowiednich służb w szerokokresowe i wieloemisyjne urządzenia oraz w wycofywany sprzęt radiowej łączności wojskowej;
- w drugiej fazie – realizacja działań zmierzających do wyboru i ostatecznego wdrożenia jednego rodzaju łączności trunkingowej na potrzeby wszystkich służb ratunkowych i służb radiowych. Dopiero wtedy wojska lądowe powinny w wybranych obszarach swojego funkcjonowania wdrożyć systemy łączności trunkingowej jako nowoczesnej łączności radiotelefonicznej;
- w trzeciej fazie – realizacja pełnej rozbudowy zintegrowanych systemów taktycznej łączności radiowej, które pozwolą objąć systemy radiotelefoniczne i niemal wszystkie publiczne.

## ZAKOŃCZENIE

Przeprowadzone badania w obszarze organizacji łączności na potrzeby współdziałania wojsk lądowych i elementów reagowania kryzysowego kraju pozwoliły zbudować szereg wniosków natury ogólnej i szczegółowej

Odnosząc się do treści zawartych we wstępie, a szczególnie do sformułowanych celów, problemów oraz zbudowanej hipotezy można skonstatować, iż:

1. Określenie potrzeb i możliwości organizacji łączności współdziałania dla poszczególnych rodzajów wojsk sił lądowych okazało się nieuzasadnione. Taka ocena jest potrzebna i jednocześnie możliwa w odniesieniu do poziomu rozpatrywanych elementów wojsk lądowych – najczęściej związków operacyjnych, związków taktycznych, oddziałów i samodzielnych pododdziałów. W ramach tych elementów znajdują się pododdziały rodzajów wojsk, które najczęściej z innymi siłami i środkami będącymi w dyspozycji dowódcy danego szczebla dowodzenia mogą być użyte do współpracy z elementami reagowania kryzysowego na obszarze kraju.
2. Zauważono szeroki zakres ekwiwalentności poziomów współpracy wojsk lądowych i elementów reagowania kryzysowego na obszarze kraju. Dowództwu Wojsk Lądowych odpowiadają komórki szczebla centralnego reagowania kryzysowego. W odniesieniu do korpusu określono poziom administracji i organizacji wojewódzkich, natomiast w odniesieniu do związku taktycznego – poziom województwa i powiatów. W odniesieniu do oddziałów określono poziom wojewódzki oraz powiatowy.
3. Określenie poziomu współpracy komplikowała odmiennosc charakteru wyodrębnionych obszarów prowadzonych badań. Obszar wojskowy nie tylko charakteryzuje aspekt stacjonarny – krajowy, ale też mobilny, gdyż wydzielany może być Komponent Wojsk Lądowych lub jego elementy do działań poza granicami kraju. Natomiast obszar elementów reagowania kryzysowego dotyczy tylko kraju. Zasadnicza rozbieżność dotyczy więc charakteru systemów kierowania oraz systemów łączności na ich potrzeby. Wojska lądowe posiadają charakter mobilny, natomiast elementy reagowania kryzysowego na obszarze kraju - charakter stacjonarny.

4. Odmienność charakteru obu poddanych ocenie systemów telekomunikacyjnych tkwi również w stopniu ich otwartości. Wojskowe systemy telekomunikacyjne, szczególnie mobilne, które występują w wojskach lądowych charakteryzują się, ze względu na wysokie wymagania bezpieczeństwa, zamkniętą strukturą. Umożliwia ona tylko w wyjątkowych relacjach „wychodzić” poza system wojskowy. Infrastruktura publicznej telekomunikacji pozwala na bardzo otwarte funkcjonowanie, które przede wszystkim determinuje wysoką niezawodność sieci wynikającą z wielu alternatyw komunikacyjnych. Dotychczasowa współpraca różnych systemów telekomunikacyjnych opierała się na spełnianiu podstawowych, a więc minimalnych wymagań. Oznaczało to niskie bezpieczeństwo i niezawodność obszaru wspólnego współpracujących systemów telekomunikacyjnych. Wskazaniem jest więc stworzenie nadsystemu telekomunikacyjnego, który przynajmniej zachowa jakość funkcjonowania każdego z systemów osobno.
5. Określenie możliwości wykorzystania systemów telekomunikacyjnych w organizowaniu współdziałania wojsk lądowych i elementów reagowania na obszarze kraju pozwoliło sformułować pewną zależność. Stopień i rodzaj wykorzystania środków oraz systemów telekomunikacyjnych poszczególnych obszarów zależy przede wszystkim od poziomu tej współpracy.
6. Zbudowanie systemu łączności współdziałania wojsk lądowych oraz elementów reagowania kryzysowego wymaga realizacji przedsięwzięć etapowo. Pozwoli to w sposób ewolucyjny tworzyć zintegrowany system telekomunikacyjny, który powinien objąć infrastrukturę wojskową, resortową, różnych służb radiowych oraz organizacji. Wnioski płynące z badań prowadzonych w obszarze najnowocześniejszych technologii pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że system o charakterze wojskowym będzie pełnić rolę nadrzędną nad innymi. Wynika to z tego, że pozwala on skutecznie dywersyfikować usługi w różnych rodzajach podsieci, spośród których każda z nich pozwala koncentrować się na wybranym wskaźniku efektywności. W sytuacji zagrożenia uaktywniany i wzmacniany jest ten rodzaj sieci, który najlepiej spełnia wymagania wymiany informacji w określonej sytuacji.

W toku przeprowadzonych badań potwierdzono sformułowaną hipotezę. Dokonana analiza wykazała, że nie jest możliwe stworzenie oddzielnego systemu przeznaczonego do tego typu współpracy. Wykazano, że rozwiązania powinny iść w kierunku otwartości systemów w obu obszarach. Wykazano również, że o ile jest to możliwe dla sieci resortowych i firmowych typu trunkingowego, o tyle nie jest możliwe dla sieci radiowych pola walki z racji nadrzędności bezpieczeństwa nad niezawodnością, gdzie niezawodność rozumiana jest jako możliwość korzystania z alternatywnych rodzajów telekomunikacji.

Ostatecznym rozwiązaniem problematyki współdziałania systemów telekomunikacyjnych wojskowych i pozawojskowych powinno być określenie nadrzędności któregoś z systemów. Za taki system uznano zintegrowany system taktycznej łączności radiowej, który spełnia trzy zasadnicze wymagania:

- w wystarczającym stopniu dla bezpieczeństwa sieci radiowych pola walki utrzymuje ich charakter izolowany;
- w wystarczającym stopniu dla różnorodności podsystemów, urządzeń, abonentów i organizacji utrzymuje otwartość dla systemów publicznych;
- w warstwie nadrzędnej pozwala na kontrolowaną (inteligentną) komunikację pomiędzy dowolnymi wybranymi podsystemami.

Następstwem dokonania wyboru zintegrowanych systemów łączności taktycznej typu JTRS powinno być z kolei realizowanie badań w poszczególnych obszarach problemowych funkcjonowania tych sieci telekomunikacyjnych. Istnieje obecnie już wystarczająca ilość materiałów dotyczących wniosków z fragmentarycznych implementacji tego systemu. Natomiast za znaczny obszar niewiedzy należy uznać zakres zasad, wymagań technologicznych, społecznych, strukturalnych i procesowych związanych z organizowaniem tego typu łączności pomiędzy elementami wojskowymi a reagowania kryzysowego na obszarze kraju.

Sądzić więc można, że tą drogą powinny podążać dalsze badania w obszarze łączności współdziałania wojsk lądowych oraz elementów systemu reagowania kryzysowego na obszarze kraju.

## BIBLIOGRAFIA:

1. AAP- 6 NATO Glossary of Terms and Definition.
2. Bem D. J., Satelitarne systemy dostępowe, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 8-9/2000
3. Bogucki J., Satelity niskoorbitowe, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 12/1998
4. Clarke M., Charakterystyka zachowania się w kryzysie, Bruksela 1995 (maszynopis wystąpienia).
5. Cyfrowa sieć telekomunikacyjna związku taktycznego wojsk lądowych, Szt. Gen. WP, Warszawa 2002.
6. Czajkowski J., Światowy morski system łączności alarmowej i bezpieczeństwa GMDSS, Gdańsk 1994
7. Daniluk P., Radiostacje pola walki, AON, Warszawa 2003
8. Daniluk P., Radiowe systemy łączności ruchomej, AON, Warszawa 2004
9. Daniluk P., Taktyczne sieci radiowe – nowe rozwiązania, *Przegląd Wojsk Lądowych*, 10/2005
10. Daniluk P., Fiołna Z., Modulacje stosowane w wojskowym sprzęcie łączności, AON, Warszawa 1998
11. Dąbrowski M., A. Marzecki, Systemy radiowego dostępu w sieci TP S.A., *Przegląd Telekomunikacyjny*, 3/1999
12. Dąbrowski M., Ewolucja systemów komórkowych – systemy trzeciej generacji, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 5/1999
13. Dąbrowski M., Systemy komórkowe do roku 2010, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 8-9/2001
14. Encyklopedia Powszechna, PWN, wyd. trzecie, t.4, Warszawa 1987
15. Fiołna Z., Sieć łączności związku operacyjnego, AON, Warszawa 2002.
16. Funkcjonowanie państwa w sytuacji kryzysu polityczno-militarnego, Materiały z seminarium w AON, AON, Warszawa 1997
17. Górski P., Zastosowanie modelowania systemowego do opisu wybranych elementów Systemu Obronnego Państwa, AON, Warszawa 1998
18. Haykin S., Systemy telekomunikacyjne, WKiŁ, Warszawa 1998.
19. Hołubowicz W., Systemy telefonii bezprzewodowej, Poznań 1997

20. Hołubowicz W., Gasiński R., Standaryzacja interfejsu radiowego systemów cyfrowej telefonii komórkowej trzeciej generacji, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 3/1998
21. Hołubowicz W., Płóciennik P., *Cyfrowe systemy telefonii komórkowej GSM*, Holkom, Poznań 1998
22. Hołubowicz W., Szwabe M., *Systemy radiowe z rozpraszaniem widma CDMA. Teoria. Standardy. Aplikacje*, Poznań 1998
23. Huntington S.P., *Zderzenie cywilizacji*, Wyd. Lit. MUZA S.A.
24. Janczak J., Daniluk P., Wisz A., *Mobilne sieci łączności - album schematów*, AON, Warszawa 2003.
25. Janczak J., Daniuk P. i inni, *Środki dowodzenia*, AON, Warszawa 2003.
26. Janczak J., Wisz A., *System łączności brygady*, AON, Warszawa 2004.
27. Katulski R. J., *Rozwój i możliwości użytkowe systemu INMARSAT*, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 12/2000
28. Katulski R. J., Gajewski S., Marczak A., Stefański J., *UMTS – telekomunikacja bezprzewodowa na progu XXI wieku*, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 1/2001
29. Katulski R. J., Kosiński A., Pawłowski W., Żurek J., *Stan obecny i perspektywy radiokomunikacji morskiej*, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 12,1999
30. Katulski R. J., Kosiński A., Żurek J., *Perspektywy rozwoju nowoczesnej radiokomunikacji morskiej*, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 11/2001
31. Katulski R. J., Mikołajski M., *Uwarunkowania rozwojowe w telekomunikacji satelitarnej*, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 7/2003
32. Katulski R. J., Mikołajski M., *Współczesna telekomunikacja satelitarna*, *Przegląd Telekomunikacyjny*, 2-3/2003
33. Kiełtyka L., *Komunikacja w zarządzaniu*, Placet, Warszawa 2002
34. Klawitter Z., i inni, *Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. II. Oddziały, pododdziały dowodzenia i łączności*, AON, Warszawa 2003.
35. Kołakowski J., Cichocki J., *UMTS – System telefonii komórkowej trzeciej generacji*, WKiŁ, Warszawa 2003
36. Konieczny J., *Zarządzanie w sytuacjach kryzysowych, wypadkach i katastrofach*, Poznań-Warszawa, Garmond 2001

37. Konieczny K., Rabiej B., Radiodostęp w taktycznej sieci telekomunikacyjnej. AON, Warszawa 1998.
38. Kowalewski M., System łączności dywizji, rozprawa habilitacyjna, AON, Warszawa 1994.
39. Kopaliński T., Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych, Wiedza Powszechna, Warszawa 1968
40. Kordybach K., Jakość usług w systemie UMTS, Przegląd Telekomunikacyjny, 10/2002
41. Krasoń J., TETRA – otwarty standard cyfrowej łączności trunkingowej, Przegląd Telekomunikacyjny, 3/2000
42. Krzyżanowski P. L., Podstawy nauk o organizacji i zarządzaniu, PWN, Warszawa 1994
43. Leksykon wiedzy wojskowej, MON, Warszawa, 1979
44. Le petit Larousse, LAROUSSE, Paris 1994
45. Mazurkiewicz J.W., Leksykon łączności wojskowej, AON, Warszawa 1996.
46. Michniak J., Dowodzenie i łączność, AON, Warszawa 2003
47. Michniak J., Dowodzenie w teorii i praktyce wojsk, AON, Warszawa, 2003
48. Michniak J., Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych. Cz. I: Główne problemy, AON, Warszawa 2002.
49. Michniak J., Fiołna Z., Sieć łączności państwa, AON, Warszawa 2001.
50. Organizacja łączności dla potrzeb kierowania reagowaniem kryzysowym na obszarze kraju, ŁĄCZ-KRYZ, Praca naukowo-badawcza, AON, Warszawa 2004
51. Pakiet norm obronnych z zakresu łączności, AON, Warszawa 2000.
52. Podręczny słownik języka polskiego, Wiedza Powszechna, Warszawa 1957
53. Piotrowski S., Dowodzenie w działaniach taktycznych wojsk lądowych, AON, Warszawa 1995
54. Regulamin działań wojsk lądowych, DWLąd., Warszawa 1999
55. Rutkowski C., Kasprzewski A., Siły zbrojne w sytuacjach kryzysowych. „SZ-KRYZYS”. Kryzys. Państwo w okresie kryzysu. Wojskowe aspekty sytuacji kryzysowej. AON, Warszawa 1996

56. Sienkiewicz P., Teoria efektywności systemów kierowania, tom 2, Problemy efektywności działania, rozprawa habilitacyjna, ASG, Warszawa 1997
57. Strzoda M., Prusiński N., System Dowodzenia. Terminologia. Część I., AON, Warszawa 2001
58. Tallentire P., Wnioski z ćwiczenia PCM-95, NATO-Bruksela-1995, tłum. E. Jendraszczak (maszynopis wystąpienia).
59. Tomaszewski A., System dowodzenia wojsk obrony terytorialnej, AON, Warszawa 2001
60. Wesołowski K., Systemy radiokomunikacji ruchomej, WKŁ, Warszawa 1998
61. Wisz A., Kierowanie polowymi systemami łączności, część IV, dokumenty i znaki łączności, wyd. AON, Warszawa 2001.
62. Wróblewski R., Strategiczna operacja obronna na obszarze kraju, AON, Warszawa 1993
63. Zasady organizacji łączności współdziałania w operacjach wielonarodowych, wyd. MON, Warszawa 1999.

S/6386

18, 20