

# **Budowa i eksploatacja sieci X.25**

Autorzy: Paweł Hadam, Maria Gawron IVFDS

## SPIS TREŚCI

<a href="#">Streszczenie</a> .....	3
<a href="#">1. Rys historyczny</a> .....	4
<a href="#">2. Cechy charakterystyczne sieci x.25 z przełączaniem pakietów</a> .....	4
<a href="#">3. Model warstwowy sieci x.25</a> .....	5
<a href="#">3.1 Warstwa fizyczna</a> .....	5
<a href="#">3.2 Warstwa łącza danych</a> .....	5
<a href="#">3.3 Warstwa sieciowa</a> .....	6
<a href="#">3.4 Standardy protokołów i urządzeń dostępowych</a> .....	6
<a href="#">4. Zasady działania sieci x.25</a> .....	6
<a href="#">4.1 Adresowanie</a> .....	7
<a href="#">4.2 Udogodnienia</a> .....	8
<a href="#">4.3 Przebieg połączenia w X.25</a> .....	8
<a href="#">4.4 Rozłączenie połączenia</a> .....	9
<a href="#">5. Rodzaje połączeń i specyfikacje dotyczące sieci x.25</a> .....	9
<a href="#">Literatura</a> .....	12

## **STRESZCZENIE**

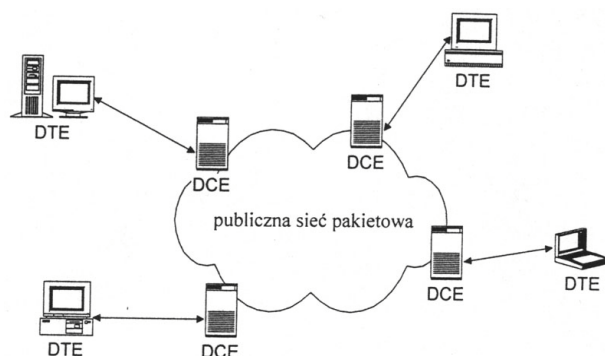
Celem tej pracy jest zapoznanie się czytelnika z zasadami działania sieci pakietowych typu X.25. Pokróćce zaprezentowaliśmy historię powstania i rozwój tego typu sieci. Zostały także wypunktowane najważniejsze cechy tego standardu, który mimo że liczy już sobie ponad 20 lat jest wciąż jednym z bardziej popularnych. W tego typu sieciach komunikacja opiera się na trzech najniższych warstwach modelu ISO/OSI tj. warstwie fizycznej, warstwie łącza danych i warstwy sieciowej. Do każdej z nich jest przydzielony odpowiedni protokół, który obsługuje dane na poziomie swojej warstwy. Specyfikacje dotyczące każdego z nich zostały umieszczone przez CCITT w zaleceniach z serii X.

## 1. RYS HISTORYCZNY

Jest to jeden z najstarszych standardów sieci rozległych. Jego początki sięgają wczesnych lat sześćdziesiątych, kiedy budowa sieci pakietowych była w fazie eksperymentów (RAND Corporation – 1964r.). Dalsze badania prowadzone w latach 1968- 1975 doprowadziły do powstania pierwszej rozległej sieci pakietowej ARPANET (Advanced Research Project Agency Network). Dzięki niej zostały połączone najważniejsze ośrodki militarne, badawcze i rządowe. W 1983r. część wojskowa przeobraziła się w MILNET (Military Network), natomiast z pozostałej części powstała nowa jednostka DARPA (Defense ARPA) – załóżek ogólnoświatowej sieci Internet. W ciągu niedługiego okresu czasu powstało wiele różnych, komercyjnych wersji sieci pakietowych (Telnet, Datapac, Scannet, Euronet), które swoim zasięgiem obejmowały coraz większe obszary. Jednak różnorodność wyżej wymienionych uniemożliwiała komunikację i wymianę informacji pomiędzy nimi. W tym celu powstał standard X.25, który został ustanowiony przez CCITT/ITU-T (Comite Consultatif International des Telecommunications). Pierwsza publikacja miała miejsce w 1974r. i była wielokrotnie aktualizowana (ostatnio w 1993r.). Początkowo był przeznaczony do transmisji z szybkością do 64 kb/s, ale ostatnia aktualizacja zwiększyła tą wartość do 2048 kb/s. [1,3]

## 2. CECHY CHARAKTERYSTYCZNE SIECI X.25 Z PRZEŁĄCZANIEM PAKIETÓW

- Realizacja przekazów pakietowych w trybie połączeniowym
- Możliwość segmentacji sieci transmisyjnej za pomocą połączeń wirtualnych: trwałych typu PVC (Permanent Virtual Circuit) lub komutowanych typu SVC (Switched Virtual Circuit)
- Wysoka redundancja i efektywność połączeń wraz z korekcją połączeń
- Transmisja dwukierunkowa przez linie komutowane lub dedykowane
- Analogowy bądź cyfrowy przekaz danych (wyłącznie dane)
- Ustalona długość pakietu (od 16 do 4096 bajtów) w konkretnej sieci X.25
- Sprawdzanie poprawności przekazu pakietu na całej trasie, co prowadzi do generowania opóźnień (latency) przez kolejne węzły sieciowe
- Prowadzenie transmisji synchronicznych i asynchronicznych
- Dobra odporność na zakłócenia istniejące na liniach przesyłowych
- Możliwość konwersji protokołów (kodów, formatu i szybkości)
- Możliwość transmisji priorytetowych
- Normalizowanie zasad współpracy pomiędzy urządzeniami definiowanymi jako DTE i DCE gdzie:
  - **DTE** – to urządzenie końcowe transmisji danych, czyli urządzenie należące do abonenta sieci, np. terminal komputerowy
  - **DCE** – stanowi węzeł sieci, czyli urządzenie komunikacyjne transmisji danych należące do przedsiębiorstwa będącego właścicielem sieci. [1]



Rys.2.1 Struktura sieci X.25

### 3. MODEL WARSTWOWY SIECI X.25

Protokół X.25 jest jednym z najstarszych protokołów przez co jego budowa i działanie są dosyć interesujące. W przyjętym standardzie wprowadzono trypoziomowy model komunikacji, który został oparty o trzy najniższe warstwy modelu ISO/OSI.

#### 3.1 Warstwa fizyczna

Warstwa fizyczna zapewnia fizyczne połączenie między DTE i DCE. W warstwie fizycznej (pierwsza warstwa X.25) głównym elementem jest styk X.21, X.21-bis/RS232C, RS449/442 i V.35, zgodne z normami EIA (Electronic Industry Association) np. EIA/TIA-232, EIA-530, G.703, które współpracują z fizycznym medium transportowym. Są one określone przez charakterystyki dotyczące właściwości funkcjonalnych, elektrycznych i mechanicznych. Muszą one także odpowiadać za nawiązanie, utrzymanie i zerwanie połączenia między DTE (Data Terminal Equipment – terminal, karta sieciowa lub router) i DCE (Data Communication Equipment - modem). Oprócz tego do głównych zadań należy także zaliczyć wykrywanie uszkodzeń i testowanie toru transmisyjnego oraz wymuszanie retransmisji w przypadku znalezienia błędów.

#### 3.2 Warstwa łącza danych

Warstwa łącza danych umożliwia utworzenie niezawodnego kanału logicznego w oparciu o zawodny kanał fizyczny. Warstwa łącza danych X.25 realizuje:

- kontrolę błędów,
- sterowanie przepływem danych,
- numerowanie ramek, zgodnie z mechanizmem okienkowym,
- prowadzenie statystyk wszystkich typów ruchu.

Zalecenie CCITT X.25 przewiduje zastosowanie protokołu LAP, a zwłaszcza użycie zrównoważonej procedury dostępu *Link Access Procedure Balanced* (LAPB), jako protokołu warstwy łącza danych. „Zrównoważony” oznacza tutaj, że w protokole LAPB kontrola nad łączem jest w równym stopniu realizowana przez urządzenia DTE i DCE.

Protokół LAPB komunikuje się w trybie asynchronicznym i wykorzystuje do tego 3 rodzaje ramek:

- Informacyjne (Information frame) – przenoszące komunikaty
- Zarządzające (Supervisory frame) – odpowiedzialne za kontrolę
- Nienumerowane (Unnumbered frame) – odpowiedzialne za sterowanie

Głównym zadaniem tego protokołu jest przesyłanie ramek przez łącza o bardzo dużym współczynniku zakłóceń.

### **3.3 Warstwa sieciowa**

Trzeci poziom – pakietowy (trzecia warstwa sieciowa) obsługuje protokół PLP, który ma kluczowe działanie na pakietach w sieciach X.25, który realizuje szereg ważnych funkcji, w tym:

- dokonuje wyboru trasy przesyłania pakietów przez podsieć komunikacyjną,
- przeciwdziała przeciążeniom sieci, w tym powstaniu zakleszczeń w węzłach sieci,
- odpowiada, w przypadku wzajemnej współpracy sieci komputerowych, za „przezroczysty” przekaz informacji między sieciami, dokonując w szczególności segmentacji i resegmentacji przesyłanych pakietów, a także
- definiuje formaty pakietów (ok. 30 różnych pakietów wykorzystywanych zarówno do przesyłania danych jak i obsługi ruchu służbowego), które będą przesyłane przez publiczną sieć pakietową z jednego DTE do drugiego. [1,3]

Protokół warstwy 3 standardu X.25 wraz z protokołem IP, wchodzącym w skład protokołów serii TCP/IP i IPX należy obecnie do najczęściej używanych protokołów warstwy sieciowej.

### **3.4 Standardy protokołów i urządzeń dostępowych**

Protokół X.25 odwołuje się do wielu zaleceń CCITT stanowiących funkcje składowe protokołu. Zaliczają się do nich:

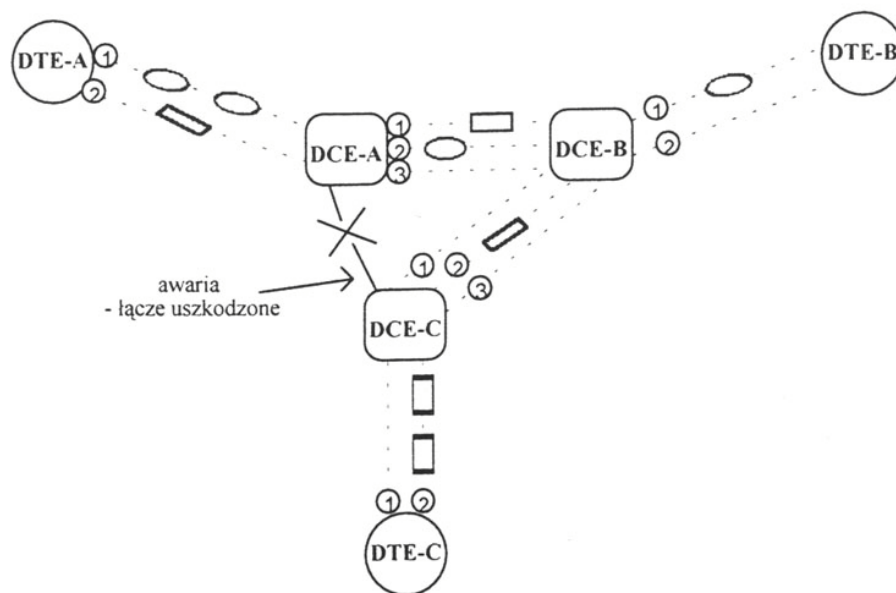
- X.1 – definiowanie klas użytkowników
- X.2 – dostępne udogodnienia
- X.10 – kategorie dostępu
- X.92 – połączenia w synchronicznej sieci transmisji danych
- X.96 – rozszerzanie połączeń
- X.121 – sposób adresacji sieciowej
- X.213 – usługi sieciowe [1]

## **4. ZASADY DZIAŁANIA SIECI X.25**

Transmisja w sieciach X.25 odbywa się poprzez komutację pakietów (PSN – Packet Switched Network). Polega ona na tym, że każdy z przesyłanych pakietów ma indywidualnie trasowaną ścieżkę, a nie jak w przypadku sieci z komutacją obwodów, gdzie trasowanie odbywa się przez początkowo zadaną ścieżkę przełączników. Rozwiązanie to (komutacja pakietów) oferuje dużo większą elastyczność, gdyż w ten sposób pakiety mogą omijać węzły i linie w których nastąpiło uszkodzenie fizyczne. Jednak obliczanie trasy dla każdego pakietu powoduje duże opóźnienia przez co sieć jest wolniejsza od sieci z komutacją obwodów.

X.25 są odpowiedzialne za transmitowanie ruchu do oddalonych partnerów, którzy posiadają podobną konfigurację, jednak sam standard nie określa sposobu w jaki powinno być to przeprowadzone. Jedną z osobiwości sieci X.25 jest to, że sama w sobie nie zawiera ona

żadnego komputera. Jej struktura przebiega podobnie do sieci telefonicznej, dlatego bardziej stosowne byłoby określenie „połączenie X.25” niż „sieć X.25”. [2]



- ..... kanał logiczny
- ① numer kanału logicznego na danym łączu
  - ▭ pakiety związane z połączeniem A-C
  - pakiety związane z połączeniem A-B

Istniejące łącza wirtualne :

między A-B [ DTE-A, DCE-A, DCE-B, DTE-B ]; kanały logiczne - [ 1, 2, 1]

między A-C [ DTE-A, DCE-A, DCE-B, DCE-C, DTE-C ]; kanały logiczne - [ 2, 1, 2, 2 ]

Rys. 4.1 Sposób przesyłania pakietów w sieci X.25

#### 4.1 Adresowanie

W sieciach X.25 adresacja sieciowa oparta została na standardzie X.121, który przy obsłudze międzynarodowej składa się maksymalnie z 14 cyfr dziesiętnych podzielonych w następujący sposób: 4 cyfry ma identyfikator numeru wywoływanej sieci (DNIC) z czego 3 określają numer kraju (DCC), a ostatnia (czwarta) określa operatora wewnątrz kraju. Pozostałe 10 odpowiada numerowi użytkownika wewnątrz danej sieci.

Adresowanie dotyczy tylko łączy przełączanych (SVC). Umożliwia ono identyfikację odpowiednich DTE. W polach adresowych pakietów CALL REQUEST i CALL ACCEPTED umieszcza się zakodowane w kodzie BCD cyfry dziesiętne.

Polskie sieci pakietowe mają numery rozpoczynające się od 260: TELBANK DNIC=2603, PKONET DNIC=2605 [1,3]

## 4.2 Udogodnienia

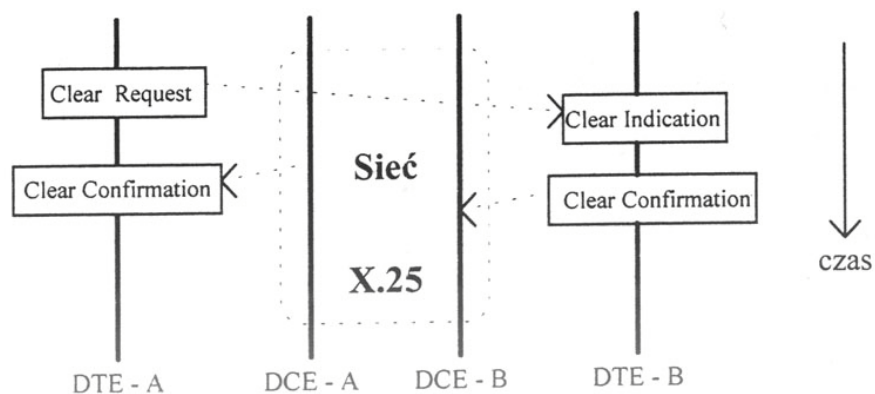
Protokół X.25 umożliwia elastyczne dostosowywanie się do potrzeb abonentów, proponując im możliwość zmiany poszczególnych parametrów połączenia. Mechanizm ten określany jako „udogodnienia” (ang. *facilities*) wykorzystuje pole „Własności specjalne” pakietów CALL REQUEST i CALL ACCEPTED. Składa się ono z 8-bitowego pola będącego kodem danego udogodnienia i opcjonalnie pola przeznaczonego na parametr.

Przykłady typowych udogodnień to:

- różne przepustowości dla obu kierunków transmisji,
- zmiana długości pakietów,
- zmiana szerokości okna nadawczego,
- możliwość realizacji połączenia na koszt odbiorcy. [3]

## 4.3 Przebieg połączenia w X.25

Schematyczny przebieg zestawiania połączenia w sieciach pakietowych, działających zgodnie z protokołem X.25, pokazany jest na rysunku 4.2.



Rys.4.2 Zestawienie połączenia między dwoma użytkownikami (DTE)

Podjęmowane kolejno działania są następujące:

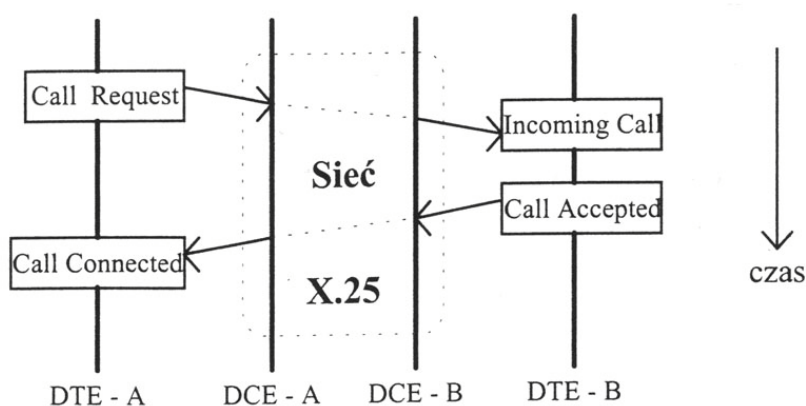
1. DTE wywołujące, oznaczane dalej jako A, wysyła do swojego lokalnego DCE pakiet CALL REQUEST w wybranym przez siebie wolnym kanale logicznym. Numer tego kanału zapisuje w polu KANAŁ. Wszystkie przychodzące i wychodzące pakiety, w trakcie tego połączenia, będą identyfikowane za pomocą tego numeru.
2. Sieć przynosi pakiet CALL REQUEST do DCE-B.
3. DCE-B odbiera pakiet CALL REQUEST i przesyła go jako INCOMING CALL do B. Pakiet ten ma ten sam format co CALL REQUEST z wyjątkiem numeru kanału logicznego, który jest wybierany przez DCE-B spośród aktualnie wolnych kanałów.
4. B wyraża zgodę na nawiązanie połączenia przez wysłanie pakietu CALL ACCEPTED z numerem kanału identycznym jak w pakiecie INCOMING CALL.



5. A odbiera pakiet CALL CONNECTED, z tym samym numerem kanału co w wysłanym przez siebie pakiecie CALL REQUEST, i w tym momencie A i B mogą rozpocząć wymianę danych. [3]

#### 4.4 Rozłączenie połączenia

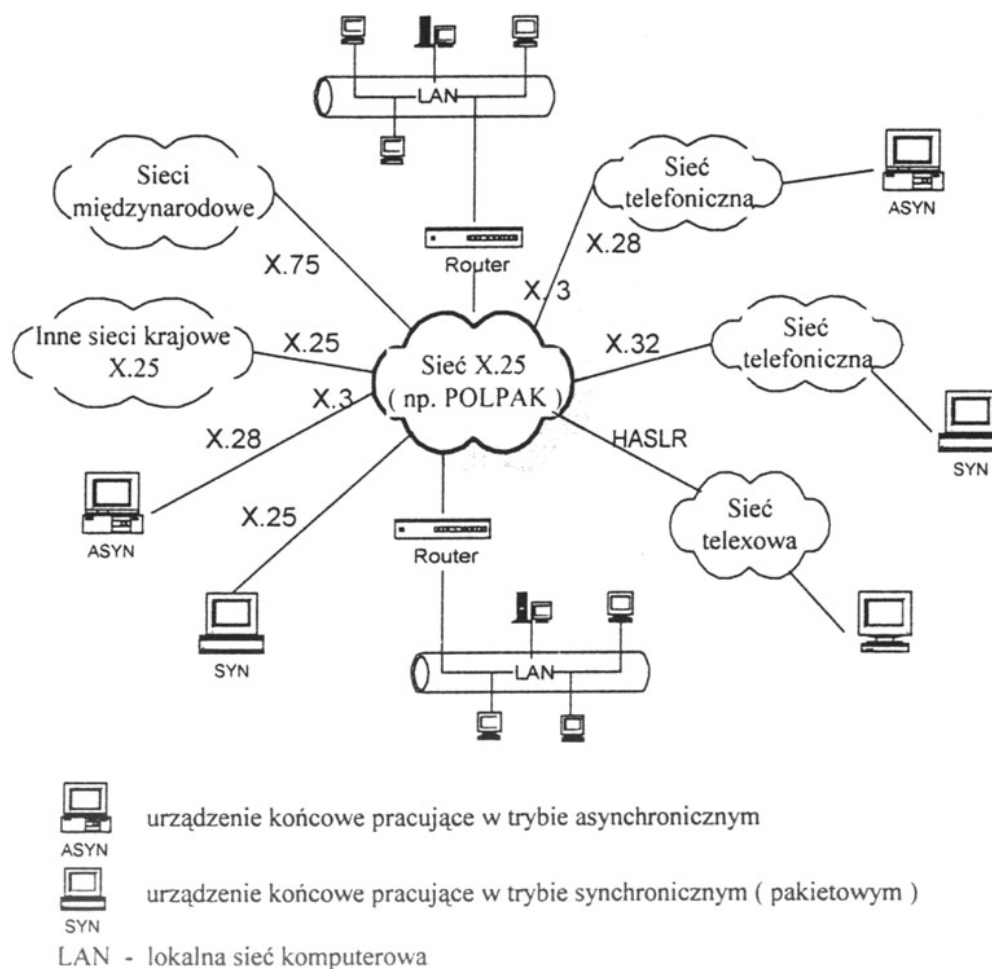
Każda z komunikujących się stron może rozłączyć połączenie przez wysłanie pakietu CLEAR REQUEST. Sekwencję zdarzeń związanych z procedurą rozłączania przedstawia rysunek 4.3. [3]



Rys. 4.3 Rozłączenie łącza wirtualnego

## 5. RODZAJE POŁĄCZEŃ I SPECYFIKACJE DOTYCZĄCE SIECI X.25

Dane przedsiębiorstwo, czy administrator zainteresowany utworzeniem takiej sieci buduje podstawową strukturę przesyłania danych - węzły sieci (centrale) oraz połączenia pomiędzy nimi. Jest ona (firma) jednocześnie operatorem i do niej (tej firmy) należy nadzór nad siecią. Węzeł jest urządzeniem, do którego można podłączyć pewną ilość urządzeń końcowych transmisji danych, którymi mogą być komputery, terminale lub koncentratory terminali. Sieć X.25 oferuje możliwość łączenia ze sobą komputerów (terminali z komputerem), lecz sama w sobie ich nie zawiera. Do sieci X.25 można podłączyć różnego rodzaju urządzenia. Najtańsze i najprostsze rozwiązanie to podłączenie zwykłego terminala - może to być komputer klasy IBM PC - z portem szeregowym i oprogramowaniem emulującym dowolny terminal do portu węzła sieci X.25 realizującego funkcję PAD. Funkcja PAD jest najczęściej wykonywana za pomocą specjalnego multipleksera sieciowego, który zamienia asynchroniczne strumienie danych na pakiety przesyłane w sieci X.25 i odwrotnie (tzw. asemblacja i deassemblacja pakietów). Funkcje procesora sieciowego PAD są określone w następujących specyfikacjach CCITT/ITU-T: X.3, X.28, X.29. Sposoby wymiany informacji pomiędzy różnymi typami sieci zostały natomiast zdefiniowane w specyfikacjach: X.3, X.28, X.29, X.32, X.75.



Rys.5.1 Różne sposoby połączeń stacji końcowych i innych sieci komputerowych z siecią X.25

Wszystkie pakiety w sieciach X.25 przesyłane są za pomocą połączeń wirtualnych. Nawiązanie połączenia w sieci X.25 nazywa się kanałem logicznym. Liczba kanałów logicznych na jednej linii zależy tylko od klasy zastosowanych urządzeń (komputer, karta sieciowa, węzeł sieci) i oprogramowania. Jeśli nasz sprzęt pozwala utworzyć nam 24 połączenia logiczne oznacza to, że możemy w tym samym czasie połączyć się z 24 różnymi adresatami wykorzystując do tego tylko jedno połączenie fizyczne. Liczba połączeń wirtualnych w jednym kanale transmisyjnym nie może przekroczyć 4096 (zwykle 128 lub 256). Możliwe jest zestawienie połączeń dwojakiego typu:

- PVC (stałe połączenie wirtualne) – jest to stałe połączenie między użytkownikami, za które odpowiedzialny jest operator. Nie wymaga ono nawiązywania połączenia, dzięki czemu użytkownik bierze udział tylko w fazie przesyłania pakietów, co jest szczególnie efektywne przy długich połączeniach lub przy przesyłaniu dużych ilości informacji.
- SVC (komutowane połączenie wirtualne) – jest to połączenie, które istnieje tylko podczas przesyłania informacji. Na całość połączenia składają się trzy następujące fazy: ustanowienie połączenia, przesyłanie danych, zerwanie połączenia. Podczas przesyłania

wszystkie parametry dotyczące trasy transmisji są pamiętane w poszczególnych węzłach przez które przepływa strumień. [1,3]

## LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa „Vademecum teleinformatyka” IDG Poland S.A. 1999r.
- [2] Sportack Mark „Sieci komputerowe – księga eksperta” Wydawnictwo Helion 1999r.
- [3] Nowicki Krzysztof, Woźniak J. „Sieci LAN, MAN i WAN – protokoły komunikacyjne” Wydawnictwo FPT - Kraków 2000