



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

AON 3285/2001

Płk dr hab. inż. Józef MICHNIAK
Mjr dr inż. Zbigniew FIOŁNA

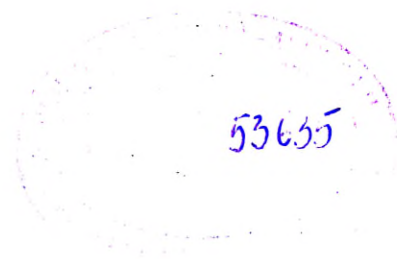
SIEĆ ŁĄCZNOŚCI PAŃSTWA



53635

WARSZAWA

2001



Plk dr hab. inż. Józef MICHNIAK
Mjr dr inż. Zbigniew FIOŁNA

SIEĆ ŁĄCZNOŚCI PAŃSTWA

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

**WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA DOWODZENIA I ŁĄCZNOŚCI**

AON 5285/2001

**Plk dr hab. inż. Józef MICHNIAK
Mjr dr inż. Zbigniew FIOŁNA**

SIEĆ ŁĄCZNOŚCI PAŃSTWA

Opracowanie treści rozdziałów:

płk dr hab. inż. Józef Michniak – rozdział 1 i 2,
mjr dr inż. Zbigniew Fiołna – rozdział 3, 4 i 5.

Korekta:

mjr dr inż. Zbigniew Fiołna

Powielenie i oprawa:
Akademia Obrony Narodowej – Wydział Wydawniczy
Zam. nr 12/2001

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
1. STRUKTURA I PRZEZNACZENIE SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI PAŃSTWA	9
1.1. SYSTEM TELEKOMUNIKACYJNY	10
1.1.1. Podsystem kierowania	11
1.1.2. Podsystem przekazywania informacji	12
1.1.3. Podsystem zasilania	18
2. SIEĆ TELEKOMUNIKACYJNA UŻYTKU PUBLICZNEGO	19
2.1. ELEMENTY SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ UŻYTKU PUBLICZNEGO	20
2.1.1. Linie teletransmisyjne	20
2.1.2. Węzły telekomunikacyjne	24
2.1.3. Abonenci	25
2.2. STRUKTURA USŁUGOWO-TECHNICZNA SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ	26
2.2.1. Telefonia	27
2.2.2. Transmisja danych (sieć teleinformatyczna)	29
2.2.2.1. Sieć POLPAK-T	30
2.2.2.2. Sieć TELBANK	32
2.2.3. Integracja usług telekomunikacyjnych - ISDN	34
2.2.4. Radiokomunikacja	40
2.2.4.1. Linie radiowe (radiolinie)	41
2.2.4.2. Radiowe stacjonarne łącza abonenckie	42
2.2.4.3. Systemy telefonii bezprzewodowej	43
2.2.4.4. Systemy trunkingowe	47
2.2.4.5. Sieci telefonii komórkowej	51
2.2.5. Radiodyfuzja	62
2.2.5.1. Radiofonia i telewizja	62
2.2.5.2. Systemy przywoławcze	63
2.2.5.3. Radiodyfuzja w systemach satelitarnych	65
3. WEWNĘTRZNE SIECI TELEKOMUNIKACYJNE	68
3.1. SIEĆ TELEINFORMATYCZNA PKP	68
3.2. SIECI TELEKOMUNIKACYJNE ENERGETYKI	70
3.2.1. Światłowodowa sieć telekomunikacyjna energetyki	70
3.2.2. Sieć intranetowa energetyki	74
3.2.3. Sieć radiotelefoniczna energetyki	76
3.2.4. Perspektywy rozwoju wewnętrznych sieci telekomunikacyjnych	78
4. SYSTEM POCZTOWY	80
5. UREGULOWANIA PRAWNE REALIZACJI ZADAŃ OBRONNYCH W DZIEDZINIE ŁĄCZNOŚCI	83
ZAKOŃCZENIE	87
LITERATURA	89
ZAŁĄCZNIK 1	90

Wstęp

Dostęp do informacji stał się kluczem do dobrobytu i rozwoju państwa. Informacja jest w swojej istocie dziedziną przenikającą wszystko. Jest ona zasadniczym elementem pojawiającej się gospodarki usług i podstawą postępu, wiąże przemysł, usługi i rynki w jedną całość. Staje się to możliwe dzięki powszechnemu stosowaniu coraz nowocześniejszych środków łączności (np. technika cyfrowa, światłowody, systemy satelitarne, itp.) i szerokim wykorzystywaniu techniki komputerowej.

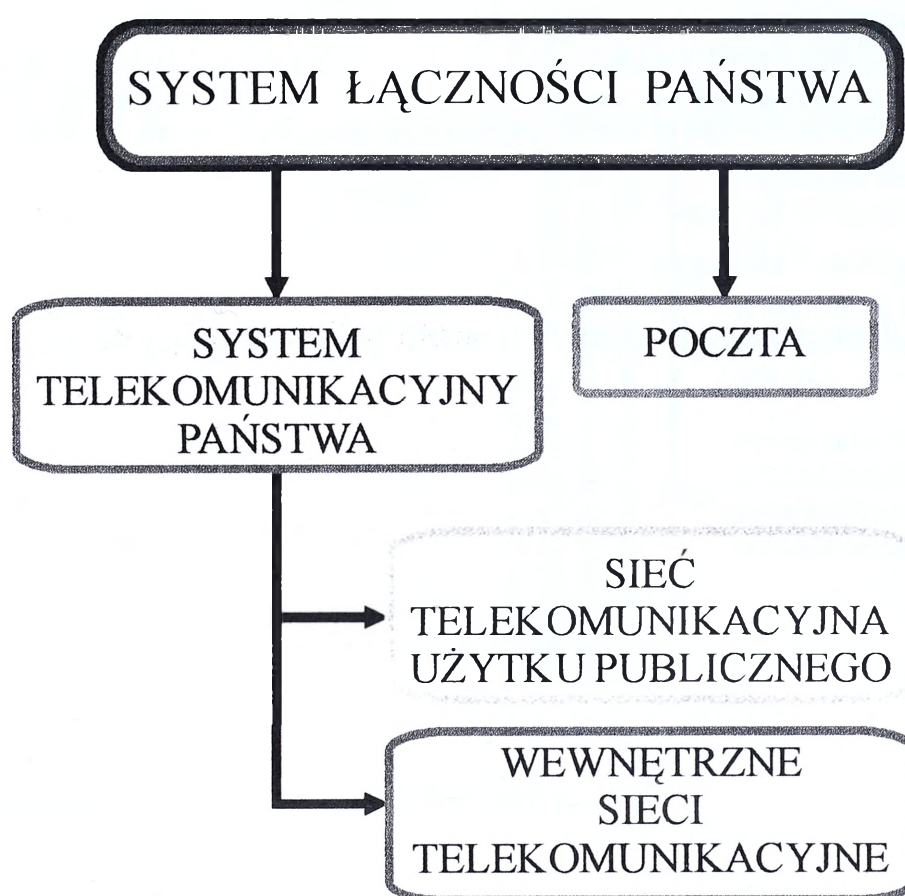
Rozwój telekomunikacji i rozwój struktur społeczeństwa informacyjnego są wzajemnie uzależnione: potrzeby społeczeństwa informacyjnego stanowią wymagania względem telekomunikacji w szerokim rozumieniu, natomiast osiągnięcia telekomunikacji i informatyki tworzą nowe możliwości dla takiego społeczeństwa. Powoduje to pewną samoistną dynamikę rozwoju, kreującą na bieżąco niezbędne struktury, w tym infrastrukturę telekomunikacyjną wraz z ofertą usług.

W systemie obronnym państwa, system łączności występuje jako podstawowy środek kierowania państwem i dowodzenia siłami zbrojnymi. Podmiotem procesów kierowania są najwyższe organa kierownicze państwa, a ich bazę organizacyjno-techniczną stanowią stanowiska kierowania i dowodzenia wyposażone w techniczne środki wspomagania oraz zabezpieczenia kierowania (dowodzenia), sprzężone w spójny system za pomocą środków łączności. Bez sprawnego systemu łączności nie byłoby kierowania. Tak więc od jakości systemu łączności zależy sprawność kierowania obronnością oraz efektywność wykorzystania potencjału obronnego państwa. Istota kierowania państwem, zarządzania gospodarką i kierowanie obronnością polega na sprawnym przesyłaniu informacji na odległość. System telekomunikacyjny powinien zapewnić naczelnym organom władzy i administracji, siłom zbrojnym oraz innym użytkownikom terminowe, wierne i skryte przekazywanie wiadomości na potrzeby obrony kraju.

1. Struktura i przeznaczenie systemu łączności państwa

Podstawowym elementem systemu* kierowania państwem jest niezawodnie funkcjonująca łączność w szerokim tego słowa znaczeniu. Jej zdolność do wykonywania nakładanych na nią zadań zależy przede wszystkim od stanu rozbudowy infrastruktury systemu telekomunikacyjnego na obszarze kraju, jego sprawności organizacyjno-technicznej i przepustowości.

W naszym kraju drogi przesyłania informacji są skomasowane w systemie łączności państwa, który obejmuje: system telekomunikacyjny i pocztę (rys.1).



Rys. 1. Główne składowe systemu łączności państwa.

System łączności jest to zespół urządzeń i linii telekomunikacyjnych, środków i linii pocztowych, środków sygnalizacyjnych oraz zasad ich współdziałania.

* System jest to wyodrębniony zbiór elementów (materialnych lub abstrakcyjnych), wzajemnie powiązanych, rozważany jako całość z określonego punktu widzenia, mający przy tym takie właściwości, których nie posiadają jego elementy.

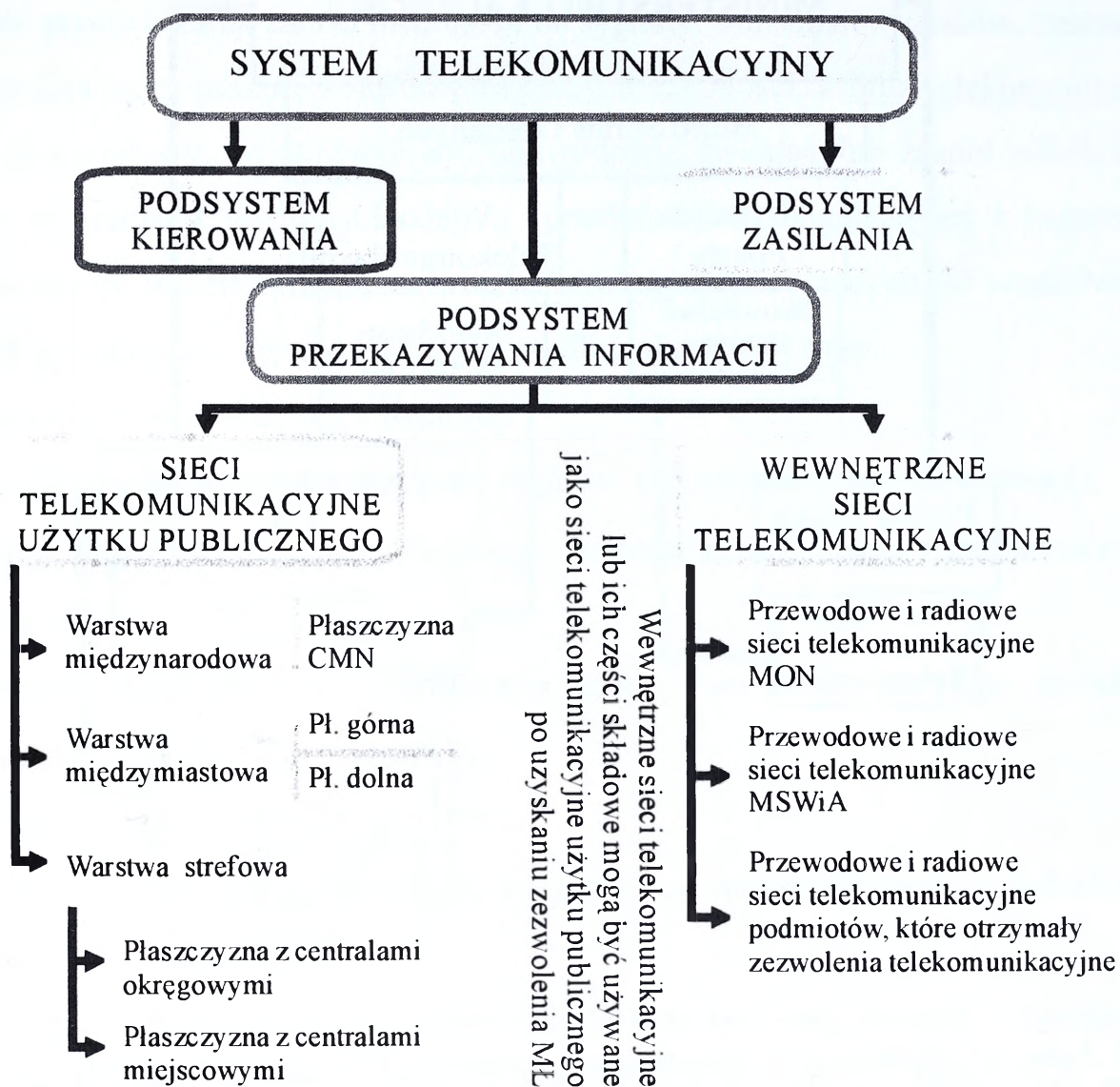
1.1. System telekomunikacyjny

System telekomunikacyjny to urządzenia i linie telekomunikacyjne, zorganizowane według określonych zasad oraz współpracujące ze sobą i służące do nadawania, przenoszenia i odbioru mowy, dźwięków, znaków pisma, obrazów ruchomych i nieruchomych oraz wszelkich innych postaci informacji za pomocą przewodów, fal radiowych lub innych systemów energetycznych.

Przyjmując za kryterium wyodrębnienia elementów z systemu telekomunikacyjnego rodzaj realizowanych zadań - to wówczas podstawowymi elementami systemu telekomunikacyjnego będą:

- elementy podsystemu kierowania;
- elementy podsystemu przekazywania informacji zorganizowane w sieci telekomunikacyjne;
- elementy podsystemu zasilania.

Zasadnicze elementy (podsystemy) systemu telekomunikacyjnego przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Zasadnicze elementy systemu telekomunikacyjnego.

1.1.1. Podsystem kierowania

Podsystem kierowania, to organa kierowania łącznością (zarządzania, sterowania) rozmieszczone w punktach kierowania, posiadające łączność ze wszystkimi elementami systemu i z otoczeniem (środowiskiem).

Zasadnicze elementy podsystemu kierowania przedstawiono na rysunku 3.



Rys.3. Jednostki organizacyjne Ministerstwa Łączności i przedsiębiorstw (spółek) odpowiedzialne za bezpieczeństwo łączności i współpracę z MON.

1.1.2. Podsystem przekazywania informacji

Elementy podsystemu przekazywania informacji występują jako sieci telekomunikacyjne. Sieć telekomunikacyjna jest wielkim systemem o złożonej strukturze, zmiennej w czasie i przestrzeni, składającej się z wielu elementów wzajemnie od siebie uzależnionych.

Sieć telekomunikacyjna to zespół aparatów przetwórczych, linii i stacji teletransmisyjnych, central telefonicznych i telegraficznych, central komutacji pakietów, radiostacji oraz innych urządzeń telekomunikacyjnych znajdujących się na określonym obszarze, powiązanych ze sobą technicznie i przeznaczonych do świadczenia usług telekomunikacyjnych.

Do tak zdefiniowanej sieci telekomunikacyjnej zaliczamy wszystkie urządzenia i linie telekomunikacyjne, gdzie urządzenia telekomunikacyjne to urządzenia przeznaczone do przetwarzania zapisu informacji na sygnały, transmisji sygnałów, zestawiania i rozłączania łączy oraz do kontroli powyższych czynności, a linia telekomunikacyjna to tor* przewodowy, światłowodowy, falowodowy, świetlny lub zespół takich torów, łącznie ze stacjami teletransmisyjnymi (przelotowymi, odgałęźnymi i końcowymi) oraz łącznie ze wszelkimi akcesoriami konstrukcyjnymi służącymi do przesyłania informacji na odległość, rozmieszczonymi wzdłuż określonej trasy.

Sieci telekomunikacyjne obejmują:

- linie teletransmisyjne (przewodowe, radiowe, falowodowe, światłowodowe);
- obiekty linii teletransmisyjnych (stacje wzmacniakowe, stacje radioliniowe, regeneratory itp.);
- naziemne stacje łączności satelitarnej i satelity komunikacyjne (jako obiekty linii teletransmisyjnych nienaziemnych);
- obiekty i urządzenia telekomutacyjne;
- obiekty radiokomunikacyjne (łączności radiowej, radiotelefonicznej, radiofonii, telewizji).

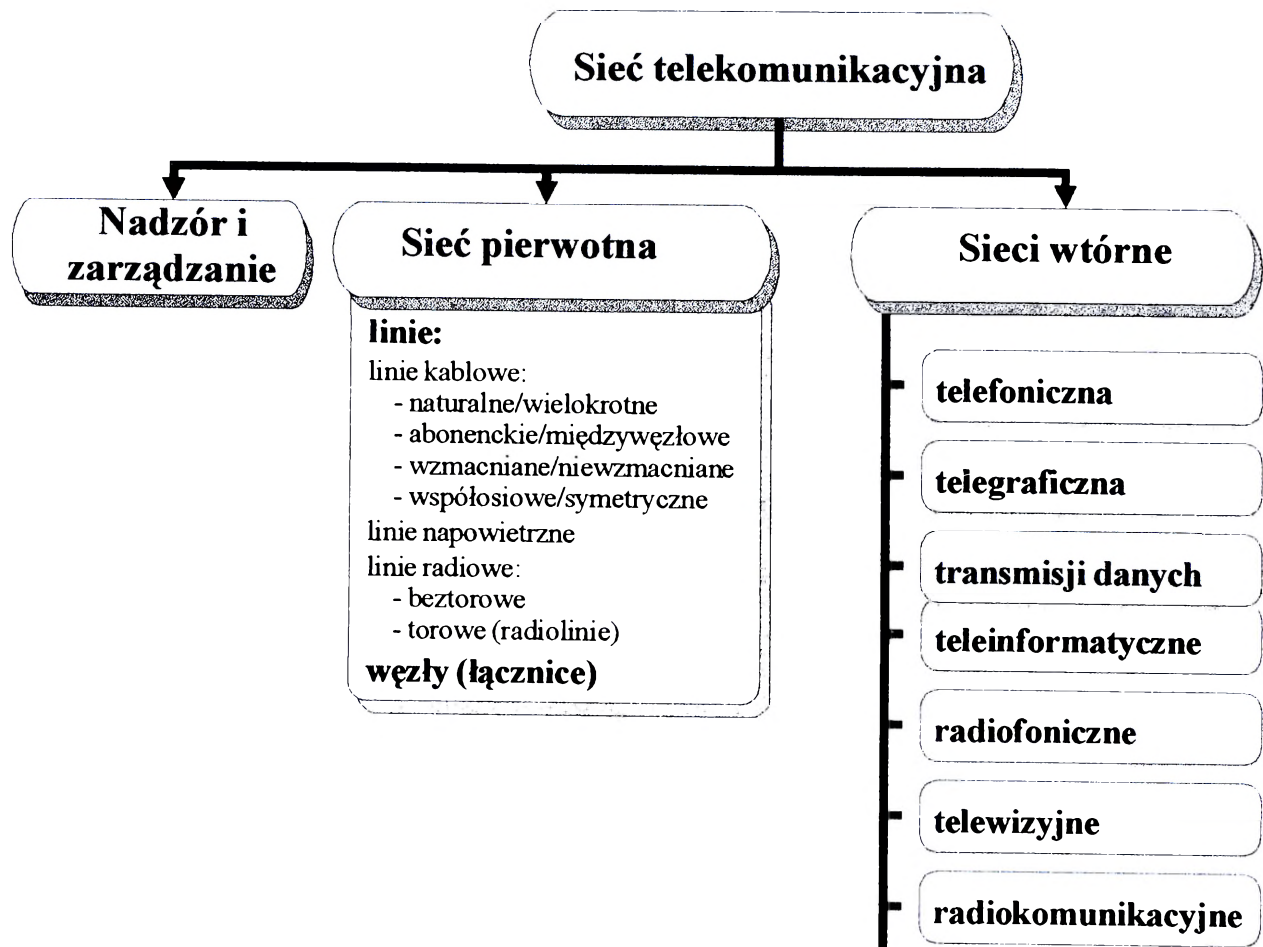
W tej sytuacji sieć telekomunikacyjna to twór (system) złożony z przestrzennie rozłożonych urządzeń technicznych w konfiguracji sieciowej - tworzących węzły i połączenia międzywęzłowe. Charakteryzuje się ona następującymi zasadniczymi cechami systemowymi:

- topologią - strukturą;
- przepustowością - maksymalnym przepływem gałęziowym;
- przepływnością - obciążeniem sieci - chwilową wartością strumienia ruchu telekomunikacyjnego na określonych trasach tych strumieni;

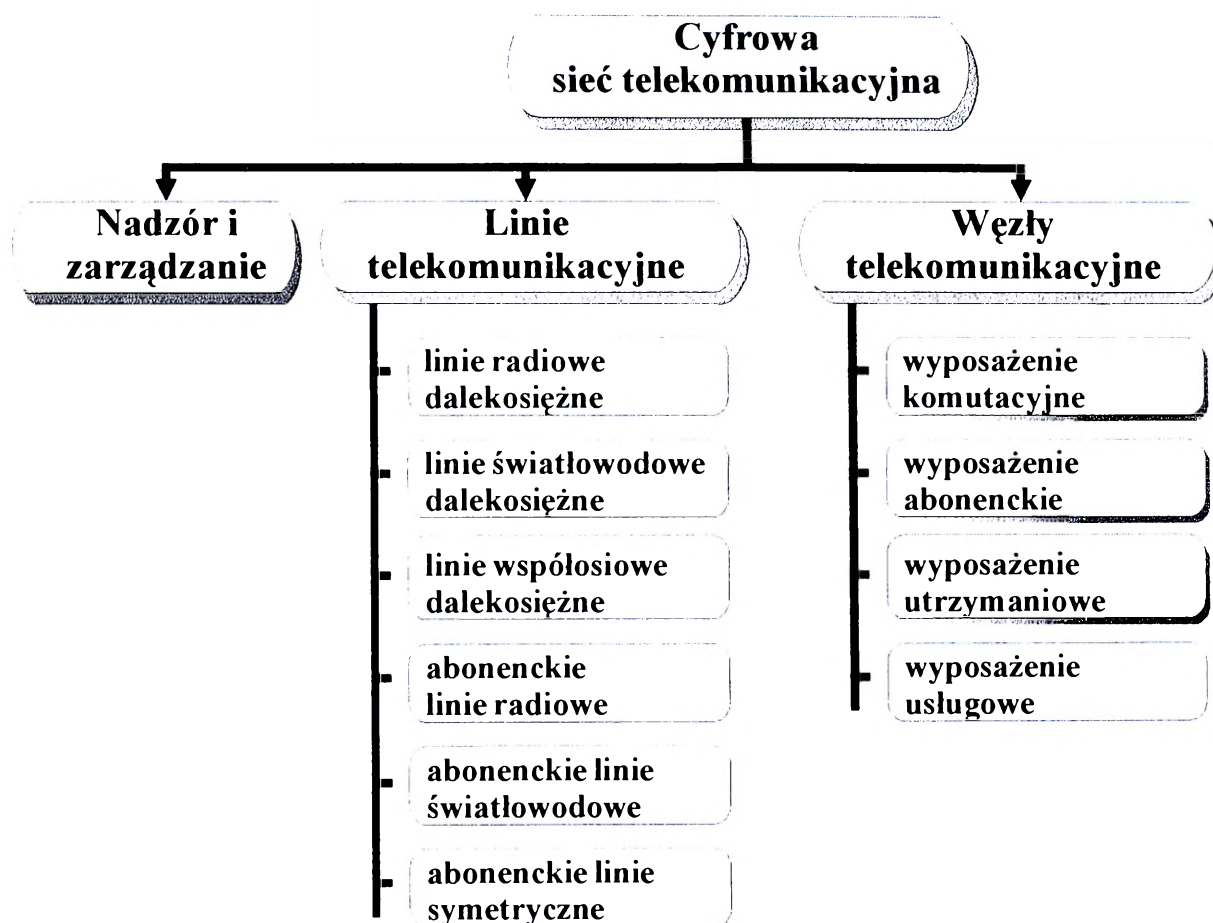
* Tor telekomunikacyjny to konstrukcja techniczna będąca układem biernym, w zasadzie linearnym umożliwiającą realizację kanału telekomunikacyjnego, transmisyjnego, przestrzennego - J.Michniak Podstawy teorii kierowania polowymi systemami łączności WŁ, AON W-wa 1997, str.83.

- niezawodnością strukturalną - trwałością, zdolnością sieci do zapewnienia niezakłóconej pracy przy wszystkich (przypadkowych i celowych) oddziałujących czynnikach.

W systemie telekomunikacyjnym RP występują analogowe i cyfrowe sieci telekomunikacyjne (rys.4, rys.5).



Rys.4. Ogólny podział analogowej sieci telekomunikacyjnej.



Rys.5. Ogólna struktura cyfrowej sieci telekomunikacyjnej.

W skład systemu telekomunikacyjnego państwa wchodzi następujące sieci:

- sieci telekomunikacyjne użytku publicznego tj. sieci służące do wykonywania usług telekomunikacyjnych o charakterze powszechnym;
- wewnętrzne sieci telekomunikacyjne tj. sieci założone i używane wyłącznie do zaspokajania własnych potrzeb operatora sieci.

W Polsce działa wiele typów sieci telekomunikacyjnych o charakterze publicznym:

- komutowane sieci telefoniczne PSTN (Public Switched Telephone Network);
- teledacyjne sieci z komutacją kanałów CSPDN (Circuit Switched Public Data Network);
- teledacyjne sieci z komutacją pakietów PSPDN (Public Switched Packed Data Network);
- sieci telegraficzne (Telex);
- radiotelefoniczne sieci komórkowe MT (Mobile Telephony);

- sieci wydzielone o charakterze lokalnym lub prywatnym (PABX, LAN, dyspozytorskie, specjalne).

W krajowej sieci telefonicznej PSTN funkcjonują następujące systemy komutacji (analogowej i cyfrowej):

- system Strowgera (w zaniku);
- system krzyżowy (Pentaconta 1000C, K66, LNI) - w zaniku;
- system elektroniczny (E-10, E-10A, ACT-6000, EACT);
- nowoczesne systemy komutacji cyfrowej:
 - Alcatel 1000 S12,
 - Lucent Technologies 5ESS-2000,
 - Siemens EWSD,
 - HICOM,
 - krajowe DGT 3450,
- oraz wiele innych.

Działają one na poziomie każdej warstwy sieci telekomunikacyjnej, w tym na poziomie central międzynarodowych, central międzymiastowych, central okręgowych i zespolonych.

Sieć użytku publicznego, to sieć charakteryzująca się przede wszystkim dużą różnorodnością zainstalowanego w niej sprzętu: od przestarzałych systemów analogowych do systemów cyfrowych, od systemów przewodowych po systemy radiowe itp. Przykładem tego jest ilość rodzajów łączy telekomunikacyjnych, jaką przedstawiono na rysunku 6.

Parametr	Rodzaj łącza		Główne cechy użytkowe
Rodzaj transmisji	analogowe		Przenoszenie ciągłego sygnału analogowego w całym dostępnym pasmie częstotliwości.
	cyfrowe		Transmisja sygnału w postaci cyfrowej. W porównaniu do łącza analogowego znacznie wyższa odporność na zakłócenia.
Sposób realizacji	komutowane		Jest zestawiane przez system komutacyjny wyłącznie na czas trwania rozmowy lub usługi. Kontrolę nad zestawieniem, utrzymaniem i rozłączeniem realizują centrala telefoniczna lub system komutacji. Możliwość transmisji danych.
	dzierżawione (trwałe i okresowe)		Linie dzierżawione są najlepszym rozwiązaniem w sytuacji, gdy ruch odbywa się stale, cechują się dużą przepustowością, a każde żądanie transmisji jest obsługiwane bezzwłocznie. Opłacalne tylko przy dużym trafiku (generowanym ruchu). Większa szybkość niż łączy komutowanych, przy niższej stopie błędów - co wynika z omijania pól komutacyjnych w centralach tranzytowych. Trasy i punkty końcowe są ustalane czasowo lub na stałe z wyprzedzeniem realizacji połączeń.
Charakter medium transmisyjnego	kablowe	przewodowe	Powszechnie stosowane medium miedziane znane jako: linia napowietrzna, kabel prosty, skrętka, podwójna skrętka, kabel wielożyłowy, kabel współosiowy. Typowy zakres przenoszenia od 0 do kilkudziesięciu MHz.
		światłowodowe	Oferta najwyższych przepływności binarnych opartych na włóknach optycznych jedno- i wielomodowych. Maksymalna przepływność jednostkowa powyżej kilkudziesięciu Gbit/s·km.
		hybrydowe	Połączenie „miedzianej” i „optycznej” technologii przekazu z przeznaczeniem do realizacji abonenckich usług multimedialnych. Interaktywne i asymetryczne usługi wideofoniczne o przepływności kilku Mbit/s.
	bezprzewodowe	podczerwone	Wykorzystanie promieniowania podczerwonego do tworzenia bezprzewodowych sieci lokalnych w pomieszczeniach budynków i halach fabrycznych. Typowa przepływność do 10 Mbit/s, maks. 50 Mbit/s.
		radiowe naziemne (stałe i ruchome)	Różnorodna oferta komunikacji radiowej opartej na stałych łączach dwupunktowych typu P-P (radiolinie) i wielopunktowych typu P-M, a także łączności rozsiewczej - radiodyfuzji (radiofonia i telewizja, niektóre systemy bezprzewodowej łączności abonenckiej) oraz komórkowej (analogowej i cyfrowej).
		satelitarne	Obsługa szerokopasmowej międzykontynentalnej łączności telefonicznej i telewizyjnej wraz z przekazem danych. Utrzymanie komunikacji na obszarach trudno dostępnych (VSAT), globalnej komunikacji komórkowej o charakterze osobistym oraz komunikacja, nawigacja i lokalizacja pojazdów znajdujących się w ruchu.
	podakustyczne		Telemetryczne i komunikacyjne łącza o szybkości transmisji nie przekraczającej 600 bit/s.
Szybkość transmisji	akustyczne		Analogowe łącza transmisyjne (0,2 - 64 kbit/s)
	wąskopasmowe		Cyfrowe łącza komunikacyjne do maksymalnej szybkości transmisji do 2 Mbit/s.
	szerokopasmowe		Komunikacja z szybkościami transmisji powyżej 2 Mbit/s.

Rys.6. Rodzaje łącz telekomunikacyjnych i ich cechy użytkowe.

1.1.3. Podsystem zasilania.

Podsystem zasilania i jego elementy są integralną częścią systemu telekomunikacyjnego i obejmuje przede wszystkim zabezpieczenie logistyczne i odwód sił i środków łączności. Sprawność funkcjonowania elementów tego podsystemu decyduje o ciągłości i terminowości świadczenia usług telekomunikacyjnych.

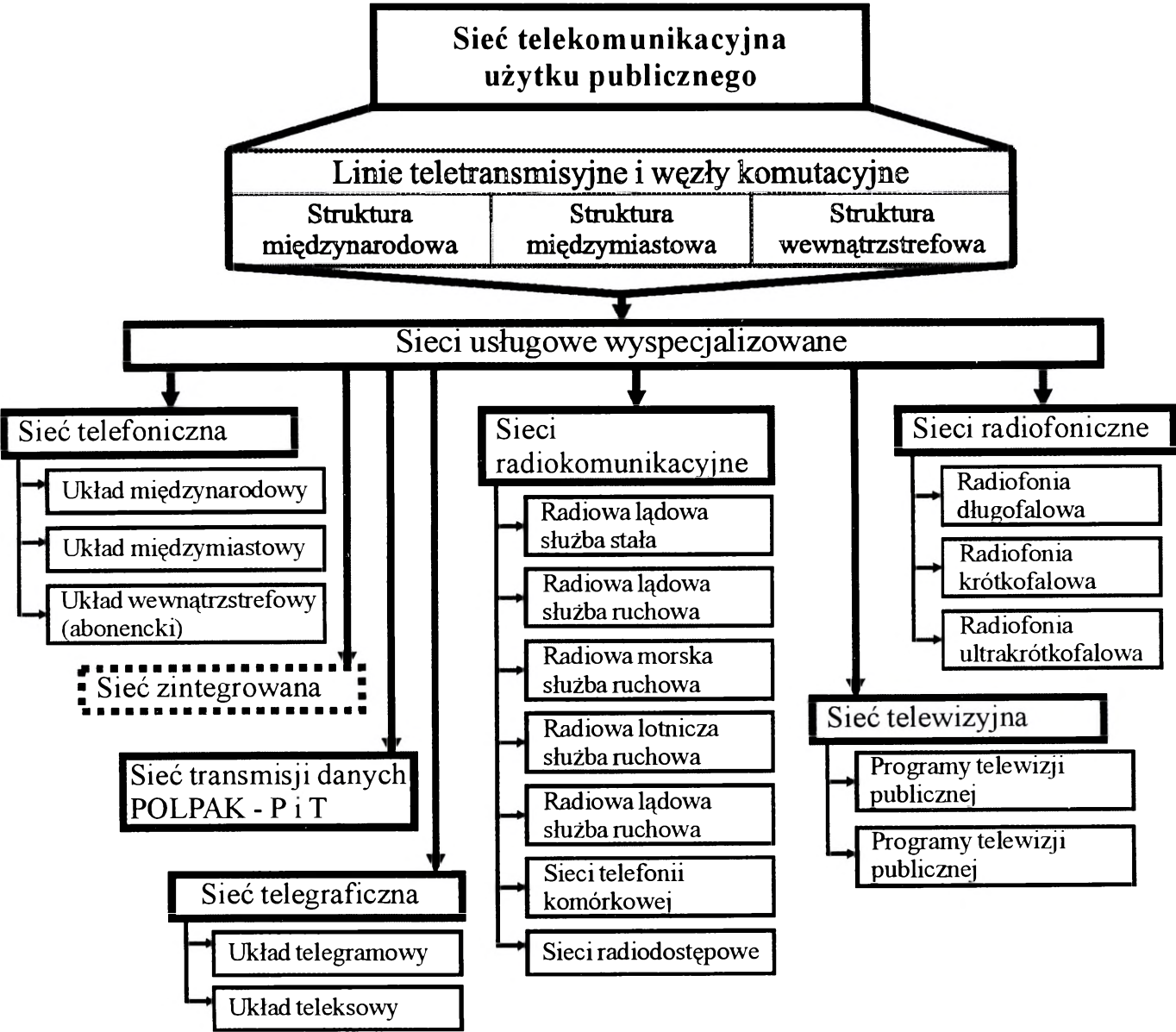
W większości systemów telekomunikacyjnych zabezpieczenie logistyczne organizowane jest w zakresie utrzymywania ciągłości dostaw środków (nośników) energii, ciągłości funkcjonowania podsystemu remontów, napraw i uzupełnień sprzętu. Czynności te realizowane są siłami operatora systemu (personel zarządzający i techniczny) oraz współpracujących przedsiębiorstw.

Odwód sił łączności zapewniony jest przez utrzymywanie nadmiarowości w systemie łączności (dodatkowe grupy personelu, dyżury dodatkowych specjalistycznych zespołów). Ze względu na charakter funkcjonowania systemu łączności (warunki pokojowe, praktycznie brak celowego niszczącego oddziaływania zewnętrznego), odwód sił łączności utrzymywany jest w minimalnej wielkości i zwiększany wyłącznie w sytuacjach szczególnych (np. klęski żywiołowej).

Odwód środków łączności zapewniony jest przez utrzymywanie rezerwowych, nadmiarowych wyposażzeń w węzłach telekomunikacyjnych (wyposażenia te pracują na zasadzie „gorącej rezerwy”, ponadto w węzłach znajdują się także elementy i urządzenia zapasowe, przeznaczone do wykorzystania w przypadku awarii) i nadmiaru (wolnych, nie wykorzystywanych) kanałów, par kablowych, włókien w liniach telekomunikacyjnych. Ponadto większość operatorów posiada i utrzymuje w ciągłej gotowości do użycia mobilne węzły i linie telekomunikacyjne przeznaczone do zapewnienia łączności w uszkodzonej relacji lub do utworzenia, w przypadku takiej potrzeby, chwilowej (krótkoterminowej) doraźnej relacji lub sieci telekomunikacyjnej na niewielkim obszarze. Podobnie, jak odwód sił łączności, odwód środków łączności stanowi niewielki procent potencjału sieci telekomunikacyjnej danego operatora.

2. Sieć telekomunikacyjna użytku publicznego

Sieci telekomunikacyjne stanowią zasadniczą część infrastruktury łączności państwa. Zasadniczą i na razie największą częścią tych sieci jest publiczna sieć telekomunikacyjna świadcząca powszechne usługi dla dowolnych abonentów. Strukturę sieci telekomunikacyjnej użytku publicznego przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Struktura sieci telekomunikacyjnej użytku publicznego.

2.1. Elementy sieci telekomunikacyjnej* użytku publicznego.

2.1.1. Linie teletransmisyjne.

Sieć linii teletransmisyjnych stanowi najistotniejszy składnik sieci telekomunikacyjnej i obejmuje zbiorowość linii telekomunikacyjnych (teletransmisyjnych)** rozwiniętych na obszarze kraju za pomocą wszystkich rodzajów środków teletransmisyjnych.

W warstwie międzymiastowej występują następujące rodzaje linii teletransmisyjnych:

a) połączenia krajowe:

- międzymiastowe i międzycentralowe linie światłowodowe o przepustowościach:
 - 2 Mbit/s (odpowiednik 30 kanałów telefonicznych 64 kbit/s),
 - 8 Mbit/s (120 kanałów telefonicznych - wykorzystywany jako system niestandardowy),
 - 34 Mbit/s (480 kanałów telefonicznych),
 - 140 Mbit/s (1920 kanałów telefonicznych),
 - 155 Mbit/s (system SDH - STM1 - odpowiednik możliwości transmisyjnych 63 x 2 Mbit/s),
 - 622 Mbit/s (system SDH - STM4),
 - 2,5 Gbit/s (system SDH - STM16),
- międzymiastowe i międzycentralowe linie radiowe o przepustowościach: 2, 34, 140 i 155 Mbit/s (wprowadzane są systemy 622 Mbit/s),
- linie kablowe współosiowe telefonii nośnej TN 300, 960, 1800, 1920, 2700 (sukcesywnie wycofywane od 1992r),
- linie radiowe analogowe TN 300, 960, 1800 (wycofywane),

* Ze względu na dominującą rolę w sieci użytku publicznego sieci telekomunikacyjnej TPSA, przedstawiono w niniejszej publikacji jako przykład elementy składowe tej sieci.

** Linia telekomunikacyjna (linia teletransmisyjna) to zespół środków technicznych rozmieszczonych między dwiema miejscowościami (dwoma punktami), umożliwiający jednoczesną wymianę i/lub jednoczesne przekazywanie wielu wiadomości.

- linie kablowe symetryczne TN 12, 24, 60 (na najbardziej zacofanych telekomunikacyjnie obszarach kraju - wycofywane),

b) połączenia międzynarodowe:

- linie światłowodowe o przepustowościach: 155, 622 Mbit/s (system SDH do Niemiec i Danii, uruchamiane połączenia do innych państw sąsiednich),
- linie światłowodowe o przepustowościach: $1 \div n \times 140$ Mbit/s (system PDH do Niemiec, Czech, Słowacji, Ukrainy, Litwy i Danii),
- linie współosiowe TN $1800 \div 2700$ (do Czech, Słowacji, Ukrainy, Białorusi, Litwy i Rosji - systemy wycofywane).

Część linii radiowych pracuje w sieci już kilkadziesiąt lat, linie kablowe współosiowe były budowane sukcesywnie od 1960r., zaś linie z kablami symetrycznymi w większości wybudowane zostały przed rokiem 1970 i kwalifikują się do likwidacji ze względu na zły stan techniczny i możliwości transmisyjne nieodpowiadające współczesnym standardom.

W sieciach strefowych linie międzycentralowe mogą stanowić jeszcze drutowe linie napowietrzne. Na liniach tych stosowane są analogowe systemy 3 i 12-krotne. Występują one jeszcze na Podkarpaciu i niektórych terenach nadmorskich.

Znaczną część, bo około 1/5 linii międzycentralowych (szczególnie krótkich) stanowią linie kablowe symetryczne (kable typu TKD, TKO, TKM).

Linie kablowe typu TKM zwielokrotnione są w niektórych relacjach systemami cyfrowymi 2 Mbit/s. Natomiast na liniach TKD i TKO często stosowane są systemy analogowe 12-krotne, a sporadycznie systemy cyfrowe 2 i 8 Mbit/s (30 i 120 kanałowe).

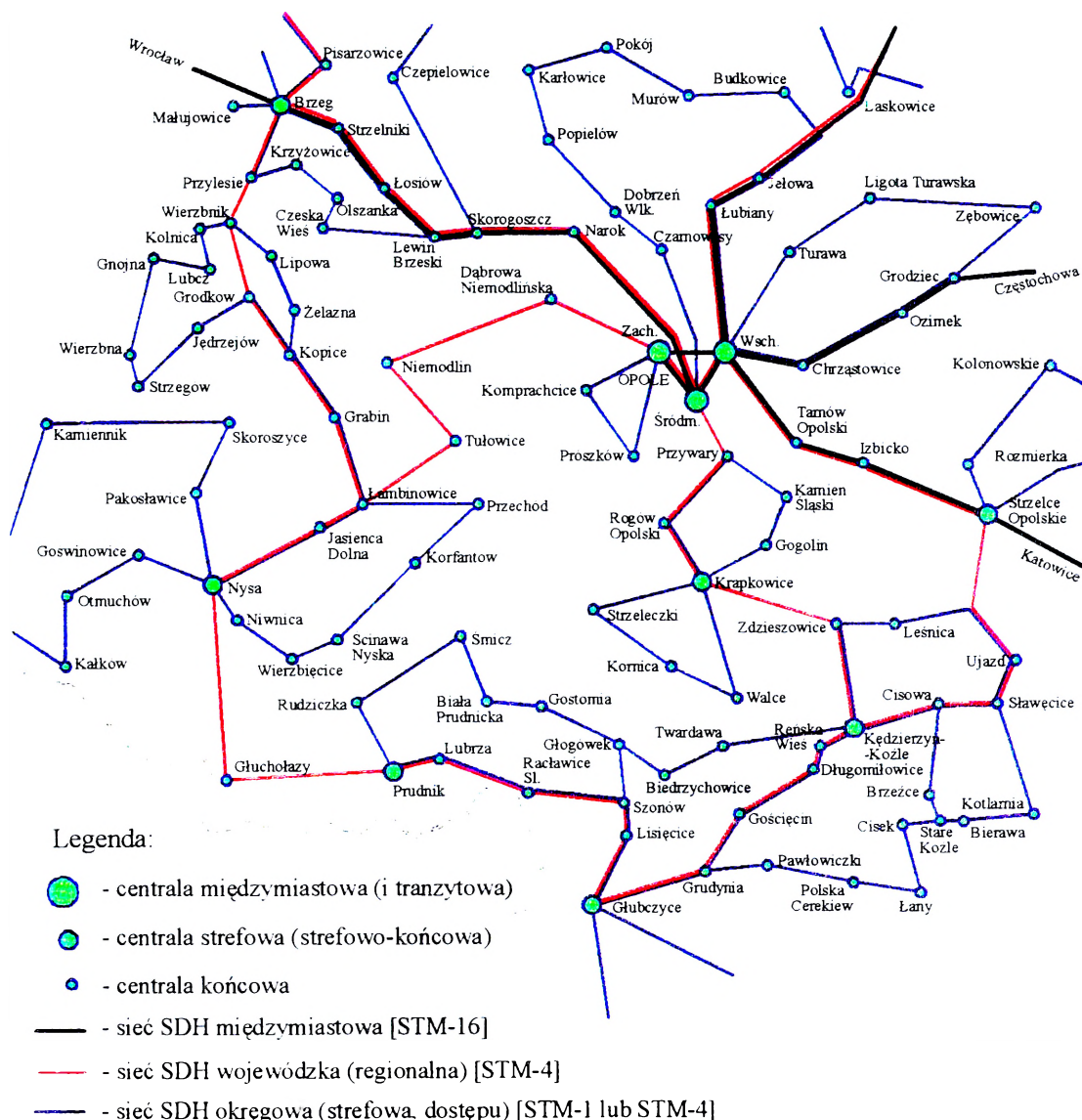
W sieciach miejscowych na terenach miast telefoniczne łącza abonenckie (i niektóre łącza międzycentralowe budowane we wcześniejszych latach) tworzone są jako łącza naturalne z wykorzystaniem symetrycznych torów kablowych, które stanowią ponad 96% ogólnej liczby torów. Łącza międzycentralowe w tych sieciach realizowane są w około 20% przy użyciu systemów cyfrowych PCM-30/32.

W sieciach telefonicznych na terenach wiejskich w liniach abonenckich około 50% stanowią jeszcze linie napowietrzne drutowe.

Na rysunkach 8, 9 i 10 pokazano potencjał i strukturę wysokokrotnych linii teletransmisyjnych.



Rys.8. Sieć wysokokrotnych linii telekomunikacyjnych (wybrane relacje międzymiastowe i międzynarodowe).



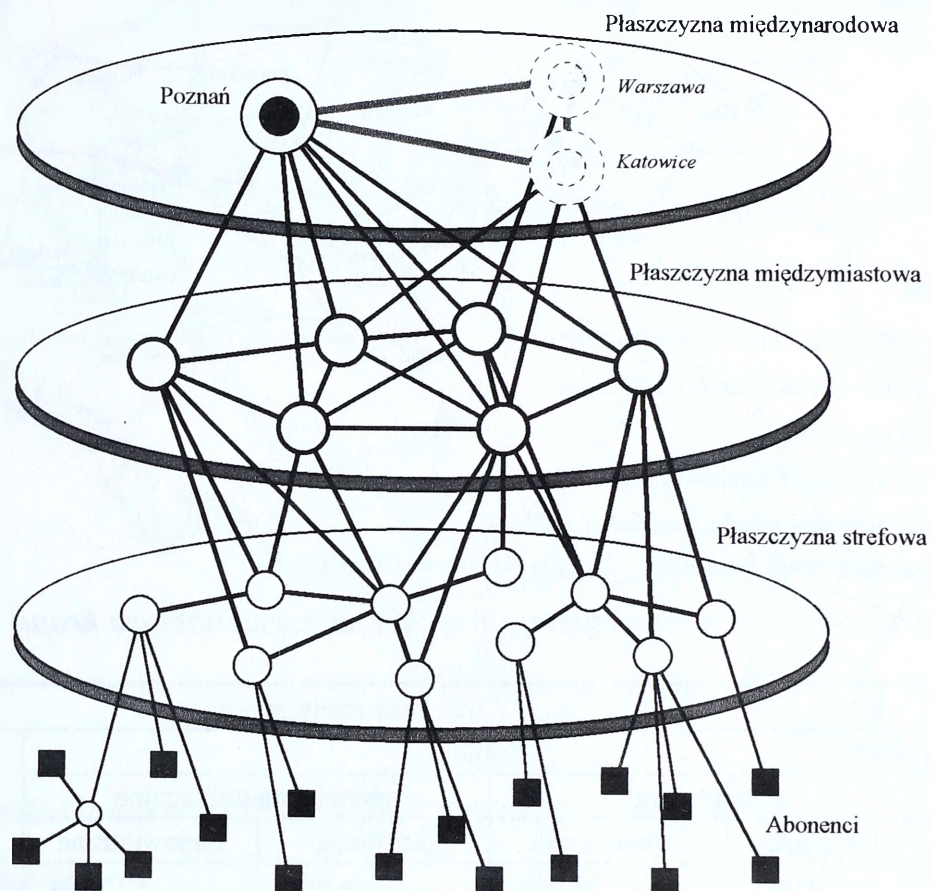
Rys.9. Struktura strefowej sieci transmisyjnej (przykład na części obszaru kraju).

	Linie sieci miejscowych				
	Kablowe				Drutowe
	symetryczne		optotelekomunikacyjne		
	doziemne	napowietrzne	doziemne	napowietrzne	
w kilometrach	180 000	36 000	4 000	800	20 000
w kilometrotorach	14 000 000	700 000	50 000	9 000	60 000
	Linie sieci wewnątrztrefowych				
	Kablowe doziemne				
	symetryczne		optotelekomunikacyjne		
w kilometrach	18 000		8 000		
w kilometrotorach	1 100 000		100 000		
	Linie sieci międzymiastowej				
	Kablowe doziemne			Radiowe	
	symetryczne	współosiowe	optotelekomunikacyjne	analogowe	cyfrowe
w kilometrach	20 000	4 500	20 000	łącznie 12 000	
w kilometrotorach	1 000 000	100 000	400 000	40 000	60 000

Rys.10. Potencjał linii teletransmisyjnych sieci telekomunikacyjnej użytku publicznego (dane orientacyjne).

2.1.2. Węzły telekomunikacyjne.

Drugim komponentem sieci telekomunikacyjnej są węzły telekomunikacyjne (komutacyjne). Umożliwiają one dołączenie abonentów do sieci i korzystanie przez nich z oferowanych przez sieć usług, koncentrację ruchu abonenckiego, zestawianie połączeń lokalnych i dalekosiężnych (międzycentralowych), nadzór i sterowanie siecią. Strukturę warstwową grup węzłów w sieci telekomunikacyjnej przedstawia rysunek 11.



Rys. 11. Struktura warstwowa sieci telekomunikacyjnej.

W zależności od przeznaczenia węzłów w sieci telekomunikacyjnej, można wyróżnić:

- węzły międzynarodowe (w płaszczyźnie międzynarodowej, do której zalicza się centrale międzynarodowe i łącza międzynarodowe),
- węzły międzymiastowe tranzytowe (w płaszczyźnie międzymiastowej, do której zalicza się centrale międzymiastowe i łącza międzymiastowe),
- węzły międzymiastowe końcowe (w płaszczyźnie międzymiastowej),

- węzły strefowe tranzytowe (w płaszczyźnie strefowej),
- węzły strefowe (w płaszczyźnie strefowej),
- węzły miejskie końcowe (w płaszczyźnie strefowej),
- węzły wiejskie końcowe (w płaszczyźnie strefowej).

Poniżej wyróżnianych płaszczyzn mogą występować węzły lokalne (centrale wewnętrzne przedsiębiorstw), dołączone do sieci telekomunikacyjnej podobnie jak abonenckie urządzenia końcowe.

W publicznej sieci telekomunikacyjnej (TP S.A.) znajdują się trzy centrale międzynarodowe (w Warszawie, Poznaniu i Katowicach), około 50 central międzymiastowych, około 230 central strefowych oraz ponad 6000 central końcowych (miejscowe), o pojemności łącznej około 10 000 000 NN - zautomatyzowanych w ponad 95%.

2.1.3. Abonenci.

Przedstawiony potencjał publicznej sieci telekomunikacyjnej (TP S.A.) tworzy sieć, której średnia gęstość linii transmisyjnych dalekosiężnych {międzymiastowych i strefowych} wynosi ok. 20 km na 100 km² (w zależności od obszaru kraju - tereny zurbanizowane lub pojezierza, wartość ta może się znacznie zmieniać). Są to wyłącznie linie kablowe przewodowe (ok. 60%), światłowodowe (ok. 35%) i radioliniowe (ok. 5%), przy czym udział kabli światłowodowych stale się zwiększa. Sieć linii dalekosiężnych w relacjach pomiędzy miastami wojewódzkimi (i byłymi miastami wojewódzkimi) oraz pomiędzy innymi dużymi miastami ma strukturę wieloboczną (rys.8 i 9.), przy czym istnieją dla każdej relacji co najmniej 2-3 drogi transmisji umożliwiające utworzenie połączeń. W relacjach: centrala strefowa - centrale miejskie/wiejskie struktura sieci jest w zasadzie gwiazdzista. Transmisyjne linie dalekosiężne są to linie wieloparowe (wielowłóknowe w przypadku światłowodów) umożliwiające realizację wielu torów transmisyjnych (średnio ponad 40) w jednej linii.

Średnia gęstość linii miejscowych wynosi ok. 110 km linii na 100 km² (łącznie z liniami dalekosiężnymi daje to średnią gęstość ok. 130 km linii transmisyjnych na 100 km²). Linie miejscowe są także wieloparowe (średnio 50÷100 par dla linii kablowych, 10÷12 włókien dla światłowodów i 20÷30 par dla linii drutowych).

Średnia gęstość węzłów komutacyjnych {central} w sieci TP S.A. wynosi ok. 2,2 centrali na 100 km² (od 1,2 do 4,1). Ich rozmieszczenie na obszarze kraju jest prawie równomierne (za wyjątkiem części obszarów górskich i pojezierzy). Taka topologia sieci telekomunikacyjnej umożliwia wykorzystywanie jej przez abonentów na całym obszarze kraju.

Gęstość sieci telekomunikacyjnej określa się najczęściej poprzez liczbę abonentów sieci przypadających na jednostkę powierzchni lub stosunek liczby abonentów do liczby ludności na danym terenie. Obecnie w publicznej sieci telekomunikacyjnej jest zarejestrowanych ok. 9÷10 milionów abonentów. Są to abonenci prywatni (ok. 80%), abonenci jednostek budżetowych: szkół, szpitali, urzędów (ok. 7%), oraz biznesowi i inni (ok. 13%).

Rozmieszczenie abonentów na obszarze kraju jest nierównomierne i wynika wprost z gęstości zaludnienia, uprzemysłowienia danego regionu i sytuacji makroekonomicznej. W obszarach miejskich znajduje się około 86% ogółu abonentów (na wsi ok. 14%). Stąd też średnia gęstość telefoniczna w miastach wynosi ok. 25÷35 abonentów na 100 mieszkańców, a na wsi ok. 6÷8 abonentów na 100 mieszkańców.

Poza urządzeniami abonenckimi, w sieci telekomunikacyjnej występują także aparaty końcowe ogólnodostępne (około 100 000 szt.) oraz centrale abonenckie (PABX), obsługiwane przez sieć na podobnej zasadzie jak abonenci.

Abonenckie urządzenia końcowe, w zależności od wymagań użytkownika i stopnia zaawansowania technicznego obsługującej go centrali może być najprostsze (aparat telefoniczny) lub bardzo rozbudowane usługowo (terminal szerokopasmowego dostępu ISDN).

2.2. Struktura usługowo-techniczna sieci telekomunikacyjnej.

Sieci telekomunikacyjne stanowią część infrastruktury państwa. Jak już wcześniej zostało stwierdzone, zasadniczą i największą częścią tych sieci jest publiczna sieć telekomunikacyjna, świadcząca powszechne usługi dla dowolnego abonenta. Z wielości i powszechności publicznych sieci telekomunikacyjnych państwa oraz międzynarodowej współpracy sieci publicznej wynika, że podstawowe standardy techniczne i usługowe na sieci telekomunikacyjne są narzucane przez sieć publiczną.

Współczesna sieć telekomunikacyjna składa się jeszcze (w przeważającej, choć stale malejącej części) z uniwersalnych linii telekomunikacyjnych i z wyspecjalizowanych central komutacyjnych (łącznic). Oznacza to, że te same linie telekomunikacyjne - a mówiąc dokładniej, te same trakty teletransmisyjne, te same urządzenia - wykorzystywane są w dziedzinie telefonii, telegrafii, transmisji danych itd; natomiast centrale komutacyjne są realizowane oddzielnie dla telefonii, ewentualnie dla transmisji danych, oddzielnie dla telegrafii. Związane to jest z niezależnym rozwojem sieci telefonicznych i telegraficznych. Istnienie w sieci telekomunikacyjnej analogowych central komutacyjnych uniemożliwiało korzystanie z wielu usług w jednej sieci (lub stworzenie jednej, uniwersalnej sieci telekomunikacyjnej jako platformy realizacji wszystkich usług telekomunikacyjnych). Stąd też, jeszcze współcześnie, rynek usług telekomunikacyjnych, to przede wszystkim telefonia lub usługi świadczone w kanale telefonicznym.

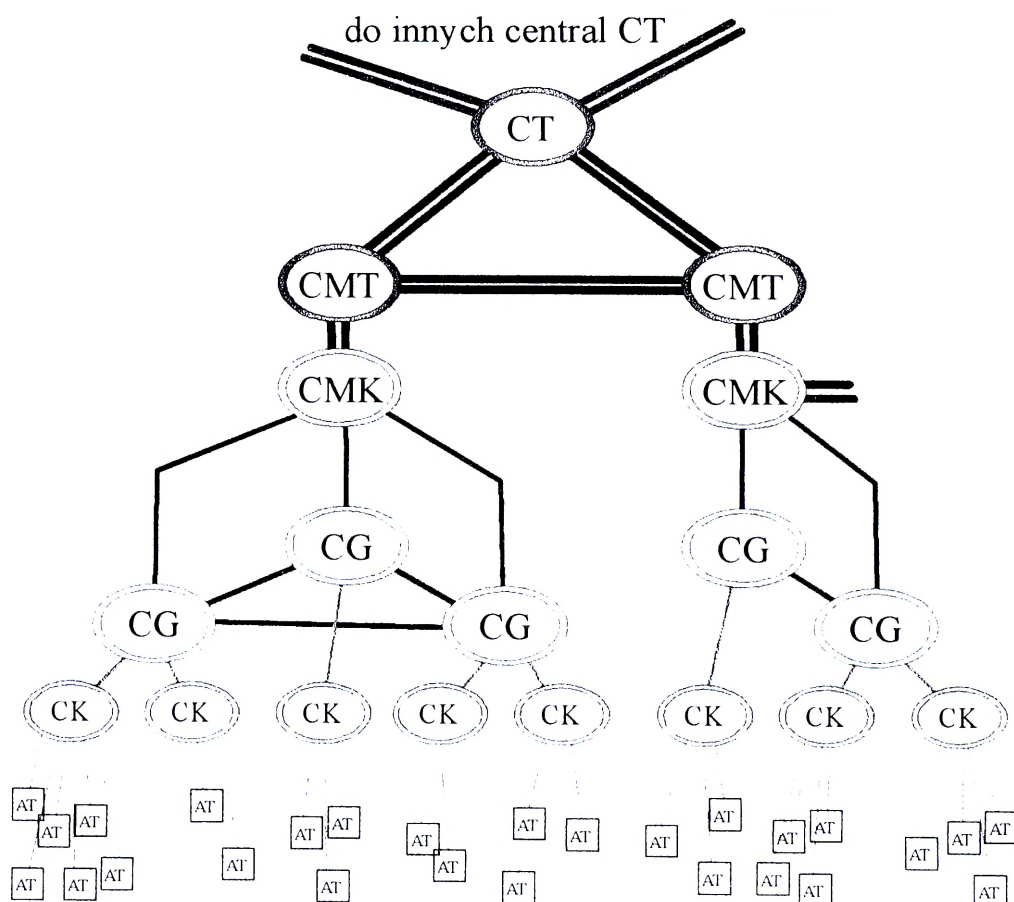
2.2.1. Telefonia.

Podstawowa usługa telekomunikacyjna - telefonia - polega na umożliwieniu wymiany informacji w czasie rzeczywistym w postaci sygnałów akustycznych zawartych w paśmie 0,3÷3,4 kHz. Usługa ta realizowana jest poprzez zestawianie połączeń pomiędzy abonentami w publicznej sieci telefonicznej.

Struktura publicznej sieci telefonicznej PSTN (Public Switched Telephone Network) jest hierarchiczna (rys.12). Dalekosiężne przewodowe i/lub radiowe linie transmisyjne między węzłami międzynarodowymi CT, międzymiastowymi centralami tranzytowymi CMT i międzymiastowymi centralami końcowymi CMK budowane były dotychczas w zdecydowanej większości z torów telekomunikacyjnych przystosowanych do przesyłania zwielokrotnionych częstotliwościowo sygnałów analogowych (w Polsce od lipca 1992 r. nie buduje się międzycentralowych linii analogowych a międzycentralowe linie kablowe są budowane wyłącznie z wykorzystaniem kabli optotelekomunikacyjnych). Na najwyższym szczeblu hierarchii

łącza międzykontynentalne wiążą centrale międzynarodowe CT, łącza międzynarodowe wiążą centrale międzynarodowe CT na terytoriach różnych krajów, a łącza międzymiastowe - centrale międzymiastowe tranzytowe CMT i końcowe CMK różnych stref numeracyjnych.

Łącza między centralami niższej hierarchii w obrębie tej samej miejscowości (strefy numeracyjnej) łączące centrale strefowe tranzytowe (główne) CG i centrale strefowe końcowe CK, tzw. łącza strefowe (międzystrefowe) i międzycentralowe są najczęściej łączami cyfrowymi o zwielokrotnieniu czasowym (przewodowe, radiowe lub światłowodowe); zastępują one stosowane w przeszłości wiązki łączy naturalnych.



Rys.12. Hierarchiczna struktura sieci telefonicznej.

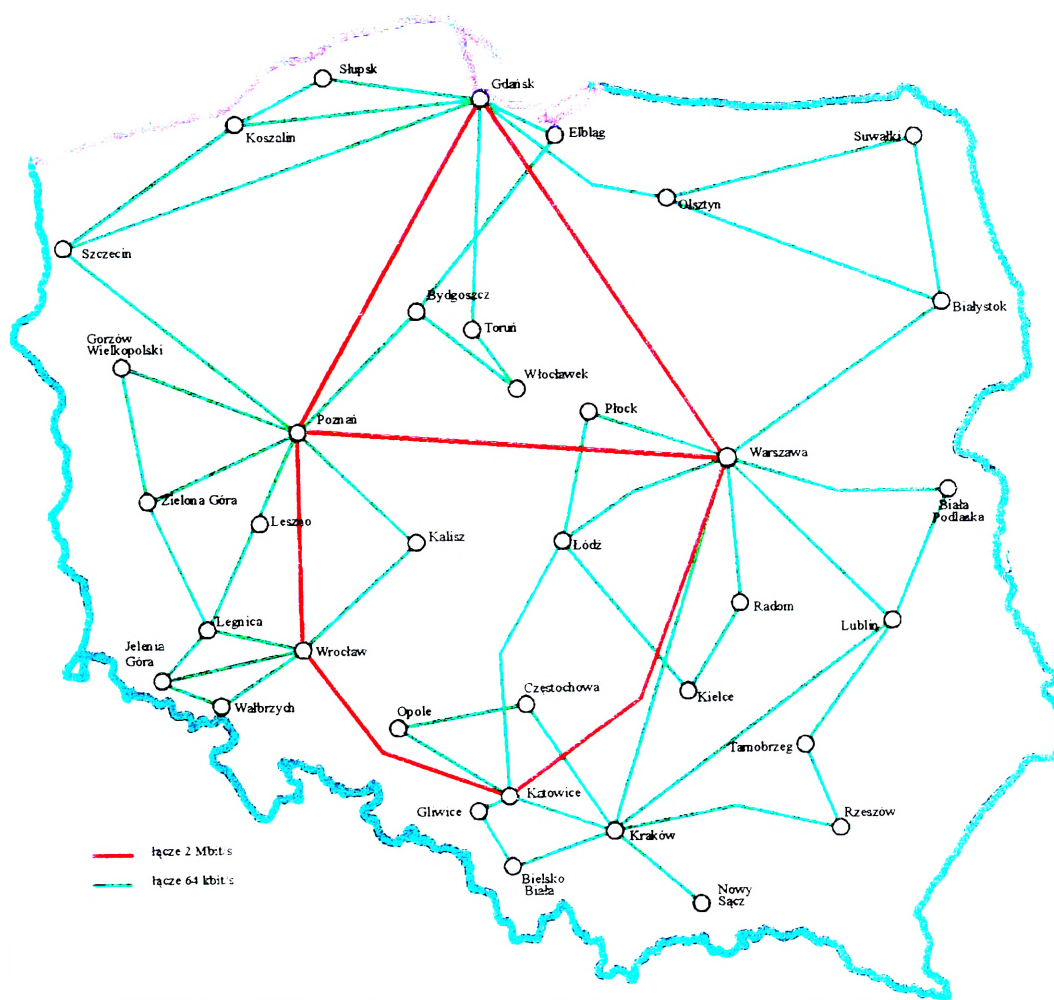
Na niższych szczeblach hierarchii sieć telefoniczna ma strukturę w zasadzie gwiazdzystą. Taką strukturę ma sieć łączy abonenckich wiążących abonentów z centralami końcowymi CK, centralami wewnątrzzakładowymi lub koncentratorami wyniesionymi central (albo centralami satelitowymi). Łącza abonenckie są w

przeważającej większości łączami naturalnymi. Każdy abonent (użytkownik sieci) korzysta z odrębnego przewodowego łącza jednotorowego.

Obecna, powszechna sieć telefoniczna PSTN przekształcana jest w sieć cyfrową z kanałami PCM o przepływności 64 kbit/s dla transmisji sygnałów i komutacji. Cyfryzacja sieci prowadzi do cyfrowej sieci zintegrowanej technicznie IDN, co powoduje zasadnicze zmiany w strukturze hierarchicznej sieci i metodach jej eksploatacji.

2.2.2. Transmisja danych (sieć teleinformatyczna).

Ważną dziedziną usług telekomunikacyjnych jest transmisja danych. Usługi transmisji danych oferowano w sieciach POLPAK, POLPAK-T, KOLPAK, TELBANK, PKONET czy NASK (Naukowa Akademicka Sieć Komputerowa). Dla przykładu podano krótki opis sieci Polpak (operator TP S.A.) i sieci komputerowej Telbank.



Rys.13. Publiczna sieć transmisji danych POLPAK.

2.2.2.1. Sieć POLPAK-T.

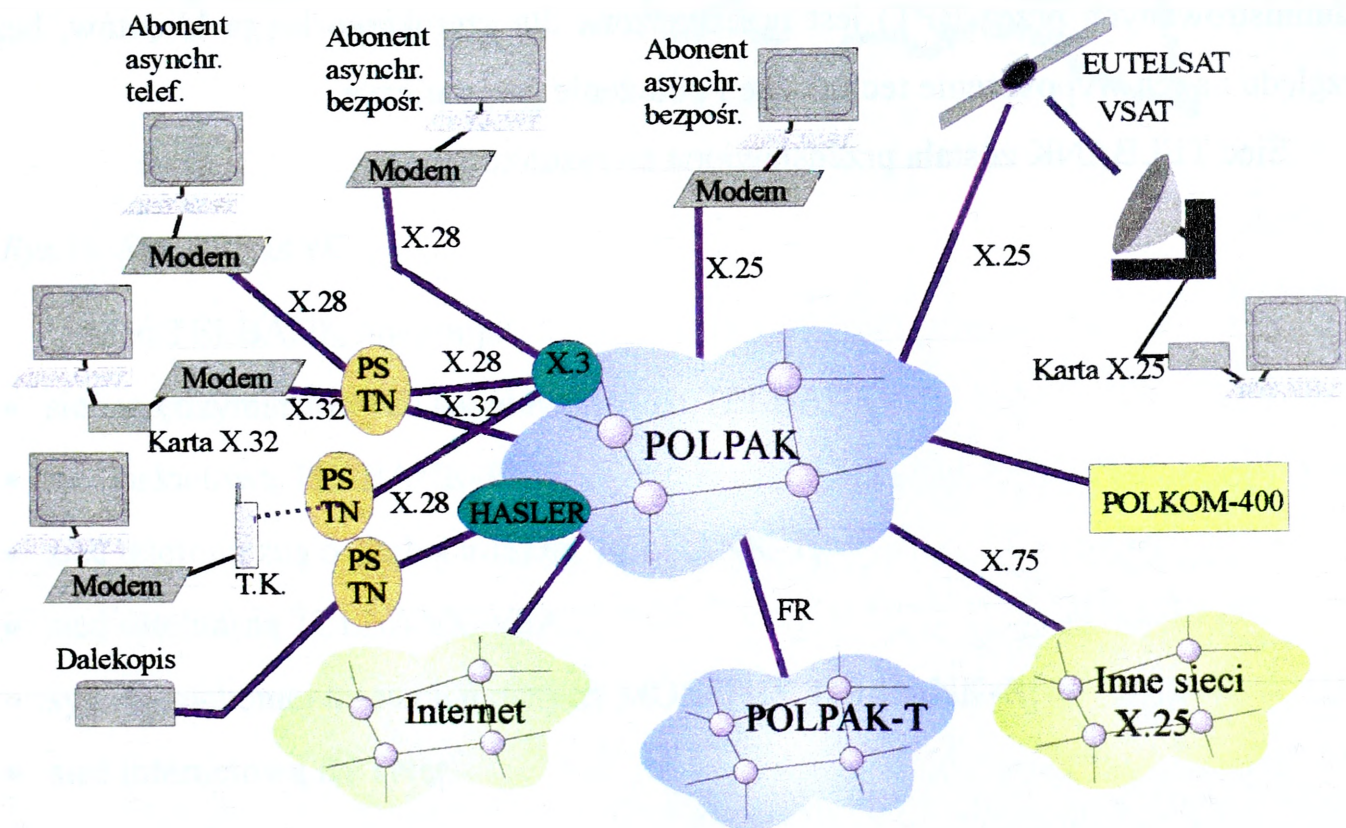
Sieć POLPAK-T jest szybką siecią szkieletową służącą dla potrzeb transmisji pomiędzy użytkownikami wymagającymi bardzo dużych prędkości. W pierwszej fazie jest to sieć bazująca na protokole Frame Relay z docelową możliwością rozbudowy dla transmisji w trybie ATM.

Za pomocą sieci POLPAK-T realizowany jest dostęp do Internetu (TPNET - podłączenie za pomocą łącza dzierżawionego lub dostępu komutowanego). Dostęp komutowany jest oparty na protokole PPP pod ogólnopolskim numerem telefonicznym 0202122 (username: PPP, password: PPP).

Sieć szkieletowa POLPAK-T składa się z piętnastu sieci MAN, co pokrywa równomiernie obszar Polski. Węzły sieci (175 w całym kraju) znajdują się we wszystkich większych miastach, w tym każdym dawnym wojewódzkim. Porty sieci POLPAK-T mogą pracować z prędkością transmisji od 64 do 2048 kbit/s. Oprócz tego każdy węzeł wyposażony jest w porty dla połączeń międzywęzłowych z interfejsem G 703 w liczbie od 4 do 8 sztuk w zależności od ilości połączeń do innych węzłów. W oparciu o sieć POLPAK-T w 49 miastach jest możliwy dostęp PSTN (4500 tys. modemów) do Internetu (protokół PPP). Prędkość transmisji na modemach to 28,8 kbit/s, 33,6 kbit/s i 56 kbit/s.



Rys.14. Sieć transmisji danych POLPAK-T.



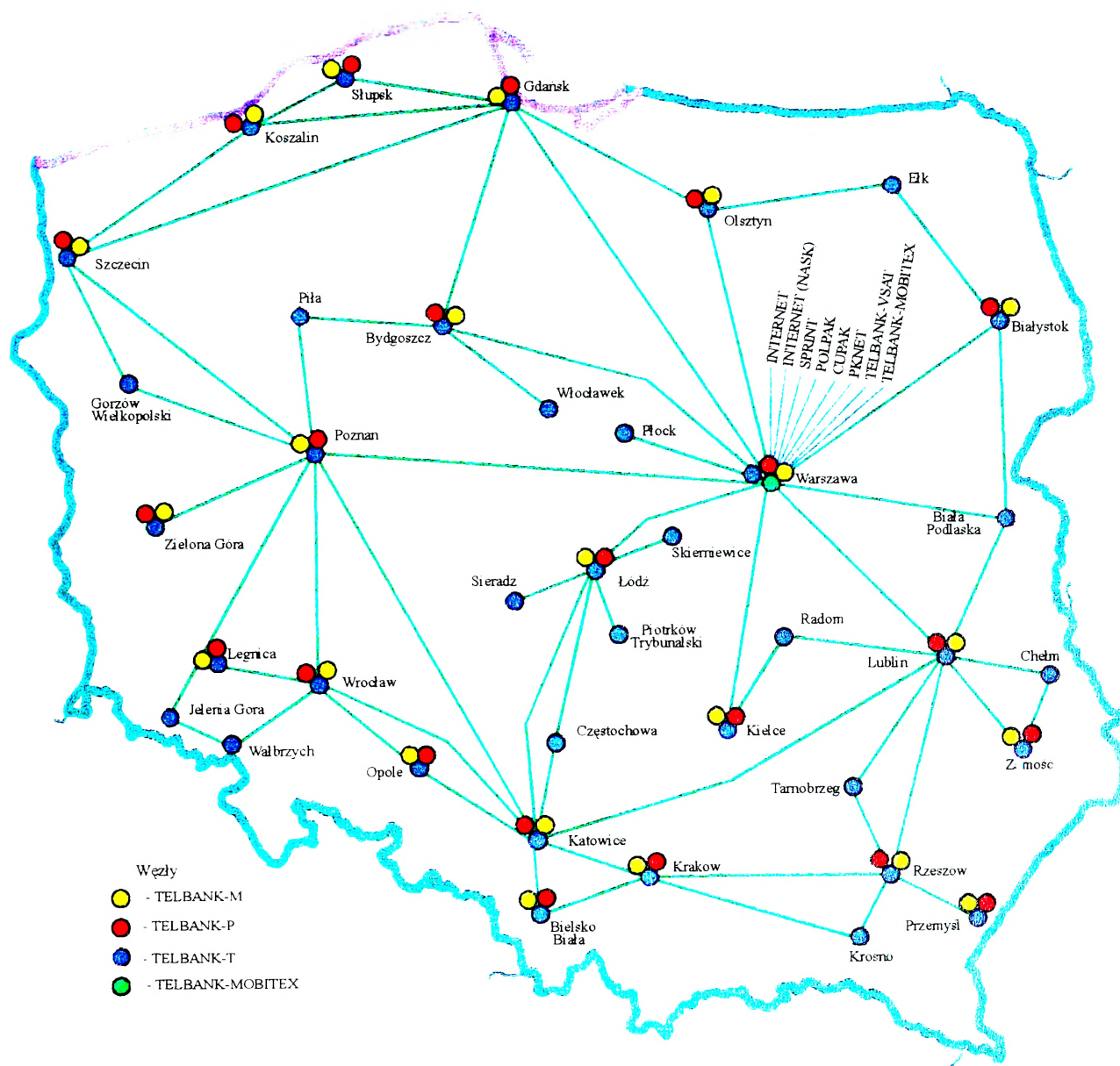
Rys.15. Możliwości dostępu do sieci POLPAK.

2.2.2.2. Sieć TELBANK

Bankowe Przedsiębiorstwo Telekomunikacyjne „TELBANK” S.A. jest to spółka akcyjna polskich banków działająca na rynku telekomunikacyjnym od września 1992 roku. BPT „TELBANK” S.A. jest operatorem telekomunikacyjnym działającym na obszarze Rzeczypospolitej Polskiej zgodnie z zezwoleniem ministra łączności. Zakres działania BPT obejmuje świadczenie usług telekomunikacyjnych oraz usługi w zakresie zakładania, używania i utrzymania sieci oraz systemów telekomunikacyjnych, a także sprzedaży urządzeń i systemów telekomunikacyjnych. Świadczone przez BPT usługi telekomunikacyjne obejmują: usługi transmisji danych, usługi z wartością dodaną, usługi ISDN, dzierżawę kanałów i urządzeń telekomunikacyjnych, które są oferowane w sieci telekomunikacyjnej użytku publicznego (dla wszystkich zainteresowanych klientów) oraz usługi telefoniczne w wydzielonej sieci telekomunikacyjnej (dla banków i administracji państwowej).

Charakterystyczną cechą sposobu działania BPT jest dostosowywanie usług do potrzeb klientów oraz oferowanie im rozwiązań na najwyższym, światowym poziomie. Sieć TELBANK (stanowiąca zbiór zintegrowanych ze sobą sieci telekomunikacyjnych administrowanych przez BPT) jest przeznaczona dla szerokiego kręgu klientów, bez względu na ich wyposażenie techniczne i położenie geograficzne.

Sieć TELBANK została przedstawiona na rysunku 16.



Rys.16. Sieć TELBANK.

Sieć TELBANK obejmuje:

- sieć międzymiastowych kanałów stałych TELBANK-M;
- sieć pakietową TELBANK-P;
- sieć telefoniczną o cechach ISDN TELBANK-T;
- sieć satelitarną TELBANK-VSAT;
- system ruchomej transmisji danych MOBITEX TELBANK-R;
- sieć internetową BPTNet.

Sieć TELBANK zapewnia niezawodną łączność na terenie całej Polski oraz dostęp do sieci międzynarodowej. BPT „TELBANK” S.A. oferuje standardowe usługi telekomunikacyjne, ale na dużo wyższym od standardowego poziomie:

- cyfrowe kanały transmisyjne - sieć TELBANK-M (w relacjach międzymiastowych);
- sieci miejscowe;
- połączenia telefoniczne;
- usługi teleinformatyczne oraz usługi multimedialne - sieć TELBANK-T;
- połączenia teleinformatyczne krajowe i międzynarodowe w sieci pakietowej - sieć TELBANK-P;
- połączenia teleinformatyczne w sieci satelitarnej VSAT - sieć TELBANK-VSAT;
- połączenia teleinformatyczne krajowe FRAME RELAY - sieć TELBANK-M;
- pocztę elektroniczną w standardzie X.400/X.500 - system TELBANK400;
- dostęp do sieci INTERNET - sieć BPTNet;
- połączenia teleinformatyczne w radiowym, ruchomym systemie transmisji danych - sieć TELBANK-R (MOBITEX);
- szkolenia;
- dostęp do sieci rozliczeń międzybankowych Krajowej Izby Rozliczeniowej (KIR) i SWIFT (ogólnoświatowa sieć rozliczeń międzybankowych);
- usługi konsultingowe w zakresie tworzenia i projektowania sieci lokalnych i rozległych;
- testy akceptacyjne;
- realizację projektów w zakresie wdrażania oraz integracji systemów i usług.

2.2.3. Integracja usług telekomunikacyjnych - ISDN.

W najczęściej dotychczas stosowanej w publicznej sieci telekomunikacyjnej technice dostępu do usług, warunkiem korzystania z dowolnej z usług było posiadanie oddzielnego łącza abonenckiego („numeru”) dla każdej z nich lub stosowanie urządzenia sprzęgającego (adaptera, modemu), przy pomocy którego można wprowadzić do sieci sygnały związane z korzystaniem z innego typu usługi.

Rozwój sieci telekomunikacyjnych, stymulowany postępami w mikroelektronice, technice światłowodowej i potrzebami rozwiniętych społeczeństw, doprowadził w latach 80-tych do pojawienia się - obok transmisji danych (w sieciach komputerowych) - zapotrzebowania na nowe typy usług telematycznych typu teleteks, telefaks. Przyjęto jednocześnie sieć telefoniczną jako podstawę tworzenia sieci zintegrowanej, co wynikało między innymi z dominującej pozycji świadczonych przez nią usług wśród wszystkich rodzajów usług telekomunikacyjnych.

Sieć zintegrowana nosi nazwę sieci cyfrowej z integracją usług i jest oznaczona powszechnie skrótem ISDN (Integrated Services Digital Network). Zasadnicze elementy standardu ISDN zostały opracowane przez CCITT w latach osiemdziesiątych. Opracowane wtedy zalecenia dotyczące ISDN są przykładem nowoczesnej koncepcji współpracy abonenta z publiczną siecią telekomunikacyjną.

Sieć cyfrowa z integracją usług telekomunikacyjnych jest zdefiniowana następująco:

„Główną cechą sieci cyfrowej z integracją usług telekomunikacyjnych jest możliwość świadczenia usług fonicznych i niefonicznych w tej samej sieci. Podstawowym elementem integracji jest realizacja różnych usług w ograniczonym zestawie połączeń i układów sprzęgów służących do wielu celów użytkowych. Sieć zintegrowana umożliwia różnorodność zastosowań na łączach komutowanych i niekomutowanych. Połączenia komutowane mogą być tworzone metodą komutacji łączy i pakietów lub ich kombinacji.”

Zgodnie z koncepcją określoną przez CCITT wielousługowa sieć ISDN jest to sieć rozwinięta z cyfrowej sieci telefonicznej typu IDN, zapewniająca cyfrowe połączenia od terminala do terminala (end - to - end) dla szerokiego zakresu usług. Użytkownicy mają dostęp do usług dzięki zdefiniowaniu ograniczonego zbioru standardowych styków abonenckich (sprzętowych i programowych) pomiędzy terminalami użytkownika i centralą końcową sieci telekomunikacyjnej.

Sieci cyfrowe z integracją usług są uznawane za naturalną ewolucję istniejących sieci telefonicznych zintegrowanych technicznie IDN (Integrated Digital Network) poprzez wprowadzenie dodatkowych usług, np. realizowanych w sieciach wydzielonych oraz poprzez standaryzację cyfrowego dostępu użytkownika do sieci.

Zintegrowana sieć telekomunikacyjna opiera się na wykorzystaniu jednolitej cyfrowej transmisji i komutacji. Łączy w takiej sieci realizowane są z wykorzystaniem (stosowanej w cyfrowej telefonii wielokrotnej) modulacji impulsowo - kodowej (PCM).

W sieci zintegrowanej występuje na całej długości połączenia - począwszy od centrali, do której jest dołączony abonent zadany - transmisja cyfrowa. Wszystkie połączenia, niezależnie od odległości między abonentami, charakteryzują się wysoką jakością (jednakową tłumiennością skuteczną i małą podatnością na przesłuchy, zakłócenia i szumy).

Sieci cyfrowe z integracją usług telekomunikacyjnych pozwalają uzyskać wiele korzyści dla przyszłego rynku telematycznego:

- wielorakość usług za pośrednictwem jednego dostępu abonenckiego;
- równoczesne użytkowanie dwóch łączy (równoważnych dwóm łączom telefonicznym) za pośrednictwem „podstawowego dostępu” (standardowy dostęp abonencki w sieci zintegrowanej - $2B_{64}+D_{16}$ - dwa kanały o przepustowościach 64 kbit/s obsługiwane w trybie komutacji kanałów i jeden kanał 16 kbit/s obsługiwany w trybie komutacji pakietów), co umożliwia zainstalowanie u abonenta do ośmiu terminali lub aparatów telefonicznych;
- łatwość dołączenia central abonenckich za pośrednictwem „dostępu pierwotnogrupowego” (przepustowość $2 \text{ Mbit/s} - 30B_{64}+D_{64}$, gdzie kanał D ma przepustowość 64 kbit/s).

Zgodnie z zaleceniem Komisji Europejskiej sieć cyfrowa z integracją usług telekomunikacyjnych w Europie realizuje:

1. Telefonię cyfrową wysokiej jakości na łączach o przepływności 64 kbit/s i z dużym zakresem nowych funkcji dla użytkownika:
 - oczekiwanie na rozmowę,
 - wskazywanie abonenta wywołującego,
 - informacja o wysokości opłaty,
 - przekazywanie rozmów,

- zestawienie połączenia do abonenta zajętego (automatycznie, po zakończeniu poprzedniego połączenia),
 - identyfikacja połączeń złośliwych.
2. Transmisję danych o dużej przepływności 64 kbit/s z możliwością dołączenia komputerów osobistych,
3. Wiele nowoczesnych usług, np:
- telekopia 64 kbit/s (przekazywanie arkusza A4 w ciągu kilku sekund, 10 razy szybciej niż obecnie używane aparaty telekopiowe),
 - teleteks 64 kbit/s (100 razy większa szybkość niż aparatu teleksowego),
 - alfageometryczny i alfafotograficzny wideoteks (wysoka jakość obrazu) o przepływności 64 kbit/s (niemal natychmiastowe pojawienie się obrazu na ekranie, 30 razy większa przepływność).

Od 1.04.1998 w publicznej sieci telekomunikacyjnej (TP S.A.) wprowadzone zostało świadczenie usług w ramach sieci ISDN. Możliwości usługowe sieci, w zależności od wyposażenia abonenta, można podzielić na dwie kategorie:

- usługi przenoszenia (bearer services),
- teleusługi (teleservices),
- usługi dodatkowe (supplementary services) - usługi modyfikujące lub uzupełniające usługi podstawowe należące do jednej z dwóch w/w kategorii.

Usługi przenoszenia zapewniają transmisję sygnałów między stykami użytkowników z siecią. Natomiast teleusługi w pełni umożliwiają wymianę informacji między użytkownikami sieci zintegrowanej, obejmują więc również funkcję urządzeń końcowych.

Spośród znormalizowanych już przez CCITT usług przenoszenia można wymienić np. usługi:

- z wykorzystaniem kanałów o przepustowości 64 kbit/s bez ograniczeń oraz częstotliwością bazową 8 kHz,
- z wykorzystaniem kanałów o przepustowości 64 kbit/s oraz częstotliwością bazową 8 kHz, do przesyłania sygnałów mowy.

Ta ostatnia usługa różni się od pierwszej tym, że sygnał cyfrowy na styku użytkownik - sieć jest kodowany jednym ze sposobów znormalizowanych międzynarodowo oraz że w sieci można korzystać z technik przetwarzania mowy, takich jak np. transmisja analogowa, kompresowanie echa itd.

Teleusługi:

Telefonia - usługi telefoniczne świadczone przez ISDN charakteryzują się wyższą jakością dźwięku (szersze pasmo: 7 kHz i stereofonia).

Teleteks - jest usługą stanowiącą rozwinięcie teleksu; różni się od teleksu przede wszystkim znacznie większym repertuarem znaków i możliwością odbierania dokumentów formatu A4 o takiej samej postaci jak dokumenty nadane pod względem treści i formy.

Telekopia (telefaks) - z telekopii korzysta się już w sieciach telefonicznych, co umożliwia reprodukcję wszystkich rodzajów materiałów graficznych.

Wideoteks - umożliwia dostęp do odległych baz danych za pośrednictwem sieci telekomunikacyjnych. Cechy tej usługi są następujące:

- informacje mają postać alfanumeryczną bądź piktograficzną,
- informacje są przechowywane w bazie danych,
- informacje przesyła się między bazą danych a użytkownikiem przez sieci telekomunikacyjne,
- informacje wizualne są przedstawiane przy użyciu odpowiednio zmodyfikowanego odbiornika telewizyjnego lub innego urządzenia z ekranem,
- dostępem do usługi steruje bezpośrednio lub pośrednio użytkownik,
- korzystanie z usługi jest łatwe zarówno dla specjalistów jak i niespecjalistów,
- jest możliwe tworzenie oraz modyfikowanie informacji zawartych w bazach danych przez użytkowników,
- jest możliwe zarządzanie bazami danych, czyli tworzenie nowych baz oraz utrzymywanie baz istniejących, jak również tworzenie zamkniętych grup użytkowników.

Poczta elektroniczna.

Transmisja danych - sieć ISDN umożliwia przesyłanie danych przy zastosowaniu zarówno komutacji kanałów, jak i pakietów.

Wideofonia - integracja tej usługi z innymi jest możliwa w szerokopasmowej sieci z integracją usług (z kanałami 155 Mbit/s). Przewiduje się, że wideofonia będzie szczególnie użyteczna w przypadku telekonferencji.

Telewizja - zastosowanie sieci szerokopasmowej umożliwi dostęp do wielu różnych programów telewizyjnych, także o podwyższonej jakości (HDTV).

Teleakcje - przesyłanie między użytkownikiem a siecią krótkich wiadomości, wymagających bardzo małych szybkości transmisji.

Przedstawione przykłady nie wyczerpują wszystkich możliwości. Sieć cyfrowa z integracją usług jest tak zaprojektowana, aby było możliwe korzystanie za jej pośrednictwem nie tylko z zaprezentowanych teleusług, lecz również usług, które powstaną dopiero w przyszłości.

Usługi dodatkowe modyfikują lub uzupełniają usługi podstawowe. Przykładami takich usług mogą być: oczekiwanie zgłoszenia, identyfikacja numeru abonenta wywołującego, połączenie konferencyjne, połączenie z zastosowaniem karty kredytowej itp.

2.2.4. Radiokomunikacja

Inny sposób transmisji sygnału - przesyłanie fali elektromagnetycznej w wolnej przestrzeni, wyznacza odrębną część telekomunikacji - radiokomunikację. Podział ten wynika z zastosowania innej techniki transmisyjnej i związanych z tym charakterystyk toru transmisyjnego i sygnału, natomiast aspekty usługowe czy też obszar zastosowania radiokomunikacji są praktycznie porównywalne z klasyczną (tzw. „przewodową” lub „kablową”) telekomunikacją.

Techniki radiowe są we współczesnych sieciach telekomunikacyjnych wykorzystywane powszechnie. W zależności od cech charakterystycznych systemu telekomu-

nikacyjnego* wykorzystuje się różne systemy radiokomunikacyjne. Przyjmując za kryterium stopień skupienia fali, wykorzystuje się systemy:

- torowe: linie radiowe (radiolinie), w tym także linie radiowe satelitarne;
- beztorowe: systemy radiodostępu, telefonii komórkowej, radiofonii i telewizji.

Dla kryterium kierunku transmisji można wyróżnić systemy:

- porozumiewawcze: systemy radiodostępu, telefonii komórkowej;
- rozsiewcze: systemy przywoławcze, radiofonię i telewizję.

Poszczególne zastosowania systemów radiokomunikacyjnych są przedstawione w kolejnych podrozdziałach.

2.2.4.1. Linie radiowe (radiolinie)

W systemie telekomunikacyjnym kraju linie radiowe są stosowane wszędzie tam, gdzie np. ze względów technicznych niemożliwe lub niecelowe jest budowanie linii kablowej.

Zastosowanie radiolinii w publicznej sieci telekomunikacyjnej (także w sieciach komercyjnych innych operatorów) można podzielić na:

- naziemne linie radiowe,
- linie radiowe satelitarne.

W naziemnym systemie linii radiowych zastosowanie mają:

- Analogowe linie radiowe (jedynie w publicznej sieci telekomunikacyjnej TP S.A., są one sukcesywnie wycofywane z eksploatacji), przeznaczone dla transmisji sygnałów telewizyjnych, radiofonicznych i telefonii nośnej,
- Cyfrowe linie radiowe (m.in. w publicznej sieci telekomunikacyjnej TP S.A., w sieciach telefonii komórkowej - jako linie transmisyjne pomiędzy stacjami bazowymi, w systemach radiowego dostępu abonenckiego - jako linie transmisyjne do stacji bazowej radiodostępu). Obecnie stosowane cyfrowe linie radiowe pracują z przepływnościami od 2 Mbit/s do 140 Mbit/s (system PDH) oraz 155 Mbit/s i 622 Mbit/s (system SDH).

* Tu: system telekomunikacyjny określony głównymi cechami elektrycznymi lub konstrukcyjnymi urządzeń. Leksykon naukowo-techniczny WNT 1989, str. 954.

Dla naziemnych linii radiowych przewidziane dla Polski pasma częstotliwości to: 2,4; 3,5; 5,8; 6; 7; 8; 10; 11; 13; 15; 18; 23; 26; 28; 38; 58 GHz.

Cechą charakterystyczną radiolinii jest ograniczenie zasięgu łączności do horyzontu radiowego (widoczności anten) oraz malenie zasięgu (nawet do ok. 800 m) ze wzrostem częstotliwości pracy radiolinii.

Łączna liczba linii radiowych naziemnych jest trudna do określenia ze względu na stale rozbudowujące się systemy łączności bezprzewodowej. Obecnie można ją oszacować na ok. 50 000 linii (w samej tylko w TP S.A. ok. 12 000).

W satelitarnych liniach radiowych, pracujących w układzie punkt - punkt, w Polsce pracują 73 stacje radioliniowe:

W systemie:

INTELSAT - 11 stacji,

EUTELSAT - 20 stacji,

KOPERNIKUS - 29 stacji,

TELE-X - 20 stacji,

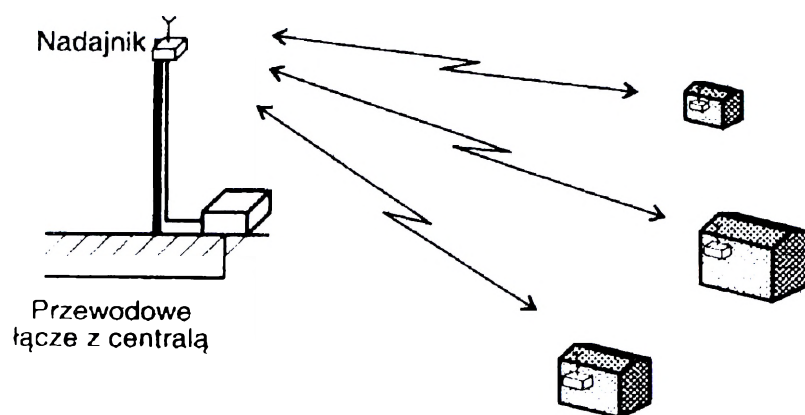
INTELSAT - 3 stacje,

ORION - 10 stacji.

2.2.4.2. Radiowe stacjonarne łączy abonentów

Coraz większa popularność systemów komórkowych i spowodowana nią miniaturyzacja i obniżenie cen podzespołów transmisji radiowej sprawiły, że od początku lat 90-tych obserwowany jest wzrost zainteresowania systemami bezprzewodowych pętli abonentów, tzn. możliwością podłączania abonentów publicznej sieci telefonicznej do infrastruktury sieci poprzez łącze radiowe. Standardy telefonii bezprzewodowej są jedną z możliwości realizacji systemów bezprzewodowych pętli abonentów.

Radiowe stacjonarne łączy abonentów mają zastosowanie w terenach o małej gęstości abonentów (tereny wiejskie), znacznie oddalonych od central komutacyjnych.



Rys.17. Zastosowanie łącza bezprzewodowego w pętli abonenckiej.

2.2.4.3. Systemy telefonii bezprzewodowej

Systemy telefonii bezprzewodowej pojawiły się w końcu lat siedemdziesiątych. Mogą być one scharakteryzowane jako środek łączności bezprzewodowej o niewielkiej mocy dla użytkownika poruszającego się powoli w bardzo ograniczonym zakresie wokół stacji bazowej. Celem telefonu bezprzewodowego miało być w większości zastąpienie telefonu przewodowego, zatem jakość połączenia oraz cena aparatu z założenia nie powinny znacznie odbiegać od tradycyjnego telefonu. Stacja bazowa, to część systemu telefonii bezprzewodowej dołączona do publicznej sieci telefonicznej i widziana przez nią jako zwykły telefon. W olbrzymiej większości przypadków stacja bazowa współpracuje jedynie z jedną lub tylko kilkoma stacjami ruchomymi, których czas pracy (pomiędzy kolejnymi ładowaniami baterii) powinien być maksymalnie długi. W rezultacie tak przyjętych warunków systemy telefonii bezprzewodowej cechują się małą liczbą użytkowników przypadającą na jednostkę przydzielonego dla tego typu systemów pasma, niewielką liczbą użytkowników ruchomych na każdą stację bazową (najczęściej jednym), możliwą dużą liczbą stacji bazowych na jednostkę powierzchni oraz krótkim zasięgiem stacji bazowej. Te cechy dotyczą w większości tradycyjnej telefonii bezprzewodowej zrealizowanej w technice analogowej. Chcąc uniknąć kolizji polegających na połączeniu się stacji ruchomej z obcą stacją bazową i realizacji połączenia na obcy rachunek, stosuje się różnorakie zabezpieczenia techniczne polegające na wymianie „hasła” - kodu cyfrowego pomiędzy stacją ruchomą i bazową, czy też poszukiwaniu wolnego kanału spośród tych, które są dostępne dla pary stacja bazowa - stacja ruchoma.

Wprowadzenie techniki cyfrowej w dziedzinie telefonii bezprzewodowej spowodowało poważne wzbogacenie możliwości takich systemów. Przede wszystkim doszło do rozszerzenia ich działania poza lokalny zasięg bezpośrednio w miejscu pracy użytkownika lub w miejscu jego zamieszkania. Wprowadzony (początkowo w Wielkiej Brytanii) system drugiej generacji, znany pod nazwą CT-2 (Cordless Telephony-2), oferuje dodatkową usługę zwaną telepoint. System ten nie przyjął się jednak w Europie.

Prace unifikacyjne prowadzone w ramach Unii Europejskiej doprowadziły do ustanowienia europejskiego standardu cyfrowej telefonii bezprzewodowej DECT (Digital European Cordless Telephony}. System ten został zoptymalizowany szczególnie dla zastosowań wewnątrz budynków. Stacje bazowe systemu DECT są dołączone poprzez kontroler do wewnętrznych (zakładowych) central telefonicznych.

Wśród najistotniejszych wymagań stawianych standardowi były m.in.:

- wysoka jakość przesyłanego sygnału mowy,
- duża pojemność systemu,
- możliwość stosowania procedur służących do identyfikacji użytkowników oraz szyfrowania przesyłanego sygnału mowy,
- mała złożoność systemu, możliwość tworzenia systemów jedno i wielokomórkowych wraz z możliwością przełączania rozmów pomiędzy stacjami bazowymi w trakcie trwającego połączenia.

Standard DECT został stworzony z myślą o zastosowaniu go do usług typu telepoint, realizacji bezprzewodowych central abonenckich oraz bezprzewodowych pętli abonenckich. Światowy sukces standardu GSM stworzył nadzieje na podobnie szerokie zastosowanie standardu DECT. Fakt ten, jak również rozbudowane cechy standardu związane z przesyłaniem sygnałów innych niż sygnały mowy sprawiły, że obecnie skrót DECT rozwijany jest jako: Digital Enhanced Cordless Telecommunications.

System DECT zaprojektowano do pracy w paśmie 1880-1900 MHz. Kanały fizyczne wydzielono zarówno w dziedzinie częstotliwości, jak i czasu. Przydzielone pasmo częstotliwości podzielono najpierw na 10 kanałów częstotliwościowych, każdy

o szerokości 1,728 MHz. Na każdej częstotliwości nośnej utworzono 12 dwukierunkowych kanałów. Łączna liczba kanałów fizycznych w standardzie DECT wynosi więc 120.

Sygnały mowy w standardzie DECT są kodowane przy wykorzystaniu modulacji adaptacyjnej ADPCM, z przepływnością 32 kbit/s, co umożliwia osiągnięcie jakości porównywalnej z telefoniczną siecią stałą.

Systemy łączności oparte na standardzie DECT zawierają jedną lub wiele stacji bazowych oraz pewną liczbę terminali. Stacja bazowa w systemie DECT podczas pracy prowadzi w sposób ciągły w co najmniej jednym kanale nadawanie rozświeczone informacji systemowych, sygnalizacji oraz sygnałów przywołania. Każda ze stacji ruchomych pracujących w systemie zaraz po włączeniu dostraja się do częstotliwości najlepiej odbieranej stacji bazowej, co zwykle odpowiada stacji bazowej najbliższej położonej i prowadzi ciągły nasłuch radiowy. Pomimo dostrojenia się do najsilniejszej stacji bazowej, terminal równolegle przegląda także całe dostępne pasmo radiowe w poszukiwaniu ewentualnych innych pobliskich stacji bazowych systemu, a jeśli je rozpozna, to porządkuje je w wewnętrznym rejestrze w kolejności według średniej mocy ich sygnału. Po dostrojeniu się do najsilniejszej stacji bazowej terminal w podobny sposób dokonuje wyboru najmniej zakłóconego kanału fizycznego, w obrębie wybranej stacji bazowej.

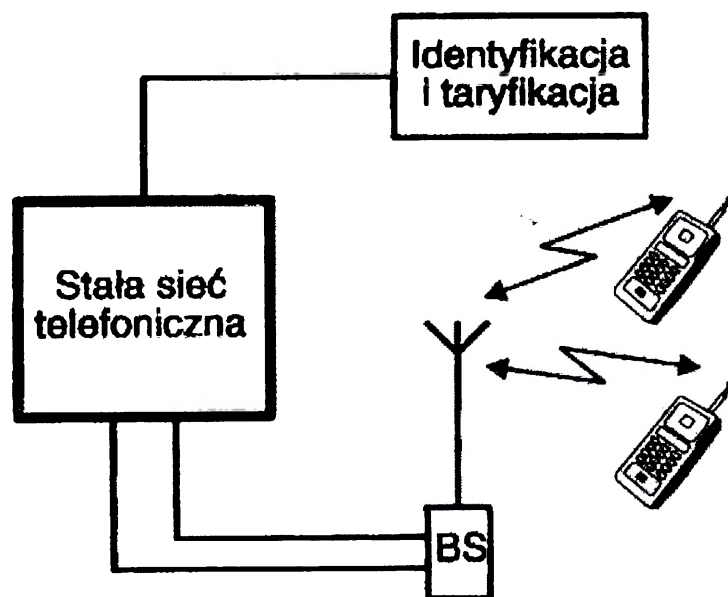
Standardy telefonii bezprzewodowej są wykorzystywane w prostych systemach użytku domowego, w systemach publicznych typu telepoint, w bezprzewodowych centralach abonenckich PBX oraz jako technologia realizacji bezprzewodowych pętli abonenckich.

Domowe systemy telefonii bezprzewodowej umożliwiają prowadzenia rozmów zwykle na odległość kilkudziesięciu metrów. Typowy system tego rodzaju składa się z jednego przenośnego bezprzewodowego mikrotelefonu oraz stacjonarnej, domowej stacji bazowej podłączonej do gniazdka telefonicznego. Urządzenia tego typu są powszechnie stosowane w sieciach telekomunikacyjnych.

Systemy publiczne typu telepoint:

Innym zastosowaniem dla standardów telefonii bezprzewodowej są publiczne systemy typu telepoint. Abonenci korzystający z tej usługi mogą uzyskiwać dostęp do publicznej stałej sieci telefonicznej z przenośnych terminali w obrębie działania stacji

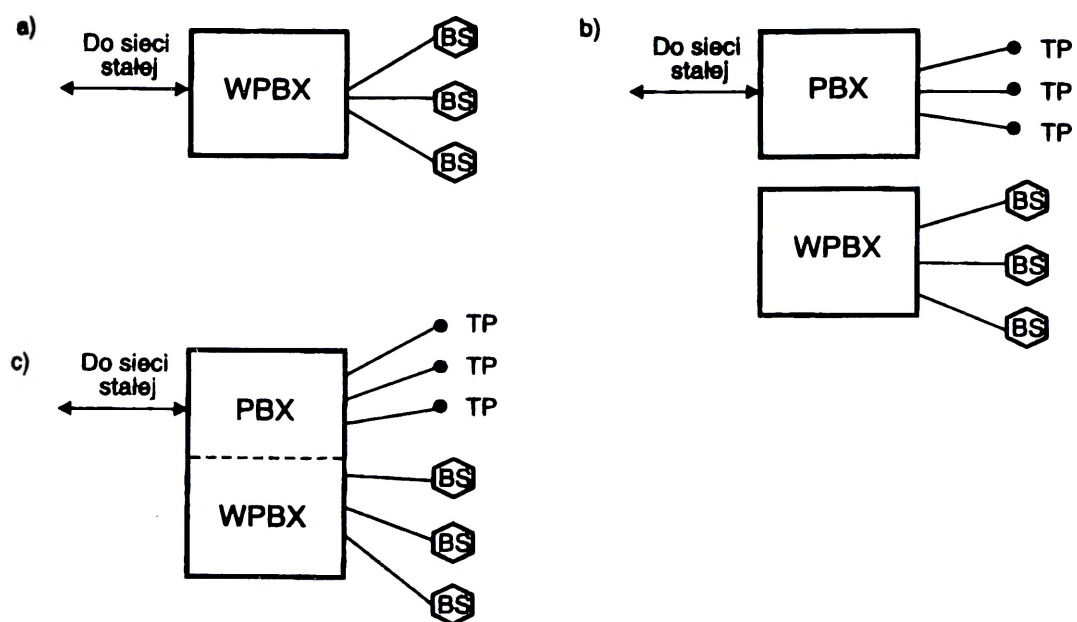
bazowych tego systemu, najczęściej umieszczanych w miejscach publicznych, tj. w centrach handlowych, dworcach, lotniskach itd. Abonenci korzystający z usługi typu telepoint nie mogą zazwyczaj odbierać za pomocą terminali przenośnych rozmów przychodzących, mogą je jedynie inicjować. Tak zdefiniowana usługa zwalnia system z konieczności śledzenia pozycji abonenta, przez co złożoność oraz koszt infrastruktury systemu są znacznie niższe w porównaniu np. z infrastrukturą systemów telefonii komórkowej.



Rys. 18. Zastosowanie telefonii bezprzewodowej w systemie publicznym typu telepoint.

Bezprzewodowe centrale abonenckie PBX

Bezprzewodowy zamknięty system łączności przeznaczony do wykorzystania na terenie zakładów pracy, hoteli, szpitali itp. składa się w ogólności z bezprzewodowej centrali abonenckiej WPXP {Wireless Private Branch Exchange), jednej lub kilku stacji bazowych oraz terminali bezprzewodowych. Centrala WPBX jest sterownikiem całego systemu, do którego dołączone są wszystkie stacje bazowe. Każda ze stacji bazowych jest odpowiedzialna za połączenia w obrębie jednej komórki.



Rys. 19. Trzy konfiguracje bezprzewodowych central PBX: a) centrala całkowicie bezprzewodowa, b) rozwiązanie WPBX + PBX, c) rozwiązanie zintegrowane; TP - telefon przewodowy.

2.2.4.4. Systemy trankingowe

Radiowe systemy trankingowe są rozwiązaniem technicznym znanego od dziesiątków lat problemu zapewnienia łączności radiowej, choćby o dostatecznej tylko jakości, rozproszonym w terenie grupom użytkowników będących pracownikami tego samego przedsiębiorstwa. Chodzi tu najczęściej o duże przedsiębiorstwa wykonujące prace na terenach całych regionów, jak np. służby energetyczne, gazownicze i wodociągowe, policja, straż pożarna i pogotowie ratunkowe, kolejnictwo i transport drogowy. Wiele z tych firm musi liczyć się codziennie z możliwością wystąpienia sytuacji awaryjnych, wymagających szybkiej reakcji i często współdziałania zespołu osób. Inną grupą użytkowników systemu tego typu są firmy, których teren działania jest bardziej zwarty, ale niedogodny dla łączności przewodowej, np. służby obsługi portów, stacji kolejowych i lotnisk, pracownicy firm budowlanych, dużych zakładów pracy, służby ochrony itp.

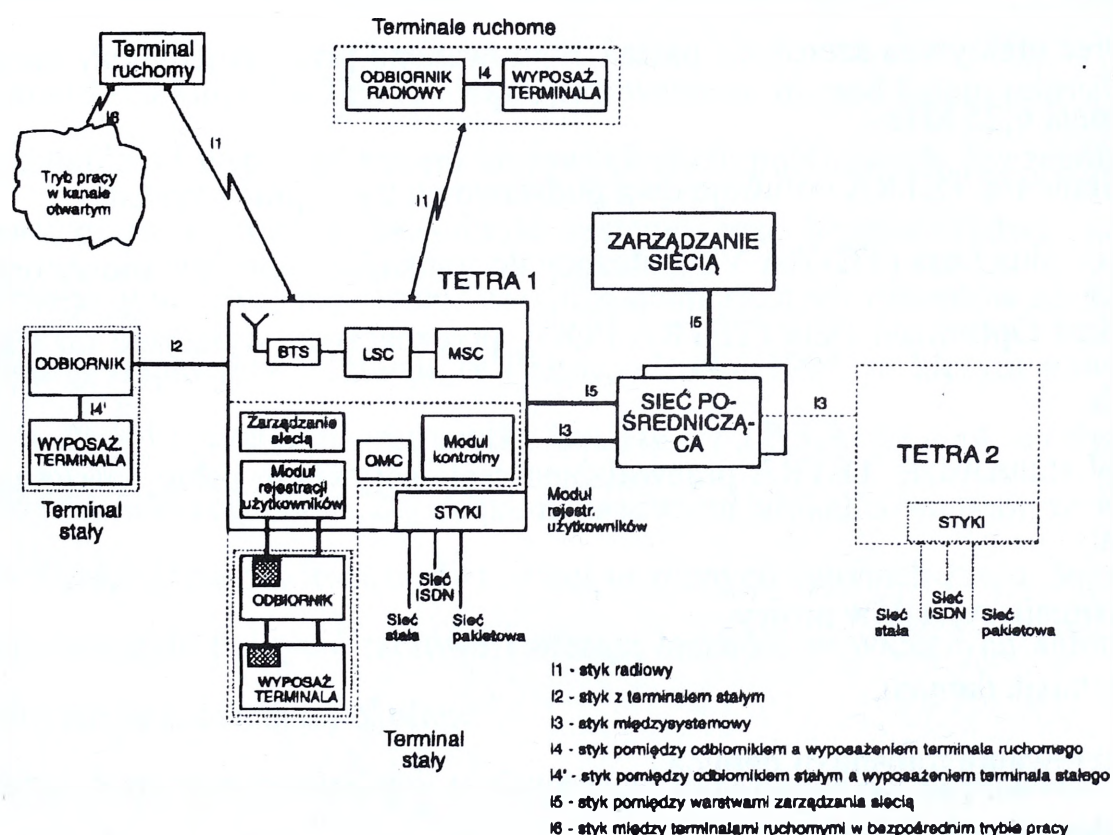
Systemy trankingowe charakteryzują się następującymi zaletami:

- dużą pojemnością, przy ustalonej liczbie kanałów,
- wysoką niezawodnością działania,

- możliwością dogodnej realizacji priorytetowania rozmów,
- prywatnością prowadzonych rozmów,
- dostępnością usług trunkingowych także dla niewielkich grup użytkowników,
- elastycznością systemu,
- prostotą obsługi.

Rosnące zapotrzebowanie na nowe usługi w systemach trunkingowych doprowadziły w 1990 roku do rozpoczęcia prac w ramach ETSI zmierzających do opracowania standardu nowoczesnego europejskiego cyfrowego systemu trunkingowego pod nazwą TETRA.

Standard TETRA (Trans European Trunked RAdio) został zaprojektowany w sposób, który umożliwia efektywne przesyłanie w kanale radiowym zarówno sygnałów mowy, jak i danych w trybie połączeniowym, a także w trybie pakietowym. Istotnym wymaganiem była także możliwość współpracy systemów eksploatowanych przez różnych operatorów. Architekturę ogólną systemu TETRA przedstawia rys.20.



Rys.20. Architektura systemu trunkingowego TETRA; BTS - stacja bazowa, LSC - centrala lokalna, MSC - centrala główna, OMC - centrum eksploatacji i utrzymania sieci.

Można w niej wyróżnić część komutacyjno-sieciową, stacje bazowe i terminale. W części komutacyjno-sieciowej znajdują się centrale główne i lokalne. Centrale lokalne są podporządkowane centralom głównym pełniąc rolę pośrednią pomiędzy koncentratorami wyniesionymi nowoczesnych central elektronicznych w telefonii stałej a sterownikami stacji bazowych w systemie GSM. W części komutacyjno-sieciowej znajduje się ponadto moduł rejestracji użytkowników oraz centrum eksploatacji i utrzymania sieci. W tej części znajduje się zespół modułów pośredniczących, umożliwiających współpracę systemu z sieciami zewnętrznymi takimi jak: publiczna telefoniczna sieć stała, sieci ISDN, sieci pakietowej transmisji danych itp. Do central lokalnych dołączone są stacje bazowe.

W standardzie TETRA zastosowano, podobnie jak w systemie GSM, mieszany sposób wielodostępu, tj. połączenie wielodostępu częstotliwościowego FDMA i czasowego TDMA. Przydzielone do użytkowania pasmo częstotliwości dzielone jest na kanały o szerokości 25 kHz każdy, a w każdym kanale zdefiniowana jest struktura pozwalająca na utworzenie czterech kanałów rozmównych zwielokrotnionych czasowo. Tak więc efektywna szerokość pasma zajmowanego przez pojedynczy kanał rozmówny wynosi 6,25 kHz.

Standard TETRA definiuje dwa podstawowe tryby pracy systemu:

- Voice plus Data (TETRA VD), służący do transmisji sygnałów mowy oraz danych,
- Packed Optimized Data (TETRA POD), przeznaczony wyłącznie do transmisji danych.

W standardzie TETRA przewidziano realizację wielu usług, wśród nich między innymi:

- transmisja sygnałów mowy,
- transmisja danych,
- pakietowanie transmisji danych,
- przekazywanie rozmów,
- blokowanie przychodzących i wychodzących rozmów,
- definiowanie numerów skróconych,
- dynamiczne tworzenie grup abonentów,

- priorytetowanie dostępu do zasobów systemu,
- autoryzację zestawianych połączeń przez centrum nadzoru,
- dyskretne słuchanie,
- możliwość warunkowego zestawiania połączeń,
- przechowywanie przez system wiadomości użytkowników chwilowo nieobecnych w systemie.

W systemie TETRA dla jego poprawnego działania zastosowano szereg procedur sieciowych, wśród nich m.in.:

- przełączanie kanałów pomiędzy stacjami bazowymi,
- zmianę obszaru lokalizacyjnego przez stację ruchomą,
- migrację terminala do innej sieci TETRA, identyfikację terminali oraz użytkowników,
- rozpoczęcie i kończenie pracy w systemie,
- na żądanie terminala, przerwanie i wznowianie transmisji wiadomości w kanale w „dół”.

Standard trunkingowy TETRA zaprojektowano m. in. pod kątem potrzeb związanych z działaniem i współdziałaniem krajowych służb publicznych. Szczególny nacisk położono więc na wysoką niezawodność systemu, jego bezpieczeństwo, dostępność specyficznego typu usług, możliwość współdziałania różnych systemów ze sobą.

Systemy trunkingowe działają w Polsce od roku 1991, w którym powstała sieć Radio-Net, której operatorem jest spółka Uni-NET i TP S.A. System ten dysponował w połowie lat 90-tych około 20 stacjami bazowymi zlokalizowanymi w większych miastach Polski. Działają jeszcze dwie sieci w różnych rejonach kraju. Wszystkie te sieci mają nieciągłe pokrycie radiowe i oferują łączność w większych aglomeracjach miejskich i ich bezpośredniej okolicy.

Opinie dotyczące perspektyw rozwoju sieci trunkingowych są podzielone. Głównym powodem jest szybkie rozprzestrzenianie się i poszerzanie usług oferowanych przez systemy telefonii komórkowej. Służby publiczne w każdym kraju mają tak specyficzne wymagania, że trudno sobie wyobrazić, aby korzystały z publicznych systemów komórkowych, ale zmodyfikowane, masowe, a przez to bardzo tanie systemy komór-

kowe mogą stanowić w niedalekiej przyszłości atrakcyjną alternatywę. Wydaje się więc, że przyszłość standardu TETRA jest prawdopodobnie bezdyskusyjna przynajmniej w zakresie jego zastosowania dla policji, służb ratowniczych itp.

2.2.4.5. Sieci telefonii komórkowej.

Telefonia komórkowa jest kolejnym przykładem systemu radiokomunikacyjnego z obiektami ruchomymi. Systemy telefonii komórkowej można scharakteryzować jako systemy zapewniające dwustronną łączność bezprzewodową ze stacjami ruchomymi poruszającymi się nawet z dużą szybkością na dużym obszarze pokrywanym przez system stacji bazowych, który może sięgać nawet poza zakres danego państwa (jak to jest w przypadku Europy i systemu GSM).

Początkowym zadaniem systemu telefonii komórkowej było zapewnienie łączności z pojazdami poruszającymi się po ulicach w mieście lub na drogach i autostradach poza miastem. Moc używana przez stacje telefonii komórkowej jest wielokrotnie wyższa niż stosowana w telefonii bezprzewodowej i sięga w przypadku stacji ruchomej pojedynczych watów. W systemie dostosowanym do takich mocy stacji ruchomych terminale ręczne mają ograniczone możliwości ze względu na ich niewielką moc (poniżej 0,5 W), a w związku z tym ograniczony zasięg.

Systemy telefonii komórkowej rozwinęły się niezwykle w ostatnich latach. Systemy pierwszej generacji były systemami analogowymi. Głos transmitowany jest za pomocą modulacji FM z wykorzystaniem wielodostępu metodą FDMA. Rozwój techniki cyfrowej oraz częste przypadki osiągnięcia maksimum pojemności przez istniejące systemy analogowe, szczególnie w centrach dużych miast, skłoniły do zaprojektowania i wprowadzenia do ruchu systemów telefonii komórkowej drugiej generacji opartej najczęściej na metodzie dostępu TDMA. W Europie jest to system GSM.

W systemach cyfrowych drugiej generacji jako cel przyjęto maksymalizację pojemności systemu rozumianą jako liczbę użytkowników na jednostkę pasma oraz liczbę użytkowników w pojedynczej komórce. Z drugiej strony, zapewnienie możliwości łączności z pojazdami poruszającymi się wzdłuż autostrad na obszarach słabo zaludnionych powoduje konieczność zastosowania stacji bazowych o dużym zasięgu i dużej

mocy nadawczej. Uwzględniając oba przeciwstawne czynniki, system telefonii komórkowej charakteryzuje się następującymi cechami:

- stosunkowo dużą mocą nadajników,
- dużą komplikacją telefonu komórkowego, w tym jego procedur przetwarzania sygnałów,
- relatywnie niską jakością połączenia,
- dużą komplikacją sieci związaną z funkcjami przejmowania połączenia przez kolejne stacje bazowe, wielością usług itp.

Systemy telefonii komórkowej drugiej generacji, pomimo różnic występujących między nimi, mają wiele cech wspólnych. Są to:

- mała przepływność sygnałów cyfrowych reprezentujących sygnały mowy (13 kbit/s) - przyczynia się to do zwiększenia pojemności systemu kosztem jakości sygnału mowy,
- stosunkowo duże opóźnienie transmisji, około 200 ms łącznie w obu kierunkach, wynikające z kodowania i dekodowania mowy oraz skomplikowanych algorytmów odbioru i detekcji sygnałów cyfrowych,
- transmisja dwukierunkowa z wykorzystaniem metody podziału częstotliwości,
- sterowanie poziomem mocy stacji ruchomej w celu zapewnienia jednakowej jakości dostępu telefonom ruchomym różnie oddalonym od stacji bazowej.

Poniżej przedstawiona jest charakterystyka systemów telefonii komórkowej stosowanych w Polsce.

NMT-450.

Standard analogowej telefonii komórkowej NMT (Nordic Mobile Telephony) został opracowany pod koniec lat siedemdziesiątych. Zgodnie z przyjętymi wówczas założeniami miał on być systemem łączności międzynarodowej. W pierwszej wersji wykorzystano zakres częstotliwości z pasma 450 MHz. Takie rozwiązanie zostało szybko wdrożone w wielu krajach Europy. Jednak ze względu na brak możliwości wydzielania w poszczególnych państwach ujednoliconego pasma częstotliwości, powstało wiele, wzajemnie niekompatybilnych, wersji tego systemu. Spowodowało to, że zamiast

jednego ogólnoeuropejskiego systemu analogowej telefonii komórkowej istnieje szereg jego wersji o zasięgach krajowych.

Podstawowym czynnikiem, jaki zadecydował o popularności systemu było to, że zapewniał on wysoką jakość rozmów i poziom usług telefonicznych na poziomie sieci telefonii stałej. Najważniejszą jednak jego zaletą była możliwość obsługi abonentów prowadzących rozmowę w ruchu z dowolnego punktu, w oderwaniu od istniejącej infrastruktury telekomunikacyjnej oraz odszukanie abonenta w dowolnym miejscu zasięgu systemu. Taki zakres usług nie był wcześniej oferowany potencjalnemu użytkownikowi. Sprawilo to, że system NMT szybko zyskał duże zainteresowanie wśród klientów. Jednak mała liczba możliwych do wydzielenia w paśmie 450 MHz kanałów radiowych (180) sprawila, że system bardzo szybko się nasycił w dopuszczalną liczbę użytkowników. Spowodowało to potrzebę opracowania kolejnej wersji systemu. Została ona zrealizowana dla pasma 900 MHz i posiada oznaczenie NMT 900. Nowa wersja po raz pierwszy została zastosowana w 1986 roku.

W Polsce od 1992 roku funkcjonuje sieć analogowej telefonii komórkowej, której operatorem jest polsko-francusko-amerykańska spółka CENTERTEL. Przyjęto w niej rozwiązania na wzór krajów skandynawskich. Jednak ze względu na występujące odstępstwa od pierwotnych założeń polska wersja systemu posiada oznaczenie NMT 450i. (Na koniec roku 1996 zasięgiem sieci pokryty był niemal cały obszar kraju, a liczba abonentów przekroczyła 150 tysięcy. Jednak wraz z rozwojem innych sieci telefonii komórkowej zaczyna szybko maleć zainteresowanie tym systemem.)

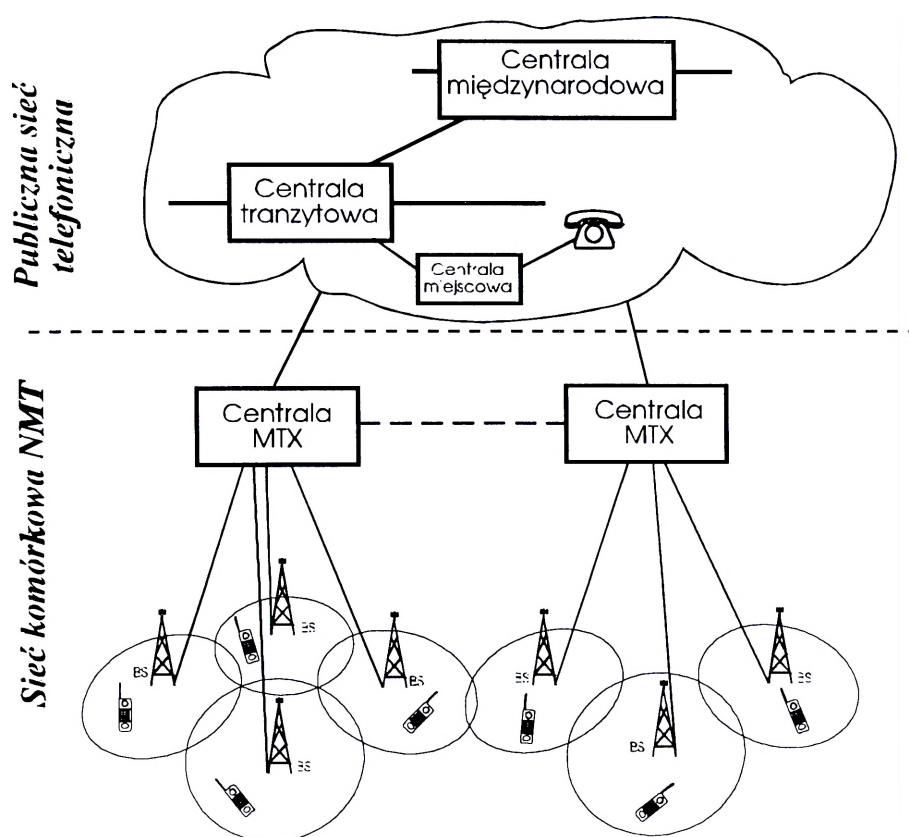
Standard analogowej telefonii komórkowej NMT 900 w Polsce nie może znaleźć zastosowania, gdyż pasmo 900 MHz zostało zarezerwowane dla potrzeb cyfrowej telefonii komórkowej.

Na rysunku 21. przedstawiona została struktura systemu NMT. Jest on zorganizowany w trzech warstwach. Warstwa najwyższa obejmuje centrale systemu komórkowego MTX (Mobile Telephone EXchange), realizujące funkcje komutacyjne i sterujące w systemie. Mogą być one połączone z centralami sieci stałej na poziomie central miejscowych, tranzytowych bądź międzynarodowych.

Drugą warstwę systemu tworzą stacje bazowe BS (Base Stations). Centrale MTX połączone są ze stacjami bazowymi za pomocą łączy stałych lub, w wyjątkowo nieko-

rzystnych warunkach terenowych, za pomocą łączy radioliniowych. Stacja bazowa, poprzez interfejs radiowy, komunikuje się ze stacjami ruchomymi, które znajdują się na obszarze obsługiwanej przez nią komórki. Do zadań stacji bazowej należy również nadzorowanie jakości połączenia ze stacją ruchomą w kanale radiowym.

Na trzecią, najniższą, warstwę w systemie składają się stacje ruchome MS (Mobile Stations). Mogą być one wykonane w wersji przewoźnej, przenośnej lub kieszonkowej.



Rys. 21. Architektura systemu NMT.

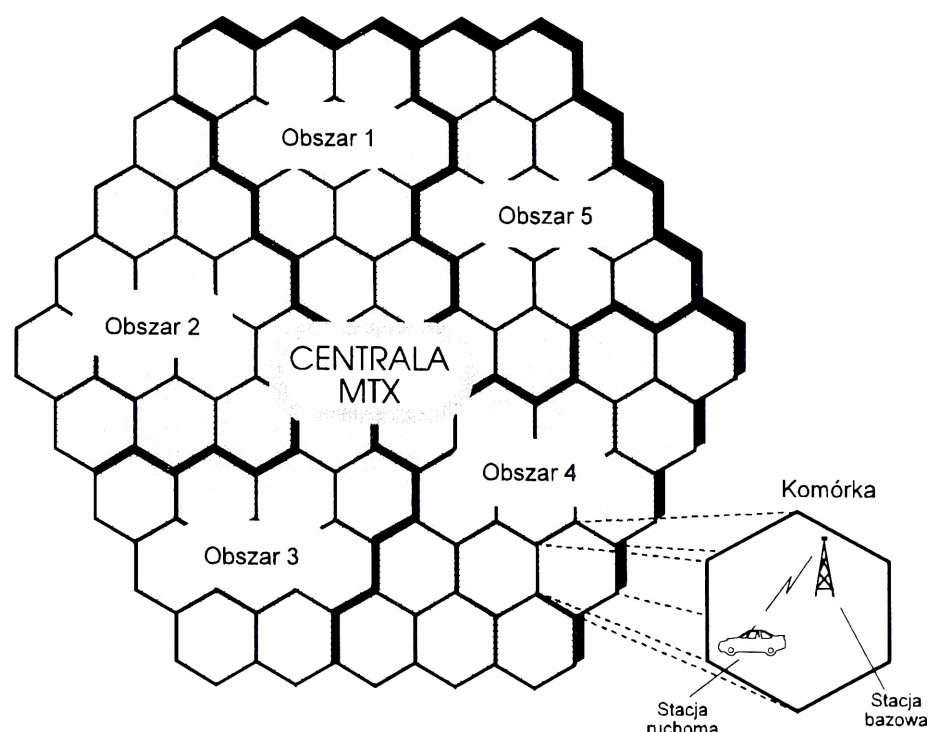
Obszar geograficzny pokryty zasięgiem wszystkich stacji bazowych podlegających danej centrali MTX tworzy tzw. obszar obsługi. Terytorium Polski zostało podzielone na cztery takie obszary obsługiwane przez centrale w Warszawie, Poznaniu, Katowicach i Gdańsku.

W obrębie każdej centrali znajduje się maksymalnie 16 obszarów pracy nazywanych inaczej obszarami przywołań (traffic area). Informacja o aktualnej pozycji abonenta ruchomego przechowywana jest w centrali MTX z dokładnością co do obszaru pracy. W momencie gdy abonent zmienia obszar pracy uruchamiana jest stosowna procedura uaktualniania jego pozycji w obrębie obszaru obsługi centrali. Przywołanie

abonenta ruchomego znajdującego się w znanym dla centrali obszarze pracy i skierowanie do niego rozmowy jest realizowane przez wszystkie stacje bazowe położone w obrębie danego obszaru pracy, a następnie przez jedną z nich jest zestawiane połączenie.

Jeżeli dojdzie w systemie do utraty informacji o położeniu abonenta, przywołanie odbywa się we wszystkich stacjach bazowych położonych w obrębie obszaru obsługi centrali MTX, we wszystkich podległych jej obszarach pracy.

Najmniejszym pod względem zasięgu jest obszar obsługiwany przez pojedynczą stację bazową nazywany komórką. Obszar komórki jest odwrotnie proporcjonalny do gęstości ruchu telefonicznego generowanego na danym terenie.



Rys.22. Obszar obsługi centrali MTX, obszar pracy, komórka.

Ostatnie ogniwo stacjonarnej części systemu stanowi stacja bazowa. Zadaniem stacji bazowej jest bezpośrednia komunikacja radiowa ze znajdującymi się w jej zasięgu stacjami ruchomymi i obsługiwanie, oprócz wymiany sygnałów mowy, również sygnałów transmisji danych. Stacja ponadto nadzoruje jakość prowadzonego połączenia poprzez kontrolę odpowiednich sygnałów lub pomiar mocy sygnałów przychodzących do stacji bazowej. Dodatkowe funkcje realizowane przez stację bazową związane są ze sterowaniem i monitorowaniem pracy urządzeń.

Stacja bazowa może być zainstalowana np. w budynkach w mieście lub w specjalnych kontenerach w terenie. W typowych warunkach jedna stacja bazowa obsługuje jedną komórkę sieci telefonii komórkowej. Ilość kanałów pracy może dochodzić do 16 w każdej stacji bazowej (w stosowanych rozwiązaniach przyjęto 8).

Stacje ruchome mogą być różnego typu, np. aparaty doręczne (kieszonkowe), przenośne, do zainstalowania w środkach transportu lub do zastosowania jako stacjonarne, np. z odległych terenów wiejskich lub na obszarze rozległych zakładów pracy. Użycie takich telefonów w zasadzie nie różni się od sposobu używania typowego telefonu stacjonarnego.

Stacja ruchoma, oprócz realizacji rozmów, może wykonywać pewne funkcje dodatkowe:

- pomiar mocy odbieranego sygnału,
- skrócone wybieranie numeru,
- ponowne wybieranie ostatniego numeru,
- możliwość elektronicznego zabezpieczenia przed niepowołanym użyciem,
- pomiar czasu trwania rozmowy,
- regulacja głośności odbieranego sygnału mowy,
- funkcja oszczędnego wykorzystania baterii,
- interfejs modemu dla transmisji danych.

GSM 900 i DCS 1800 (GSM 1800)

Proces tworzenia systemu GSM rozpoczął się we wczesnych latach 80-tych. W 1982 roku w ramach europejskiego porozumienia LEPT (Conference Europeenne des Postes et Telecommunications) utworzono zespół roboczy nazwany Groupe Speciale Mobile, w skrócie GSM. Zadaniem zespołu miało być opracowanie standardu systemu komórkowego, który miał być wspólny dla całej Europy Zachodniej. Sygnatariusze porozumienia CEPT podjęli także decyzje o wstępnym zarezerwowaniu dla przyszłego systemu dwóch przedziałów częstotliwości w paśmie 900 MHz.

Prace zespołu GSM nabrały rozmachu w połowie lat osiemdziesiątych, kiedy okazało się, że część analogowych systemów komórkowych działających w Europie w

ciągu kilku lat zbliży się do granicy swojej pojemności. Do 1986 roku w ramach zespołu GSM poczyniono znaczące postępy w tworzeniu założeń specyfikacji nowego systemu. Zdecydowano się na realizację systemu całkowicie cyfrowego i kompatybilnego z siecią ISDN.

W 1990 roku, pod koniec prac nad podstawową wersją standardu GSM (który w międzyczasie otrzymał nowe znaczenie: Global System for Mobile communications) przewidzianego do użytku w pasmie 900 MHz, opracowano zalecenia dla wersji systemu GSM pracującej w pasmie częstotliwości 1800 MHz, przeznaczonej dla gęsto zaludnionych obszarów miejskich. Wariant ten nazwano DCS 1800 (Digital Cellular System).

Architektura systemu GSM.

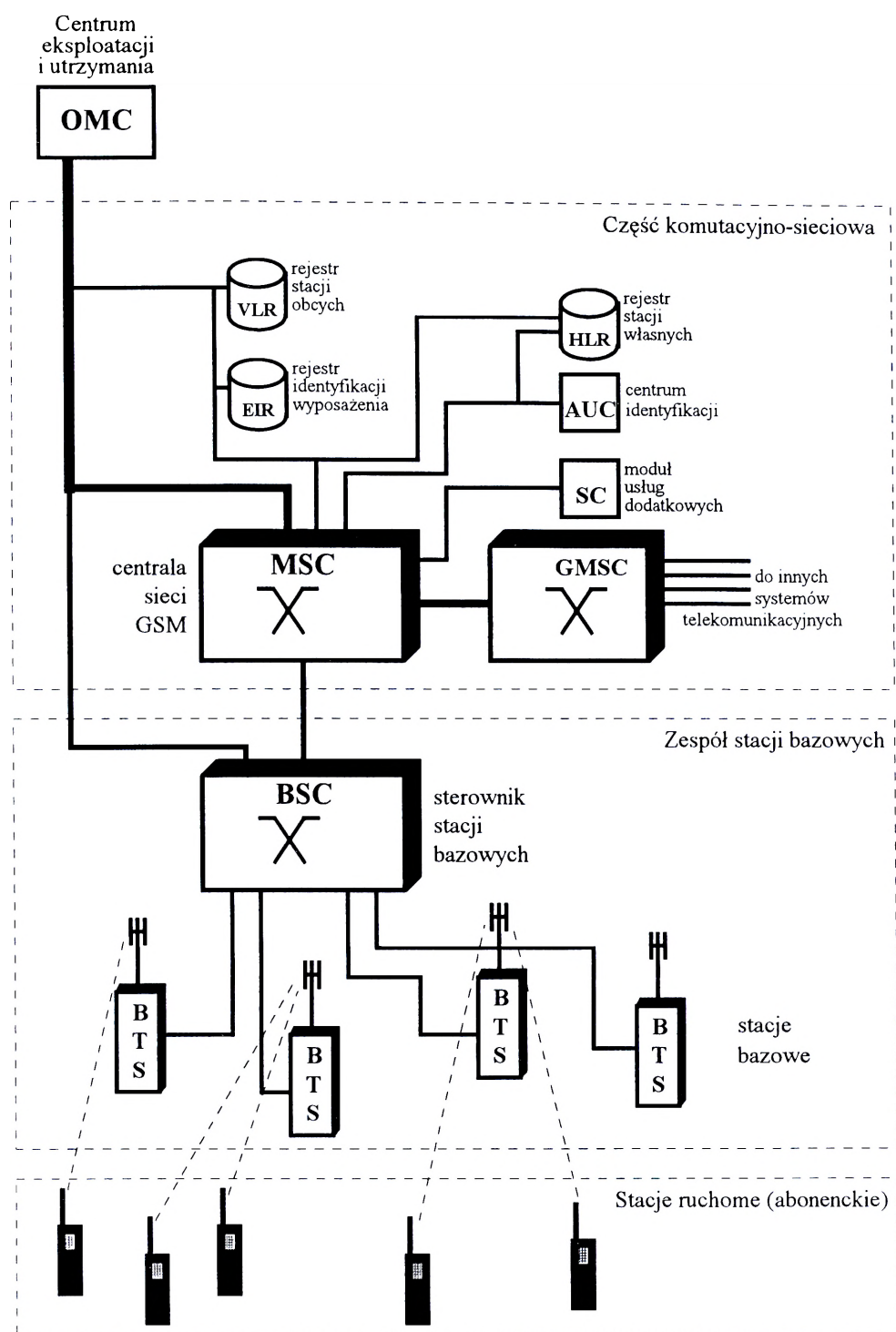
Na rysunku 23. pokazano schemat blokowy typowego systemu GSM oraz przedstawiono podział systemu na części funkcjonalne:

- I. zespół stacji bazowych (Base Station Subsystem BSS);
- II. część komutacyjno-sieciowa (Network and Switching Subsystem NSS);
- III. stacje ruchome (Mobile Station MS);
- IV. zespół eksploatacji i utrzymania (Operation and Maintenance Subsystem OMS).

Zespół stacji bazowych

Z zasady tworzenia systemu radiokomunikacji ruchomej wynika, że podstawowym sposobem organizacji takiego systemu jest struktura komórkowa. Każda komórka posiada jedną stację bazową (Base Transceiver Station BTS). Zespół stacji bazowych umożliwia dostęp stacjom ruchomym do części stałej systemu GSM i dalej, w miarę potrzeby, do innych systemów telekomunikacyjnych.

Systemy działają w zakresach częstotliwości wokół 900 MHz i 1800 MHz. W tych zakresach częstotliwości fale rozchodzą się w zasadzie za pośrednictwem fali przyziemnej, w zasięgu horyzontu radiowego. Biorąc pod uwagę typowe wysokości anten nadawczych stacji bazowych oraz moce nadajników, maksymalny zasięg promieniowania anten systemów komórkowych wynosi od 30 km do 65 km. Wielkości komórek są wypadkową kilku czynników i nie przekraczają dla systemu GSM - 35 km.



Rys. 23. Schemat blokowy systemu GSM.

Organizacja zespołu stacji bazowych jest dwuwarstwowa, co pozwoliło na uproszczenie konstrukcji i obniżenie kosztów urządzeń pracujących na peryferiach systemu, w dużej odległości od central MSC. Zespół stacji bazowych podzielono więc na część sterującą (tzw. sterowniki stacji bazowych - Base Station Controller BSC) i transmisyjną (stacje bazowe BTS). Jeden sterownik BSC zarządza typowo pracą kilku lub kilkudziesięciu stacji bazowych. W bezobsługowych stacjach bazowych pozostawiono jedynie niezbędne wyposażenie nadawczo-odbiorcze odpowiadające analogicznemu modułom w stacji ruchomej.

Główne funkcje realizowane w stacjach bazowych, to:

- wykrywanie zgłoszeń (zadania przydzielenia wydzielonego kanału sygnalizacyjnego) stacji ruchomych,
- funkcje związane z przetwarzaniem sygnału w kierunku nadawczym i odbiorczym.

Urządzenia części komutacyjno-sieciowej odpowiadają za podstawowe funkcje komutacyjne systemu, współpracę z innymi sieciami telekomunikacyjnymi i za przechowywanie informacji o zarejestrowanych użytkownikach systemu oraz wszelkich informacji niezbędnych do kontroli uprawnień i śledzenia ruchu abonentów.

Stacje ruchome

Jedyną częścią systemu GSM widzianą przez przeciętnego użytkownika jest zazwyczaj jego stacja ruchoma, zwana potocznie telefonem komórkowym. Istnieje kilka klas stacji ruchomych (rys.24), różnią się one między sobą mocą nadajnika, wielkością oraz możliwościami współpracy z urządzeniami transmisji danych. Poza tym różnią się one między sobą funkcjami, zarówno podstawowymi i dodatkowymi, a także parametrami elektrycznymi, w tym przede wszystkim maksymalną mocą wysyłanego sygnału.

Klasa	GSM 900		DCS 1800	
	Moc nadajnika	Typ stacji	Moc nadajnika	Typ stacji
1	20 W (43 dBm)	przewoźne i przenośne	1 W (30 dBm)	kieszonkowe
2	8 W (39 dBm)	przewoźne i przenośne	0,25 W (24 dBm)	kieszonkowe
3	5 W (37 dBm)	kieszonkowe	-	-
4	2 W (33 dBm)	kieszonkowe	-	-
5	0,8 W (29 dBm)	kieszonkowe	-	-

Rys.24. Klasy stacji ruchomych w systemach GSM 900 i DCS 1800.

Zespół eksploatacji i utrzymania OMS w systemie GSM umożliwia operatorowi wgląd w pracę systemu oraz administrowanie nim. Zarządzanie obejmuje następujące dwie grupy funkcji:

- zarządzanie konfiguracją systemu, np. tworzenie nowych komórek, określanie obszarów przywołań, administrowanie zasobami radiowymi, zmiany w architekturze sieci,
- administrowanie rejestracją abonentów.

W systemie DCS 1800 (GSM 1800) szerokość pasm częstotliwości dla każdego kierunku transmisji wynosi 75 MHz, co daje trzykrotnie większą liczbę kanałów w porównaniu z systemem GSM 900. Jeśli oprócz tego uwzględnić, że wielkość komórek w systemie DCS 1800 jest znacznie mniejsza niż w systemie GSM 900, wówczas okaże się, że pojemność systemu DCS 1800, mierzona liczbą kanałów rozmównych na jednostkę powierzchni, jest około 10-krotnie wyższa w porównaniu z systemem GSM 900.

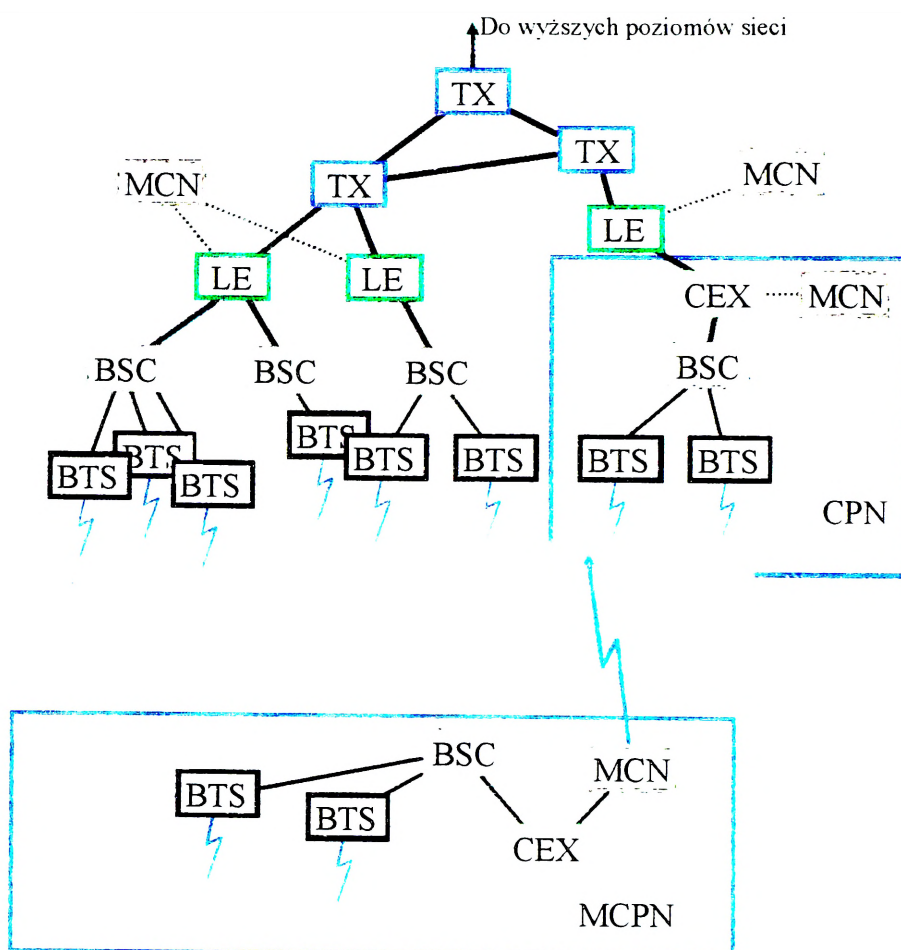
Systemy telefonii komórkowej stanowią obecnie znaczny udział rynku telekomunikacyjnego kraju. W prognozach rozwoju telefonii komórkowej (i innych systemów łączności bezprzewodowej) przewiduje się ciągły i szybki wzrost liczby abonentów w najbliższych latach (aktualnie liczba abonentów sieci GSM przekroczyła 2 miliony).

Perspektywy rozwoju systemów telefonii komórkowej.

W Europie, prawdopodobnie w 2002r. zostanie wprowadzony system UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), należący do opracowanej koncepcji systemu IMT-2000 (International Mobile Telecommunication System). Jest to system umożliwiający globalną dostępność dzięki zastosowaniu zintegrowanych podsystemów: naziemnego i satelitarnego.

System UMTS przewidziany jest do pracy w szerokim zakresie widma: 470÷2900 MHz, podzielonym na podzakresy przeznaczone dla poszczególnych służb radiokomunikacji ruchomej i radiodyfuzji. System UMTS projektowany jest w taki sposób, aby zapewnić kompatybilność z dotychczas wykorzystywanymi systemami

Z powodu uniwersalności systemu UMTS i współdziałania szeregu jego segmentów sieć systemu będzie mieć bardzo różnorodną strukturę. Jej możliwą konfigurację przedstawiono na rysunku 25.



Rys.25. Przewidywana konfiguracja sieci systemu UMTS: TX - centrala tranzytowa; LE - centrala lokalna; MCN - węzeł sterujący; BSC - kontroler stacji bazowej; BTS - stacja bazowa, CPN - sieć prywatna, MCPN - ruchoma sieć prywatna.

Sieć części radiokomunikacyjnej systemu jest dołączona do segmentu stałego przez centrale tranzytowe (TX). Do nich z kolei dołączone są centrale lokalne (LE), których grupy nadzorowane są przez węzły sterujące (MCN). Poszczególne centrale zarządzają z kolei zespołami sterowników stacji bazowych (BSC) współpracującymi z grupami stacji bazowych (BTS). Warto zauważyć dwa dodatkowe segmenty sieci. Są

to prywatna sieć radiokomunikacyjna np. zarządzana przez określoną firmę, sieć CPN (Customer Premises Network) mająca własną centralę radiokomunikacyjną (CEX - Customer Exchange), węzeł sterujący (MCN') oraz zespoły stacji bazowych wraz z ich kontrolerem. Na rysunku zaznaczono również segment sieci przemieszczający się (MCPN - Moving Customer Premises Network) o podobnej strukturze jak segment prywatny. Jest to realizacja sieci radiokomunikacyjnej wewnątrz jadącego pociągu, w którym przewiduje się również działanie systemu UMTS.

Stopień mobilności abonentów sieci lub jej fragmentów (jak to jest w przypadku realizacji podsieci w pędzącym pociągu) jest różny, jednak konstrukcja sieci musi przewidywać szereg możliwych sytuacji związanych z przenoszeniem połączenia zarówno wewnątrz pojedynczych komórek, pomiędzy nimi, jak również pomiędzy centralami i pomiędzy poszczególnymi segmentami sieci (np. między segmentem prywatnym a publicznym oraz pomiędzy segmentem naziemnym i satelitarnym). Problem przenoszenia połączenia jest jednym z trudniejszych i ważniejszych zadań dla dobrze działającej sieci systemu UMTS ze względu na jej komplikację.

2.2.5. Radiodyfuzja.

Radiodyfuzja jest rodzajem usługi telekomunikacyjnej, polegającej na dostarczaniu do odbiorców (abonentów) systemu radiokomunikacyjnego sygnału w układzie rozsiewczym, tj. do wielu odbiorców jednocześnie. Usługa taka ma z zasady charakter jednokierunkowy: centrum nadawcze - duża grupa odbiorców (sygnały w przeciwnym kierunku wykorzystują inne systemy łączności).

Dostarczanie sygnału do odbiorców może odbywać się przy pomocy fal radiowych (telewizja, radiofonia) lub sieci kablowych (telewizja kablowa).

2.2.5.1. Radiofonia i telewizja.

Struktura sieci radiofonicznej i telewizyjnej jest podobna: centrum nadawcze - studio radiowe lub telewizyjne - przesyła sygnał w sieci telekomunikacyjnej (liniami radiowymi lub kablowymi) do zespołu radiowych stacji nadawczych. Radiowe stacje nadawcze rozmieszczone na obszarze kraju emitują sygnał, który dociera do abonen-

tów (praktycznie na obszarze całego kraju). W celu uniknięcia wzajemnych zakłóceń, poszczególne stacje nadawcze mają odpowiednio dobrane częstotliwości pracy.

W ogólnopolskich sieciach radiowych i telewizyjnych właścicielem zespołu stacji nadawczych (a także linii transmisyjnych i niektórych centrów nadawczych) jest TP S.A., od której właściciele programów „dzierżawią czas antenowy”.

Potencjał sieci radiowych i telewizyjnych przedstawia się następująco:

Radio UKF:

- stacje nadawcze ok. 260 szt.
- nadajniki radiowe ok. 350 szt. o łącznej mocy ok. 1,5 MW

Radio KF:

- stacje nadawcze 6 szt.
- nadajniki radiowe 6 szt. o łącznej mocy ok. 0,6 MW

Radio fale długie:

- stacje nadawcze 1 szt.
- nadajniki radiowe 1 szt. o mocy ok. 0,5 MW

Telewizja:

- stacje nadawcze ok. 140 szt., w tym 60 stacje o mocy powyżej 5 kW,
- nadajniki telewizyjne ok. 210 szt., w tym 96 nadajników o mocy powyżej 5 kW,
- stacje przemienników ok. 250 szt.,
- nadajniki telewizyjne ok. 300 szt.

2.2.5.2. Systemy przywoławcze.

Systemy przywoławcze działają również na zasadzie systemów rozsiewczych. Komunikacja w klasycznych systemach przywoławczych jest zatem jednostronna od stacji bazowej z centrum dyspozytorskim do wybranej stacji ruchomej (przy nasłuchiwaniu przez inne stacje ruchome). Stacja ruchoma może jedynie odbierać sygnał. Sygnał ten, w początkowym etapie rozwoju systemów przywoławczych był bardzo prosty, obecnie możliwa jest w tym sygnale transmisja krótkiego komunikatu głosowego

lub stosunkowo długiego ciągu znaków alfanumerycznych odpowiadającego listowi poczty elektronicznej. Określona stacja ruchoma, tzw. pager, jest wybierana przez wysłanie do niej jednoznacznie ją definiującego adresu. Ponieważ w systemie stosuje się modulację częstotliwości i stacja ruchoma jest bardzo prosta oraz nie może nadawać, wymaga ona niewielkiej mocy i charakteryzuje się niewielkimi wymiarami i prostotą układową. Jednostronne połączenie, jakim jest możliwość transmisji od stacji stałej do ruchomej zostało zoptymalizowane dzięki swojej asymetrii. Stacja bazowa charakteryzuje się bowiem dużą mocą anteny (kilkaset watów do kilowatów), co pozwala na zastosowanie niewielkich i nieskomplikowanych układów odbiorczych. Moc generowanego przez stację bazową sygnału (i stosowane zakresy częstotliwości) umożliwiają odbiór sygnałów także wewnątrz budynków.

Typowy system składa się z centrum dyspozytorskiego, do którego można głosowo lub alfanumerycznie zgłaszać żądania wywołania określonego abonenta, nadajnika (najczęściej w paśmie kilkuset MHz lub w paśmie UKF) i zespołu stacji odbiorczych.

Systemy przywoławcze rozwijają się od charakteryzujących się pojedynczą anteną i niewielkim zasięgiem z tego wynikającym, przez systemy regionalne z odpowiednio rozmieszczonymi antenami, do systemów o zasięgu krajowym. Wprowadzono również system o zasięgu europejskim - ERMES.

Prace nad rozwojem i udoskonalaniem systemów przywoławczych doprowadziły również do wprowadzenia łączności od stacji ruchomej do bazowej służącej np. do potwierdzania odebranego komunikatu.

Na rysunku 26. przedstawiono dane eksploatowanych w kraju systemów przywoławczych.

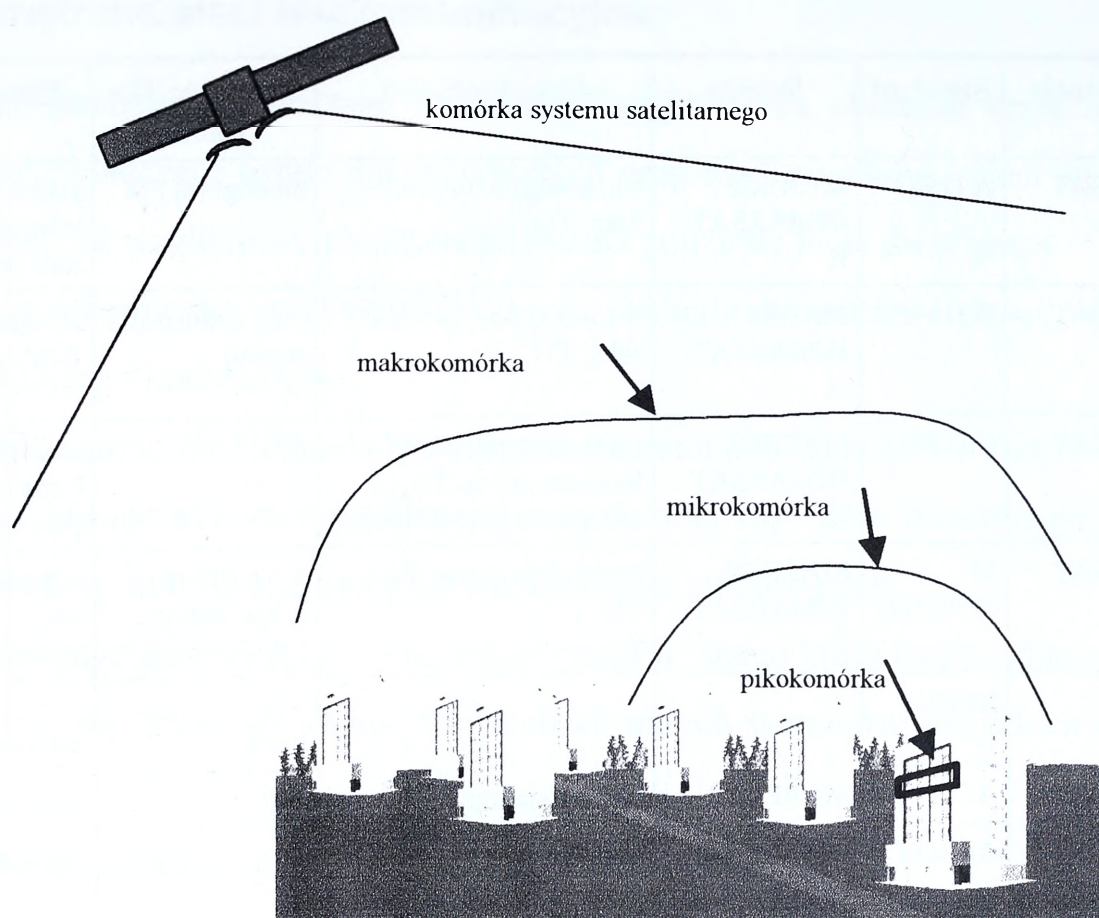
	EASY CALL	TELE- PAGE	METRO- BIP	ELITE PAGING
Obszar działania	11 miast	22 miasta	17 miast	6 miast
Liczba klientów (ok.)	11000	9000	5000	4000
Nadawanie informacji alfanumerycznych z pominięciem obsługi operatorskiej		♦		♦
Nadawanie wiadomości faksem		♦		
Powtórne przesyłanie wiadomości z ostatnich 24 godzin		♦		♦
Nadawanie wiadomości o konkretnej godzinie w ciągu najbliższej doby		♦		♦
Przechowywanie i udostępnianie informacji z całego tygodnia	♦	♦	♦	♦
Raporty z otrzymywanych wiadomości	♦		♦	
Miesięczne wydruki wszystkich nadawanych informacji		♦		♦
Połączenia wielogrupowe	♦	♦	♦	♦
Tłumaczenie wiadomości (ang.-pol. oraz pol.-ang)	♦	♦		
Monitorowanie alarmów antywłamaniowych	♦	♦	♦	♦
Realizacja lokalnych systemów przywoławczych	♦	♦		

Rys.26. Wybrane dane eksploatowanych systemów przywoławczych.

2.2.5.3. Radiodyfuzja w systemach satelitarnych.

Uzupełnieniem systemów rozsiewczych pracujących na obszarze kraju są systemy łączności satelitarnej. W ramach tych systemów wyróżnić należy:

- systemy radiowe i telewizyjne, w których nadawane są programy radiowe i telewizyjne ze stacji nadawczych naziemnych poprzez satelity telekomunikacyjne, które emitują sygnał w kierunku ziemi w postaci wiązki (grupy wiązek) punktowej lub globalnej (szerokiej, obejmującej cały kontynent)
- systemy łączności satelitarnej dużego zasięgu (są to w zasadzie systemy porozumiewawcze, jednak ze względu na szerokość wiązek nadawanych z satelity do korespondentów ruchomych - statków - mają one cechy systemów radiofuzyjnych).



Rys.27. Pozycja systemów satelitarnych wśród systemów bezprzewodowych.

Określenie tych systemów jako satelitarne wynika z przebiegu nadawanych w nich sygnałów linią radiową, w której stacją retransmisyjną jest satelita telekomunikacyjny. Podobnie jak w systemach „naziemnych” źródłem sygnału może być centrum nadawcze - np. studio telewizyjne (lub w systemach łączności satelitarnej - abonent publicznej sieci telekomunikacyjnej).

W Polsce w systemach tych pracuje kilka naziemnych stacji satelitarnych (w Psarach koło Kielc), obsługujących obszar Oceanu Atlantyckiego, Oceanu Indyjskiego i Europy.

Na rysunku 28 przedstawione zostały wybrane systemy łączności satelitarnej.

Organizacja	Standard	Satelita	Usługi (obszar)	Szybkość TD (bit/s)	Główne zastosowanie
INMARSAT	A (1982)	MARECS, INMARSAT II	transmisja mowy, teleks, faks, TD	analogowa FM	statki, platformy wiertnicze, terminale przenośne
INMARSAT	B (1993)	MARECS, INMARSAT II	transmisja mowy, teleks, faks, TD	16 k (transmisja mowy)	zastąpienie INMARSAT-A
INMARSAT	C (1991)	MARECS, INMARSAT II	transmisja teleksowa z buforowaniem, TD, określanie pozycji (świat)	600	małe statki (jachty, kutry rybackie etc.), pojazdy ruchome
INMARSAT	M (1992/93)	MARECS, INMARSAT II	transmisja mowy, faks, TD	6,4 k (transmisja mowy) 2,4 k	terminale walizkowe, małe łodzie
INMARSAT	lotniczy (1992)	MARECS, INMARSAT II	transmisja mowy, faks, TD	300 9,6 k	samoloty komercyjne i prywatne
	AERO-C			600	
	AERO-L			600	
	AERO-H			10,5 k/4,8 k/-	
INMARSAT	D (1995)		transmisja sygnałów przywoławczych	brak danych	powiadamianie, zdalne sterowanie
QUALCOMM	Omni Tracs (1989)	GSTAR	dwukierunkowa trans. krótkich informacji, określanie pozycji (Ameryka Płn.)	5-15 k (w dół), 55-165 (w górę)	transport daleko-siężny
ALCATEL QUALCOMM	Eutel Tracs (1991)	EUTELSAT I-II	dwukierunkowa trans. informacji, określanie pozycji (Europa)	5-15 k (w dół), 55-165 (w górę)	transport daleko-siężny

Rys.28. Wybrane systemy łączności satelitarnej.

3. Wewnętrzne sieci telekomunikacyjne

Poza publicznymi sieciami telekomunikacyjnymi na obszarze kraju występują także sieci świadczące usługi dla zamkniętych grup użytkowników - sieci wewnętrzne (resortowe). Ze względu na ich potencjał można podzielić je na dwie grupy:

1. Sieci autonomiczne, wykorzystujące do obsługi abonentów własne urządzenia transmisyjne i komutacyjne.
2. Sieci nie autonomiczne, współpracujące z sieciami publicznymi i wykorzystujące do obsługi swoich abonentów potencjał innych sieci (np. linie transmisyjne). Do tej grupy należy m.in. stacjonarny system łączności sił zbrojnych.

W analizie potencjału systemu telekomunikacyjnego kraju istotne znaczenie mają więc te systemy, które nie bazują na zasobach innych systemów. Do takich systemów należą:

- sieć teleinformatyczna PKP - „Kolpak”,
- sieci telekomunikacyjne energetyki.

3.1. Sieć teleinformatyczna PKP

Polskie Koleje Państwowe są użytkownikiem rozbudowanego systemu telekomunikacyjnego, który jest niezależny od publicznej sieci telekomunikacyjnej. System ten służy służbom utrzymania i eksploatacji, systemom sterowania sygnalizacji, kontroli ruchu kolei itp.

W skład sieci teleinformatycznej PKP "Kolpak" wchodzi:

- 7 węzłów głównych, zainstalowanych w dyrekcji generalnej PKP i w siedzibach dyrekcji okręgowych PKP,
- ok. 60 węzłów regionalnych rozmieszczonych w miejscach koncentracji ruchu,
- ok. 200 węzłów lokalnych,
- około 9600 portów,
- około 30 000 km linii transmisyjnych (przewodowych lub światłowodowych) biegnących wzdłuż tras kolejowych. Są to linie telekomunikacyjne PKP.

W strukturze sieci przewidziano połączenie ze sobą wszystkich węzłów głównych na zasadzie wieloboku zupełnego (każdy z każdym). Węzły regionalne są w dro-

dze pierwszego wyboru przyłączone bezpośrednio do węzłów głównych lub niekiedy pośrednio poprzez inny węzeł regionalny. Węzły te mają co najmniej dwie drogi dojścia do węzłów głównych.

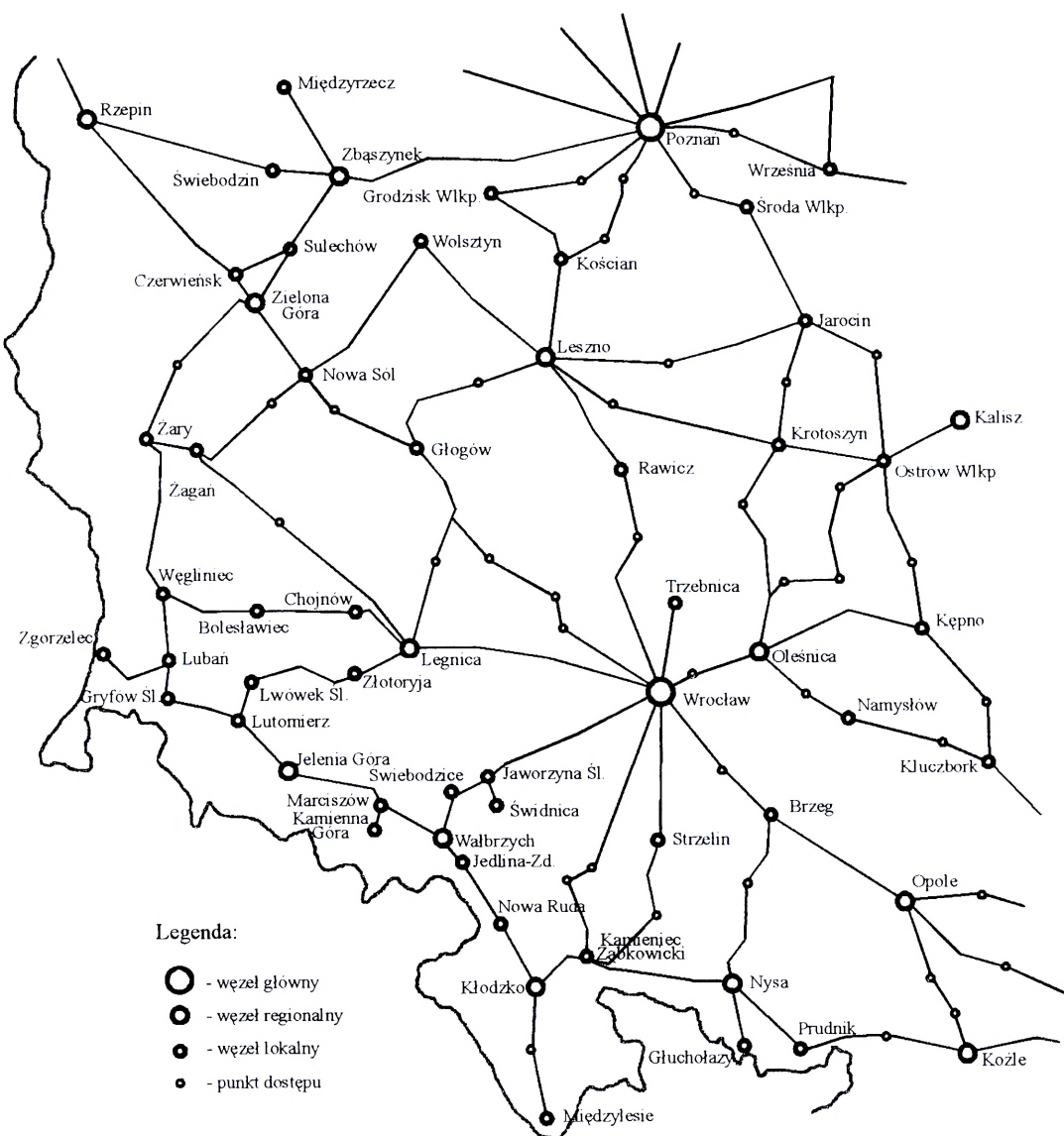
Węzły lokalne są łączone w łańcuchy równoległe do przebiegu linii kolejowych (wzdłuż kolejowych szlaków komunikacyjnych), co zapewnia dostęp do wyższych poziomów sieci również co najmniej dwiema drogami.

Węzły kategorii wyższych niż lokalne zapewniają działanie non - stop. Oznacza to, że w razie uszkodzenia jakiegoś modułu w węźle jego działanie przejmuje automatycznie inny moduł nadmiarowy, bez utraty informacji przekazywanych przez sieć. Węzły te mają budowę modułarną umożliwiającą zwiększenie liczby portów odpowiednio do wzrastających potrzeb.

Topologię sieci „Kolpak” przedstawia rys.29.

Do przekazywania danych między węzłami sieci wykorzystywane są łącza o przepustowościach 64 kbit/s, 2 Mbit/s i (kilka) o wyższych przepustowościach.

Zasadą działania sieci „Kolpak” jest komutacja pakietów. Do portów sieci można przyłączyć urządzenia działające w trybie synchronicznym i asynchronicznym, a przyłącza mogą być zarówno trwałe, jak i komutowane. Sieć umożliwia świadczenie dowolnych usług teleinformatycznych przez całą dobę z każdego miejsca, które ma dostęp do publicznej sieci telefonicznej, teleksowej lub portu sieci „Kolpak”.



Rys.29. Topologia sieci teleinformatycznej „Kolpak” na obszarze kraju (fragment).

3.2. Sieci telekomunikacyjne Energetyki.

3.2.1. Światłowodowa sieć telekomunikacyjna energetyki.

Polskie Sieci Energetyczne i zakłady energetyczne dysponują, praktycznie niezależną od sieci użytku publicznego, siecią telekomunikacyjną, której operatorem jest spółka z o.o. Telekomunikacja Energetyczna „Tel-Energo”. *

* W 1993r. spółka "Tel-Energo" uzyskała zezwolenie MŁ na działalność w dziedzinie telekomunikacji m.in. w zakresie: ...świadczenia usług telekomunikacyjnych, za pomocą urządzeń, linii i sieci telekomunikacyjnych energetyki, dla udziałowców spółki "Tel - Energo" i innych podmiotów związanych z wytwarzaniem lub dystrybucją energii elektrycznej i ciepłej, świadczenia usług dzierżawy łączy i traktów telekomunikacyjnych innym operatorom sieci telekomunikacyjnych...

Przeznaczeniem sieci jest przede wszystkim zapewnienie bezpiecznego sterowania systemem elektroenergetycznym i świadczenie usług telekomunikacyjnych dla potrzeb jednostek organizacyjnych energetyki zawodowej. Sieć ta powstała ze względu na niewydolność eksploatowanej uprzednio sieci analogowej, bazującej na dzierżawionych z TP S.A. analogowych kanałach telefonicznych (dla fonii i transmisji danych w kanałach nadrozmównych). Jest ona nowoczesną cyfrową siecią zintegrowaną pracującą, jako jedyna w chwili obecnej sieć w kraju, w standardzie SDH. W skład sieci „Tel-Energo” wchodzi:

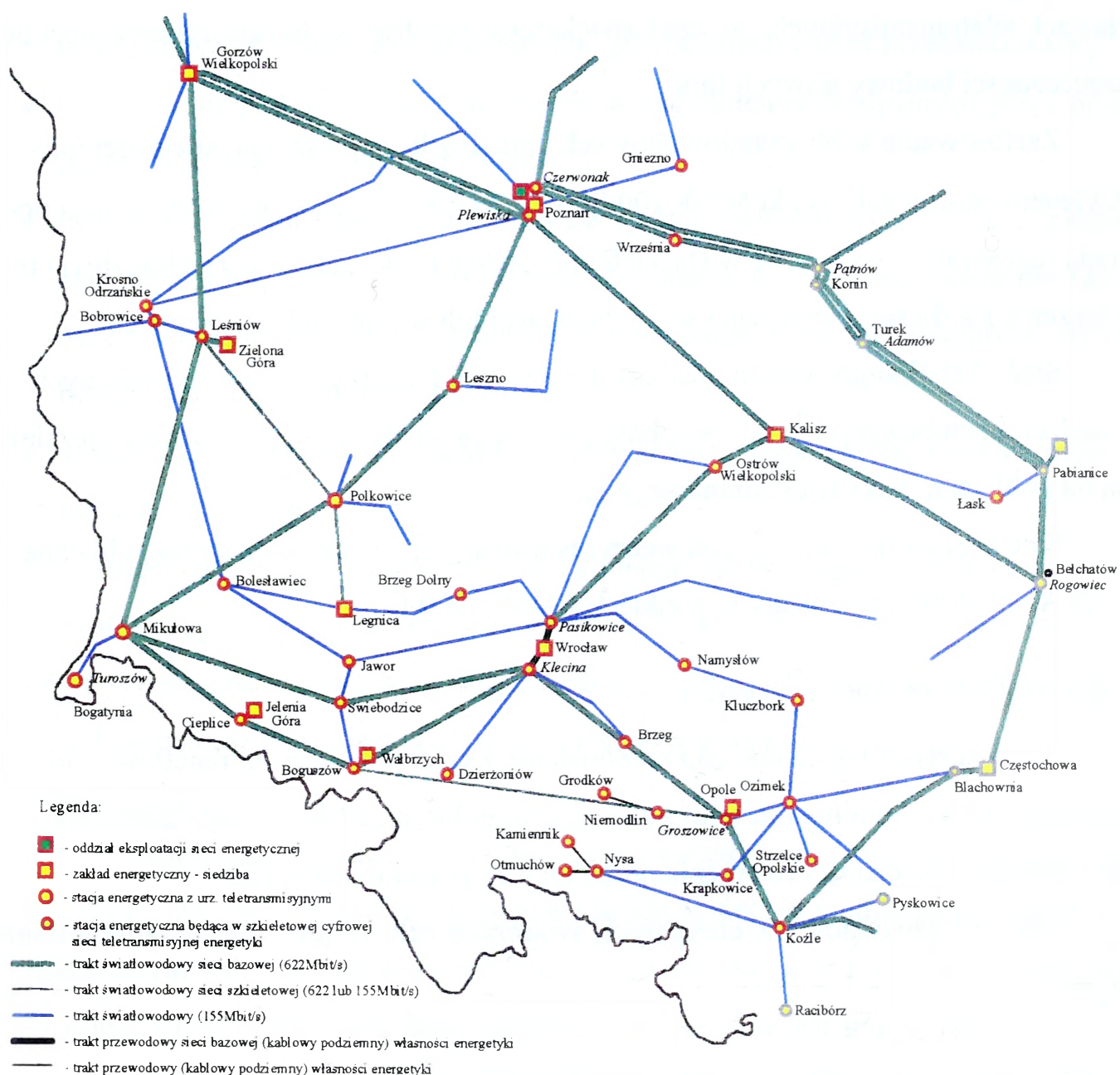
- ok. 40 węzłów komutacyjnych, zainstalowanych w oddziałach eksploatacji sieci przesyłowej i zakładach energetycznych,
- ok. 130 węzłów teletransmisyjnych, zainstalowanych w stacjach energetycznych,
- węzły transmisyjne (kilkaset) w elektrowniach o mocy powyżej 50 MW, węzłach sieci 400 i 220 kV, ważniejszych stacjach 110/15 kV,
- kable optotelekomunikacyjne napowietrzne (różnej technologii: w przewodach energetycznych, zerowych, odgromowych i samonośnych) w liniach przesyłowych wysokich napięć (ok. 6500 km),
- kable optotelekomunikacyjne napowietrzne (różnej technologii) w liniach przesyłowych wysokich i średnich napięć (w sieciach regionalnych zakładów energetycznych - kilkanaście tys. km),
- kable optotelekomunikacyjne podziemne własności „Tel-Energo” (kilkaset km),
- trakty cyfrowe dzierżawione z TP S.A. (niewielkie ilości dzierżawione do czasu zakończenia budowy własnych linii energetyki).

W sieci przewidziano połączenie ze sobą wszystkich węzłów w struktury pierścieniowe zapewniające istnienie rezerwowych dróg transmisyjnych. 7 takich pierścieni tworzy sieć bazową energetyki. W sieci bazowej energetyki w każdym pierścieniu zastosowano urządzenia o przepustowości 622 Mbit/s (przepustowość równoważna 252 traktom 2 Mbit/s lub 7560 kanałom 64 kbit/s).

Sieć bazowa uzupełniona jest traktami światłowodowymi lub przewodowymi o przepustowościach 622 lub 155 Mbit/s (tzw. sieci szkieletowej). Do sieci bazowej, poprzez stacje telekomunikacyjne znajdujące się w jej strukturze, włączone są sieci

regionalne zakładów energetycznych. Sieci regionalne budowane są z wykorzystaniem kabli światłowodowych na liniach energetycznych niższych napięć (110 i 15 kV) w technologii SDH z przepustowością 155 Mbit/s. Łącznie w sieci bazowej i w sieciach regionalnych na obszarze kraju zbudowanych jest około 50 000 km linii telekomunikacyjnych.

Topologię sieci „Tel-Enero” przedstawia rysunek 30.



Rys.30. Telekomunikacyjna sieć światłowodowa energetyki (fragment sieci szkieletowej).

Wykorzystanie w sieci „Tel-Energo” traktów światłowodowych wkomponowanych w linie elektroenergetyczne jako dominującego (ponad 95%) medium transmisyjnego zmniejsza kilkakrotnie ($7\div 10$) awaryjność linii łączności w porównaniu do podziemnych linii kablowych i w powiązaniu z zastosowaniem struktur pierścieniowych zapewnia jej dużą (znacznie większą niż publicznej sieci telekomunikacyjnej) niezawodność.

Przy budowie sieci „Tel-Energo” zastosowano kable światłowodowe o profilu minimum 12 włókien, co umożliwia, poprzez zastosowanie dodatkowych urządzeń w stacjach teletransmisyjnych, znaczne zwiększenie możliwości transmisyjnych sieci bez konieczności budowy nowych linii.

Zastosowanie kabli światłowodowych umożliwiło zwiększenie odległości międzyregeneratorowych do około $60\div 100$ km, dzięki czemu większość łączy w sieci posiada regeneratory wyłącznie w stacjach końcowych (w węzłach sieci). Umożliwia to włączenie się do sieci wyłącznie w węzłach sieci lub w punktach abonenckich.

Sieć „Tel-Energo” dzięki posiadaniu własnych linii transmisyjnych i własnych urządzeń komutacyjnych* jest, podobnie jak sieć „Kolpak”, siecią całkowicie niezależną od publicznej sieci telekomunikacyjnej.

Sieć energetyki z zasady jest siecią resortową. Jej połączenia z siecią publiczną TP S.A. zrealizowane zostały w punktach KDM i ODM**.

3.2.2. Sieć intranetowa energetyki.

W energetyce występuje zapotrzebowanie na odrębne sieci intranetowe, których organizatorami i administratorami będą poszczególne przedsiębiorstwa energetyki, co nie oznacza konieczności tworzenia odrębnych sieci komputerowych.

Obszary działalności w energetyce, w których celowe jest zastosowanie intranetu, to:

* Ze względu na potrzeby energetyki aktualne możliwości urządzeń komutacyjnych są wielokrotnie mniejsze niż możliwości sieci transmisyjnej.

** Krajowa (Okręgowa) Dyspozycja Mocy.

- rynek energii elektrycznej, który będzie wymagał systemu obsługi giełdy docierającego do wszystkich zainteresowanych jednostek energetycznych na terenie całego kraju,
- funkcjonowanie agencji regulacji rynku energii elektrycznej,
- funkcjonowanie Polskich Sieci Elektroenergetycznych oraz Pionu Dyspozycji Mocy (ze względu na rozproszony charakter PSE S.A. i konieczność bieżącej współpracy z jednostkami energetycznymi),
- zastosowanie intranetu do przesyłania informacji w procesach organizacyjnych,
- funkcjonowanie spółek dystrybucyjnych i powiązanych z nimi przedsiębiorstw,
- usprawnienie prac projektowych, procesów uzgodnień prowadzonych przez projektantów, wykonawców i użytkowników,
- tworzenie elektronicznych giełd towarów i usług świadczonych na rzecz jednostek energetycznych; kształcenie ustawiczne i szkolenie na odległość; tworzenie baz danych o zasięgu krajowym i integracja z nimi istniejących baz lokalnych zarówno relacyjnych, jak i multimedialnych,
- usprawnienie komunikacji między pracownikami energetyki oraz wewnętrzna publikacja informacji.

Budowana sieć korporacyjna będzie podstawą do tworzenia sieci intranetowych o różnym zasięgu. Zasięg informacji w intranecie będzie określony na trzech nie wykluczających się płaszczyznach zgodnie ze strukturą geograficzną sieci, zgodnie z hierarchią dostępu oraz definiowany dla pojedynczego użytkownika.

Wykorzystanie

Wykorzystanie telekomunikacyjnej sieci energetyki na potrzeby elektroenergetyki i firm z nią związanych nastąpi poprzez usługi w sieci komutowanej o zasięgu ogólnokrajowym - w pierwszym okresie usługi telefoniczne, a w przyszłości usługi zintegrowane ISDN, obejmujące usługi telefoniczne, faks oraz transmisja danych.

Sieć wykorzystana zostanie także do transmisji sygnałów automatyki zabezpieczającej (Teleprotection), transmisji danych czasu rzeczywistego dla dyspozycyjnych systemów nadzoru, sterowania i optymalizacji EMS/SCADA (Energy Management System/Supervisory Control and Data Acquisition), transmisji danych o średnich i du-

zych prędkościach transmisji na potrzeby informatycznych systemów zarządzania eksploatacyjnego i administracyjnego MIS (Management Information System), transmisji danych na potrzeby rozliczeń obrotu energią elektryczną.

Istnienie sieci umożliwi wprowadzenie usługi wideo, a w tym wideokonferencji pomiędzy ośrodkami zarządzania eksploatacyjnego i administracyjnego w relacjach międzymiastowych oraz zdalny nadzór wideo nad obiektami energetycznymi.

Na podstawie zezwolenia Ministra Łączności NR Z-078(1)96 i Decyzji Nr T-316 Tel-Energo S.A. operator telekomunikacyjny energetyki świadczy klientom zewnętrznym usługi:

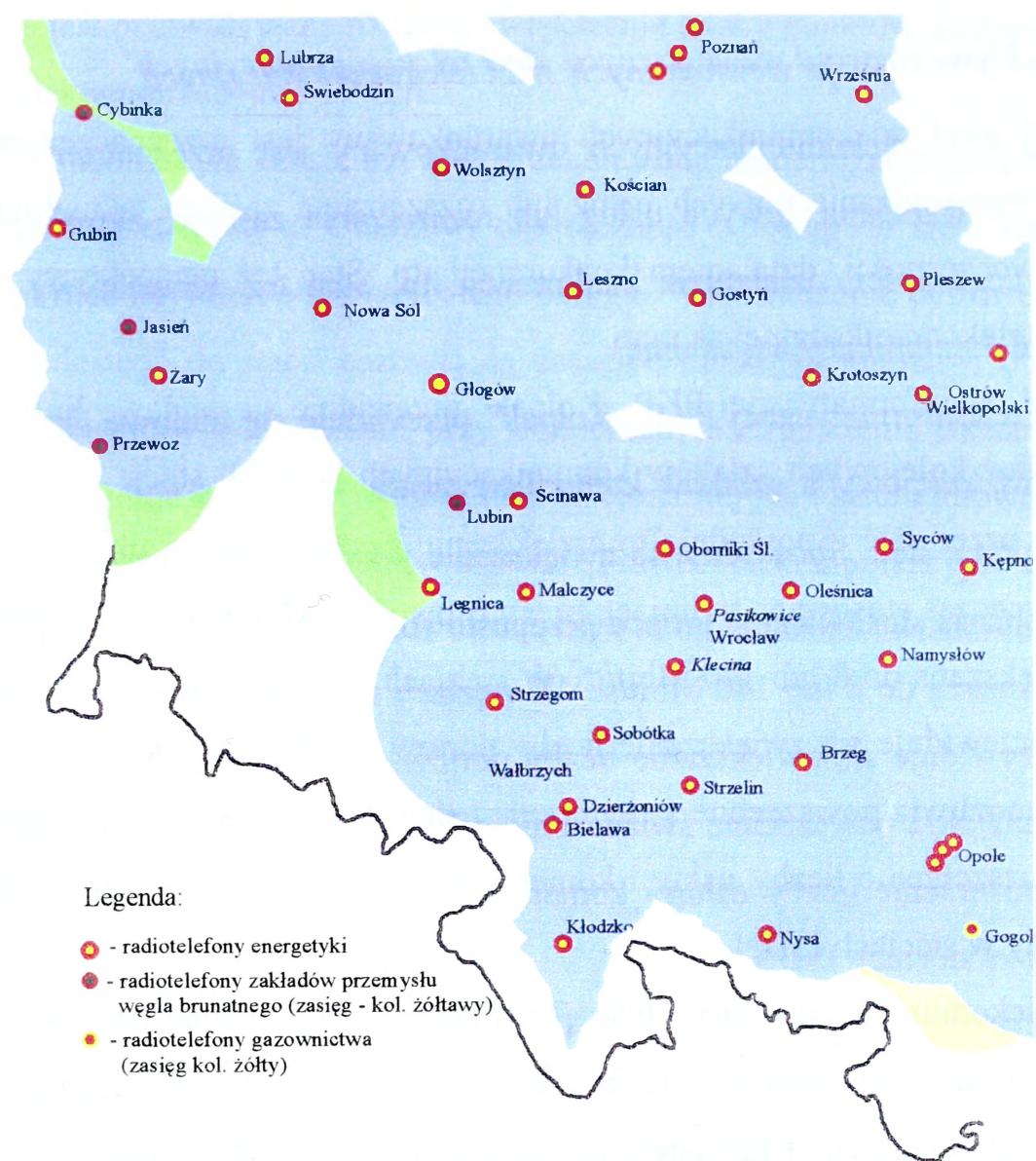
- dzierżawy cyfrowych łączy o przepustowości:
 - 64 kbit/s i ich wielokrotności,
 - 2 Mbit/s i ich wielokrotności,
 - 34 Mbit/s,
 - 155 Mbit/s,
- dzierżawy „ciemnych włókien”.

W miarę liberalizacji rynku telekomunikacyjnego wolumen oraz rodzaj usług komercyjnych będzie się powiększał.

3.2.3. Sieć radiotelefoniczna energetyki.

Drugim operatorem sieci telekomunikacyjnych energetyki w zakresie radiokomunikacji ruchomej lądowej (rrl) jest Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (PTPiREE). Zarządza ono siecią radiotelefoniczną energetyki.

Sieć radiotelefoniczna energetyki obejmuje zbiór radiotelefonów bazowych umieszczonych w zakładach energetycznych, elektrowniach, rozdzielniach mocy i ważniejszych stacjach energetycznych oraz zmienny zbiór urządzeń abonenckich u abonentów ruchomych. Topologię sieci radiotelefonów bazowych i ich zasięg przedstawia rysunek 31.



Rys.31. Sieć radiotelefoniczna energetyki - fragment.

Sieć radiotelefoniczna energetyki jest obecnie modernizowana. Dotychczas eksploatowane radiotelefony bazowe (44 i 150 MHz) wymieniane są na urządzenia pracujące w systemie trunkingowym* w paśmie 450MHz. Ponadto PTPiREE zamierza rozmieścić więcej radiotelefonów bazowych tak, aby ich zasięgiem objąć cały obszar

* Traking umożliwia efektywne wykorzystanie możliwości transmisyjnych dzięki systemowi „wspólnej kolejki” i dynamicznemu przydziałowi kanałów w kolejności zgłoszeń.

kraju. Aktualnie abonenci radiotelefoniczni energetyki mogą uzyskać połączenie na ok. 80÷90% powierzchni Polski.

Dostęp abonentów ruchomych do sieci „Tel-Energo” zapewniony jest poprzez urządzenia stacji bazowych.

3.2.4. Perspektywy rozwoju wewnętrznych sieci telekomunikacyjnych

Rozwój sieci telekomunikacyjnych uwarunkowany jest przeznaczeniem sieci, potrzebami wprowadzania nowych usług lub rozszerzania zasięgu, aktualnym stopniem jej nowoczesności, działaniem konkurencji itp. Stąd też perspektywy rozwoju każdej sieci telekomunikacyjnej są inne.

W sieci teleinformatycznej PKP „Kolpak” przewiduje się budowę linii transmisyjnych wzdłuż kolejowych szlaków komunikacyjnych, których stacje nie są jeszcze obsługiwane przez sieć. Spowoduje to zwiększenie gęstości sieci o ok. 5÷10%. Najczęściej dotychczas stosowana w liniach przepustowość 2 Mbit/s będzie, stosownie do potrzeb, zwiększana do 8 lub 140 Mbit/s.* W węzłach sieci (głównych, regionalnych i lokalnych) przewiduje się zwiększanie liczby portów. Duża dostępność sieci do sieci publicznej umożliwia powszechne świadczenie usług. Stąd też w sieci „Kolpak” przewiduje się rozszerzenie liczby usług i komercyjne ich świadczenie w zakresie takim, jak oferowany w sieciach ISDN.

Sieć telekomunikacyjna energetyki „Tel-Energo” ma aktualnie najnowocześniejszy w Polsce system teletransmisyjny. Możliwości systemu transmisyjnego SDH przekraczają znacznie aktualne i perspektywiczne potrzeby energetyki, mimo to został on zastosowany ze względu na nowoczesny system zarządzania zasobami sieci, sposób zwielokrotnienia sygnału i możliwość zastosowania w przyszłości techniki ATM.** Rozbudowa sieci „Tel-Energo” będzie polegała na dalszej budowie regionalnych sieci telekomunikacyjnych w poszczególnych Zakładach Energetycznych na liniach 110 kV i niższych napięć. Sieci regionalne mają mieć przepustowość linii 155 Mbit/s (STM-1)

* W dostępnych źródłach nie ma informacji o wprowadzaniu w sieci „Kolpak” systemu SDH o wyższych przepustowościach.

** ATM (Asynchronous Transfer Mode) - technika transmisyjna umożliwiająca dynamiczne dysponowanie przepustowością sieci stosownie do potrzeb abonentów i chwilowego obciążenia sieci.

i strukturę pierścieniową. Wraz z zastosowaniem wyłącznie torów światłowodowych pozwoli to na zachowanie wysokiej niezawodności sieci. Węzły sieci, ze względu na niewielką liczbę abonentów w systemie i aktualną pojemność (ok. 300 portów w węźle, zależnie od wyposażenia i potrzeb), nie będą w najbliższym czasie rozbudowywane. Nie jest przewidywane również zwiększenie liczby punktów dostępu do publicznej sieci telekomunikacyjnej TP S.A.

W najbliższym czasie ma zostać zakończona modernizacja sieci radiokomunikacji ruchomej energetyki. Umożliwi ona łączność i dostęp do sieci stacjonarnej abonentom ruchomym na obszarze całego okręgu. Wprowadzenie cyfrowej transmisji sygnału i dostępu do stacji bazowej na zasadzie trunkingu umożliwi obsługę większej liczby abonentów jednocześnie, przy jednoczesnym zwiększeniu jakości usług.

Przewiduje się pozostawienie sieci stacjonarnej jak i sieci radiowej energetyki jako sieci wewnątrzresortowych (w ustawie „Prawo Telekomunikacyjne z dn 12.05.2000 sieci takie określane są jako sieci wewnętrzne) i ograniczone świadczenie w nich usług o charakterze publicznym.

4. System pocztowy

Sieć łączności pocztowej stanowi jeden z podstawowych elementów sieci łączności państwa. Jej głównym zadaniem jest zapewnienie odbioru, dystrybucji i dostarczanie przesyłek pocztowych.

Obecną sieć łączności pocztowej tworzą dwa zasadnicze komponenty. Jest to sieć usług pocztowych o charakterze powszechnym - reprezentowanym przez Państwowe Przedsiębiorstwo Użyteczności Publicznej „Poczta Polska” oraz sieć usług komercyjnych, głównie kurierskich, reprezentowanych przez licencjonowane firmy świadczące usługi kurierskie {Serwisco, DHL i inne).

Elementy kierowania.

Z punktu widzenia państwa szczególne znaczenie ma sieć pocztowa użytku publicznego, której operatorem jest PPUP „Poczta. Polska”.

Najnowszym aktem prawnym regulującym zasady funkcjonowania „Poczty Polskiej” jest Ustawa z 30 lipca 1997 roku o Państwowym Przedsiębiorstwie Użyteczności Publicznej „Poczta Polska”.

Przedsiębiorstwo to powołane jest do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie usług pocztowych, w tym do zapewnienia ciągłości świadczenia usług pocztowych o charakterze powszechnym, w obrocie krajowym i zagranicznym na obszarze całego kraju.

W ramach osobowości prawnej Poczty Polskiej funkcjonują następujące jednostki organizacyjne, będące jej elementami kierowania:

1. Jednostki o zasięgu ogólnokrajowym:
 - Dyrektor Poczty Polskiej,
 - Centralny Zarząd Poczty Polskiej,
 - Centralny Ośrodek Rozliczeniowy.
2. Jednostki o zasięgu terenowym podległe bezpośrednio Dyrektorowi Poczty Polskiej:
 - 10 Dyrekcji Poczty Polskiej (DOP).
3. Jednostki o zasięgu terenowym, podległe DOP:
 - 66 Rejonowych Urzędów Poczty (RUP), nadzorujących i koordynujących prace urzędów pocztowych na swoim obszarze;

- 14 Urzędów Przewozu Poczty, organizujących wymianę i przewozy poczty w ramach jednolitego systemu komunikacji pocztowej.

Przedmiotem działalności „Poczty Polskiej” jest:

1. Prowadzenie działalności polegającej na świadczeniu usług pocztowych o charakterze powszechnym, polegających na przyjmowaniu, przewożeniu i doręczaniu zwykłych przesyłek listowych, listów poleconych, listów wartościowych i paczek pocztowych oraz nadawaniu i doręczaniu przekazów pocztowych.
2. Wykonywanie niektórych czynności bankowych.
3. Emisja i wprowadzenie do obiegu znaczków pocztowych.
4. Wykonywanie innych usług związanych z wykorzystywaniem służby pocztowej, w szczególności w zakresie obsługi administracji państwowej i samorządu terytorialnego, kolportażu prasy i wydawnictw, filatelistyki.*

Jeżeli wymagają tego względy ciągłości i dostępności do usług, Poczta Polska może świadczyć usługi pocztowe za pośrednictwem agencji i firm świadczących usługi kurierskie działających zgodnie z przepisami kodeksu cywilnego.

W strukturze „Poczty Polskiej” w podsystemie przekazu przesyłek działają:

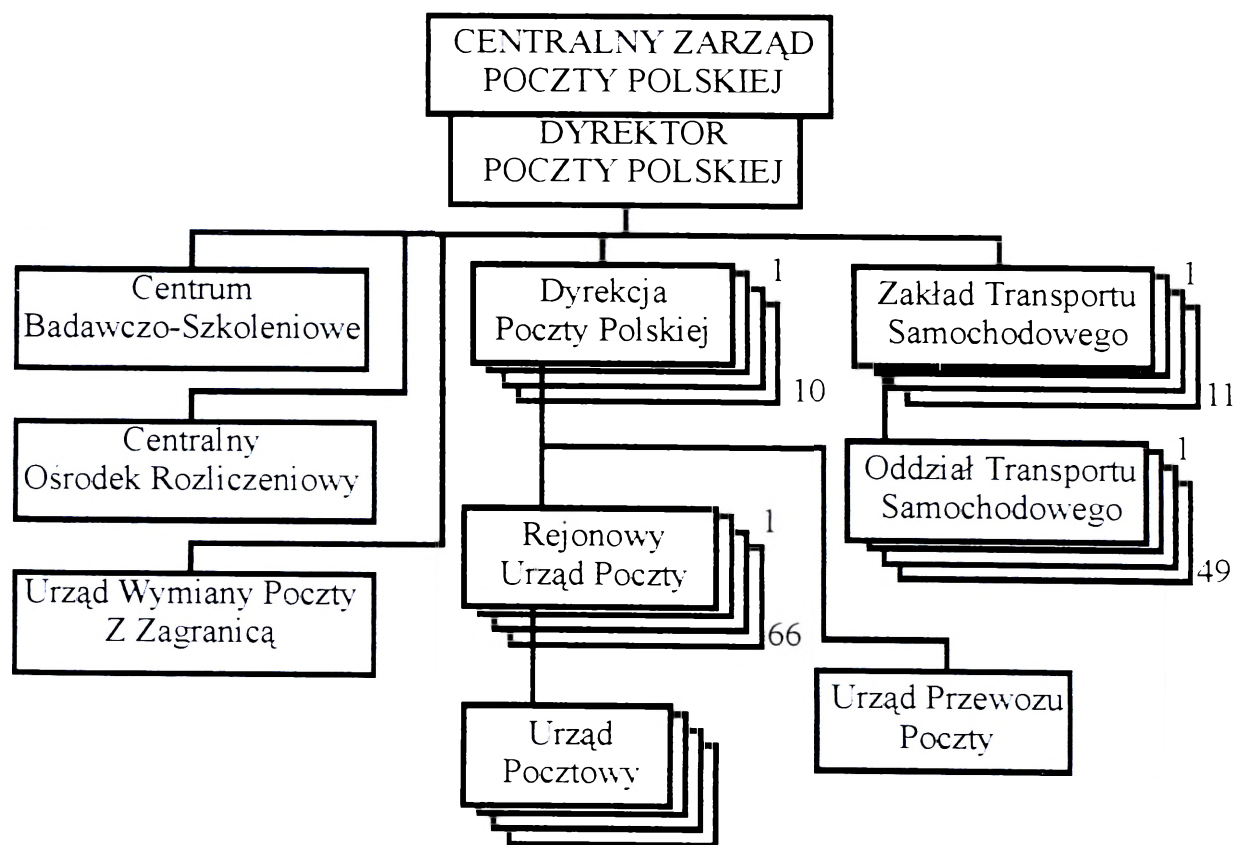
1. Jednostki o zasięgu ogólnokrajowym:
 - Centralny Ośrodek Rozliczeniowy;
 - Urząd Wymiany Poczty z Zagranicą, Warszawa 3.
2. Jednostki o zasięgu terenowym podległe bezpośrednio Dyrektorowi Poczty Polskiej:
 - 10 Dyrekcji Poczty Polskiej (DOP);
 - 11 Zakładów Transportu Samochodowego (ZTS).
3. Jednostki o zasięgu terenowym, podległe DOP:
 - 66 Rejonowych Urzędów Poczty (RUP);
 - 14 Urzędów Przewozu Poczty, organizujących wymianę i przewozy poczty w ramach jednolitego systemu komunikacji pocztowej (lotniczej, samochodowej i kolejowej).

* Ustawa z dn. 30.07.1997r. o PPUP „Poczta Polska”, rozdział 2, Art.9, ust.1, pkt. 1-4.

4. Jednostki o zasięgu terenowym:

- około 7600 Urzędów Poczтовых (podległych RUP);
- 49 oddziałów ZTS.*

Schemat organizacyjny PPUP „Poczta Polska” przedstawia rysunek 32.



Rys.32. Schemat organizacyjny PPUP „Poczta Polska”.

* Materiały własne Poczty Polskiej. Struktury firm kurierskich, poza organami zarządzająco-rozliczeniowymi (krajowymi i regionalnymi) zawierają w zasadzie zespoły transportowe (kurierskie).

5. Uregulowania prawne realizacji zadań obronnych w dziedzinie łączności

Obowiązujące w kraju uregulowania prawne w postaci ustaw, zarządzeń rządowego administratora telekomunikacji (ministra łączności), jak również stosowanie odpowiednich zapisów w koncesjach operatorów na świadczenie usług telekomunikacyjnych, powinno umożliwiać administracji kraju wykorzystywanie na cele obronne zasobów całej infrastruktury telekomunikacyjnej.

Ustawa z dnia 12 maja 2000 „Prawo telekomunikacyjne” - reguluje zasady działalności w dziedzinie telekomunikacji (podobnie jak poprzednia Ustawa z dnia 23.11.1990 „O łączności” regulowała zasady działalności w dziedzinie łączności - telekomunikacji i poczty - Art. 1.1).

Art.3 i 4 w/w Ustawy:

Działalność w dziedzinie telekomunikacji wykonują:

1. Podmioty, które otrzymały zezwolenie telekomunikacyjne, zwane dalej „zezwo-
leniem”.
2. Jednostki organizacyjne podległe MON i MSWiA w zakresie własnych potrzeb zaspokajanych za pomocą własnych przewodowych i radiowych sieci telekomunikacyjnych.

Art. 40 w/w Ustawy:

1. Operatorzy są obowiązani do wykonywania zadań na rzecz obronności, bezpieczeństwa państwa oraz porządku publicznego...
2. Obowiązek, o którym mowa w ust. 1, dotyczy zapewnienia, na koszt operatora, technicznych i organizacyjnych możliwości wykonywania w sieci telekomunikacyjnej eksploatowanej przez operatora zadań na rzecz uprawnionych jednostek organizacyjnych podległych Ministrowi Obrony Narodowej...

Art. 64 w/w Ustawy:

1. Operatorzy są obowiązani uwzględniać przy planowaniu, budowie, rozbudowie, eksploatacji... ..możliwość wystąpienia szczególnych zagrożeń, a w szczególności wprowadzenia stanu wojennego, stanu wyjątkowego...

2. Operatorzy publiczni są obowiązani posiadać aktualny plan działań w sytuacjach szczególnych zagrożeń, dotyczących w szczególności:

- 1) wzajemnej współpracy operatorów z organami koordynującymi działania ratownicze,... ..oraz Siłami Zbrojnymi,
- 4) sposobu wykonywania... ..świadczeń rzeczowych przewidzianych w ustawie...

Art. 65 w/w Ustawy:

1. W sytuacji szczególnego zagrożenia, operatorzy publiczni podejmują niezwłocznie działania określone w planie,... ..utrzymując lub odtwarzając świadczenie usług telekomunikacyjnych w pierwszej kolejności służbom powołanym do ratowania życia,... ..Siłom Zbrojnym, obronie cywilnej,....

Minister łączności pełni funkcję administratora krajowej telekomunikacji. Realizuje on politykę państwa w zakresie funkcjonowania i rozwoju łączności, a w szczególności::

- określa warunki działalności telekomunikacyjnej,
- określa warunki do budowy, utrzymania i eksploatacji sieci telekomunikacyjnej i innych urządzeń łączności,
- określa warunki organizowania usług telekomunikacyjnych,
- sprawuje poprzez organy regulacyjne i kontrolne nadzór nad technicznymi warunkami funkcjonowania i użytkowania środków łączności.

Organem regulacyjnym i kontrolnym w zakresie działalności telekomunikacyjnej (od 1.01.2001) jest Prezes Urzędu Regulacji Telekomunikacji (Art. 109 Ustawy). Prezes jest centralnym organem administracji rządowej, powoływanym przez premiera. Do jego zakresu działania należy w szczególności:

1. wykonywanie zadań z zakresu regulacji działalności telekomunikacyjnej i gospodarki częstotliwościowej,
2. współdziałanie z ministrem właściwym do spraw łączności w przygotowywaniu aktów prawnych z zakresu właściwości prezesa URT,...
6. wykonywanie obowiązków na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa,...

Zadania obronne ministra łączności (w perspektywie także prezesa URT) w dziedzinie łączności realizuje Biuro Spraw Obronnych MŁ, które jest organizatorem procesu wydzielania na ten cel niezbędnych zasobów telekomunikacyjnych - głównie w warstwie transmisyjnej. Zasoby te wydzielane są przez operatora narodowego - Telekomunikację Polską S.A. na podstawie odpowiedniej umowy* opartej na zasadach handlowych.

Bezpośrednim realizatorem wydzielania zasobów jest Biuro Spraw Obronnych i Ochrony TP S.A., które czyni to za pośrednictwem swoich komórek terenowych i służb dyspozytorskich sieci publicznej. Proces ten uruchamiany jest na polecenie ministra łączności.

Rozwiązanie to, chociaż nie w pełni dostosowane do istniejących realiów, zapewnia możliwość bezpośredniego oddziaływania organów administracji kraju (ministra łączności) na rozwój podstawowych elementów systemu łączności z uwzględnieniem potrzeb Systemu Obronnego Państwa.

Wadą tego rozwiązania jest brak w obecnej strukturze organizacyjnej administratora podsystemu łączności wydzielonego na potrzeby Systemu Obronnego Państwa.

Można antycypować, że reforma struktur administracji państwa, czyniąca ministra skarbu reprezentantem interesów państwa (wynikających z praw udziału) w spółce, zmniejszy jeszcze wpływ ministra odpowiedzialnego za telekomunikację na działalność merytoryczną narodowego operatora publicznego. Lukę w tym zakresie powinna, przynajmniej częściowo, wypełnić umowa pomiędzy ministrem łączności i Telekomunikacją Polską S.A.

Działalność ministra łączności w dziedzinie łączności na rzecz administracji kraju wspomaga częściowo minister spraw wewnętrznych i administracji oraz Urząd Ochrony Państwa (Art. 4 pkt. 3 oraz Art. 8 pkt. 2 a także Art. 12 pkt.4).

Minister łączności w ramach swej działalności statutowej i zadań wynikłych z realizacji Centralnego Programu Mobilizacji Gospodarki CPMG-2000, określa zakres

* Umowa nr 2/94 z dnia 15.04.1994r. podpisana pomiędzy MŁ i TP S.A. dotycząca realizacji przez TP S.A. zadań obronnych tylko częściowo refunduje ich koszty.

obowiązków i powinności nakładanych na poszczególnych operatorów, przydzielając im szczegółowe zadania. Przykładem praktycznego nałożenia konkretnych zadań obronnych na operatora jest wcześniej przywołana umowa ministra łączności z Telekomunikacją Polską S.A. Przewiduje ona między innymi: częściową refundację szkolenia obronnego pracowników spółki, zwrot kosztów przechowywania rezerw państwowych itp. Innym przykładem jest umowa pomiędzy MON i TP S.A. (BSO/AN/1671/97) pomiędzy Skarbem Państwa a TP S.A. w celu zapewnienia świadczenia właściwej jakości usług telekomunikacyjnych.

Realizacja obowiązków obronnych operatorów, spełnienie wymagań w zakresie żywotności sieci, sprawne zarządzanie harmonijnym rozwojem infrastruktury telekomunikacyjnej kraju (będącej w przyszłości w dyspozycji wielu operatorów) oraz konieczność zapewnienia świadczenia przez nich usług powszechnych na odpowiednim poziomie wymaga stosowania w tym względzie nowoczesnych rozwiązań legislacyjnych.

Umocowania prawne w zakresie świadczeń podmiotów gospodarczych działających na krajowym rynku telekomunikacyjnym określają warunki i sposoby realizacji zadań obronnych w dziedzinie łączności, a więc obsługę procesu informacyjnego systemu obronnego. O efektywności tego procesu informacyjnego będzie decydowała aktualność i szczegółowość przetwarzanej w nim informacji, czyli jego faza związana z przesyłaniem wiadomości. Istotnym zagadnieniem jest więc dobór właściwych środków łączności do wymogów systemu informacyjnego i do struktury oraz charakteru przesyłanej w nim informacji.

Zakończenie

Wejście Polski do Struktur NATO wymusza dodatkowo konieczność koordynacji krajowych przygotowań w dziedzinie planowania obronnego z podobnymi działaniami państw Paktu. Z punktu widzenia resortu łączności pojawiają się nowe zadania związane z planowaniem obronnym w systemach telekomunikacyjnych. W dziedzinie telekomunikacji w NATO istnieje specjalistyczny Komitet Cywilnego Planowania Telekomunikacji (CCPC), którego zadaniem jest między innymi wspomaganie poszczególnych krajowych władz łączności w szeroko pojętej organizacji świadczenia usług, budowy i eksploatacji cywilnych sieci telekomunikacyjnych i pocztowych. Naczelny Komitet d. s. Cywilnego Planowania na Wypadek Zagrożeń (SPEPC) wydał 2 października 1995r. podstawowe zalecenia CCPC w zakresie przygotowań obronnych telekomunikacji krajowej w postaci „Kompedium Łączności Cywilnej”.

Zgodnie z tymi wytycznymi wszystkie kraje członkowskie NATO traktują swoje urządzenia telekomunikacyjne, pracujące w sieciach krajowych i międzynarodowych, jako część ogólnego potencjału obronnego Paktu, określaną pojęciem Gotowości Cywilnej. Gotowość Cywilna wymusza więc uruchomienie w kraju skutecznych mechanizmów polegających głównie na monitorowaniu eksploatowanych sieci telekomunikacyjnych i wdrażaniu odpowiednich środków w zakresie regulacji jakości i sposobu świadczenia przez operatorów usług telekomunikacyjnych. Mechanizmy te, w sytuacjach wyjątkowych, kryzysowych oraz wojennych, powinny zagwarantować nieprzerwaną łączność krajową i międzynarodową na potrzeby:

- obrony cywilnej;
- nieprzerwanej pracy rządu i organów władzy państwowej;
- wspierania działania sił zbrojnych RP i wojsk sojuszników;
- głównych organizacji i podmiotów gospodarczych.

Zalecenia komisji ds. Planowania Łączności Cywilnej NATO, w zakresie wymogów Gotowości Cywilnej, są więc całkowicie zgodne z analogicznymi wymaganiami Systemu Obronnego Państwa i z zadaniami stawianymi przed krajowym centrum kierowania systemami łączności (KCKSŁ).

Zgodnie z zaleceniami kompendium, na potrzeby obronne kraju powinna być wykorzystywana cała dostępna infrastruktura telekomunikacyjna i wszystkie pracujące systemy telekomunikacyjne. Publiczna sieć łączności, jako najbardziej powszechny i rozległy system łączności jest predysponowany do pełnego wykorzystywania na cele obronne. W sytuacjach kryzysowych, w czasie klęsk żywiołowych lub wojny, podstawowa zaleta tego systemu, polegająca na pełnej i równoprawnej dostępności wszystkich abonentów do zasobów sieciowych staje się jego wadą i może stanowić poważne zagrożenie dla stabilności jej pracy. W sytuacjach kryzysowych pojawia się nagle zwiększenie zapotrzebowania na świadczenie powszechnych usług telefonicznych znacznie przekraczające wydajność systemów komutacyjnych i transmisyjnych doprowadzając do blokad poszczególnych central, a w konsekwencji - zawieszenia przez system świadczenia usług. Zadaniem centrum kierowania systemami łączności (CKSŁ) musi być więc koordynacja działań wszystkich operatorów mająca na celu utrzymanie wysokiej kondycji sieci publicznej poprzez uwalnianie zablokowanych węzłów komutacyjnych, odtwarzanie uszkodzonych relacji międzymiastowych czy też ustalanie nowych tras dróg połączeniowych. Minister łączności działając w imieniu Rady Ministrów ma możliwość wprowadzenia ograniczeń w świadczeniu usług powszechnych, czyli wprowadzania wyższych stopni degradacji ruchu - wyłączania poszczególnych grup abonentów.

Literatura

1. Zbiór materiałów Konferencji Naukowej KNSŁ-92 „Systemy łączności na potrzeby obrony i bezpieczeństwa RP”, Zegrze 1992.
2. Zbiór materiałów IV Konferencji Naukowej KNSŁ-95 „Systemy łączności i informatyki na potrzeby obrony i bezpieczeństwa RP”, Zegrze 1995.
3. Zbiór materiałów III Konferencji Systemów Obronnego i Łączności KSOŁ-96 „Urządzenia i systemy łączności na potrzeby kierowania obronnością i bezpieczeństwem państwa”.
4. Zbiór materiałów IV Konferencji Systemów Obronnego i Łączności KSOŁ-97 „Urządzenia i systemy łączności na potrzeby kierowania obronnością i bezpieczeństwem państwa”, Warszawa 1997.
5. Zbiór materiałów V Krajowej Konferencji Radiodifuzji i Radiokomunikacji KKRR-2000, Poznań 2000.
6. Z. Fiołna, „Kompatybilność sieci teleinformatycznych w operacji obronnej na obszarze Śląskiego Okręgu Wojskowego”. AON, Warszawa 1998.
7. Z. Fiołna, Z. Syroka i inni, „Bezprzewodowe systemy łączności abonenckiej”. Edu-Tel, Warszawa 2000.
8. J. Michniak, „Łączność w działaniach operacyjnych WL”. AON, Warszawa 1995.
9. K. Wesołowski, „Systemy radiokomunikacji ruchomej”. WKŁ, Warszawa 1998.
10. Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego. AON, Warszawa 1996.
11. Rocznik statystyczny - stan na 31.12.1996.
12. Ustawa „O łączności” z dnia 23.11.1990.
13. Ustawa „O Ministrze Łączności” z dnia 1.12.1989. (Dz.U.67, poz.408).
14. Ustawa „Prawo telekomunikacyjne” z dnia 12.05.2000.
15. Miesięcznik „Świat telekomunikacji” Nr 3 marzec 1997.
16. Miesięcznik „Przegląd telekomunikacyjny” Nr 4/1998.
17. Miesięcznik „Przegląd telekomunikacyjny” Nr 11/1997, Przemówienie Prezesa Zarządu TP S.A. Jacka Gadowskiego nt. „Krajowe Sympozjum Telekomunikacji KST-97”.
18. Tygodnik „Łączność”, 3 marca 1996.
19. Miesięcznik „Świat telekomunikacji” Nr 7/1997, „Wchodząc do NATO”.
20. Miesięcznik „Przegląd telekomunikacyjny” Nr 4/1998.
21. Miesięcznik „Świat telekomunikacji” Nr 2/1998.
22. Miesięcznik „Świat telekomunikacji” Nr 9/1997.

Załącznik 1

WAŻNIEJSZE DANE O ŁĄCZNOŚCI

Uwaga do tablic 1 i 2

Dane dotyczą przedsiębiorstwa użyteczności publicznej „Poczta Polska” i spółki „Telekomunikacja Polska” S.A. (do 1991r. - państwowej jednostki organizacyjnej „Poczta Polska, Telegraf i Telefon”), a w zakresie abonentów telefonii komórkowej spółek: Polska Telefonía Komórkowa CENTERTEL i w 1996r. - Polska Telefonía Cyfrowa Sp. z o.o. ERA GSM oraz Polkomtel S.A. Plus GSM. Dane te zostały przedstawione w celu zobrazowania dynamiki zmian zachodzących w systemie łączności państwa w stosunkowo krótkim czasie kilku lat.

Tablica 1. Dane i usługi łączności w obrocie krajowym.

Wyszczególnienie	1980	1990	1995	1996
Placówki pocztowe i placówki usług telekomunikacyjnych ^{ab}			8303	8361
pocztowe	8147	8041	7659	7730
usług telekomunikacyjnych			644	631
miasta	2929	3023	3139	3208
wieś	5218	5018	5164	5153
Listonosze ^c w tys.	25,6	26,2	25,9	25,8
miasta	10,7	11,4	11,7	11,8
wieś	14,9	14,8	14,2	14,0
Przesyłki listowe nadane w mln:				
zwykłe	1262,1	731,0	1131,2	1203,9
polecone	139,6	96,6	150,0	170,6
Przesyłki nadane w systemie EMS-POCZTEX w mln	-	-	-	0,4
Gazety i czasopisma nadane w mln	605,5	109,5	38,4	40,6
Paczki nadane w mln	24,1	8,5	15,0	18,6
Przekazy pocztowe i telegraficzne wpłacone w mln	87,3	122,0	131,9	137,5
Abonenci telefonii przewodowej ^a w tys.	1943	3293	5728	6532
w tym osoby prawne ^d	1270	2508	4720	5424
miasta	1727	2902	4924	5542
wieś	216	391	804	990

