

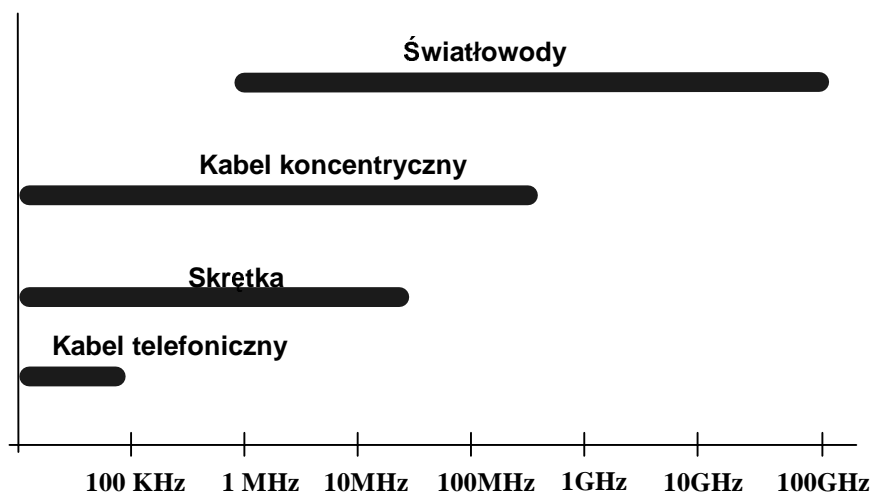
# 1 Komunikacja przy pomocy komputera.

Komputery coraz częściej służą do przekazywania informacji, wymieniają dane z innymi komputerami, przesyłają pocztę elektroniczną i faksy. Ten rozdział opisuje standardy dotyczące komunikacji komputerowej, sposoby przesyłania sygnałów pomiędzy komputerami połączonymi ze sobą lokalnym kablem, poprzez modem lub przez lokalne sieci komputerowe, aż do szerokopasmowych sieci rozległych i zastosowania komputerów w typowych usługach telekomunikacyjnych. Następny rozdział omawia globalne sieci komputerowe oraz dostęp do globalnych źródeł informacji, jest więc w nim więcej o korzyściach z komputerowych sieci niż spraw technicznych.

## 1.1 Przesyłanie sygnałów

Era telekomunikacji rozpoczęła się prawie 150 lat temu, gdy w 1844 roku Samuel Morse założył linię telegraficzną i przesłał po niej pierwsze sygnały. Posługiwał się przy tym oczywiście alfabetem Morse'a, a więc tylko dwoma znakami. W odróżnieniu od wynalezionej w 1876 roku telefonu, w którym przesyłane są ciągłe sygnały elektryczne, komunikacja przy użyciu komputera polega na przesyłaniu tylko dwóch znaków, choć znacznie szybciej niż może to zrobić telegraf. Era telekomunikacji komputerowej rozpoczęła się we wrześniu 1940 roku, zanim jeszcze powstały pierwsze elektroniczne komputery! George Stibitz, twórca pierwszego elektronicznego kalkulatora (nie był to jeszcze komputer, gdyż nie można go było programować) poproszony został o wygłoszenie wykładu na ten temat. Stibitz zademonstrował działanie swojego kalkulatora używając go przy pomocy zwykłej linii teleksowej w odległym o prawie 400 kilometrów laboratorium.

Od czego zależy maksymalna szybkość przesyłania sygnałów? Przede wszystkim od rodzaju połączenia pomiędzy urządzeniem nadawczym i odbiorczym. Telegrafy, telefony i teleksy korzystają ze zwykłego kabla telefonicznego. Ile można nim przesłać bitów w ciągu sekundy? Telefon nie przekazuje co prawda informacji w binarny sposób tylko przy pomocy dźwięków. Częstość dźwięków przekazywanych przez telefon wynosi od 250 Hz do około 3500 Hz, można więc powiedzieć, że jedna rozmowa telefoniczna zajmuje pasmo o szerokości około 4000 Hz czyli 4 KHz. Teleksy przesyłając przygotowaną informację z papierowej taśmy lub pamięci wysyłają około 60 bitów na sekundę, telegrafy były jeszcze wolniejsze, dochodząc do 20 bitów na sekundę. Przesyłając danych pomiędzy komputerami z szybkością 100 bitów na sekundę musielibyśmy czekać na informacje zawarte na jednej dyskietce 360 KB przez 8 godzin.



Ponieważ 1 Hz, czyli jedno drganie w ciągu sekundy, odpowiada z grubsza przesłaniu jednego bitu, w tych przyznanym nam przez urząd telekomunikacji 4 KHz zmieścić można w ciągu sekundy około 4 tysięcy bitów. Typowy przewód telefoniczny pozwala jednak na przesłanie znacznie większej ilości informacji. Tym samym przewodem można przesłać drugą rozmowę używając częstotliwości od 4 do 8 KHz, trzecią rozmowę na częstotliwościach od 8 do 12 KHz ... Niestety, nie można tak postępować w nieskończoność, przysyłając dowolnie wiele rozmów telefonicznych jednym przewodem, gdyż typowy kabel telefoniczny przy wysokich częstotliwościach wykazuje duże tłumienie sygnału i coraz słabiej słychać (teraz już wiecie, czemu raz linia jest lepsza a raz gorsza). W praktyce tuzin rozmów na tej samej linii to już jest zbyt wiele. Taki sposób wykorzystania linii telefonicznych nazywa się „multipleksowaniem z podziałem częstotliwości” lub „komutowanym”. Rozmowy, przekazywane na tej samej linii w różnym zakresie częstotliwości, jak również połączenia telegraficzne i teleksowe, należy od siebie odfiltrować. Jak wiemy z doświadczenia, filtry nie zawsze dobrze w starszych centralach telefonicznych działają.

**Multipleksery** pozwalają na przesyłanie głosu, danych teleksowych, telegraficznych, faksowych i komputerowych na tej samej linii. Oprócz metody podziału częstotliwości w telekomunikacji cyfrowej stosuje się metodę podziału czasu, w której dane z wielu kanałów (rozmów) wysyła się w postaci pakietów kolejno jeden po drugim. Ponieważ na przesłanie 1 sekundy mowy zwykłym kablem telefonicznym wystarczy 1/10 sekundy można w ciągu jednej sekundy przesłać 10 pakietów.

Na wykresie przedstawiliśmy szerokości pasma, a więc ilość informacji, którą można przesłać przez kable, drogą radiową i drogą optyczną. Warto zwrócić uwagę na to, że skala częstości (pozioma) jest logarytmiczna (każda nowa działka oznacza 10 razy więcej). Wykres ten tłumaczy wiele: połączenia, przez które chcemy przesłać dużo informacji potrzebują specjalnego (zwykle kosztownego) okablowania. Najwięcej informacji można przesłać liniami światłowodowymi. Szerokość pasma światła widzialnego wynosi 400 THz, a więc 100 miliardów razy więcej, niż szerokość pasma telefonicznego lub 80 milionów razy więcej niż szerokość pasma telewizyjnego! Informacja niesiona jest przez światło lasera z najmniejszymi stratami bardzo cienką (kilka mikrometrów) nitką światłowodu.

Drugim aspektem związanym z przesyłaniem informacji jest sam sposób jej wysyłania. Rozmowy telefoniczne czy wysyłanie faksu możliwe są dzięki skomplikowanym centralom telefonicznym, zestawiającym na okres trwania rozmowy połączenia pomiędzy parą urządzeń telekomunikacyjnych. Jest to drogie rozwiązanie, dlatego w komunikacji komputerowej przyjęto inne. Jeśli w sieci komputerowej znajduje się bardzo wiele urządzeń to przesyłane dane muszą jakoś znaleźć drogę do adresata. Dane te wysyła się w pakietach liczących nie więcej niż kilka kilobajtów, zaopatrzonych w adres docelowego urządzenia. Bardzo ważną rolę w sposobie przesyłania informacji pełnią standardy. Zbiór reguł, szczegółowo określający sposób nawiązywania łączności, sterowania komunikacją i przygotowania danych do przesyłania nazywa się **protokołem komunikacyjnym**. W drugiej połowie lat siedemdziesiątych opracowano międzynarodowy standard, znany pod nazwą X.25, przesyłania informacji przy pomocy pakietów (packet switching). Przyczyniło się to bardzo do rozwoju sieci rozległych.

## **1.2 OSI: standard komunikacji**

Jeszcze większy postęp w rozwoju sieci komputerowych spowodowało opracowanie pełnego modelu wymiany informacji pomiędzy różnymi komputerami, znanego jako model OSI (Open Systems Interconnection), czyli model opisujący połączenie pomiędzy otwartymi systemami. W tym przypadku przymiotnik „otwarty” oznacza, że dwa różne systemy komputerowe mogą nawiązać łączność i wymieniać między sobą informację. Model ten, opracowywany od lat 70-tych, przyjęty został przez Międzynarodowy Komitet Normalizacyjny ISO jako standard w 1984 roku. OSI nie jest protokołem komunikacyjnym, lecz raczej zbiorem standardów dla budowy takich protokołów przydatnych nie tylko do budowy sieci komputerowych, lecz również dowolnych sieci telekomunikacyjnych. W modelu OSI problem zdalnej wymiany danych opisany został w sposób modularny, wyróżniając siedem poziomów zwanych „warstwami”.

W momencie nawiązania połączenia między dwoma komputerami dochodzi do ustalenia sposobu komunikacji na poziomie poszczególnych warstw. Każda z warstw po stronie

| Numer warstwy | Nazwa warstwy | Funkcja i znaczenie w modelu OSI   |
|---------------|---------------|--|
| VII           | Zastosowań    | Oferuje usługi sieciowe użytkownikowi lub programom.   |
| VI            | Prezentacji   | Interpretuje otrzymywane dane z punktu widzenia używanego programu (konwersja danych, szyfrowanie, deszyfrowanie). |
| V             | Sesji         | Ustalenie parametrów sesji komunikacyjnej, kontrola jej przebiegu.   |
| IV            | Transportowa  | Zapewnia bezbłędną komunikację, dzieli dane na pakiety, kontroluje kolejność ich przesyłania.                      |
| III           | Sieciowa      | Ustala drogę transmisji pakietów i dostarcza je przez pośrednie węzły.   |
| II            | Łączy danych  | Przesyła ciągi bitów o ustalonej strukturze (ramki); wykrywa błędy transmisji.                                     |
| I             | Fizyczna      | Umożliwia przesłania pojedynczych bitów korzystając z łącza fizycznego (modulacja, sposób fizycznej transmisji).   |

urządzenia wysyłającego dane dołącza swój „nagłówek”, zawierający dostatecznie dużo informacji dla bezbłędnego odczytania danych przez urządzenia po stronie odbiorczej. Warstwa najwyższa, zwana **warstwą aplikacji** (application layer), realizowana jest przez program, którym posługuje się użytkownik. Może to być program do obsługi poczty elektronicznej, przesyłania plików czy zdalnej pracy na odległym komputerze. Warstwa aplikacji przekazuje znaki otrzymywane z klawiatury lub pobierane z pliku w postaci bajtów **warstwie prezentacji** (presentation layer). Na tym poziomie uzgadnia się sposób kodowania (zazwyczaj jest to ASCII, ale możliwe są różne warianty lub całkiem inne standardy, takie jak EBCDIC) oraz sposób kompresji danych i sposób ich szyfrowania (jeśli są to dane tajne).

Dane z dwóch najwyższych warstw przekazywane są do **warstwy komunikacyjnej** (session layer), w której uzgadniane są takie rzeczy jak sposób rozpoczęcia i zakończenia transmisji danych, czy będzie to komunikacja jednostronna (half duplex) czy dwustronna (full duplex). Z usług tej warstwy korzystają programiści piszący aplikacje sieciowe. Nie muszą oni martwić się szczegółami realizowanymi przez niższe warstwy. **Warstwa transportu** (transport layer) zapewnia bezbłędne przekazywanie danych korzystając z protokołów takich jak TCP/IP. Jej zadaniem jest rozbitcie przekazywanych danych na pakiety, numeracja tych pakietów, kontrola kolejności ich wysyłania oraz powtarzanie wysyłania pakietu tak długo, aż nadejdzie sygnał, że dany pakiet dotarł do celu

przeznaczenia bez uszkodzeń. Do każdego pakietu danych przyczepiane są nagłówki z warstwy aplikacji, prezentacji, komunikacji i transportu.

Trzy najniższe warstwy tworzące podsieć komunikacyjną to warstwa sieciowa (network layer), warstwa łącza danych (data-link) i warstwa fizyczna (physical layer). **Warstwa sieciowa** zapoczątkowuje, kontroluje i kończy właściwe połączenie, wybierając drogę przesyłania danych (stacje pośrednie) i metodę zestawienia połączenia. Na tym etapie pakiety zaopatrywane są w nagłówek z adresem odbiorcy wiadomości. Tak przygotowany pakiet z nagłówkami nazywa się **ramką** (frame). Ramka wyposażona we wszystkie informacje potrzebne do odszukania adresata nazywa się **datagramem**. Nazwa „pakiet” jest nazwą ogólną, używaną dla określenia grupy jednocześnie przesyłanych bitów niezależnie od warstwy.

Warstwa **łącza danych** (data link layer) przygotowuje ramki do wysłania dodając do nich informacje pozwalające na wykrycie błędów transmisji (zwykle sumy kontrolne, określające liczbę bitów). Kopia ramki pamiętana jest do momentu otrzymania potwierdzenia, że dotarł szczęśliwie. Warstwa łącza danych składa się z dwóch podwarstw: LLC, niezależniającej wyższe warstwy od szczegółów technicznych budowy sieci, czyli definiującej strukturę logiczną połączeń, oraz podwarstwy MAC, określającej metody dostępu do sieci (sposób nadawania sygnałów), formatów ramek i kontroli poprawności transmisji.

W **warstwie fizycznej**, najniższej z siedmiu warstw, ustalane są wszystkie techniczne aspekty przesyłania ciągów bitów, takie jak sposób przesyłania i rejestracji bitów czy ustalenie napięć w przewodach. Przy przesyłaniu sygnałów bardzo istotna jest synchronizacja pracy nadajnika i odbiornika. Należy uzgodnić początek i koniec każdego pakietu danych oraz czasy trwania impulsów. **Transmisja synchroniczna** wymaga zgrania zegarów obu urządzeń lub specjalnego kodowania sygnałów wymuszającego synchronizację. Zegary muszą odmierzać czas w takim samym tempie z ogromną precyzją: przy szybkości 10 milionów bitów na sekundę różnice czasu rzędu jednej sekundy na 30 lat powodują przekłamania już po przesłaniu pierwszych 100 bitów! Dlatego najczęściej stosuje się **transmisję asynchroniczną**, w której każda grupa 8 bitów zaczyna się od bitu startu i kończy bitem stopu, wysyłany w ciągły sposób pomiędzy znakami. W taki sposób przesyłają dane łącza szeregowo komputerów (standard RS-232C). W warstwie fizycznej ustalana jest prędkość transmisji, rodzaje przewodów i połączeń w sieci oraz fizyczna topologia tych połączeń.

Opracowanie standardów OSI nie oznacza jeszcze, że wszystkie programy realizujące usługi poczty elektronicznej będą chciały ze sobą współpracować. Niestety, w tej dziedzinie daleko jest jeszcze do osiągnięcia zgody pomiędzy producentami oprogramowania dla sieciowych systemów operacyjnych na komputery osobiste. Nieco lepiej wygląda sytuacja dla unixowych stacji roboczych i dla komputerów centralnych, chociaż i tu zdarza się, że poczta elektroniczna dochodzi do odbiorcy w formie zupełnie nieczytelnej. Wyróżnienie warstw i standaryzacja sposobu komunikacji pomiędzy nimi w

modelu OSI pomaga bardzo w pisaniu programów działających w sieci, gdyż programista skupia się na warstwie aplikacji, korzystając z pewnych usług warstwy prezentacji i warstwy sesji. Warstwy te, wraz z warstwą transportową i sieciową realizowane są przez oprogramowanie a warstwa łączy danych i warstwa fizyczna realizowane są przez sprzęt elektroniczny (karty sieciowe, kable). Model OSI nie wnika natomiast w sposób realizacji funkcji w obrębie danej warstwy.

Model OSI wzorowany był na modelu sieci komputerowych SNA (Systems Network Architecture, czyli architektura systemu sieciowego), opracowanym w połowie lat 70-tych przez IBM. Komputery centralne tej firmy w dalszym ciągu posługują się modelem SNA. Trzecim modelem sieci komputerowych jest opracowany i wykorzystywany przez firmę DEC (Digital Equipment Corporation) model DNA (Digital Network Architecture), ewoluujący w ostatnich latach w stronę zgodności ze standardem OSI. Wszystkie trzy modele, OSI, SNA i DNA, definiują telekomunikację na siedmiu poziomach (warstwach), różnice dotyczą jedynie szczegółów. Ważną sprawą pozostaje zapewnienie łączności pomiędzy lokalnymi sieciami komputerowymi opartymi na różnych modelach.

### **1.3    Protokoły sieciowe**

Przesyłanie danych komputerowych wymaga stosowania pewnych standardów i odpowiednich urządzeń technicznych do realizacji tych standardów. Dane przesyła się w pakietach o różnej wielkości, zależnie od metody, którą stosujemy. Zbiór reguł, dotyczący wysyłania i odbierania danych między urządzeniami komunikacyjnymi lub reguł, określających sposób wymiany danych pomiędzy różnymi warstwami w modelu OSI nazywa się **protokołem**. Istnieje wiele protokołów sieciowych i warto trochę wiedzieć przynajmniej o kilku z nich. Często sieci komputerowe określa się nazwą protokołu, np. mówimy o sieciach X.25 lub TCP/IP.

**TCP/IP** to najbardziej popularny obecnie zbiór protokołów, opracowany początkowo dla potrzeb wojskowych w USA, a później powszechnie przyjęty w systemie Unix. Choć różnej wersji Unixa jest wiele protokoły TCP/IP określone są bardzo ściśle i to pozwala na współpracę pomiędzy różnymi odmianami tego systemu i innych systemów, korzystających z tego samego protokołu. Znakomita większość komputerów przyłączonych do Internetu korzysta z tych protokołów. W skład protokołów TCP/IP wchodzi protokoły operujące w różnych warstwach OSI. TCP to protokół usług połączeniowych, działający na poziomie warstwy transportu i zapewniający bezbłędną komunikację. IP to protokół warstwy sieciowej, zapewniający adresowanie urządzeń, ustalający drogę przesyłania danych itp.

Z punktu widzenia użytkownika najważniejsze są usługi wyższego poziomu związane z TCP/IP, umożliwiające używanie poczty elektronicznej (realizowane przez **SMTP**, Simple Mail Transfer Protocol, czyli prosty protokół przesyłania poczty elektronicznej), transfer plików (FTP, File Transfer Protocol, protokół transferu plików), oraz zdalną pracę (telnet, rlogin) w trybie tekstowym przez emulację terminala (np. IBM 3270, DEC VT 100 i VT 220). **SNMP** (Simple Network Management Protocol) to specjalny protokół komunikacyjny działający w sieciach używających protokołu IP, wspomagający gromadzenie danych o działaniu sieci a przez to usprawniający zarządzanie przepływem danych przez sieć.

**IPX/SPX** (Internet Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange) to protokoły stosowane w bardzo popularnych sieciowych systemach operacyjnych NetWare firmy Novell. Są one oparte na opracowanym przez firmę Xerox protokole XNS.

**NetBEUI** (NetBIOS Extended User Interface) jest najbardziej rozpowszechnionym protokołem warstwy transportowej na komputerach osobistych. Używają go wszystkie systemy sieciowe Microsoftu i IBM LAN Server. Protokół ten jest rozszerzeniem wprowadzonego przez IBM w 1984 roku systemu usług sieciowych NetBIOS (Network Basic Input/Output system, czyli podstawowy system sieciowych operacji wejścia/wyjścia), realizującego funkcje warstwy sieciowej, transportowej i warstwy sesji.

**DECnet** to protokół komunikacyjny opracowany przez DEC (Digital Equipment Corporation) i stosowany powszechnie w sieciach opartych na architekturze DNA łączących komputery tej firmy, między innymi popularnych niegdyś minikomputerach Vax. Jednocześnie od 1991 roku rozwija się DECnet/OSI umożliwiający aplikacjom sieciowym korzystanie z protokołów zgodnych z DECnet i OSI. Aplikacje wykorzystujące protokoły DECnet działają na wszystkich platformach komputerowych. DEC stosuje odrębny protokół o nazwie **LAT** (Local Area Transport protocol) do komunikacji między serwerem sieci a jego terminalami.

**X.25** jest powszechnie stosowanym protokołem opracowanym przez ITU-T (międzynarodową unię telekomunikacyjną) i zatwierdzonym przez międzynarodowy komitet normalizacyjny ISO. Standard obejmuje trzy najniższe warstwy (fizyczną, łącza danych i sieciową). Stosowany jest w sieciach telekomunikacyjnych przesyłających pakiety (packet switching networks). W sieciach tego rodzaju pakiety mogą wędrować do miejsca swojego przeznaczenia różnymi drogami i dopiero po odebraniu składane są w jedną wiadomość.

Inne szeroko rozpowszechnione standardy opracowane przez ITU-T to **X.400** dotyczący poczty elektronicznej oraz **X.500** dotyczący tworzenia informacyjnych baz danych (directory services) o adresach, książkach telefonicznych i oferowanych usługach.

**NFS** (Network File System, Sieciowy System Plików) nie jest protokołem komunikacyjnym, lecz protokołem dostępu do plików w sieciach lokalnych. Chociaż stosowany jest głównie w sieciach unixowych i lansowany przez firmę Sun jako system zarządzania plikami to jest to protokół niezależny od sprzętu i systemu operacyjnego, dostępny zarówno na komputerach osobistych jak i w sieciach firmy DEC. Protokół NFS pozwala na dostęp do plików rozproszonych w sieci tak, jakby znajdowały się na lokalnym dysku.

**Winsock** nie jest protokołem komunikacyjnym ale zestawem programów, umożliwiających aplikacjom Windows na komputerach osobistych korzystanie z protokołów TCP/IP, a więc korzystanie z narzędzi Internetu. W tworzenie wersji 2.0 tego standardu zaangażował się zarówno Intel jak i Microsoft. Szczegółowe informacje dotyczące tego standardu dostępne są pod adresem firmy Stardust Technologies, <http://www.stardust.com>

Warto również napisać parę słów na temat protokołów stosowanych przy transmisji plików.

**Kermit** to jeden z najstarszych i najbardziej rozpowszechnionych protokołów komunikacyjnych - na wielu komputerach centralnych często jest to jedyny dostępny program do przesyłania plików. Nawet w przypadku używania łączy telefonicznych niezbyt dobrej jakości Kermit zapewnia bezbłędną transmisję. Wadą jest niewielka szybkość przesyłania danych, bowiem Kermit dzieli dane na małe pakiety, rzędu 80 bajtów i odbiór każdego z pakietów musi zostać potwierdzony.

Inne znane protokoły to **Xmodem**, **Ymodem** i **Zmodem** - używają one znacznie dłuższych pakietów (rzędu 1 KB) i pozwalają na znacznie szybsze przesyłanie danych na dobrych łącach telefonicznych. Jeśli jednak łącza są zaszumione to przesyłanie danych przy pomocy tych protokołów może trwać dłużej niż przy pomocy Kermita.

Szybkość przesyłu można zwiększyć dokonując kompresji danych. Najczęściej używane na początku lat 90-tych protokoły korekcji i kompresji dla transmisji danych pomiędzy modemami to **MNP4/MNP5** (Microcom Networking Protocol). Nieco większą szybkość transmisji umożliwiają protokoły korekcji błędów **V.42** (zawierające protokoły MNP do poziomu 4) uzupełnione o protokoły kompresji w ramach standardu **V.42bis**. Dzięki temu przesyła się kilkukrotnie więcej danych niż bez kompresji - wymaga to oczywiście stosowania takich protokołów przez oba modemy biorące udział w komunikacji. Przesyłanie danych już skompresowanych nie będzie się jednak odbywać szybciej dzięki zastosowaniu protokołu kompresji a nawet (w przypadku protokołu MNP5) może ulec nieznacznemu spowolnieniu.

Jedną z metod oceny czy pakiet doszedł bez błędu jest obliczanie i przesyłanie różnych sum kontrolnych, zwanych **CRC** (Cyclic Redundancy Check). Szczególnym przypadkiem tej metody jest kontrola parzystości. Pakiety przygotowywane są w taki



sposób, by liczba bitów o wartości 1 w określonych fragmentach pakietu była zawsze parzysta. W tym celu jeden bit zostaje użyty jako bit parzystości (parity bit) ustawiany tak, by w całym pakiecie zachowana została parzysta liczba bitów. Warto jednak podkreślić, że nie ma protokołów komunikacyjnych dających 100% pewności, że dane przekazane zostały właściwie. Wymagało by to odesłania i sprawdzenia całego pakietu, co jest zbyt kosztowne. W praktyce jednak nawet na niezbyt dobrych liniach telefonicznych problemy zdarzają się rzadko - pliki zawierające programy i inne dane binarne przesyłane są na duże odległości bez żadnych problemów.

## 1.4    Modemy

Urządzenie, pozwalające na zamianę sygnału binarnego na sygnał analogowy, wędrujący po linii telefonicznej, nazywa się modemem. Nazwa modem to skrót od **mod**ulacja - **dem**odulacja, czyli wytwarzanie dźwięku a potem jego zamiana na sygnał binarny. Przesyłanie informacji na większe odległości wymaga stosowania normalnych (czyli komutowanych) linii telefonicznych lub, jeśli zależy nam na szybkości, dzierżawy własnej linii albo radiolinii telefonicznej. Modemy podłączać można do zwykłych (komutowanych) łącz sieci telefonicznej. Szybkość przesyłania sygnałów mierzy się w **baudach**<sup>17</sup> czyli liczbie symboli, które przesłać można w ciągu sekundy. Ponieważ najczęściej stosuje się kodowanie binarne symbol tożsamy jest z bitem a baud z bitem na sekundę, jednakże nie zawsze jest to prawdziwe. By uniknąć nieporozumień do określania szybkości transmisji będę się posługiwać jednostką **bps** (bits per second), czyli liczbą bitów na sekundę.

Pierwsze modemy, wielkie urządzenia wielkości szafy, działały z szybkością 300 bitów na sekundę. Przez dłuższy okres czasu urzędy telekomunikacyjne prawie wszystkich krajów świata nie pozwalały podłączać modemów bezpośrednio do linii telefonicznej, stąd najbardziej rozpowszechnione były **modemy akustyczne**. Miały one rodzaj odwróconej słuchawki w specjalny uchwycie: mikrofon modemu stykał się z głośniczką słuchawki telefonicznej a głośniczek mikrofonu z jej mikrofonem. W ten sposób modem wytwarzał dźwięki, przesyłane w zwykły sposób przez telefon. Wprowadzało to dodatkowe źródło zniekształceń, dlatego modemy akustyczne były powolne. Zastosowania wojskowe, a w szczególności budowa amerykańskiego systemu obrony lotniczej, spowodowały już w latach 50-tych wzrost szybkości modemów do 1200, a później do 2400 bps. Większe szybkości wymagają dobrych linii telefonicznych i różnych technicznych sztuczek by wyeliminować zakłócenia (szumy, echo) linii.

---

<sup>17</sup> w literaturze polskojęzycznej często nazywanych bodami, ale ponieważ termin ten pochodzi od nazwiska francuskiego inżyniera J. M. Baudota, wynalazcy teleksu, pisownia baud wydaje mi się bardziej poprawna.

Amerykańska firma Hayes była producentem bardzo udanej serii modemów i narzuciła swój standard innym firmom, dlatego często przy opisie modemów spotyka się informację, iż jest on zgodny ze standardem Hayesa (Hayes compatible). Obecnie stosowane standardy transmisji sygnałów opracowane zostały przez Międzynarodową Organizację Telekomunikacji ITU i oznaczone są ciągiem znaków zaczynających się od literki V, np. V.22 oznacza standard dla przesyłania sygnałów z prędkością 2400 bitów/sekundę, V.32 dla 9600 bitów/sekundę a V.32bis dla 14.4 Kbita/sekundę.

Używanie modemów o dużej szybkości przesyłu na złych liniach prowadzić może do zwolnienia szybkości transmisji zamiast jej przyspieszenia. Aby zrozumieć, dlaczego tak się dzieje, musimy popatrzeć, w jaki sposób komputer (a ściślej rzecz biorąc oprogramowanie sieciowe) weryfikuje, czy informacja przesłana została poprawnie. Zależy to od protokołu komunikacyjnego. Jeśli przesyłane są dłuższe pakiety, rzędu kilobajta, a prawie w każdym pojawiają się przekłamania, to te same pakiety przesyłane są wielokrotnie i transmisja odbywa się wolno. Jeśli obniżymy szybkość transmisji liczba przekłamań może być znacznie mniejsza i prawie każdy pakiet dojdzie bez błędu. Standard korekcji błędów określany jest symbolem V.42 lub MNP (nieco starszy system korekcji). Polega on na dopisywaniu dodatkowych informacji (sum kontrolnych) do przesyłanych danych. Dzięki temu można uniknąć niewielkich zakłóceń i szumów na liniach telefonicznych. Dane przed wysłaniem można często poddać kompresji. Standard V.42bis pozwala na czterokrotną kompresję danych tekstowych, a więc uzyskiwane prędkości przesyłania danych mogą być aż czterokrotnie wyższe. Starszy standard MNP5 pozwalał na dwukrotną kompresję danych.

Osiągane obecnie szybkości działania modemów to 9600 bps, rzadko i raczej na specjalnych liniach telefonicznych 14400, 19200 bps i 28800 bps. Powyżej tych prędkości nie ma jeszcze żadnych standardów. Przy 1200 bps używając protokołu Kermit przesyła się około 80 bajtów na sekundę, przy 2400 bps około 150-160 bajtów, a więc około połowy czasu zabiera kontrola poprawności przesyłu. Szybkości te są prawie 100 razy wolniejsze niż przy bezpośrednim połączeniu komputera z komputerem przez złącze szeregowo (115.000 bps) i nieporównanie wolniejsze od połączeń przez karty sieciowe. Używając innych protokołów oraz korzystając z kompresji danych i szybszych modemów można co prawda kilkukrotnie zwiększyć tę szybkość ale zdecydowana poprawa szybkości przesyłania danych liniami telefonicznymi nastąpi dopiero po upowszechnieniu się linii światłowodowych i wprowadzeniu nowych standardów przesyłania informacji.

Modemy mogą być wewnętrzne, sprzedawane w postaci kart rozszerzających do komputerów, lub zewnętrzne (zwykle droższe, gdyż wymagają zewnętrznego zasilania i obudowy), dołączane do portu szeregowego. Najczęściej funkcje przesyłania danych spełniane przez modem łączy się obecnie z możliwościami przesyłania faksów w kartach faks-modem. W ostatnich latach nastąpiła prawdziwa miniaturyzacja modemów, są to obecnie niewielkie pudełeczka.

Ustawianie modemu polega na wyborze wielu parametrów w programie komunikacyjnym. Istnieje specjalny język do wydawania poleceń modemowi: wszystkie polecenia zaczynają się od AT (Attention Telephone, czyli Uważaj, Telefonie!). Należy podać, czy modem ma wykręcać numer telefonu imitując tarczę (modulacja impulsowa) czy zmieniając wysokość tonów (stosuje się tylko w centralach cyfrowych). Zależnie od typu modemu należy mu zdefiniować zbiór poleceń, które będą wykonywane w czasie inicjalizacji, w szczególności w jakim standardzie (CCIT czy Bella, u nas stosowany jest CCIT) będzie odbywać się transmisja. Regulacji głośności wbudowanego głośnika modemu dokonuje się najczęściej wydając odpowiednie polecenie, np. w najczęściej spotykanym standardzie Hayesa polecenie AT M0 oznacza całkowite wyłączenie głośnika.

Na przedniej ściance wielu modemów zewnętrznych znajdują się lampki kontrolne sygnalizujące przyjmowanie i wysyłanie danych, szybkość transmisji i inne dane. Dobry program komunikacyjny powinien pozwolić nam wybierać wszystkie polecenia przyjmowane przez modem z menu. Jednakże takich dobrych programów nie ma wiele i większość programistów starej daty wydaje się uważać, że nie ma nic piękniejszego niż nauka języka poleceń modemu. Nawet w najnowszych, działających w środowisku graficznym programach z połowy lat dziewięćdziesiątych zobaczyć można po włączeniu symulację lampek modemu i linię poleceń zamiast menu.

**Homologacja.** Zanim przyłączymy cokolwiek do sieci telefonicznej konieczna jest procedura weryfikacji przez odpowiedni urząd telekomunikacyjny zgodności danego urządzenia z wymogami technicznymi, określonymi przez tenże urząd. W Polsce wiele modemów ma już homologację. Zwykle starają się o to firmy, sprzedające swoje produkty w danym kraju - teoretycznie każdy może zgłosić urządzenie do homologacji, jest to jednak kosztowna, trwająca kilka tygodni procedura. Czasami widzimy napis „tylko na eksport”, np. przy telefonach bezprzewodowych - oznacza to, że nie mają one w danym kraju homologacji. Niestety, pomimo przejścia procedury homologacji może się okazać, że urządzenia telekomunikacyjne nie współpracują z centralami telefonicznymi starszego typu.

## **1.5      Komunikacja z drugim komputerem**

Komunikacja komputerowa rozwinęła się na dobre na początku lat 60-tych, gdy duże koszty i związana z tym mała dostępność komputerów doprowadziły do stworzenia systemów dzielących czas pomiędzy poszczególnych użytkowników (time-sharing systems). Początkowo jeden komputer centralny obsługiwał kilka do kilkaset końcówek, czyli terminali. Dopiero po wynalezieniu mikroprocesora, terminale otrzymały więcej lokalnej mocy obliczeniowej. Obecnie terminalami często są komputery osobiste a połączenie z centralnym komputerem potrzebne jest nie tyle do uzyskania dostępu do

mocy obliczeniowej lecz przede wszystkim do włączenia się do rozległych sieci, przesyłania poczty elektronicznej lub dostępu do dużych banków informacji.

Komunikacja kilku komputerów ze sobą nie wymaga pełnych usług sieci komputerowych, możliwe są znacznie tańsze i prostsze rozwiązania. Podobnie przyłączenie takich urządzeń zewnętrznych jak drukarki czy skanery nie wymaga pełnej sieci.

### **1.5.1 Przesyłanie plików i korzystanie z wspólnych urządzeń**

Połączenie dwóch komputerów z sobą umożliwia przegrywanie plików bez kopiowania ich na dyskietki. Jest to istotne szczególnie dla komputerów przenośnych lub mikrokomputerów, gdyż czasami nie mają one w ogóle napędu dyskietkowego i bezpośrednie połączenie z drugim komputerem jest jedynym wyjściem. Mikrokomputery takie, jak notesy menadżerskie czy palmtopy (komputery mieszczące się w dłoni) sprzedawane są z odpowiednim oprogramowaniem i kablami. Stacje robocze wyposażane są standardowo w karty sieciowe, nie ma więc kłopotów z przesyłaniem informacji pomiędzy nimi. Komputery firmy Apple mają swój własny standard **Appletalk**, działający podobnie do komputerów osobistych zgodnych ze standardem IBM. Komunikacja bez pośrednictwa kart sieciowych możliwa jest dzięki zastosowaniu portu szeregowego. W każdym komputerze osobistym jest przynajmniej jeden taki port, znajdującego się zwykle niedaleko od portu równoległego, do którego przyłączyć można drukarkę. Do portu szeregowego, zwanego też czasem RSem, od jego fachowej nazwy RS-232, przyłączyć można mysz lub modem, można też przyłączyć bezpośrednio drugi komputer lub specjalne urządzenie komunikacyjne, zwane koncentratorem terminali, umożliwiające połączenie kilkunastu niezbyt oddalonych od siebie (w granicach 15 metrów) komputerów.

Niestety, konstruktorzy nie ułatwili nam życia wprowadzając różne złącza portu szeregowego. Mogą one być wąskie (o 9-ciu przewodach) lub szerokie (o 25 przewodach, oznaczane jako DB25), a na dodatek męskie (wystające bolce) lub żeńskie (dziurki w złączu). Zanim kupimy kabel do łączenia komputerów musimy się dobrze przyjrzeć, jakie wtyki potrzebne są po obu stronach. Jeśli chcemy łączyć komputery o kilku różnych gniazdach zamiast kupować kilka różnych kabli można zaopatrzyć się w odpowiednie złączki zamieniające wtyki szerokie na wąskie i odwrotnie. Kabel do łączenia szeregowych wyjść komputerów nietrudno jest wykonać samemu - wystarczy do tego celu 2-żyłowy kabel ekranowany, trzeba jeszcze mieć opis samego portu by wiedzieć, które przewody połączyć. Teoretyczna maksymalna długość połączenia przy transmisji szeregowej wynosi 15m a równoległej tylko 3 metry. W praktyce nieco dłuższe kable dobrej jakości też działają bezbłędnie. Istnieją przejściówki pozwalające na zamianę wyjścia równoległego na szeregowo - dzięki temu może on służyć jako drugie wyjście szeregowo, jeśli pierwsze jest już zajęte. Komputery można też łączyć przez wejścia

równoległe (Centronics, oznaczane symbolem C36), chociaż oprogramowanie pozwalające nam z nich korzystać przy komunikacji komputerów z sobą jest rzadziej spotykane.

Gdy już połączymy ze sobą kablem dwa komputery musimy wywołać program, umożliwiający komunikację. Musimy się przy tym upewnić, czy nie mamy dwóch lub więcej portów szeregowych - jeśli tak, to trzeba wybrać w programie komunikacyjnym odpowiedni (jeśli mamy tylko jeden taki port nazywa się on COM1, jeśli jest on zajęty, np. przez mysz, to używamy COM2). Użytkownicy popularnych nakładek, takich jak Norton Commander czy PC-Tools mogą skorzystać z wbudowanych w nie opcji „link”, czyli połączyć jeden komputer z drugim. Wymaga to ustalenia, który z komputerów będzie „szefem” (master), a który jego „niewolnikiem” (slave). Prosty i wygodny programem do bezpośredniego łączenia komputerów jest LAPLINK. Pozwala on na przegrywanie całych katalogów z podkatalogami i synchronizację plików w już istniejących katalogach. Synchronizacja plików oznacza kopiowanie tylko nowych plików oraz nowszych wersji plików w miejsce starszych.

Szybkość przesyłania danych przez złącze szeregowe wynosi do 115200 bitów na sekundę, czyli około 14 KB na sekundę. W niektórych przypadkach, głównie spowodowanych zbyt dużą różnicą częstości zegarów obu komputerów, pojawiać się mogą błędy w transmisji i wówczas szybkość tę należy zmniejszyć. Można to zrobić albo przez zmniejszenie częstości zegara w jednym z komputerów albo przez wyłączenie opcji „turbo” w momencie nawiązywania połączenia. Szybkość przesyłania danych przez bezprzewodowy interfejs pracujący w standardzie IrDA na podczerwieni wynosi 1150 Kbitów/sekundę.

Często zdarza się również, że mamy kilka komputerów a tylko jedną drukarkę. Jeśli stoi ona w niewielkiej odległości, przełączanie kabla nie jest trudne, jeśli nieco dalej trzeba nosić drukarkę lub komputer. W tej sytuacji rozwiązaniem może być prosty rozdzielacz. Spotyka się wersje dla 2 do 8 lub więcej użytkowników, korzystające zarówno z transmisji równoległej jak i szeregowych danych. Proste rozdzielacze tego typu wymagają ręcznego przestawienia określającego, który komputer jest naprawdę do urządzenia zewnętrznego przyłączony. Bardziej inteligentne systemy działają automatycznie sprawdzając co pewien czas, który z komputerów żąda udostępnienia tego urządzenia i oddaje je do dyspozycji aż do zakończenia transmisji na zasadzie „kto pierwszy, ten lepszy.” Takie inteligentne przełączniki (autoswitch) udostępniające drukarki wyposażone są często w sporą pamięć lokalną działającą jako bufor drukarki. Przełącznik może też służyć w celu przyłączenia kilku urządzeń do tego samego wyjścia komputera, np. różnych drukarek czy ploterów, dostępnych bez przekładania kabli a tylko przez zmianę ustawienia przełącznika. Pewnym ograniczeniem są długości kabli - dla odległości większych od 16 metrów konieczne są wzmacniacze.

### **1.5.2      Kontrola jednego komputera przez drugi**

Wielodostępne systemy operacyjne, takie jak Unix, pozwalają na zdalną pracę traktując odległych użytkowników połączonych przez sieć tak, jakby pracowali na lokalnych terminalach. Na komputerach osobistych możliwa jest również praca zdalna, zarówno korzystając z lokalnych połączeń między komputerami jak i korzystając z połączeń modemowych na większe odległości. W przypadku komputerów osobistych jeden komputer przejmuje wówczas całkowicie kontrolę nad drugim pozwalając na zdalne uruchamianie programów na odległym komputerze. Umożliwiają to specjalne programy, takie jak **Carbon Copy**. Większość programów pozwalających na zdalną pracę wymaga, by obydwa komputery pracowały pod tym samym systemem operacyjnym. Programy, które pojawiły się w 1992 roku, takie jak Desqview X, pozwalają nawet na komputerach zgodnych z IBM-PC, pracujących z systemem operacyjnym MS-DOS, na zdalne uruchamianie programów na komputerach pracujących w systemie Unix i odwrotnie. W ten sposób stacja robocza kontrolować może komputer PC uruchamiając na nim programy w DOSie lub MS-Windows a komputer PC wykorzystywać stację roboczą wykonując na niej obliczenia wymagające szybkiego procesora.

Przykładami programów przejmujących kontrolę nad drugim komputerem są - oprócz wspomnianego już programu Carbon Copy - programy umieszczone w zestawach programów narzędziowych takich jak PC-Tools czy Norton Utilities. Norton oferuje też oddzielny sprzedawany program **pcAnywhere** o dużych możliwościach, działający zarówno w DOSie jak i pod MS-Windows. Inne programy tego rodzaju dla środowiska MS-Windows to CloseUp, Crosstalk, CoSession for Windows, LapLink for Windows, ReachOut for Windows oraz TimbuktuPro. Niektóre z tych programów działają nie tylko przez modem, lecz również w lokalnych sieciach komputerowych, obsługując pocztę elektroniczną i prowadzenie dialogu w czasie rzeczywistym, wymianę plików, synchronizację wersji plików oraz zdalne sterowanie.

Nie każdy komputer może być bezpośrednio przyłączony do komputera zdalnego przez linię telefoniczną. Czasami chcemy skorzystać z danych umieszczonych w jednym z komputerów pracujących w lokalnej sieci komputerowej. Jest to możliwe jeśli jeden z komputerów w tej sieci pełni rolę **centrali modemowej**, przesyłając sygnały z modemu przez sieć LAN do wybranego komputera. Program **NetWare Connect** pozwala, poprzez centralę modemową, na zdalną pracę z dowolnym komputerem w sieciach Novellovskich.

## **1.6      Programy telekomunikacyjne**

Najczęściej używanym programem telekomunikacyjnym na komputerach osobistych IBM-PC był na początku lat 90-tych **Telnet**, sharewarowy program pozwalający na

emulację terminali maszyn centralnych i przesyłanie plików przy pomocy różnych protokołów (w tym Kermita, Xmodem i Zmodem). Główną wadą tego programu, w czasach gdy o dobre modemy było trudno, był brak emulacji kompresji i korekcji błędów zgodnych z standardem MNP5 lub V.42 i V42bis. Obecnie większość sprzedawanych modemów realizuje w sposób sprzętowy protokoły korekcji i kompresji. Proste programy komunikacyjne są sprzedawane razem z modemami i nie ma już chyba programu dominującego.

Najbardziej popularnym pakietem programów do obsługi poczty elektronicznej w sieciach lokalnych jest **cc:Mail** firmy Lotus (zajmował on około 40% rynku programów komunikacyjnych w 1992 roku). Program ten pozwala na przesyłanie danych tekstowych, graficznych i innych (np. obiektów dźwiękowych czy wideo). Współpracuje nie tylko z kartami sieciowymi, ale również z modemami i publiczną siecią pakietową X.25 (np. systemem POLPAK). Pracuje zarówno w DOSie, wszystkich wersjach Windows, OS/2 jak i pod Unixem czy w systemie Macintosh. cc:Mail używany jest więc na stacjach roboczych, komputerach osobistych a nawet trzymany w ręku palmtopach. Pojawiła się już edycja polska tego programu.

Microsoft jest producentem konkurencyjnego pakietu oprogramowania **MS-Mail** umożliwiającego stosowanie poczty elektronicznej w sieciach komputerów osobistych zarówno z oprogramowaniem systemowym MS-DOS, OS/2 jak i dla Macintoshy. Jest to rozszerzenie oprogramowania Windows for Workgroups. W swojej najnowszej wersji pozwala on administratorowi sieci na nadawanie różnych priorytetów użytkownikom, współpracuje też z protokołem X.25. Przez sieć przesłać można nie tylko teksty, ale informacje z dowolnych programów napisanych dla Windows (bazy danych, arkusze, grafika), jak również inne obiekty (dźwięk, sekwencje wideo). Kolejnym dodatkiem do tego oprogramowania jest **Mail Remote Client for Windows**, pozwalające na dołączenie się do serwera sieci przez modem i zdalne korzystanie z wszystkich usług MS-Mail. Oprogramowanie **MTA** (Multitasking Message Transfer Agent) pozwala przy tym na używanie tego samego numeru telefonicznego dla wielu użytkowników łączących się z serwerem poczty.

## 1.7 Sieci LAN

Najbardziej popularny rodzaj sieci komputerowych to **sieci lokalne (LAN)**, czyli Local Area Network), łączące kilkanaście do kilkudziesięciu lub nawet kilkuset komputerów na niewielkim obszarze. Z połączenia kilku sieci LAN (np. w kilku budynkach) powstaje **sieć terenowa**, oparta najczęściej o szybką magistralę (okablowanie umożliwiające szybką wymianę informacji). Połączenie wielu sieci LAN na obszarze miasta tworzy **sieć metropolitalną** MAN (Municipal Area Network). Coraz częściej sieci takie oparte są również na szybkich magistralach światłowodowych, mogą też być połączone za pomocą

publicznych sieci pakietowych na wynajętych (dedykowanych) łączach telefonicznych. Połączenia sieci metropolitalnych tworzą sieć rozległą, nazywaną **WAN** (Wide Area Network), a sieci rozległe tworzą ogólnosięciową **sieć globalną**.

Stosowanie lokalnych sieci, pomimo pewnej inwestycji wiążącej się z zakupem oprogramowania sieciowego i kart sieciowych, umożliwia znaczne oszczędności. Po pierwsze, można korzystać z drogich urządzeń, takich jak duże stacje dysków czy drukarki, po drugie licencje na korzystanie z oprogramowania dla wielu użytkowników w sieci są znacznie tańsze niż licencje na indywidualne komputery. Zrozumienie tego faktu spowodowało ogromny wzrost zainteresowania sieciami lokalnymi w małych firmach, urzędach i instytucjach edukacyjnych. W 1995 roku ponad 50% wszystkich komputerów osobistych w USA połączonych było sieciami lokalnymi.

Pierwszą sieć LAN zbudowano w 1973 roku w centrum badawczym Xerox Palo Alto, w rok później powstał w Anglii „Cambridge Ring” a IBM opracował swój standard sieci lokalnych SNA, a już w 1975 roku Xerox Palo Alto opracował i opatentował rozwiązania najbardziej popularnej obecnie sieci Ethernet. Lokalne sieci oznaczały początkowo sieci prywatne, SNA proponowane przez IBM rywalizowało z rozwiązaniami firmy DEC, Honeywell, Burroughs i wieloma innymi. Dopiero opracowanie standardów przesyłu informacji na początku lat 80-tych przez międzynarodową organizację IEEE otworzyło drogę masowym zastosowaniom sieci lokalnych. Współpraca różnych elementów sieci bez ścisłych standardów nie jest po prostu możliwa. W połowie lat 90-tych można było spotkać około 400 różnych rozwiązań sieci lokalnych. Pomimo nowego oprogramowania i bardziej niezawodnego sprzętu instalacja i utrzymywanie sprawności lokalnej sieci wymaga sporej wiedzy fachowej.

Sieć LAN jest z praktycznego punktu widzenia połączeniem sprzętu i oprogramowania, umożliwiającym właściwą komunikację przyłączonych do niej urządzeń rozmieszczonych na stosunkowo niewielkim obszarze. Trzy najważniejsze cechy LAN to: **medium transmisyjne**, czyli rodzaj okablowania łączącego urządzenia sieci; **topologia**, czyli sposób połączeń urządzeń ze sobą; **metoda dostępu**, czyli sposób komunikacji danego urządzenia z siecią. Komputery mające służyć za stacje robocze wyposażone są w **karty sieciowe** i oprogramowanie, sterujące pracą karty, moduł oprogramowania komunikacyjnego i moduł przechwytyjący (redirector). Oprogramowanie przechwytyjące niektóre polecenia działającego programu przesyła je do modułu komunikacyjnego. Komputer działający jako serwer ma swoje własne oprogramowanie do zarządzania siecią, odpowiedzialne za spełnianie życzeń klientów, którymi są przyłączone do serwera stacje robocze.

Zwykle lokalna sieć komputerowa kojarzy się nam z jakimś sieciowym systemem operacyjnym. Tymczasem specyfikacja sieci LAN dotyczy jedynie warstwy fizycznej i warstwy łącza danych, a więc dwóch najniższych warstw w modelu OSI określających sposób połączenia i przekazywania danych w sieci. W oparciu o te same fizyczne połączenia i karty sieciowe zrealizować można połączenia na wiele różnych sposobów. Z



lokalnych sieci komputerowych korzystają zarówno sieciowe systemy operacyjne jak i systemy OS LAN (czyli sieci lokalne stanowiące dodatek do systemu operacyjnego). Te ostatnie nie nadają się do obsługi dużej liczby wymagających użytkowników, nie współpracują też dobrze z innymi sieciami LAN czy z sieciami rozległymi. W odróżnieniu od sieciowych systemów operacyjnych przydatnych w bankach, systemach rezerwacji czy zarządzania produkcją sieci LAN pracujące w oparciu o istniejący system operacyjny są znacznie prostsze.

Jakiego typu usługi można realizować prawdziwa sieć LAN? Przede wszystkim umożliwia ona dostęp do danych i wspólną pracę wielu osób przy różnych komputerach lub terminalach nad tym samym problemem lub korzystając z tej samej bazy danych. Umożliwia też dostęp do drukarek przez urządzenia rozgałęziające, dostęp do często używanych programów - licencja na programy w sieci jest zwykle tańsza niż na taką samą liczbę indywidualnych stanowisk. Pojawiła się również nowa kategoria oprogramowania, pozwalająca na korzystanie w sieciach lokalnych z takich usług jak faks czy poczta głosowa wykorzystując do tego celu jeden z komputerów wyposażonych w odpowiednią kartę. Można wówczas z każdego komputera w sieci lokalnej nadawać jak i odbierać nie tylko pocztę elektroniczną ale i fakсы.

### **1.7.1      Adresy urządzeń i domeny sieci**

**Model Klient - Server**, w którym mamy wiele prostych i tańszych komputerów dysponujących lokalną mocą obliczeniową, które są klientami komputera przechowującego dane (serwera plików) oraz komputerów wyspecjalizowanych w wykonywaniu obliczeń numerycznych, w znacznej mierze zastąpił model komputera centralnego, wykonującego na swoim procesorze wszystkie programy i obsługującego jednocześnie sieć terminali. Komputery nadrzędne, zarządzające siecią, nazywa się „gospodarzami sieci” lub **hostami** (po angielsku „host” oznacza właśnie gospodarza). Zasoby sieci to wszystkie urządzenia, z których mogą korzystać jej użytkownicy. Większość z nich podłączona jest do sieci przez porty stacji roboczych, nieliczne urządzenia mają swoje własne karty sieciowe umożliwiające bezpośrednią komunikację.

Każde urządzenie w sieci komputerowej wyposażone jest w własny, jednoznacznie interpretowalny adres, pozwalający identyfikować pakiety danych zawierających adresy w nagłówkach. Jeśli sieć lokalna jest częścią sieci rozległej sposób adresowania musi być hierarchiczny. W sieciach globalnych Internetu (jak też i w sieciach lokalnych korzystających z protokołu IP) adresy podawane są jako cztery grupy cyfr (IP numbers), np. adres znanego archiwum publicznie dostępnych programów to 192.88.110.20. W rzeczywistości adres zdefiniowany jest przez 32 bity, czyli 4 bajty, ale dla ułatwienia wartość tych bajtów zapisywana jest w postaci liczb dziesiętnych od 0 do 255 i oddzielana kropkami (taką notację wymyślono w Berkeley i nazywa się ją „Berkeley dot notation”). Pełny adres IP składa się z adresu podsieci oraz adresu urządzenia. Podsieci

mogą mieć trzy klasy, A, B, C. Adresy klasy A zaczynają się od pierwszego bitu równego zero (czyli pierwsza liczba jest mniejsza lub równa 127), następne 7 bitów to adres podsieci a pozostałe 24 bity to adres urządzenia. Do klasy A należy więc 128 dużych podsieci, zawierających do 16.7 miliona urządzeń. Adresy klasy B rozpoczynają się od bitów 10 (pierwsza liczba jest pomiędzy 128 a 191), następne 14 bitów przeznaczonych jest na adres podsieci a kolejne 16 bitów na adres urządzenia. Podsieci klasy B może być nie więcej niż 16384 a w każdej z nich do 65536 urządzeń. Adresy klasy C zaczynają się od bitów 110, następnie zawierają 21-bitowy adres podsieci i 8-bitowy adres urządzenia. W klasie C można więc mieć zaledwie 256 urządzeń, za to można zdefiniować ponad 2 miliony takich podsieci. Ze względu na gwałtowny rozwój Internetu taki system adresowania nie jest obecnie wystarczający i rozważa się przejście (w ramach nowego standardu Internet Protocol 6) na adresy zawierające aż 16 bajtów, czyli 128 bitów.

W Internecie oprócz numerów IP przyjęto łatwiejszy do zapamiętania i bardziej logiczny sposób adresowania. Grupa komputerów i innych urządzeń pracujących w sieci tworzy domenę, np. komputery w Polsce tworzą domenę .pl, w Niemczech .de, komputery w sieci komercyjnej USA tworzą domenę .com a w sieci wojskowej .mil. W ramach domeny tworzyć można poddomeny, np. urządzenia pracujące w sieci w Toruniu tworzą lokalną poddomenę .torun.pl. W ramach poddomeny możemy definiować dalsze, np. uni.torun.pl to poddomena należąca do Uniwersytetu, phys.uni.torun.pl do Wydziału Fizyki i Astronomii. Nie ma tu ograniczenia na liczbę poddomen a struktura adresów jest prosta i łatwa do zapamiętania. Adresy symboliczne zamieniane są na adresy numeryczne przez specjalnie do tego celu przeznaczone oprogramowanie działające na komputerze określanym zwykle jako **name server** („serwer nazw”) lub DNS (Domain Name Server).

### **1.7.2 Kable, karty sieciowe i elementy sieci.**

Najstarszym przykładem sieci lokalnej jest **Ethernet**, opracowany w 1975 roku i zatwierdzony w 1983 roku jako standard dla sieci lokalnych (specyfikacja techniczna Ethernetu o nazwie IEEE 802.3 opracowana została przez firmy DEC, Intel i Xerox). Przy jego opracowaniu korzystano z doświadczeń łączenia komputerów w sieciach rozległych, a więc sieci lokalne powstawały po sieciach rozległych. Nazwa „Ethernet” odnosi się ściśle rzecz biorąc do protokołu komunikacyjnego, używa się jej również do określenia rodzaju kabli. Szybkości przesyłania danych w sieciach lokalnych Ethernet jest rzędu 10 Mbitów/sek, więc dobrze ustawiona sieć pozwala na szybsze czytanie plików lub programów niż można to osiągnąć z lokalnego dysku! Szczegółowe informacje na temat standardu Ethernet 10 Mbps i 100 MBps znaleźć można pod adresem WWW:

<http://wwwhost.ots.utexas.edu/ethernet/ethernet-home.html>

Okablowanie jest jednym z najbardziej podstawowych i kosztownych elementów całej sieci lokalnej. Okablowanie budynku powinno być dostatecznie uniwersalne, by

umożliwić stosowanie różnych standardów sieciowych, odporność na zakłócenia i łatwą zmianę konfiguracji połączeń. Najczęściej ze względu na koszty tworzy się lokalne segmenty sieci, łączące ze sobą grupy urządzeń. Najlepszym, chociaż droższym, rozwiązaniem jest **okablowanie strukturalne**, podobne do sieci telefonicznej w budynku, pozwalające dołączać poszczególne urządzenia do gniazdek sieci umieszczonych na ścianie i konfigurować połączenia na tablicach rozdzielczych. W tym podejściu nie żałuje się kabli i tworzy się gniazdzka na zapas, by uniknąć kłopotów w wypadku przenoszenia komputerów i innych urządzeń sieciowych na nowe miejsce. Koszty restrukturyzacji tradycyjnie okablowanych przedsiębiorstw okazały się bardzo wysokie a zapasowe gniazdzka i dodatkowe okablowanie w końcowej kalkulacji nie jest takie drogie.

Zapewnienie dużej szybkości przesyłania danych w lokalnej sieci komputerowej wymaga zastosowania odpowiedniego medium transmisyjnego. Zwykły kabel telefoniczny ze względu na duże tłumienie i wrażliwość na zakłócenia nie nadaje się do szybkich połączeń. Takie kable stosować można w tzw. **serwerach terminali**, przyłączanych przez zwykłe porty szeregowo i działających z szybkością do 115 Kbitów. Najczęściej spotykane kable sieciowe zgodne są ze standardem Ethernet. Jako medium dla segmentów sieci lokalnych używa się koncentrycznego kabla nazywanego cienkim Ethernetem lub 10Base2. Segmenty sieci korzystające z takiego kabla nie mogą być dłuższe niż 180 m. „Kręgosłup” sieci może być oparty na grubszym kablu zwanym „grubym” lub „żółtym Ethernetem” lub 10Base5. Skrajnie położone punkty połączone tym kablem mogą być oddalone o 2.5 km a prędkość transmisji nie przekracza 10 Mbitów/sek.

Kablem o rosnącej popularności jest **skrętka**, nazywana również **10Base-T**, ekranowana (STP, Shielded Twisted Pair) lub nieekranowana (UTP, Unshielded Twisted Pair). Okablowanie strukturalne oparte jest najczęściej na nieekranowanej skrętce, chociaż w niektórych krajach stosuje się dla ostrożności (w normalnych warunkach raczej przesadnej, ale w budynkach, w których wytwarzane są silne pola elektromagnetyczne niezbędnej) skrętkę ekranowaną. Podobnie jak telefony dołączone są do jednej centrali komputery połączone skrętką dołączone są do koncentratorów (hubów), w sieciach tych mamy więc topologię gwiazdy. Połączenia między koncentratorami realizowane są za pomocą kabli Ethernetu. Kable dzieli się również na kategorie w zależności od maksymalnych częstotliwości przesyłanego sygnału: kable kategorii 5-tej zezwalają na częstotliwości do 100 MHz, kategorii 4-tej do 20 MHz a kategorii 3-ciej do 16 MHz.

**Kable światłowodowe** umożliwiają dużą szybkość transmisji i wysoką niezawodność. Stosowane są przede wszystkim jako główne magistrale sieci LAN tam, gdzie szybkość przesyłania danych gra bardzo ważną rolę (np. przy przesyłaniu sygnałów wideo). Kable światłowodowe w standardzie **10Base-F** zastępują skrętkę lub cienki Ethernet w sieciach działających z szybkością 10 Mbps. Długość segmentu na takim kablu może osiągnąć 2000 metrów. Światłowody stosowane w telekomunikacji przystosowane są do sygnałów

| Element sieci                                       | Funkcja i nazwy  |
|---|--|
| Kable   | 10Base2 - cienki Ethernet, Cheapernet, kabel RG-58<br>10Base5 - gruby (yellow) Ethernet, kabel RG-8<br>10Base T - skrętka telefoniczna,<br>UTP - skrętka nieekranowana (Unshielded Twisted Pair)<br>STP - skrętka ekranowana (Shielded Twisted Pair),<br>IBM Type 1<br>kable światłowodowe |
| Złączki NSC<br>Wtyki AUI, BNC, RJ-45                | NSC (N-series connector) - złączki pomiędzy kablami cienkiego i grubego Ethernetu; BNC, AUI (Attachment Unit Interface) - złączki do podłączenia z kartą sieciową; RJ-45 to złączka typu telefonicznego.   |
| Transceiver (przełącznik)<br>Multi-port transceiver | Przełącznik łączący kable cienkiego (segmenty lokalne) i grubego Ethernetu (rdzeń sieci); połączenie kilku segmentów wymaga wieloportowego transceivera.   |
| Huby (koncentratory, rozgałęziacze), MAU            | Koncentratory skupiające połączenia z wielu komputerów, aktywne huby zawierają również wzmacniacze sygnału; urządzenia zewnętrzne lub karty montowane w serwerze.  |
| Repeater - regenerator sygnału (wzmacniacz)         | Regenerator sygnału wstawiany między segmenty sieci; wieloportowy repeater spełnia dodatkowo rolę koncentratora.   |
| Bridge - mostek                                     | Mostki do łączenia jednakowych segmentów sieci, umożliwiające ich logiczną separację i proste rozgałęzienia; filtrują informację wiedzając, czy przepuszczać dany pakiet, czy nie.   |
| Router  | Urządzenie zarządzające ruchem pakietów w sieci, szukające optymalnych dróg przesyłania pakietów, łączące ze sobą segmenty sieci na poziomie warstwy sieciowej. Pozwalają też na współpracę sieci lokalnych pracujących w oparciu o różne protokoły transmisji.                            |
| Gateway   | Sprzęgi między sieciami o dowolnych architekturach   |
| Terminatory   | Zakończenia kabli  |

światlnych wysyłanych przez lasery, światłowody w sieciach komputerowych korzystają z diod świetlnych.

### ☞ **Karty sieciowe**

Są to dość złożone urządzenia elektroniczne wykonujące wiele czynności związanych z komunikacją, takich jak ustalenie parametrów transmisji, dekodowania sygnałów i przesyłania ich do pamięci komputera. Każda karta musi posiadać swój własny adres. Karty w standardzie Ethernet i Token Ring mają adresy określone przez producenta, które odczytać można z samej karty. Karty sieci Arcnet oraz większości pozostałych standardów otrzymują adresy od administratora sieci. Karty sieciowe nie zawsze dobrze współpracują z komputerami osobistymi, wystawiając je na prawdziwą próbę zgodności ze standardem. Zawieszenia systemu w czasie transmisji, bardzo wolna transmisja z danego komputera lub też bardzo powolne ściąganie danych do danego komputera to objawy, mogące świadczyć o problemach ze zgodnością kart. W niektórych przypadkach pomaga zmiana oprogramowania (sterowników kart), ale testowanie kart sieciowych to zagadnienie wymagające pewnego doświadczenia. Przy kupowaniu kart należy zwrócić szczególną uwagę na rodzaje gniazd i wtyków sieciowych, gdyż w użyciu są trzy standardy (AUI, BNC, RJ-45). W sieciach Token Ring stosowane są karty o odmiennym standardzie.

Oprócz kabli i komputerów sieci lokalne składają się z wielu innych urządzeń. Jest to dziedzina rozwijająca się bardzo szybko i niemal co miesiąc pojawiają się nowe urządzenia sieciowe. Bardziej dokładne omówienie elementów sieci znaleźć można w literaturze specjalistycznej. Poniżej i w tabeli wymieniałem tylko podstawowe elementy sieci, o których prawie każdy użytkownik ma szansę prędzej lub później usłyszeć.

Gniazda i wtyki: **AUI** do kabli grubego Ethernetu, **BNC** do gniazd kabli cienkiego Ethernetu, oraz wtyki **RJ-45** typu telefonicznego dla kabli typu skrętka (całkiem różne od używanych w Polsce dużych telefonicznych gniazdek) .

**Transcivery** (transmitter-reciver, czyli urządzenie nadawczo-odbiorcze), nazywane też przekaźnikami, umożliwiają łączenie kabli różnego rodzaju, przekazywanie sygnałów pomiędzy urządzeniami elektronicznymi a siecią, wykrywają również błędy transmisji (np. kolizje w ruchu pakietów). Tańsze przekaźniki wpina się metalowymi ostrzami w gruby kabel Ethernetu (jest to złącze typu „wampir”). Drugi, bardziej złożony typ połączenia (barrel connector) wymaga rozcinania kabla.

**MAU** (Medium Attachment Unit) to urządzenia pełniące rolę rozgałęziaczy w sieciach typu Ethernet, Token Ring i FDDI.

**Huby** nazywane rozgałęziaczami, koncentratorami lub powielaczami wieloportowymi, będące węzłami skupiającymi połączenia kilku do kilkudziesięciu urządzeń sieciowych (zazwyczaj można je kupić w wersjach 4, 8, 12, 16 lub więcej portów). Pakiety danych

wysyłane z naszego komputera są powielane przez rozdzielacz i rozsyłane do wszystkich urządzeń do niego dołączonych.

Oferowane są również rozszerzalne zestawy rozgałęziaczy, pozwalające połączyć kilka rozgałęziaczy tak, że z punktu widzenia innych elementów sieci są one widoczne jako jedno urządzenie (urządzenie wirtualne). Do obsługi dużych systemów oferowane są rozdzielacze montowane jako panele w specjalnych obudowach. Dobre oprogramowanie do zarządzania pracą rozgałęziaczy powinno oferować takie funkcje jak automatyczne rozpoznawanie urządzeń w sieci, zdalne włączanie i wyłączanie portów rozgałęziaczy (wyłączanie niektórych urządzeń lub odłączanie niesfornych użytkowników), rejestrowanie wszelkich zdarzeń typu odłączenia urządzenia od sieci (np. wyłączenie drukarki), błędów, alarmowanie w przypadku nieprawidłowości pracy sieci (włącznie z automatycznym nadaniem sygnału przywołującego do pagera) oraz możliwość zbierania informacji o przepływie pakietów przy pomocy protokołu SNMP (Simple Network Management Protocol).

**Repeatery** to stosunkowo proste urządzenia elektroniczne służące do regeneracji i rozgałęziania sygnałów w sieci, umożliwiające powiększenie zasięgu sieci.

**Bridge** to mostki służące do łączenia dwóch lub więcej niezależnych sieci LAN korzystających z tych samych protokołów. Mostki działają na poziomie łącza danych.

**Routery** to bardziej złożone urządzenia łączące sieci LAN, kontrolujące ruch pomiędzy nimi, wybierające drogę pakietów wędrujących pomiędzy sieciami. Routery działają na poziomie warstwy sieciowej. Rzadziej spotyka się **broutery**, urządzenia będące skrzyżowaniem mostków i routerów, działające na poziomie warstwy sieci i łącza danych.

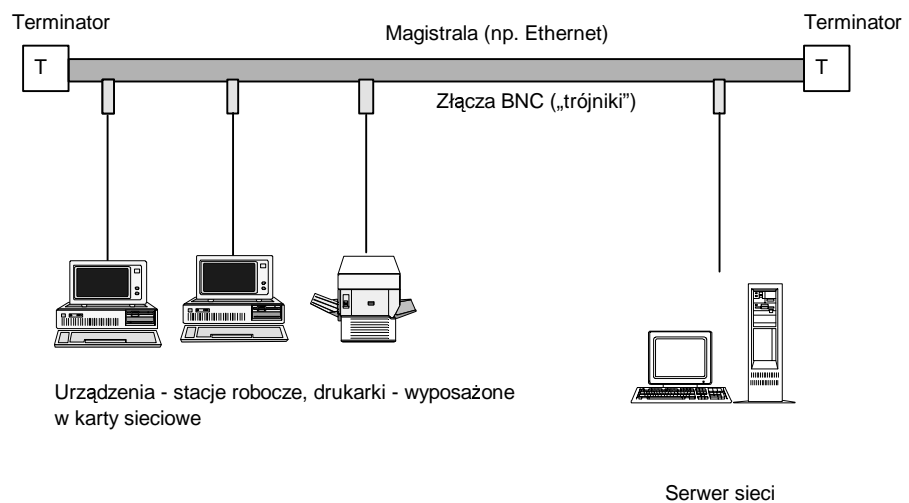
**Gateway** czyli bramka to inteligentny sprzęg między dowolnymi sieciami LAN, zapewniający w razie potrzeby zamianę protokołów sieciowych. Bramki pozwalają na komunikację pomiędzy sieciami opartymi na modelu OSI, SNA i DNA.

Nawet proste sieci LAN wymagają pewnego doświadczenia przy zakładaniu. Trzeba np. pamiętać o tym, by końcówki kabli Ethernetu zakończyć specjalnym **terminatorem**, czyli zakończeniem o odpowiedniej dla danego kabla oporności (50 omów dla Ethernetu, 96 omów dla ARCnetu). By uniknąć problemów i nieporozumień przy instalacji Windows for Workgroups sprzedawane jest nie tylko ze szczegółową instrukcją, ale nawet z kasetą wideo pokazującą instalację.

### 1.7.3 Architektury LAN

Komputery w sieci lokalnej mogą być połączone w różny sposób. Główny problem polega na uniknięciu kolizji jednoczesnego przesyłania różnych danych w tym samym czasie. Można to zrobić na kilka sposobów, w zależności od architektury sieci. Należy tu wyróżnić połączenia fizyczne, a więc sposób układania kabli (nośnik), i połączenia logiczne, a więc sposób przekazywania informacji, czyli to, z czym ma do czynienia oprogramowanie. Podobne rozróżnienie pojawiło się już w przypadku dysków: jeden dysk fizyczny (urządzenie) z punktu widzenia systemu operacyjnego podzielić można na kilka niezależnych obszarów, czyli dysków logicznych.

Najczęściej spotyka się sieci, w których segmenty dołączone są do „kręgosłupa informacyjnego”, szybkiej **magistrali** (backbone). Karty sieciowe sprawdzają adresy przesyłanych po magistrali danych i odczytują tylko te, które są do nich skierowane. Komputerom można nadawać różne priorytety dostępu stosując odpowiednie oprogramowanie. Uszkodzenie jednego z komputerów w sieci nie musi wpłynąć na pracę pozostałych jej części. Większą sieć podzielić można na segmenty fizycznie od siebie niezależne. Taka topologia sieci jest dość niezawodna, ale uszkodzenie kabla przy jednym z komputerów może przerwać pracę całego segmentu. Większość sieci tego typu korzysta z kabli Ethernetu, z grubym kablem jako „kręgosłupem” i cienkimi w segmentach do niego przyłączonych. Dostęp do magistrali sieci określony jest przy pomocy metody CSMA/CD, w której każda stacja, która zamierza rozpocząć transmisję, bada stan sieci czekając, aż magistrala będzie wolna. Jeśli dwie stacje jednocześnie rozpoczną transmisję dochodzi do kolizji, podobnie jak w przypadku grupy ludzi, gdy



kilka osób rozpoczyna mówić jednocześnie. Po kolizji transmisja zostaje wstrzymana na przypadkowo wybrany, krótki okres czasu.

Inną znaną architekturą sieci, popieraną zwłaszcza przez firmę IBM, jest **pierścień (Token Ring)**. W takiej sieci jedna stacja przejmuje funkcję monitorującą (nie jest to jednak wyróżniony serwer, tylko dowolny komputer w sieci wybrany w automatyczny sposób), kontrolując poprawność pracy sieci i synchronizację pracujących w niej stacji. Pakiety danych przenoszone są kolejno z jednego komputera do drugiego, wzdłuż pierścienia, aż dotrą pod właściwy adres. Tylko jeden komputer w danym momencie uprawniony jest do wysłania pakietu, metoda dostępu jest więc w tym przypadku deterministyczna i nie dochodzi do kolizji, jak w metodzie CSMA/CD stosowanej w sieciach Ethernet. Uszkodzenie lub wyłączenie jednego komputera w pierścieniu powoduje przerwanie połączenia. Metoda przekazywania uprawnień daje się zastosować również w sieciach z architekturą typu magistrali - algorytm przekazywania uprawnień może w tym przypadku uwzględniać różne priorytety komputerów przyłączonych do magistrali, stwarza więc większe możliwości niż w sieci typu pierścienia.

Inną metodą komunikacji w sieciach pierścieniowych jest metoda krążącej ramki, przenoszącej ze sobą dane. Zapełniona ramka wędruje do urządzenia, dla którego przeznaczone są dane. Pusta ramka pozwala komputerowi, przez który właśnie przechodzi, wpisać dane i adres urządzenia, dla którego są przeznaczone. Udoskonaleniem tej topologii sieci jest podwójny pierścień, w którym ramki mogą krążyć w dwóch kierunkach. W przypadku uszkodzenia połączenia lub uszkodzenia stacji roboczej następuje automatyczne zwinięcie podwójnego pierścienia do pojedynczego. Najczęściej stosowanym medium w tego typu sieciach jest światłowód, np. technologia FDDI oparta jest na podwójnym pierścieniu. Token Ring jest również nazwą określonego typu sieci, wykorzystującej architekturę o tej samej nazwie.

Trzecią najbardziej rozpowszechnioną topologią (stosowaną np. w sieciach **ARCnet**) jest połączenie typu **gwiazdy**, w której jednostka centralna (serwer) pośredniczy w połączeniach pomiędzy wszystkimi komputerami. W takiej sieci można stosować kable gorszej jakości, uszkodzenie lub wyłączenie serwera powoduje jednak całkowite przerwanie działania całej sieci. Topologia gwiazdy pozwala zrealizować połączenia takie jak w sieci opartej na magistrali - mówi się wówczas o topologii fizycznej gwiazdy i logicznej magistrali. Kable łączące stacje robocze zbiegają się w koncentratorze (hubie). W oparciu o połączenie gwiazdowe zrealizować można również logiczne połączenia typu pierścienia. Komunikacja odbywa się w nich najczęściej metodą zgłoszeń, a więc komputer centralny kolejno sprawdza, czy przyłączone do niego urządzenia nie domagają się dostępu do sieci. Każde zgłoszenie jest rejestrowane i kolejno (lub zgodnie z priorytetami) uwzględniane.

Najbardziej modna odmiana tej architektury składa się z wielu koncentratorów (są to specjalne urządzenia lub komputery osobiste wyposażone w odpowiednie karty i oprogramowanie) do których przyłączone są bezpośrednio komputery. Sieci tego rodzaju



są najbardziej niezawodne. Najczęściej stosuje się w nich okablowanie typu skrętki (UTP).

#### **1.7.4 Przykłady sieci LAN**

Sieci LAN realizowane mogą być w oparciu o różne technologie. Przedstawię tu tylko kilka rozwiązań odsyłając czytelnika do literatury fachowej po dokładniejsze informacje.

Najtańszą siecią LAN, a właściwie jej namiastką, umożliwiającą korzystanie ze wspólnych drukarek i przesyłanie plików pomiędzy komputerami, jest **Remote Link**, urządzenie pozwalające przez wyjścia typu RS połączyć maksymalnie 16 komputerów i 3 drukarki. Szybkość transmisji danych dochodzi do 115 Kbitów/sekundę a długość połączeń bez zasilania nadajników i odbiorników sieci Remote Link nie powinna przekraczać 150 metrów, zaś przy zasilaniu prądem stałym 9V wzrasta do 365 metrów.

#### *☞* **Ethernet**

W dalszym ciągu najbardziej popularną technologią LAN jest Ethernet. W 1994 roku w sieciach Ethernet pracowało około 40 milionów komputerów. Około 3/4 instalacji sieci LAN w Polsce opartych jest na technologii Ethernet. Podstawą standardu IEEE 802.3 jest wersja sieci o szybkości 10 Mbitów/sekundę przesyłająca sygnały w paśmie podstawowym (baseband, oznacza to, że nie jest to sygnał modulowany, tak jak np. sygnały radiowe czy TV), składająca się z 5 segmentów o długości 100 metrów każdy. Medium transmisyjnym może być kabel koncentryczny (cienki lub gruby kabel Ethernet, czyli 10Base2/10Base5), skrętka UTP (10Base-T) lub światłowód (10Base-F). Sieć Ethernet może mieć topologię typu magistrali lub gwiazdy/logicznej magistrali. Stacja robocza przyłączona jest do kabla za pośrednictwem przekaźnika (transceivera). Ograniczenia dotyczące wielkości segmentów i długości kabli oraz umiejscowienie regeneratorów sygnału zależne są od rodzaju użytego kabla. Końcówki kabla muszą być zakończone specjalnymi nakładkami (terminatorami) by uniknąć zakłóceń w propagacji sygnałów. Maksymalna długość grubego kabla Ethernetu 10base5 (żółtego kabla) wynosi 500 metrów. Segmenty cienkiego Ethernetu 10base2 nie powinny być dłuższe niż 185 metrów a maksymalna długość przewodów 10base-T (skrętki) to 100 metrów. Różne kable, w tym światłowodowe, można łączyć ze sobą, ale standard Ethernetu nie przewiduje szybszej transmisji niż 10 Mb/sek.

Jest to jedyna technologia stosująca metodę przypadkowego dostępu urządzeń do sieci (metodę CSMA), dla pozostałych standardów sieciowych metodą dostępu jest najczęściej przekazywanie ramki (token passing).

#### *☞* **Arcnet**

Jest to najstarsza komercyjna sieć LAN, sprzedawana przez firmę Datapoint od 1977 roku. Zbliżona jest do standardu sieci Token Bus, ale sama nie doczekała się standaryzacji. Pomimo tego kłopoty ze zgodnością sprzętu sieciowego nie są zbyt częste.

W technologii Arcnet stosować można kabel koncentryczny lub skrętkę UTP. Szybkość transmisji wynosi 2.5 Mb/s (w najnowszych wersjach jest ona większa) a topologia jest typu gwiazdy. Stacje robocze i inne urządzenia sieciowe otrzymują kolejno specjalny znacznik dający im prawo nadawania. Liczba urządzeń w sieci nie powinna przekraczać 255.

W Polsce około 13% instalacji sieciowych wykonano w tej technologii. Na świecie istnieje ponad 10 tysięcy sieci Arcnet. Ich zaletą są stosunkowo niskie koszty w porównaniu z innymi typami sieci. Arcnet nadaje się do obsługi małych grup roboczych, można ją też łączyć z segmentami Ethernetu lub innych sieci.

#### **Token Ring**

W lansowanej przez IBM technologii Token Ring medium transmisyjnym jest skrętka (UTP, STP) lub światłowód. Jest to sieć zaprojektowana z myślą o komputerach dowolnej klasy. Szybkość transmisji IBM Token Ring wynosi 4 lub 16 Mbitów/sekundę a topologia sieci jest typu pierścienia lub gwiazdy traktowanej przez oprogramowanie jako pierścień (logicznego pierścienia). Sygnały w sieciach tego typu są wzmacniane przez stacje robocze. Kable z grup 8 urządzeń zbiegają się w koncentratorach zwanych MAU (Multistation Access Units), połączonych w strukturę pierścienia. Maksymalna odległość pomiędzy stacjami nie może przekroczyć 200 metrów. Pomimo silnej reklamy i poparcia firmy IBM sieci Token ring nie są zbyt popularne (w Polsce poniżej 5% sieci zbudowano w oparciu o tą architekturę). Jest to wynikiem stosunkowo wysokiej ceny tych sieci.

#### **FDDI**

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) jest to pierwszy standard dla sieci światłowodowych, oparty w dużej części na standardzie sieci Token Ring. W FDDI również przekazywana jest ramka nadająca uprawnienia do wysyłania wiadomości. Szybkość transmisji wynosi 100 Mbitów/sekundę. Topologia sieci zawiera podwójny pierścień, który może mieć bardzo duże rozmiary, nawet rzędu 100 km. Pierścień jest podwójny ze względu na bezpieczeństwo danych a niektóre stacje dołącza się tylko do pojedynczego pierścienia.

Inne znane sieci to **LAN/PC**, sieć przeznaczona dla komputerów IBM-PC pracujących pod kontrolą systemu Netware (Novell), łącząca do 255 komputerów, z szybkością transmisji 2.5 Mbitów/sekundę. Oczywiście system Netware korzystać może z innych typów sieci. Sieć **StarLAN** oparta jest na kablu typu skrętka, zbudowana w topologii łańcucha, lub topologii gwiazdy. W obu przypadkach siecią LAN/PC połączyć można maksymalnie 10 urządzeń a prędkość transmisji wynosi 1 Mbit/sekundę. **Token Bus** objęta jest standardem IEEE i stosuje topologię magistrali, do której dostęp ma w danym momencie tylko urządzenie posiadające znacznik krążący po sieci. Ze względów technicznych takie rozwiązanie jest wygodne w systemach sterowania czasem rzeczywistego i stąd sieci takie spotyka się w zakładach produkcyjnych.

### 1.7.5 Oprogramowanie sieci LAN

Po tym technologicznym wstępie przechodzimy teraz do najwyższych warstw protokołów komunikacyjnych, czyli tego, co widzi użytkownik sieci i co najczęściej utożsamia z całą siecią komputerową - oprogramowania i świadczonych przez to oprogramowanie usług. Sieciowe systemy operacyjne oraz nakładki na istniejące systemy operacyjne sprawiają, że wszystkie elementy sieci współpracują ze sobą a użytkownik nawet się nie domyśla całej technicznej złożoności, jaka za tym stoi. Oprogramowanie sieciowe bardzo się od siebie różni oferowanymi usługami, stopniem niezawodności i bezpieczeństwa danych oraz kontroli uprawnień dostępu do danych i programów.

*~* **NetWare** firmy Novell jest przykładem sieciowego systemu operacyjnego. Działa nie tylko na komputerach osobistych opartych o procesory Intela, ale również na Macintoshach, może też (od wersji 3.11) współpracować z Unixem. Współpracuje z ponad 30 typami sieci LAN, chociaż najczęściej używany jest w sieciach Ethernetu lub Arcnetu. NetWare przechwytuje wszystkie polecenia wydawane przez użytkownika stacji roboczej i przejmuje kontrolę nad jego komputerem. Zastosowano protokół komunikacji IPX. Jest to system niezwykle w Polsce popularny i na temat zarządzania sieciami NetWare organizuje się wiele kursów operatorów systemu. Sieci te często spotyka się w niewielkich przedsiębiorstwach. W ośrodkach akademickich i dużych firmach częściej używa się sieci TCP/IP.

Jedna ze stacji w systemie NetWare pełni rolę usługodawcy, czyli serwera. Może nią być szybki komputer na 32-bitowym mikroprocesorze pracujący pod DOSem lub Unixem. Ze względu na bezpieczeństwo przechowywania danych w sieci stosuje się dyski wysokiej klasy, najlepiej macierze dyskowe zapewniające niezwykle długie okresy bezawaryjnej pracy i szybki dostęp do danych. System oferuje różne mechanizmy zabezpieczenia danych, począwszy od konieczności posiadania konta, które założyć może tylko uprawniona osoba (administrator sieci). Dopiero po podaniu identyfikatora i hasła system dopuszcza nas do tej części zasobów sieci, do której posiadamy uprawnienia.

System **NetWare Lite** jest uproszczoną wersją systemu sieciowego NetWare, korzystającą z tego samego protokołu komunikacyjnego IPX. System ten jest uważany za wstęp do rozbudowania go w kierunku pełnego systemu sieciowego. Z założenia miał być konkurencyjny w stosunku do innych systemów OS LAN, ma jednak pewne wady: nie ma w nim poczty elektronicznej, nie ma możliwości tworzenia grup użytkowników korzystających z wspólnych zasobów, nie wszystkie programy przeznaczone dla NetWare na nim pracują i nie działa w środowisku Windows, jest przy tym znacznie droższy od oprogramowania LANtastic.

System operacyjny **DR-DOS** przystosowany został bardzo dobrze do pracy w sieci NetWare i sprzedawany jest jako system wielodostępny dla 5 do 250 użytkowników. System DR-DOS Lan Pacs może być ładowany z serwera sieciowego, jest zgodny z MS-DOSem i

Windows 3.1. Jest rzeczą wątpliwą czy sieciowe systemy operacyjne, takie jak NetWare, i sieci OS LAN przetrwają. Większość firm komputerowych zamierza w nowych systemach operacyjnych uwzględnić w mniejszym lub większym stopniu narzędzia do zarządzania i pracy w sieci. OS/2 już takie narzędzia ma, Microsoft wbuduje je wkrótce do Windows.

☞ **LANTastic** (Artisoft Inc.) jest wielokrotnie nagradzaną przez pisma komputerowe siecią DOS LAN, łatwą w użyciu i instalacji - niezbyt doświadczony użytkownik potrzebuje kilku minut na konfigurację nowego stanowiska w sieci. Przeznaczona jest dla komputerów klasy IBM PC pracujących pod kontrolą DOS i uznawana jest obecnie za najlepszą (i jedną z najtańszych oraz najszybszych) sieci w klasie „sieci równorzędnych” (peer-to-peer). Istnieje wersja LANTastic dla Windows i wersja współpracująca z serwerem sieci NetWare (LANTastic for NetWare) oraz z sieciami Unixowymi (LANTastic for TCP/IP). Oprogramowanie sieciowe zajmuje zaledwie 17 KB pamięci RAM na stacji roboczej (może ona korzystać z zasobów sieci, ale nie udostępnia swoich) i 40 KB na serwerze (służy dostępem do swoich zasobów i korzysta z dostępu do innych serwerów) oraz około 1 MB pamięci dyskowej. Oprogramowanie serwera zawiera bogate możliwości sterowania siecią, korzystania z dowolnych urządzeń przyłączonych do sieci (np. drukarek czy CD-ROM). System posiada dobre oprogramowanie do poczty elektronicznej, pracy interaktywnej, umożliwia nawet po dodaniu karty dźwiękowej przesyłanie mowy. LANTastic może obsłużyć do 500 stanowisk pracujących w jednej sieci.

☞ **LANsmart** (D-Link System Inc.) to sieć DOS LAN umożliwiająca pracę z wieloma protokołami. Oprócz swojego własnego protokołu współpracuje z NetWare i TCP/IP. Sterownik LANsmart zajmuje 45 KB RAM na stacji roboczej a na serwerze 105 KB (sterowniki można umieścić w pamięci rozszerzonej). Program ma wbudowane zabezpieczenie antywirusowe, zapewnia synchronizację zegarów w obrębie sieci i pozwala na współpracę z CD-ROMem. Wykorzystuje karty sieciowe D-link, zgodne z protokołem komunikacyjnym systemu NetWare.

Inną propozycją oprogramowania sieciowego na komputery osobiste jest **LAN Manager** Microsoft. Serwer tego oprogramowania powinien pracować w systemie operacyjnym OS/2 firmy IBM, a więc systemu, który jest najsilniejszym konkurentem dla systemów Microsoft. Chociaż LAN Manager ma wiele zalet nie zdobył jednak popularności. Sytuacja może się zmienić po wprowadzeniu Windows 95 i innych nowych systemów firmy Microsoft.

Odrębnym zagadnieniem jest oprogramowanie wspomagające zarządzaniem pracą sieci (network management), czasochłonnym konfigurowaniem poszczególnych komputerów, prowadzące ewidencję oprogramowania, kontrolujące licencje i monitorujące pracę stacji roboczych w sieci. Dwa najlepsze programy do tego służące to **Norton Administrator for Networks** (Symantec Corp.) i **LANdesk Management Suite** (Intel Corp.). Pierwszy z nich może pracować z różnymi systemami operacyjnymi, wyświetla w przejrzysty

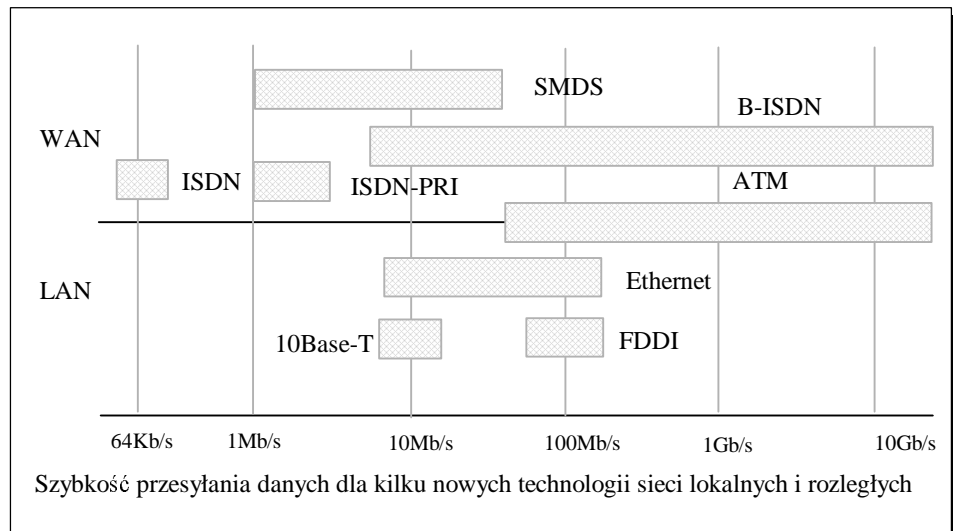
sposób zasoby stacji roboczych, nie oferuje jednak możliwości ich zdalnej kontroli. LANdesk Management Suite działa z sieciami Novella, rozpoznaje ponad 4000 różnych aplikacji (nie podaje jednak ich lokalizacji), pozwala na zdalne zarządzanie stacjami roboczymi i kontrolowanie aplikacji uruchamianych na serwerach. Microsoft produkuje oprogramowanie do zarządzania pracą sieci o nazwie Systems Management Server. Do wspomaganie administrowania sieciami lokalnymi służy też NetWare Management System (NMS) dla sieci Novellowskich oraz HP OpenView (firmy Hewlett-Packard) dla DOSu i MS-Windows.

Większe sieci dla zapewnienia sprawnego działania wymagają ciągłej opieki ze strony **administratora** lub **menadżera sieci** - nie jest to praca dla amatorów zajmujących się pielęgnacją sieci jedynie dorywczo. Administrator sieci musi dbać o sprawność połączeń (konfigurację sieci), sprawne działanie przepływu danych w sieci (jej wydajność), bezpieczeństwo sieci z punktu widzenia możliwych awarii (np. regularną archiwizację danych) jak i dostępu niepowołanych użytkowników do zasobów sieciowych, powinien zapobiegać potencjalnym problemom, sprawdzać stan serwerów plików i serwerów mocy obliczeniowej sieci.

Ankieta miesięcznika NetWorld przeprowadzona przy końcu 1994 roku wykazała, że 76% sieci komputerowych w Polsce zbudowano w oparciu o technologię Ethernet, 13% o Arcnet, 4.5% o Token Ring a prawie 4% sieci jest w technologii FDDI. Okablowanie typu skrętka używa 23% sieci Ethernet. Pojawiły się też pierwsze instalacje szybkich sieci ATM i przełączanego Ethernetu. Wśród stosowanych systemów operacyjnych wymieniono DOS (34%), Windows (29%), odmiany Unixa (15%) oraz Windows NT (4%). Systemy sieciowe to przede wszystkim NetWare, który zajął aż 75% rynku, oraz LAN Manager (Microsoft) i LANtastic (Artisoft) po 6%, LANServer (IBM) oraz PathWorks (DEC), po 3%. Prawie połowa ankietowanych korzysta z protokołu Novell IPX/SPX, a 23% z TCP/IP. Z protokołu X.25 korzysta 12% a z Netbiosu 7%, pozostałe to SNA (IBM) i DECnet. Ponieważ około 57% komputerów centralnych to maszyny IBM tak niski udział protokołu SNA jest dość zaskakujący. Rola komputerów centralnych jako serwerów sieci jest więc niewielka.

## **1.8 Sieci rozległe i sieci szerokopasmowe**

Sieci LAN spełniają swoją funkcję w obrębie budynku lub niewielkiego obszaru, na którym zainstalowanych jest do kilkuset urządzeń. Współpraca pomiędzy niezależnymi sieciami działającymi na dowolnie dużym obszarze to domena sieci korzystających z protokołu TCP/IP i systemu operacyjnego Unix. Podstawowe usługi takiej sieci: poczta elektroniczna, transfer plików (ftp) i możliwość zdalnej pracy (telnet) jako terminal wystarczają do efektywnej pracy w trybie tekstowym w sieci rozległej, składającej się z sieci LAN współpracujących z innymi sieciami LAN poprzez połączenia modemowe.



Użytkownik nie korzysta w tych sieciach z programów telekomunikacyjnych obsługujących modem a usługi w sieci lokalnej są identyczne z tymi w sieci rozległej, pomijając różnice w szybkości działania lokalnie i zdalnie. Jeśli sieć nie jest zbyt zajęta można całkiem efektywnie pracować na komputerze znajdującym się po drugiej stronie Atlantyku lub w Australii.

Protokół TCP/IP rozprzecznił się na komputerach osobistych dopiero w latach 90-tych. Coraz częściej wykorzystuje się takie komputery jako terminale stacji roboczych. Opracowano zarówno proste oprogramowanie publicznie dostępne realizujące usługi TCP/IP jak i komercyjnie sprzedawane oprogramowanie działające zarówno w środowisku DOS i Windows jak i MacIntosha i innych komputerów osobistych. Możliwy jest nie tylko transfer czy zdalna praca lecz również zdalny dostęp do plików na innych komputerach, działających pod kontrolą Unixa lub innych systemów operacyjnych, dzięki bardzo wygodnemu systemowi NFS (Network File System). Popularność World-Wide-Web (WWW, opisane w drugiej części książki) spowodowała opracowanie specjalnych serwerów dla rozproszonych baz danych udostępnianych w tym formacie. Intel oferuje taki serwer oparty na procesorze PentiumPro, zawierający zintegrowany router, specjalny podsystem obsługi komunikacji oparty na mikroprocesorze RISC i960 oraz inteligentne oprogramowanie ułatwiające konfigurację całości.

Od wielu lat mówi się o nowym standardzie, znanym jako ISDN - Integrated Services Data Network, czyli sieci danych oferujących zintegrowane usługi. Owa „integracja” odnosi się do przekazywania różnego rodzaju informacji - od danych binarnych, przez głos, faks do programów radiowych i telewizyjnych. ISDN to jedna sieć, nadająca się do wszystkiego, chociaż jej prędkość - pojedynczy kanał oferuje 64 Kbity/sekundę - nie jest

już obecnie zadawalająca. W porównaniu z lokalnymi sieciami w standardzie Ethernet, przesyłającymi dane z szybkością 10 Mbitów/sekundę jest to istotnie niewiele, atutem ISDN jest natomiast wielka elastyczność połączeń telefonicznych, ich otwartość i możliwość stosowania na rozległych obszarach. Poza tym instytucje bardziej wymagające mogą wykupić połączenia ISDN klasy T1 o szybkości 1.54 Mbita/sekundę (równoważne 24 kanałom) lub wyższych klas, oferujące jeszcze większe przepustowości. Firmy zajmujące się prognozami rynku w dalszym ciągu przewidują dużą przyszłość ISDN: w Europie około 30% wszystkich modemów w 1996 roku ma być zgodna z tym standardem. Jednolity standard Europejski (Euro-ISDN) przyjęty został dopiero w 1994 roku a oprogramowanie korzystające z usług ISDN tworzy się powoli. Szczególnie szybko rozwijają się usługi ISDN w Niemczech.

Pod nazwą „sieci szerokopasmowe” kryją się sieci o przepustowości rzędu setek i więcej megabajtów na sekundę. Ich główne zastosowania związane są z technikami wielomodalnymi, a więc przesyłaniem obrazów i wideo na odległość. Fizycznym medium po którym następuje tak szybka transmisja mogą być światłowody lub mikrofały. Jedną z bardziej znanych technologii nadających się do przesyłania 100 Mb/s jest **FDDI** (Fiber Distributed Data Interface, czyli Światłowodowy Sprzęg Rozproszonych Danych). Chociaż technologia ta nie znalazła jeszcze szerokiego zastosowania mówi się już o konieczności znacznie szybszych połączeń, rzędu Gbitów/sek, związanych z transmisją wielu kanałów wideo jednocześnie. Silną pozycję ma szerokopasmowa wersja technologii ISDN, czyli **B-ISDN** (Broadband Integrated Services Digital Network), pozwalająca na sumaryczne (tj. dla wielu równoległe przesyłanych kanałów) szybkości przesyłu nawet rzędu tysiąca Gbitów/sek. Możliwe to będzie w modzie asynchronicznym ATM (Asynchronous Transfer Mode), z którego korzysta ta technologia.

Wydaje się, że sieci oparte o międzynarodowy standard B-ISDN, stanowiąc będą przyszłość telekomunikacji, włącznie ze zwykłą telefonią i wideotelefonią. Usługi **ATM** oparte są na przesyłaniu pakietów danych, a więc nie używa się zestawianych połączeń jak ma to miejsce w tradycyjnej telefonii. Najwolniejsze połączenia ATM działające w 1992 roku przesyłały 45 Mb/s a najszybsze ponad 600 Mb/s, ale prowadzono już eksperymenty przy znacznie większych szybkościach. Standard pozwala wykorzystać połączenia o różnej szybkości i nadaje się zarówno do tworzenia sieci lokalnych jak i globalnych. Ocenia się, że koszty routerów ATM, czyli komputerów przełączających pakiety danych ATM, są na tyle niskie, że powinny one stosunkowo szybko wyprzeć centrale telefoniczne. Jest to pierwsza technologia komputerowych sieci rozległych, która jest w pełni zintegrowana z sieciami telekomunikacji publicznej. Firmy telekomunikacyjne posługują się bardzo specyficzną techniką cyfrową będą w coraz większym stopniu współpracować z firmami komputerowymi. W rozwoju technologii ATM upatruje się nadzieję na takie aplikacje jak przesyłanie programów wideo na żądanie, telekonferencje i inne zastosowania multimedialne. W Polsce sieci metropolitalne w kilku miastach używają technologii ATM korzystając z łączy światłowodowych.

Zapotrzebowanie na coraz większą przepustowość sieci komputerowych rośnie bardzo szybko ze względu na pojawienie się licznych aplikacji multimedialnych, stosujących grafikę, animacje i dźwięk w cyfrowej postaci. Najprostszym rozszerzeniem możliwości już istniejących sieci Ethernetu i Token Ring jest zrezygnowanie z klasycznej formy przesyłania pakietów (routingu) na rzecz techniki **przełączania pakietów** (packet switching technology). Jest to stosunkowo tania technologia pozwalająca na osiągnięcie w sieciach lokalnych szybkości rzędu setek Mb/sek. Zasada jej działania jest prosta: na czas trwania transmisji zestawiane jest połączenie, podobnie jak to się dzieje przy połączeniach telefonicznych. Użytkownik korzysta przez krótki czas z pełnej przepustowości sieci, węzły pośrednie nie tracą czasu na identyfikację każdego pakietu i ustalanie jego dalszej drogi. Niektórzy producenci routerów dołączają do nich przełączniki, inni rezygnują całkowicie z routerów na rzecz przełączników. Chociaż nie jest to technologia mogąca zapewnić podobną skalowalność sieci jak ATM nie wymaga zmiany infrastruktury sieci i dlatego w drugiej połowie lat 90-tych spodziewać się można jej wielkiego rozwoju.

Prowadzi się również prace nad rozszerzeniem możliwości Ethernetu. Dwa najczęściej stosowane rozwiązania szybkiego Ethernetu oparte są na protokole 100Base-TX (rozwiązanie popierane przez około 60 firm) i 100 VG/AnyLAN (popierane przez 20 firm, a wśród nich AT&T, firmę mającą wielki wpływ na ustalanie standardów w tej dziedzinie). Oferowane są karty i inne elementy sieci o szybkości 100 Mbitów/sekundę. Najlepsze rezultaty takie karty dają dołączone do magistrali PCI lub EISA.

W technice światłowodowej postęp jest bardzo szybki. Stosowane są wyrafinowane metody fizyki ciała stałego, domieszki z pierwiastków ziem rzadkich takich jak erb, by umożliwić czysto optyczne wzmacnianie sygnału przy użyciu laserów półprzewodnikowych. Inną tendencją jest dążenie do wykorzystywania zjawisk nieliniowych w światłowodach, w szczególności przesyłanie danych w postaci impulsów solitonowych. Nie wdając się w szczegóły można być pewnym, że przyszłość szybkich sieci komputerowych wygląda różowo.

Najtańszy dostęp do sieci rozległych realizowany jest w oparciu o zwykły odbiornik telewizyjny i urządzenia CD-I (Compact Disk Interactive). Jesienią 1995 roku w Wielkiej Brytanii zaczęto oferować możliwość przyłączenia odtwarzaczy CD-I poprzez modem i linię telefoniczną do lokalnych węzłów Internetu. Obraz odtwarzany jest na telewizorze a zamiast klawiatury można korzystać z jej ekranowego obrazu.

## **1.9 Połączenia bezprzewodowe.**

Coraz częściej urządzenia komputerowe wykorzystują połączenia bezprzewodowe. Na niewielką odległość stosuje się podczerwień, podobnie jak ma to miejsce w sterownikach



telewizorów lub magnetowidów. Opracowanie standardu sprzęgu na podczerwieni będące częścią systemu Windows 95 na pewno spopularyzuje ten sposób łączenia urządzeń peryferyjnych. Tak łączy się z komputerami klawiatury, myszy, drukarki czy mikrokomputery z komputerami osobistymi. Lokalne sieci komputerowe łączyć można używając fal radiowych o bardzo małej mocy, rozchodzących się lokalnie poprzez sieć elektryczną. W ten sposób nie tylko łączy się ze sobą komputery, ale i urządzenia peryferyjne, np. myszy czy drukarki. Technologia używająca szerokiego pasma fal radiowych (spread spectrum radio) zapewnia dużą odporność na zakłócenia. W użyciu są również systemy o zwiększonym bezpieczeństwie przesyłania danych - konkurencja nie śpi a fale radiowe łatwo jest podsłuchiwać. Oprócz kodowania i dekodowania stosuje się też zmienne częstotliwości przesyłania sygnałów.

Dalsza przyszłość należy do bezprzewodowych systemów pracujących na bardzo wysokich częstotliwościach. Motorola opracowała tranzystory (wykorzystując technologię arsenku galu) działające przy częstotliwościach 18 GHz. Sieci LAN wykorzystujące urządzenia nadawczo-odbiorcze zbudowane na obwodach Motoroli osiągają szybkość 15-40 Mb/s. System **Altair** sprzedawany przez Motorolę składa się z modułów sterujących (Control Module), obsługujących bezprzewodowo wyposażone w moduły użytkownika urządzenia na powierzchni do 500 m<sup>2</sup> i komunikujących się z innymi modułami sterującymi. Dla oszczędności każdy moduł użytkownika współpracuje z krótkim segmentem sieci Ethernet, zawierającym kilka urządzeń. Moc urządzeń nadawczych jest bardzo mała i nie stanowi żadnego zagrożenia dla zdrowia a przesyłane dane są na życzenie szyfrowane aby uniknąć podsłuchiwania. Technologia bezprzewodowa lokalnych sieci komputerowych nie jest jednakże konkurencją dla technologii korzystającej z kabli, gdyż jest znacznie droższa a tańsze systemy mają niewielką przepustowość.

W przenośnych komputerach modem z połączeniem radiowym (są takie od końca 1991 roku) stanowi wielkie udogodnienie. Łączność odbywa się na takiej samej zasadzie jak w sieci telefonii komórkowej, czyli na stosunkowo wysokich częstotliwościach (powyżej telewizyjnych) i przy użyciu gęstej sieci nadajników małej mocy. Wiele krajów europejskich rozwinęło już systemy telefonii komórkowej pokrywające swoim zasięgiem praktycznie cały obszar danego kraju.

Początkowo rozwinięto system przywoływania (pager system), który zawiadamiał użytkownika o tym, że usiłuje się z nim połączyć ktoś o danym numerze telefonu. Można było wówczas zadzwonić do danej osoby z budki telefonicznej. System bardzo się rozwinął i przesyła obecnie dłuższe wiadomości, np. SkyTel działający w USA ma wyjście do sieci Internet i może przysyłać automatycznie pierwszych 240 znaków dochodzącej wiadomości. Nowszy system EMBARC przesyła nawet 1500 znaków 8-bitowych (również krótkie pliki binarne), działając w oparciu o standard sieci pakietowych X.500. Odbiornik tego systemu dostępny jest w postaci karty PCMCIA-2 pasującej do niektórych notebooków. Jest to tani system, oferujący między innymi takie usługi jak darmowa subskrypcja do serwisu wiadomości dziennika *USA Today* czy

przesyłanie abstraktów artykułów z różnych dziedzin (podzielonych na 96 kategorii), przy czym całe artykuły dostępne są przez sieć przewodową. W ostatnich latach. Wszystkie systemy w USA korzystają z transmisji satelitarnej do sieci lokalnych odbiorników rozrzuconych po kontynencie amerykańskim - każda wiadomość przesyłana jest do lokalnego nadajnika a potem przez satelitę transmitowana do wszystkich stacji odbiorczych w poszukiwaniu odbiorcy na całym obszarze działania sieci. Z tego powodu opłaty nie zależą od liczby adresatów a tylko od długości przekazywanej wiadomości.

System telefonii komórkowej zaczęto budować w Polsce od połowy 1992 roku w oparciu o stosowany w krajach skandynawskich standard NMT 450 (działający na częstotliwościach 450 MHz). W ciągu najbliższych kilku lat system ten powinien być dostępny w większości miast Polski oraz na obszarze ważniejszych dróg łączących te miasta, perspektywa modemów radiowych może nie być więc taka odległa. Telefonii komórkowa wymaga dużej liczby nadajników o niewielkim zasięgu, dzięki czemu te same pasma fal radiowych można stosować w różnych, oddalonych od siebie, częściach kraju (cały obszar podzielony jest na „komórki”, przylegające do siebie obszary posługują się różnymi częstotliwościami). Zbudowany zostanie również cyfrowy system GMS działający w paśmie 900 MHz.

Dużo prostszy technicznie jest **system przywoływania (pager)**, korzystający z nadajników większej mocy do przekazywania krótkich wiadomości w postaci pakietów odbieranych przez urządzenia przywołujące. Dwa obecnie stosowane rozwiązania to przesyłanie wiadomości korzystając z nadajników UKF i droższy, ale pewniejszy system wykorzystujący sieć swoich własnych nadajników. W Polsce od 1992 roku działa system przywoławczy TELEPAGE, oparty o urządzenia firmy Motorola nadające na częstotliwości 160 MHz. Jego sygnały odbierane są w miastach we wnętrzach budynków i samochodów. Informację przeznaczoną do wysłania przekazuje się telefonicznie do centrali systemu telefonicznie, faksem, bezpośrednio przez modem lub specjalny generator dźwięków („beeper”). Centrala czynna jest przez cały rok bez żadnych przerw. Informacja wyposażona w adres pagera dla którego jest przeznaczona wysyłana jest jednocześnie przez wszystkie nadajniki systemu na całym terytorium Polski. Jedna wiadomość nie może być dłuższa niż 200 znaków a jej przekazywanie trwa niecałe 5 sekund. Wiadomości są kodowane w sposób wykluczający ich podsłuch przez nieupoważnione osoby. Wyjście poza zasięg systemu przywoławczego sygnalizowane jest przez odbiornik. Takiego systemu nie można zastosować w telefonii komórkowej ze względu na zbyt wielką liczbę jednoczesnych rozmów na większym obszarze kraju - system pracujący w jednym paśmie nie powinien mieć więcej niż 20 tysięcy abonentów. System TELEPAGE dopuszcza powstawanie podsystemów zarządzanych przez niezależne instytucje przekazujące bezpośrednio informacje do nadajnika, a nie do centrali. System przywoływania POLPAGER posługuje się istniejącymi nadajnikami UKF pokrywając około 90% powierzchni kraju. Dodatkowe usługi systemów przywoływania obejmują np. podawanie kursu walut, notowania giełdowe czy prognozy pogody.

Urządzenie odbiorcze Motorola Advisor waży niewiele ponad 100 gramów, ma niecałe 2 cm grubości i rozmiary karty kredytowej. Wyposażone jest w pamięć pozwalającą przechowywać około 40 wiadomości - każda z nich zaopatrzona jest w godzinę i datę nadejścia. Informacje można wydrukować korzystając ze specjalnego łącza z drukarką. Pager może pracować dodatkowo jako zegarek z budzikiem i notatnik. Koszty korzystania z systemu przywoławczego są kilkukrotnie niższe niż koszty telefonii komórkowej. Do usług specjalnych systemu TELEPAGE należy przekazywanie kursów walut NBP i wiadomości z Warszawskiej giełdy.

Przesyłanie danych na większe odległości możliwe jest również przy użyciu normalnych krótkofalówek. Nazywa się to „**radiem pakietowym**” (**packet radio**), gdyż dane wysyłane są w postaci niewielkich grup (pakietów) bajtów, przesyłanych przez różnych użytkowników na tych samych częstotliwościach. Używany przy tym sprzęt, nazywany TNC (Terminal Node Controller czyli Kontroler Węzła Terminala) automatycznie dzieli informację na pakiety i dokonuje korekcji błędów. Nie tylko możliwy jest bezpośredni dialog pomiędzy dwoma amatorami krótkofalarstwa, zamiast głosu czy alfabetu Morsa otrzymujemy informacje na ekranie - można też przysyłać pliki, zostawiać wiadomości w „skrzynce pocztowej” komputera, jeśli operatora akurat nie ma w pobliżu, a nawet prowadzić w ten sposób BBS, czyli Bulletin Board Service. Większość z BBS-ów osiągalnych radiem pakietowym specjalizuje się w informacjach dotyczących krótkofalarstwa. Najczęściej radio pakietowe działa na stosunkowo niewielkim obszarze, od niedawna dokonuje się też łączności dalekiego zasięgu (w żargonie krótkofalarskim DX-ów). Jako ciekawostkę warto dodać, że jedna z pierwszych sieci komputerowych na świecie, założona pod koniec lat 60-tych na hawajskich wyspach sieć Aloha, korzystała z łączności radiowej.

Lokalnie na wysokich częstotliwościach radio pakietowe stosuje modemy na 1200 bps, przy komunikacji na większe odległości najczęściej możliwa jest szybkość tylko 300 bps. Samo przesyłanie odbywa się zgodnie ze standardem AX.25 - jest to o tyle istotne, że sieć radia pakietowego dopiero się organizuje i musiała sobie wypracować własne standardy. sieć ta objęta jest podobnymi przepisami jak normalne stacje krótkofalowe. W sieciach Internetu w wielu miejscach na świecie przechowywane są informacje dotyczące radia pakietowego, do pewnych grup radia pakietowego można też wysłać wiadomości przez normalną sieć Internetu (jest to „wejście”, czyli gateway).

Wiele satelitów wysyła na ziemię informacje, które amatorzy radia pakietowego mogą odebrać i analizować, np. zdjęcia z satelitów meteorologicznych lub astronomicznych. Komercyjna telewizja satelitarna nadaje na niektórych kanałach zamiast dźwięku informacje i programy, np. PRO 7 na satelicie Astra 1A. Ich odbiór wymaga specjalnego dekodera.

Oprócz typowych sieci telefonii komórkowej budowane są (zwłaszcza w USA) specjalne radiowe sieci pakietowe, połączone ze standardowymi sieciami przewodowymi, takimi jak Internet czy komercyjnymi jak MCI Mail. Systemy RF, jak nazywa się

beprzewodowe systemy łączności pakietowej, działają na częstościach około 900 MHz. Do końca 1993 roku w zasięgu działania sieci RAM Mobile Data (jednej z 3 sieci radiowych o ogólnokrajowym zasięgu) znalazło się ponad 90% ludności mieszkającej na terenach uprzemysłowionych w USA. Podobne sieci organizowane są w krajach Europy Zachodniej. Korzystają z nich przede wszystkim pracownicy dużych firm przemysłowych i agencji rządowych prowadzących prace w terenie. W Wielkiej Brytanii w połowie 1993 roku przeprowadzono pierwszą jednoczesną transmisję mowy i danych tekstowych siecią cyfrowej telefonii komórkowej **GSM** (Global System for Mobile). Sieć ta umożliwia dostęp do usług ISDN w samochodach. Systemy telefonii cyfrowej mają pewne zalety w porównaniu z systemami analogowymi, np. możliwość trudnego do złamania kodu szyfrowania wszystkich rozmów. Pewnym problemem jest jeszcze brak standardów cyfrowej telefonii komórkowej na świecie, ale w tej dziedzinie prowadzi się intensywne prace.

System **Immarsat** obejmuje swoim zasięgiem całą Ziemię oprócz okolic podbiegunowych. Oferuje on zarówno globalną łączność telefoniczną jak i możliwość przesyłania danych bezpośrednio z naziemnych stacji nadawczo-odbiorczych. System ten korzysta z czterech satelitów na geostacjonarnych orbitach. W Polsce usługi tego i innych satelitów (Intersat, Intersputnik, Eutelsat i VSAT) dostępne są za pośrednictwem TPSA.

W lipcu 1992 roku Motorola podjęła pierwsze komercyjne próby swojego systemu EMBARC (Electronic Mail Broadcast to a Roaming Computer, czyli Przesyłanie Elektronicznej Poczty do Wędrującego Komputera). Motorola produkuje radiowe modemy (o nazwie handlowej *Newsstream*) do komputerów przenośnych i stacjonarnych. Na początku 1993 roku kilka firm rozpoczęło sprzedaż takich „osobistych urządzeń komunikacyjnych” (Personal Communicators). Jednym z nich będzie mocno reklamowany jeszcze przed zbudowaniem Apple Newton, wyprzedziła go jednak kalifornijska firma EO współpracująca z gigantem wśród firm telekomunikacyjnych, AT&T. Wyprodukowany przez EO penbook oparty jest na mikroprocesorze Hobbit AT&T (dorównujący mocą obliczeniową i486) i korzysta z systemu łączności komórkowej AT&T Easy-Link.

Fascynującym systemem w stadium testów jest TAL (akronim nazwy firmy Tetherless Access Ltd), mający połączyć ze sobą drogą radiową wszystkie komputery na obszarze zurbanizowanym w pewnego rodzaju samoorganizującą się strukturę. Komputery wyposażone w nadajniki mają w niej służyć jako routery pakietów, przesyłając je podobnie jak w sieciach Internetu czy Fidonet.

Koszty przesyłania danych drogą radiową są na razie wysokie. Przesłanie 500 KB danych przez telefon komórkowy kosztowało na początku 1993 roku w USA około 85\$, przez system RF około 300\$ a przez satelitę (Immarsat) aż 5000\$. Niezależnie od kosztów przesyłania danych wysokie są również koszty sprzętu. Szybkość przesyłania danych nie przekracza zwykle 2400 bps, chociaż kilka nowych projektów zamierza podnieść szybkość do 19200 bps. Technologia CDPD (Cellular Digital Packet Data, czyli

komórkowe cyfrowe dane pakietowe) wykorzystuje nieużywane kanały telefonii komórkowej do szybszego przesyłania danych. Inną wadą systemów RF jest brak standardów modemów radiowych - każdy system używa swoich modemów. Nie ma jednak wątpliwości, że przed bezprzewodową globalną łącznością jest duża przyszłość.

## **1.10 Faks i teleks na komputerze**

Technika przesyłania faksów łączami telefonicznymi powstała w połowie lat 70-tych i nie uległa wielkiej zmianie od tego czasu. Faks, nazywany fachowo „aparatem telekopiowym”, ma wbudowany skaner o stosunkowo niskiej rozdzielczości (8 pikseli/mm, czyli około 200 dpi w poziomie oraz 3.85 linii/mm w pionie, czyli niecała 100 dpi), zamieniający obraz na kartce papieru na ciąg bitów przesyłanych przy pomocy modemu linią telefoniczną i drukowanych najczęściej na drukarce termicznej wbudowanej w aparat faksowy. Niektóre fakсы mają podwyższone zdolności rozdzielcze do 15.4 linii/mm (superfine) oraz możliwość pracy odcieniowej (half-tone), dzięki czemu można rozróżnić do 64 stopni szarości na obrazach rastrowych. Komputery ułatwiają proces wysyłania faksów nie wprowadzając w nim istotnych zmian. Karty faks-modem i karty faks-modem-teleks nie są drogie, chociaż prywatnym użytkownikom trudno jest trzymać przez 24 godziny na dobę komputer podłączony do linii telefonicznej by służył jako fax. Jeżeli jednak wysyłamy często fakсы, pisząc je przy użyciu komputera, to zamiast drukować tekst a potem wysłać go faksem bardziej opłaca się wysłać go bezpośrednio z komputera. Z drugiej strony jeśli najczęściej nasze fakсы to materiały pisane ręcznie lub materiały graficzne to wstępne skanowanie a potem faksowanie, chociaż możliwe, jest jednak bardziej kłopotliwym rozwiązaniem. Karty faksu mogą odbierać dane pracując „w tle”, w czasie wykonywania się innych programów.

Drukowana strona tekstu zawiera do 4 tysięcy znaków, czyli 4 KB.

Przesłanie jednej strony przy pomocy różnych metod zajmuje:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Telefonicznie (przeczytanie tekstu) | 5-10 minut                                |
| Teleksem                            | 1-2 minut.                                |
| Telefaksem (zależnie od jakości)    | 0.5 - 1 minuty, w sieciach ISDN 10 sekund |
| Modemem 300 bitów/sek               | 3 minuty                                  |
| Modemem 1200 bitów/sek              | 0.5 - 1 minuty                            |
| Modemem 2400 bitów/sek              | 10-20 sekund                              |
| Modemem 9600 bitów/sek              | 3-5 sekund (bez kompresji danych)         |

Programy do obsługi faksu napisane na komputery osobiste i działające w środowisku Windows są łatwe w obsłudze i pozwalają zamieniać obraz graficzny na kody ASCII dzięki wbudowanemu oprogramowaniu OCR. Oprogramowanie takie można używać

również w sieci lokalnej wyróżniając jeden z komputerów jako serwer faksów. Pozwala to na pełną kontrolę połączeń faksowych i precyzyjne rozliczenia finansowe. Najbardziej zaawansowane oprogramowanie pozwala na przetwarzanie faksów na tekst przy pomocy oprogramowania OCR. Oprogramowanie faks-modem pojawiło się w połowie lat 90-tych w polskiej wersji i sprzedawane jest najczęściej z modemami.

Największa dopuszczalna szybkość transmisji faksowej to 14.4 Kbitów/sekundę a szybkość najczęściej w naszych warunkach stosowana to 2400 lub 4800 bitów/sekundę. Średnio przesłanie informacji przy pomocy faksu zajmuje około 10 minut: składa się na to wybieranie numeru telefonu, czekanie na połączenie, inicjacja nadawania i samo przesyłanie grafiki. W dużych firmach, wysyłających setki faksów dziennie, stosuje się faks-serwery, wyspecjalizowane urządzenia które przyjmują fakсы z komputerów podłączonych do lokalnej sieci i wysyłają je ustawiając w kolejce. Takie oprogramowanie jak FaxWare może obsługiwać do 1000 użytkowników i 64 linii telefonicznych. Oprogramowanie faks-modemów pozwala między innymi na kompresję przesyłanych danych. Oprogramowanie klasy 1 (Class1) wymaga zaangażowania do kompresji i dekompresji procesora nadającego i odbierającego komputera. Urządzenia faks-modem klasy 2 (Class2) mają wbudowaną elektronikę dokonującą takich operacji niezależnie od komputerów. Oprócz klasy urządzeń faksowych dzieli się je jeszcze na grupy. Pierwsze dwie grupy, G1 i G2, to aparaty analogowe, stosunkowo powolne i już rzadko stosowane; grupa G3 to najbardziej rozpowszechnione urządzenia cyfrowe pracujące na zwykłych łączach telefonicznych a grupa G4 to aparaty dla linii ISDN.

Jednym z najprostszych sposobów wykorzystania komputerów w łączności są programy komunikacyjne przeznaczone do przechowywania książki telefonicznej i zestawiania połączeń. Niektóre z tych programów mogą również dokonywać zestawień miesięcznych kosztów rozmów telefonicznych. Ponieważ jest to stosunkowo duży rynek pojawiły się wyspecjalizowane komputery, takie jak TeleVox (Vox Technologies Inc.) pozwalające na wprowadzanie informacji nie tylko z klawiatury lub dołączonego komputera, ale również przy pomocy głosu i przez automatyczne zapamiętywanie połączenia i wprowadzanie danych przy pomocy tarczy telefonicznej. Powstają już pierwsze polskie programy do obsługi telefonów, np. **Telefon dla Windows** (Studio JZK).

## **1.11 Telekomunikacja komputerowa.**

Coraz częściej centrale telefoniczne to wyspecjalizowane komputery, posługujące się własnymi językami programowania. Nowoczesne techniki komunikacyjne są nie do pomyślenia bez urządzeń komputerowych. Cyfrowe centrale nie tylko umożliwiają liczne usługi telefoniczne, niemożliwe do zrealizowania za pomocą starszej techniki, lecz również zestawiają połączenia w sposób natychmiastowy, używając modulacji wysokości tonu zamiast modulacji impulsowej (słyszymy tony o różnej wysokości zamiast

terkotania, pozwalającego zliczyć impulsy by stwierdzić, którą wybraliśmy cyfrę). W sieciach telefonicznych przesyła się nie tylko dźwięki, lecz również informację wizualną. Możliwości współczesnych sieci telefonicznych są ogromne i można by na ich temat napisać osobną książkę.

Wideokonferencje na większe odległości możliwe są dzięki łączności satelitarnej - posiadacze odbiorników telewizji satelitarnej mogą obserwować ich przebieg, jeśli informacje z wideokonferencji nie są zakodowane. Sprzęt do odbioru satelitarnego jest obecnie równie tani, jak sprzęt telewizyjny. Sprzęt pozwalający na bezpośrednią łączność satelitarną, a więc nie tylko odbiór, ale i wysyłanie sygnałów, nie jest dużo droższy. Orbity geostacjonarne są już zatłoczone i otrzymanie licencji na nowego satelitę telekomunikacyjnego jest bardzo trudne. Znacznie prostsze jest przesyłanie głosu przez sieci rozległe. Program Internet Phone (VocalTec Inc, <http://www.vocaltec.com>) pozwala na traktowanie Internetu tak, jak sieci telefonicznej. Jest to program przeznaczony dla MS-Windows, korzystający z możliwości standardowych kart dźwiękowych komputerów osobistych. Dzięki kompresji głosu do rozmowy w czasie rzeczywistym wystarcza przepustowość linii rzędu 7 Kilobitów/sek. Firma VocalTec założyła już swoje własne serwery **irc**, pozwalające na prowadzenie dyskusji grupy ludzi ([irc.puver.com](http://irc.puver.com), [iphone.vocaltec.com](http://iphone.vocaltec.com)). Jest to obecnie najtańszy sposób przesyłania informacji głosowej przez Internet.

Rodzaje usług pocztowych mogą być różne, począwszy od używania normalnych linii telefonicznych do komunikacji poprzez modem, dzierżawienia zwykłej linii telefonicznej lub linii specjalnej do specjalnych usług dla komunikacji komputerowej, takich jak DATEX-P, sieć niemiecka, pobierająca opłaty od liczby przesłanych bitów, a nie od odległości czy czasu trwania połączenia. Odpowiednikiem tej sieci u nas jest **POLPAK**, czyli powstająca właśnie polska sieć pakietowa. Połączenie dwóch komputerów ze sobą przy pomocy modemu wymaga zestawienia połączenia telefonicznego pomiędzy dwoma punktami. Sieci pakietowe korzystając z tych samych łączy pozwalają na wybór takiej drogi połączenia, która jest najmniej obciążona. Stosowany w nich protokół transmisji X.25 w nich stosowany jest bardziej niezawodny od stosowanych przy bezpośrednim połączeniu komputerów modem-modem. Docelowo usługi tej sieci obejmować będą nie tylko elektroniczną wymianę danych i dostęp do baz danych, ale i usługi komercyjne, takie jak rezerwacje biletów i hoteli a nawet robienie zakupów.

Sieć **POLPAK** została oficjalnie uruchomiona w czerwcu 1992 roku, obejmując początkowo 18 węzłów w całej Polsce. Administrowana jest przez Telekomunikację Polską SA (TPSA). W 1993 roku, w czasie wrześniowych wyborów 1993 roku sieć ta dobrze zdała egzamin. Abonent może wykonać jednocześnie kilka połączeń z innymi abonentami tej sieci, przysyłać pocztę elektroniczną, korzystać z usług sieci teleksowej i telefonicznej oraz nawiązać kontakt z abonentami innych sieci teleinformatycznych. Dla najbardziej wymagających klientów przewidziano łączność satelitarną VSAT w obrębie całej Europy.

Sieć POLPAK zbudowana jest w oparciu o sprzęt francuski ALCATEL i korzysta z linii o szybkości 9600 bitów/sek a na niektórych odcinkach między węzłami 2 Mb/sek. Planowane są przyłącza abonenckie 64 Kb/sek i rozbudowa sieci w oparciu o światłowody. Do sieci przyłączyć się można przez wynajęte łącze telefoniczne korzystając z komputera osobistego wyposażonego w kartę X.25 i wypożyczony od POLPAK modem (pełne usługi) lub taniej, przez publiczną sieć telefoniczną, korzystając tylko z modemu. Standardowa długość pakietu wynosi 128 bajtów. Do usług specjalnych sieci zalicza się możliwość stworzenia zamkniętej grupy użytkowników, opłatę przez wywołanego abonenta kosztów połączenia, automatyczne przełączenie połączenia na inny adres. Możliwa powinna być współpraca sieci POLPAK z akademickimi sieciami komputerowymi oraz udostępnienie jej usług nie ograniczające się tylko do stałych użytkowników.

Centrum Informatyczne Centralnego Urzędu Planowania używa sieci pakietowej CUPAK (pracującej w oparciu o protokół zgodny z standardem X.25) dla komunikacji z ministerstwami, urzędami administracji państwowej i „innymi wybranymi instytucjami”. Dostęp do tej sieci odbywa się zarówno przez linie dzierżawione jak i publiczne (komutowane). Sieć ta pozwala również przekazywać wiadomości do sieci NASK (Naukowa Akademicka Sieć Komputerowa), a więc jest częścią sieci Internet, tworząc w niej obszar określany jako „domena gov.pl”, gdyż w adresach komputerów stanowiących węzły tej sieci końcówką stanowić będzie właśnie „gov.pl”. Używa się w niej instalacji komputerowych działających w systemie Unix. CUPAK umożliwia nie tylko przesyłanie korespondencji pocztą elektroniczną, ale również uzyskanie połączenia z siecią teleksu i faksu.

Sieć TELBANK, obsługująca początkowo tylko banki, również oferuje usługi komercyjnego przekazywania danych. Bardzo rozległą siecią jest KOLPAK, powstały na usługi kolei i oferujący przekazywanie danych agencjom rządowym, biuram poselskim i innym użytkownikom. Istnieją też w Polsce wyspecjalizowane sieci komercyjne, np. sieć obsługująca zakłady Totolotka.

## **1.12   Komputerowa „poczta głosowa”.**

W ostatnich latach bardzo rozpowszechniły się inne sposoby komunikacji przy użyciu komputera. Nazywa się to „pocztą głosową” (**voice mail**) i pozwala na założenie dźwiękowej bazy danych, z którą użytkownik komunikuje przez naciskanie klawiszy telefonu (musi to być jednak telefon wysyłający tony o różnej wysokości a nie impulsy, tak jak telefony z tarczą) lub przez wydawanie poleceń głosem. Realizacja poczty głosowej, rozwiniętej przy końcu lat 80-tych głównie w Stanach Zjednoczonych, możliwa jest dzięki kilku elementom: cyfrowym centralom telefonicznym, możliwościom zapisu głosu w pamięci komputera i odpowiednim bazom danych. Bardziej zaawansowane



systemy tego rodzaju przyjmują również polecenia wydawane głosem. Możliwe jest rozpoznanie do kilkuset słów kluczowych i w ten sposób wybieranie informacji z bazy danych a nawet zakładanie własnej bazy. Przykładem zastosowania takich baz jest system pozwalający na telefoniczne składanie zamówień o dowolnej porze w jednym z 8 języków. Systemem będącym rezultatem prac w dziedzinie sztucznej inteligencji jest **Janus**, produkt konsorcjum amerykańsko-japońsko-niemieckiego, pozwalający na natychmiastowe tłumaczenie mowy ciągłej w czasie rozmowy telefonicznej prowadzonej w jednym z języków: angielskim, japońskim lub niemieckim na inny należący do tej grupy. Chociaż systemy takie są w dalszym ciągu bardziej sztuczne niż inteligentne w zastosowaniach biznesowych mogą sobie radzić całkiem dobrze.

Najnowsze systemy komunikacyjne przeznaczone dla niewielkich firm oferują na jednej karcie modem, faks i **pocztę głosową**. Karta po odebraniu sygnału linią telefoniczną automatycznie przełącza się na odpowiedni tryb pracy. Usługi te działają mogą w tle, pozwalając nam wykorzystywać komputer w czasie odbierania lub nadawania wiadomości do innych celów. Oznacza to, że program rezyduje cały czas w pamięci zmniejszając przez to jej użyteczną część. Pliki z informacją głosową nie są małe - pomimo kompresji jedna minuta zajmuje około 200 KB, obniżenie jakości (przez zmniejszenie częstości próbkowania przy nagrywaniu) pozwala nieco zaoszczędzić pamięć dyskową. W najprostszym przypadku program poczty głosowej pracuje w trybie elektronicznej sekretarki, odtwarzając nagraną wiadomość i nagrywając odpowiedzi w skrzynkach głosowych. Takie skrzynki można zabezpieczyć hasłem zapobiegając podsłuchiwanemu skierowanych do nas rozmów prywatnych. Rozpoznawanie rodzaju połączenia (faks, modem lub głos) następuje automatycznie. Systemy poczty głosowej umożliwiają zdalne odczytywanie wiadomości, natychmiastowe przewijanie i pełną obsługę programu przez naciskanie przycisków telefonu, z którego dzwoniemy. Można np. zaprogramować system tak, by przekazał on telefonicznie wiadomość o określonej godzinie (odtworzył nagranie lub wysłał faks). Bardziej wyrafinowane funkcje systemu poczty głosowej obejmują telefoniczną prezentację wielopoziomowego menu pozwalające osobie dzwoniącej na dotarcie do informacji sterując komputer przez naciskanie cyfr (funkcja ta działa niestety tylko dla elektronicznych central telefonicznych o modulacji wysokości dźwięku, rzadko u nas spotykanych) lub proste odpowiedzi.

„Komputerowo zintegrowana telefonia” (CIT, Computer Integrated Telephony) to najnowsza technologia zmierzająca do usprawnienia możliwości poczty głosowej przez wprowadzanie techniki rozpoznawania rozmówcy dzięki automatycznej identyfikacji numeru dzwoniącego lub jego głosu. Pozwala to na bezpośrednie skierowanie rozmówcy do właściwej osoby, banku danych lub obsługującego programu. Przykładem zastosowania takiego systemu jest automatyczne połączenie dzwoniącego klienta z odpowiednim specjalistą, znajdującym się w dowolnym oddziale firmy na terenie całego świata, który może udzielić mu właściwej porady. System czuwający nad obciążeniem poszczególnych pracowników stara się równomiernie rozłożyć pracę oszczędzając przy tym czas klientom. Każdy klient może otrzymać swój własny profil i dane na temat jego poprzednich kontaktów z firmą pojawiają się na ekranie komputera w chwili jego

identyfikacji. System CIT stwarza ogromne możliwości firmom działającym na międzynarodowych rynkach zwiększając ich konkurencyjność, możliwości marketingu i obsługi klientów. Niezbędnym warunkiem użyteczności takiego systemu jest oczywiście sprawnie działająca sieć telefoniczna, np. możliwość telekonferencji wielu osób jednocześnie lub przerzucenie kosztów rozmowy międzymiastowej na firmę, z której usług korzystamy.

**VoysAccess** (Voysys Corporation) jest przykładem oprogramowania łączącego możliwości poczty głosowej z bazą danych Fox Pro. System odbiera telefon, odtwarza wstępny komunikat (wyposażony jest w pełne studio dźwiękowe pozwalające na nagrywanie i cyfrową obróbkę dźwięku), odbiera i rejestruje informacje, odczytuje informacje z bazy danych korzystając z sygnałów przesłanych z telefonu (w systemie modulacji tonowej, a więc tylko tam, gdzie mamy telefon z przyciskami zamiast tarczy i elektroniczne centrale telefoniczne). Dla uzyskania informacji użytkownik musi przedstawić swój numer identyfikacyjny. Główną trudnością w stworzeniu takich baz danych jest opracowanie właściwych skryptów przewidujących wszystkie pytania telefonujących klientów. Program sprzedawany jest z kartą Dialogic do analizy i syntezy głosu.

Sieci komputerowe mogą w pełni zastąpić telefon. Creative Labs, znany producent kart dźwiękowych do komputerów osobistych, wprowadził w 1995 roku na rynek system **Phone Blaster**, tanią kartę z modemem i oprogramowaniem, przeznaczonym do integracji poczty elektronicznej (tekst), faksów (grafika) i poczty głosowej. Dzięki kompresji danych użytkownik takiego systemu może rozmawiać z innymi w czasie rzeczywistym lub rozsyłać wiadomości dźwiękowe do wielu użytkowników zwykłą linią telefoniczną. Jednakże prawdziwą rewolucję w integracji komputerów i telefonii mamy dopiero przed sobą. Już w 1996 roku Novell powinien wprowadzić różne usługi poczty głosowej w sieciach lokalnych w ramach systemu NTS (NetWare Telephony Services). Będą one obejmować nie tylko przesyłanie wiadomości głosowych, nagrywanie i głośne odczytywanie tekstów lecz również rozpoznawanie mowy i reakcję komputera na polecenia słowne.

Standard sterowania robotami wymuszony został przez firmę General Motors. Nazywa się go **MAP** (Manufacturing Automation Protocol). Jest to specjalna wersja protokołów LAN. Można dzięki niej sterować procesami produkcji w ten sam sposób w różnych fabrykach, rozrzuconych po całym świecie.

## Literatura

Frank J. Derfler Jr, Les Freed, *Jak działają sieci* (Wydawnictwo Naukowe PWN 1995)  
Tomasz Zydorowicz, *PC i sieci komputerowe* (Wydawnictwo PLJ, Warszawa 1993)