

# Sieci telekomunikacyjne

dr inż. Mirosław Szymanowski

C5 707

email: [miroslaw.szymanowski@pwr.wroc.pl](mailto:miroslaw.szymanowski@pwr.wroc.pl)

# Egzamin

- Wykład kończy się egzaminem, który będzie przeprowadzony w formie testowej
- Test wielokrotnego wyboru (4 odpowiedzi)
- Test „synchroniczny” (20-30 sek. na pytanie)
- Każdy wykład będzie się kończył zestawem przykładowych pytań, nie są to jednak pytania egzaminacyjne

Termin egzaminu  
22.06 godz 11-15 w sali 205

Poprawa  
28.06 godz. 11-13 sala 205

# Materiały dydaktyczne

- <http://zstux.ita.pwr.wroc.pl>
  - Link e-ZST
  - Login; numer indeksu
  - Hasło; numer indeksu
  - Klucz do kursu; 0059

## Apel o budowę „intelektualnego modelu systemu telekomunikacyjnego”

- <http://www.telefon.pl/>
- <http://www.techbox.pl/?strona=32>
- <http://www.fkn.pl/>

- **Muzeum Poczty i Telekomunikacji**

ul. Krasińskiego 1, 53-301 Wrocław

- niedziela 11.00-14.30 bezpłatna
- poniedziałek – piątek 10.00-15.00
- wtorek nieczynne
- <http://www.seg.co.uk/telecomm/index.htm>
- <http://korea.park.org/Japan/NTT/MUSEUM/>

## Podstawowe określenia (1)

- Telekomunikacja - nadawanie, odbiór lub transmisja informacji jakiegokolwiek natury, w szczególności: sygnałów, znaków, pisma, obrazów lub dźwięków, za pomocą przewodów, fal radiowych bądź optycznych lub innych środków wykorzystujących energię elektromagnetyczną

## Podstawowe określenia (2)

- Sieci telekomunikacyjne – systemy telekomunikacyjne to urządzenia telekomunikacyjne (sprzęt oraz oprogramowanie) i linie telekomunikacyjne, zestawione i połączone w sposób umożliwiający przekaz sygnałów pomiędzy określonymi zakończeniami sieci, za pomocą przewodów, fal radiowych bądź optycznych lub innych środków wykorzystujących energię elektromagnetyczną



# Cechy systemu telekomunikacyjnego (1)

## Regulacje prawne

- **Telekomunikacja dziedziną regulowaną**  
deregulacja, demonopolizacja, urynkowienie itp
- Przyczyny regulacji
  - Kompatybilność
  - Ograniczone pasmo radiowe
  - Ograniczone zasoby numeracyjne

# PRAWO TELEKOMUNIKACYJNE

- Stanowienie prawa ( ze względów konstytucyjnych pozostawione w ręku ministra jak to nazywa ustawa „ właściwego do spraw łączności” ),
- Regulacja dostępu do rynku telekomunikacyjnego,
- Nadzór nad relacjami pomiędzy partnerami na rynku,
- Kontrola zachowań na rynku - kontrola przestrzegania prawa i zasad „ fair play”.

# **PRAWO TELEKOMUNIKACYJNE**

## ***DEFINICJA USŁUG POWSZECHNYCH (art. 49)***

- Usługi telefoniczne, z wyłączeniem usług dostępu do sieci, usługi faksowe oraz usługi transmisji danych w paśmie fonicznym za pomocą modemów świadczone przez operatorów publicznych w stacjonarnych publicznych sieciach telefonicznych, wraz ze świadczeniami dodatkowymi, polegającymi na:
  - 1) udzielaniu informacji o numerach abonentów, zwanym dalej „usługą biura numerów”,
  - 2) udogodnieniach dla osób niepełnosprawnych,
  - 3) dostarczaniu, na pisemne żądanie abonenta, szczegółowego wykazu wykonanych mu usług telekomunikacyjnych

## Cechy systemu telekomunikacyjnego (2)

- Tajemnica telekomunikacyjne
  - Treść korespondencji
  - Numer itp.. (billingi)
- Strona praktyczna

## Cechy systemu telekomunikacyjnego (3)

### Zasięg globalny

- Ponad 1 mld terminali telefonicznych – stacjonarnych
- Około 1,5 mld terminali ruchomych
  - Gęstość liczba abonentów na sto mieszkańców
  - Oddzielne liczenie
  - Tendencje
- Koszt jednego terminala + infrastruktury
  - Stacjonarny około 1500 \$
  - Komórkowy około 2000 \$
- Zalety zasięgu globalnego
- Wady zasięgu globalnego

# Cechy systemu telekomunikacyjnego (4)

## Podział sieci

- Komutacja łączy (kanałów)
  - PSTN
  - ISDN
  - PSTN/ISDN
  - Miary jakości
    - Prawdopodobieństwo właściwej jakości połączenia bliskie 1
    - Prawdopodobieństwo uzyskania połączenia mniejsze od 1
- Komutacja pakietów
  - Miary jakości
    - Średni czas po którym informacja dochodzi do użytkownika
    - Prawdopodobieństwo uzyskania połączenia praktycznie 1

## Cechy systemu telefonicznego (1)

- Charakter sygnału analogowy sygnału 300-3400 Hz, ale najczęściej przetwarzany na cyfrowy
  - 64 kbit/s (PCM)
  - 13 kbit/s (GSM)
- Mała efektywność wykorzystania przydzielonych na czas rozmowy zasobów, wynikająca z przerw międzysylabowych, międzyzdaniowych itp., efektywny czas rozmowy wynosi około 40 - 50 %. Próby korzystania nieefektywnego czasu są prowadzone od bardzo dawna.

## Cechy systemu telefonicznego (2)

- Mała efektywność wykorzystania łącza abonenckiego (od 0,05 do 0,1 erlanga), co odpowiada tylko 5-10 % jego korzystaniu w godzinie największego ruchu
- Średni czas trwania rozmowy około 2 minut, przy czym rozmowy miejscowe są na ogół krótsze rozmowy międzymiastowe dłuższe, a rozmowy międzynarodowe najdłuższe.
- Dwuprzewodowość łącza abonenckiego. Łącza abonenckie są praktycznie zawsze dwuprzewodowe, chociaż trzeba pamiętać, że w nowoczesnej sieci telekomunikacyjnej wszystkie łącza międzycentralowe w tym międzymiastowe są zawsze czteroprzewodowe



## Cechy systemu telefonicznego (3)

- Mała efektywność wykorzystania łącza abonenckiego (od 0,05 do 0,1 erlanga), co odpowiada tylko 5-10 % jego korzystaniu w godzinie największego ruchu
- Średni czas trwania rozmowy około 2 minut, przy czym rozmowy miejscowe są na ogół krótsze rozmowy międzymiastowe dłuższe, a rozmowy międzynarodowe najdłuższe.
- Dwuprzewodowość łącza abonenckiego. Łącza abonenckie są praktycznie zawsze dwuprzewodowe, chociaż trzeba pamiętać, że w nowoczesnej sieci telekomunikacyjnej wszystkie łącza międzycentralowe w tym międzymiastowe są zawsze czteroprzewodowe

## Cechy systemu telefonicznego (4)

- Ograniczone opóźnienie sygnału między rozmówcami, wynikające z obiektywnych czynników fizjologicznych i przyzwyczajenia użytkowników telefonu
  - 20 ms
  - do 150ms (łącza satelitarne)
  - Powyżej 300ms
- Pełna symetria w wymianie informacji (pełny duplex), praktycznie rozmowa telefoniczna jest prowadzona "na zakładkę" tzn. występują stany w których mówią obydwaj rozmówcy.

## Cechy systemu telefonicznego (5)

- Zdalne zasilanie stacjonarnego terminala abonenckiego, przynajmniej w zakresie funkcji podstawowych. Nowoczesne złożone i wielofunkcyjne terminale (np. aparaty telekopiowe, aparaty z automatycznymi sekretarkami itp.) muszą być często zasilane ze źródła lokalnego najczęściej z sieci 220V, jednak w przypadku zaniku tego napięcia muszą realizować funkcję co najmniej zwykłego aparatu telefonicznego

# Podstawowe elementy systemu telekomunikacyjnego

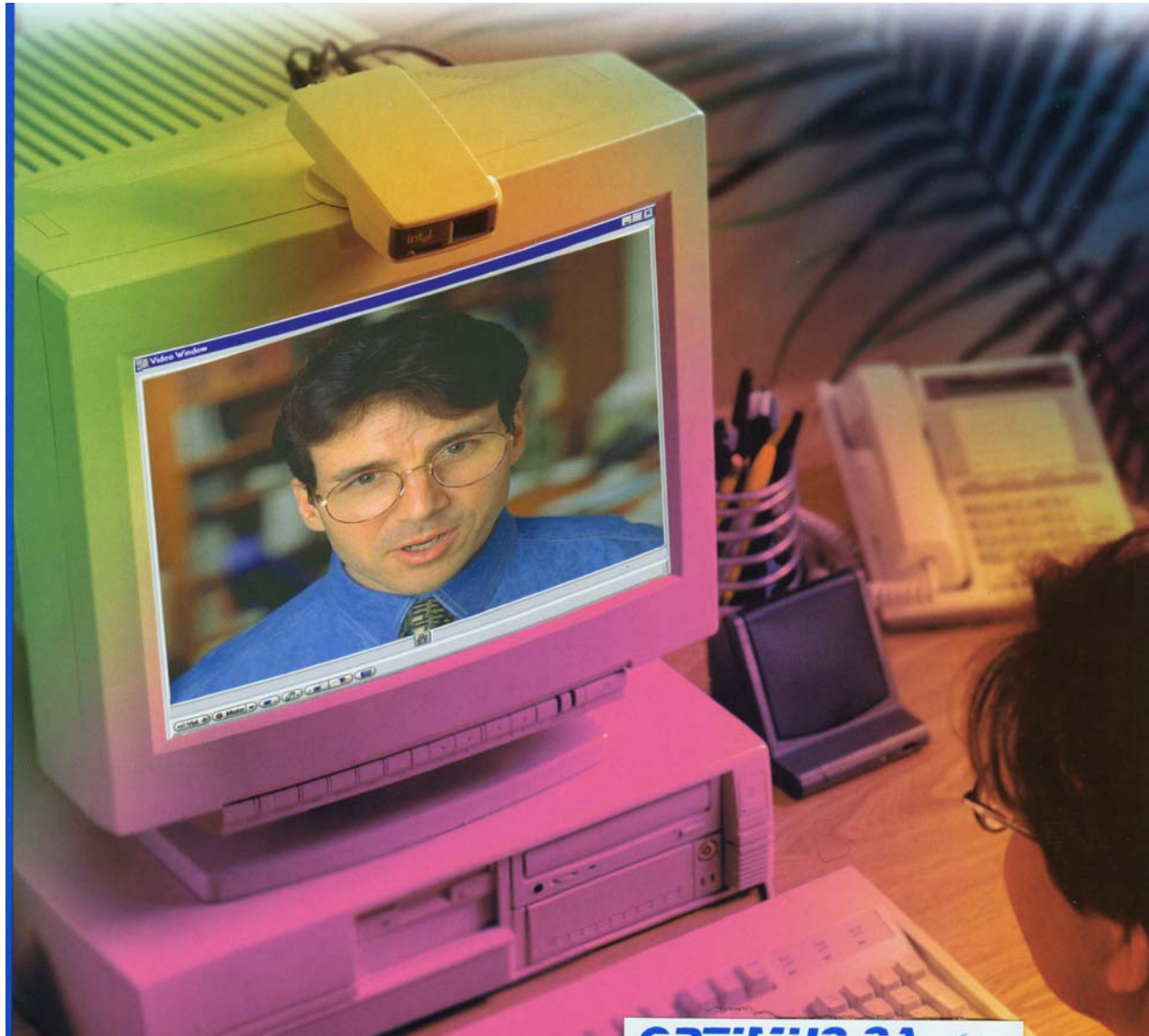
- Terminale telekomunikacyjne przetwarzają informacje użytkownika na postać nadającą się do przesłania przez sieć
- Sieć telekomunikacyjna podzielona w kanały, wiązki, relacje
- Z terminalami i siecią związane są:
  - Zakłócenia
  - Ograniczenia techniczne

# **Terminale**

## **Postać sygnału użytkownika**

- Mowa, dźwięk
- Obraz nieruchomy (np.fax)
- Obraz wolnozmienny
- Obraz ruchomy
- Tekst
- Sygnał multimedialny











**Media Connect 6300**



**Media Connect 9000**





# Terminale

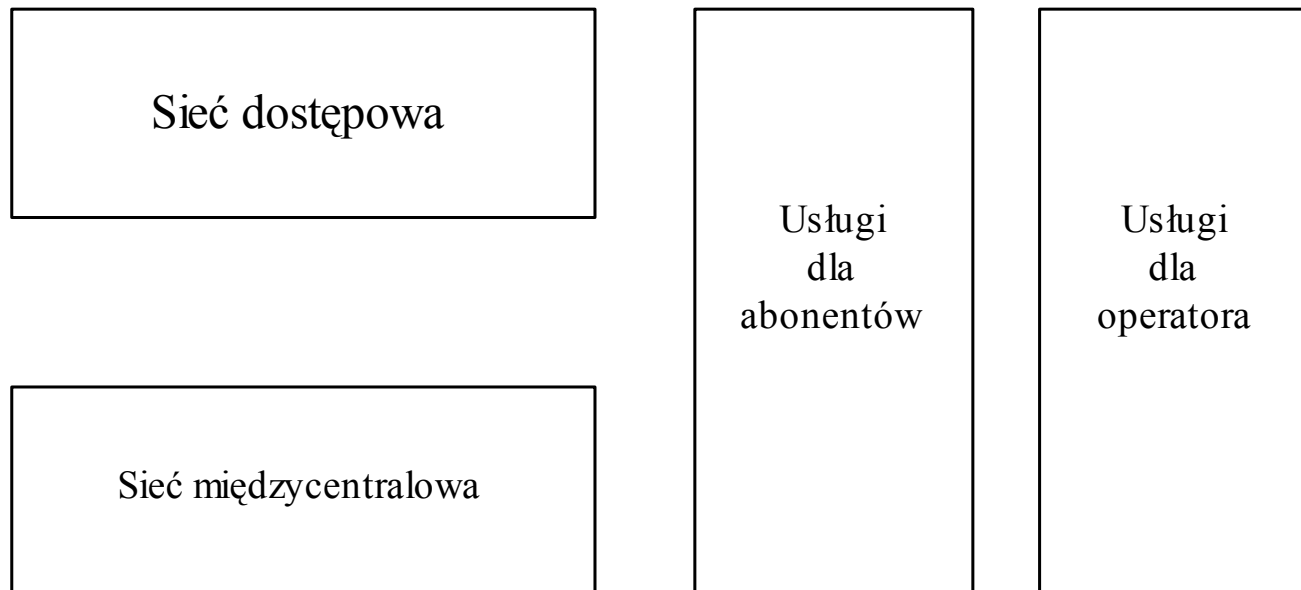
## Sygnał wyjściowy/wejściowy

- Podstawowe dane
  - Pasma dla sygnałów analogowych ( w Hz)
  - Przepływność dla sygnałów cyfrowych (w bitach na sek)
  - Protokoły komunikacyjne (użytkowe)
  - Protokoły sygnalizacyjne
- Ograniczenia
  - Niedoskonałość przetworzenia np. szum kwantyzacji, zniekształcenia wynikające z nie prostoliniowości charakterystyk itp..
  - Czas przetwarzania

## Sieć telekomunikacyjna

- Łącza metaliczne (miedziane) symetryczne
- Łącza metaliczne (miedziane) koncentryczne
- Łącza światłowodowe
- Łącza radiowe, w tym mikrofalowe
- Łącza optyczne

# Podstawowy schemat blokowy współczesnej sieci telekomunikacyjnej



## Sieć międzycentralowa

- Pełny standard
- Prawie zawsze cyfrowa ( w Polsce więcej niż 90 %)
- 64 kbit/s
- Najczęściej światłowodowa
- Zawsze z redundancją
  - Struktura kratowa
  - Struktura pierścieniowa

## Sieć dostępową

- Def. Sieć między terminalem użytkownika i najbliższym węzłem (w systemach telefonicznych pętla abonencka)
- Najdroższy element sieci (systemu) telekomunikacyjnej, nawet do 60 %, ale w nowoczesnych systemach raczej mniej
- Mało wykorzystana
- Ciągły deficyt
- W nowoczesnych systemach jedyny odcinek analogowy w drodze połączeniowej, decydujący o jej jakości
- W literaturze to problem ostatniej mili



## Sieć ze współdzielonymi zasobami między wielu abonentów

- Sieci komórkowe
- CATV (telewizja kablowa)
- „Key system”
- Systemy radiodostępowe
- WLAN
- Bluetooth

Sieć współdzielonymi zasobami między wiele aplikacji jednego abonenta

- ISDN
- SDI
- xDSL
- Inne np. dane nad głosem

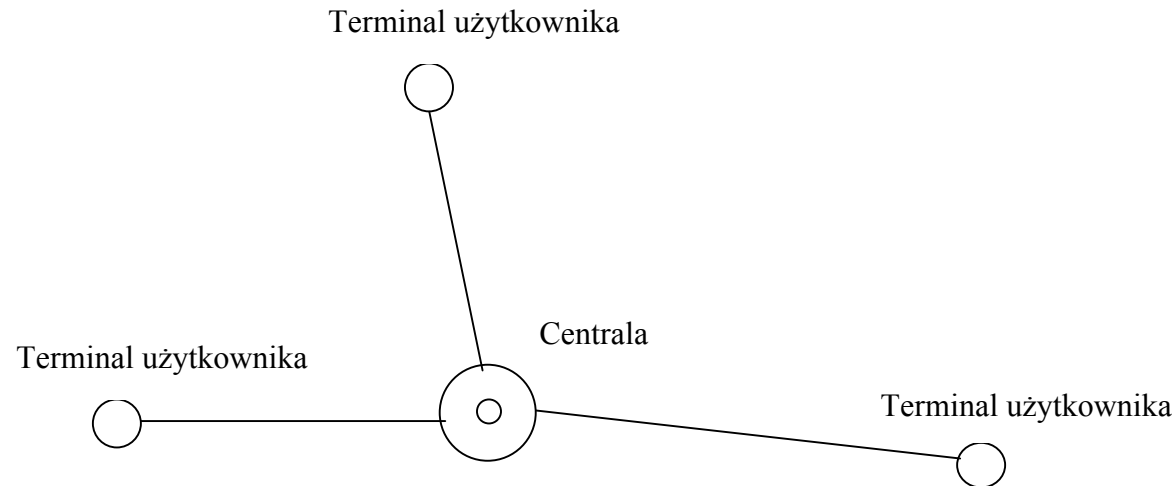
## Podział sieci dostępowych według technologii wykonania

- miedziane wąskopasmowe (symetryczne)
- miedziane szerokopasmowe (koncentryczne)
- światłowodowe (pasywne i aktywne)
- światłowodowo - miedziane,
- radiowe (stacjonarne i ruchowe, satelitarne, stratosferyczne)

Sieci światłowodowe w pętli abonenckiej FITL  
(*Fiber In The Loop*),  
Sieci Hybrydowe

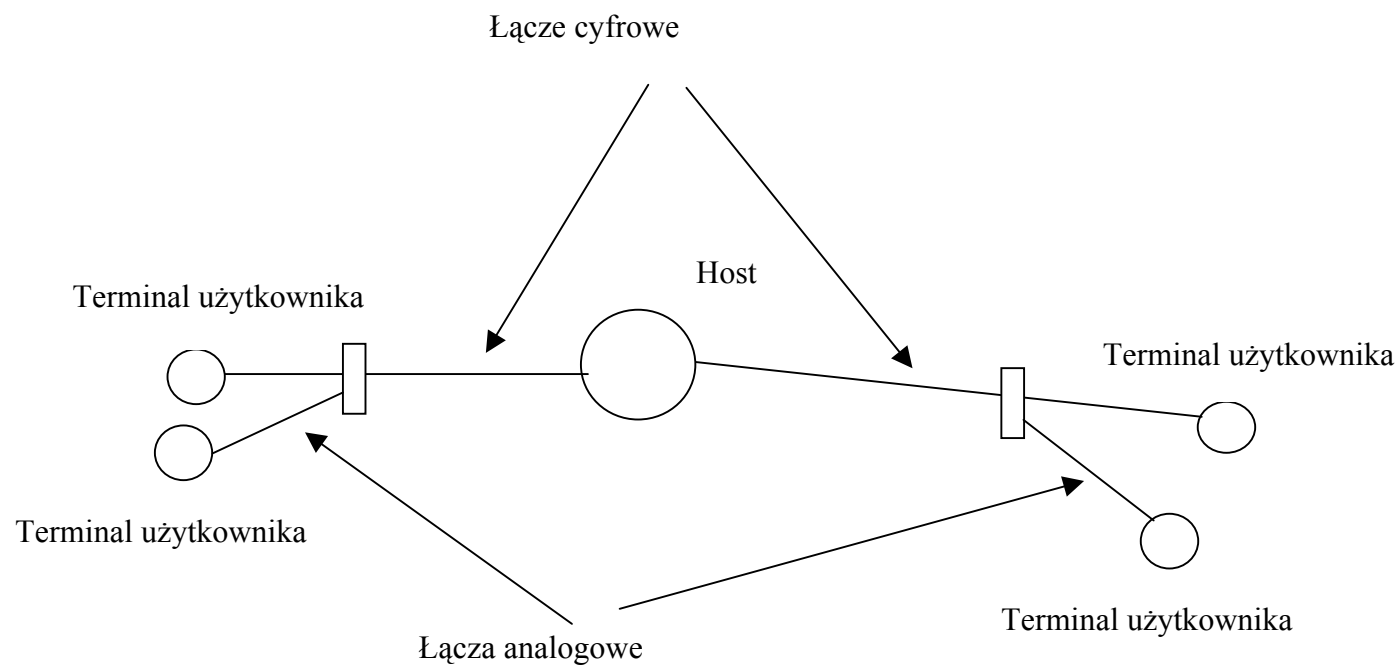
- FTTH (*Fiber To The Home*) - światłowód do mieszkania.
- FTTC (*Fiber To The Curb*) - światłowód do krawężnika
- FTTB (*Fiber To The Bulding*) - światłowód do budynku,

## I etap rozwoju sieci dostępowych telekomunikacyjnych do lat 90 XX w.



- Średnia długość łącza abonenckiego około 5 km, jest to granica dobrej jakości łącza
- Duża liczba małych central, konieczna do pokrycia całego obszaru (np. we Wrocławiu ponad 20 central)

## II etap rozwoju sieci dostępowych telekomunikacyjnych lata 90 XX w.



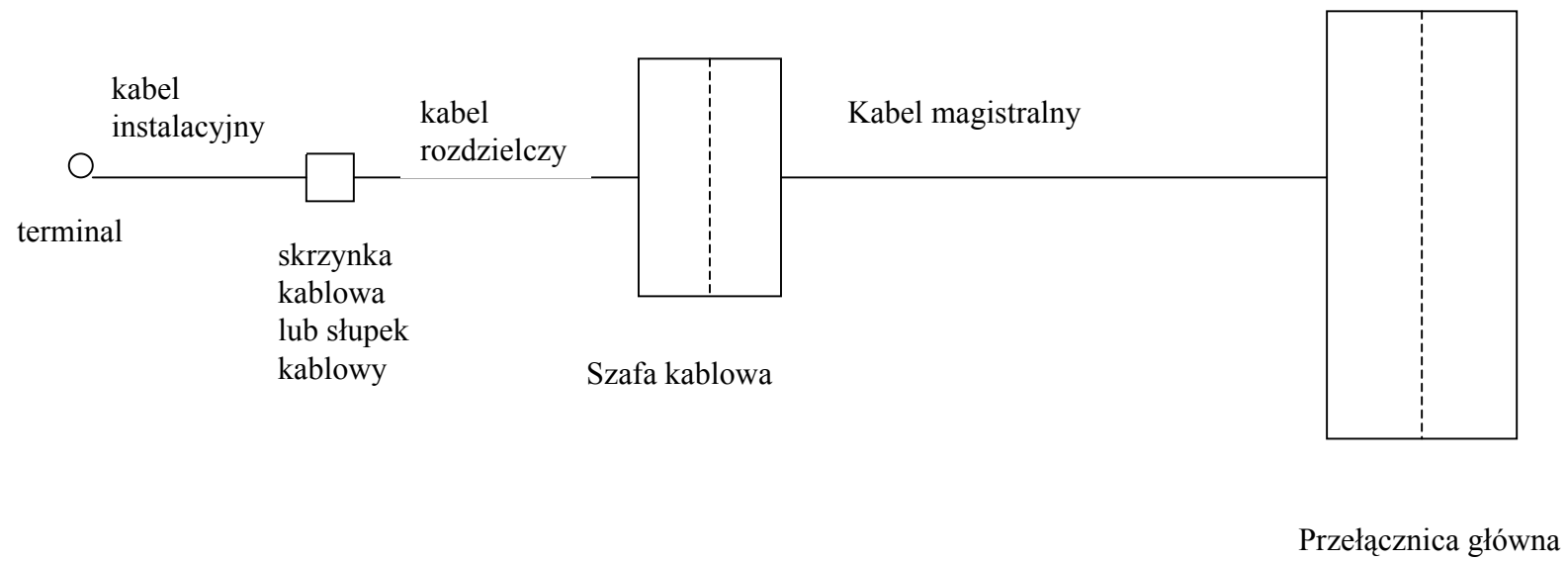
## II etap rozwoju sieci dostępowych telekomunikacyjnych lata 90 XX w.

- Część centrali współpracującą z abonentami wyprowadzono w pobliże abonentów (koncentrator abonencki)
- Znacznie mniej central koniecznych dla pokrycia danego obszaru (np. we Wrocławiu 4)
- Abonenckie łącza analogowe o średniej długości około 2 km
- Między hostem na koncentratorze - styk firmowy
- Stosunkowo drogie rozwiązanie

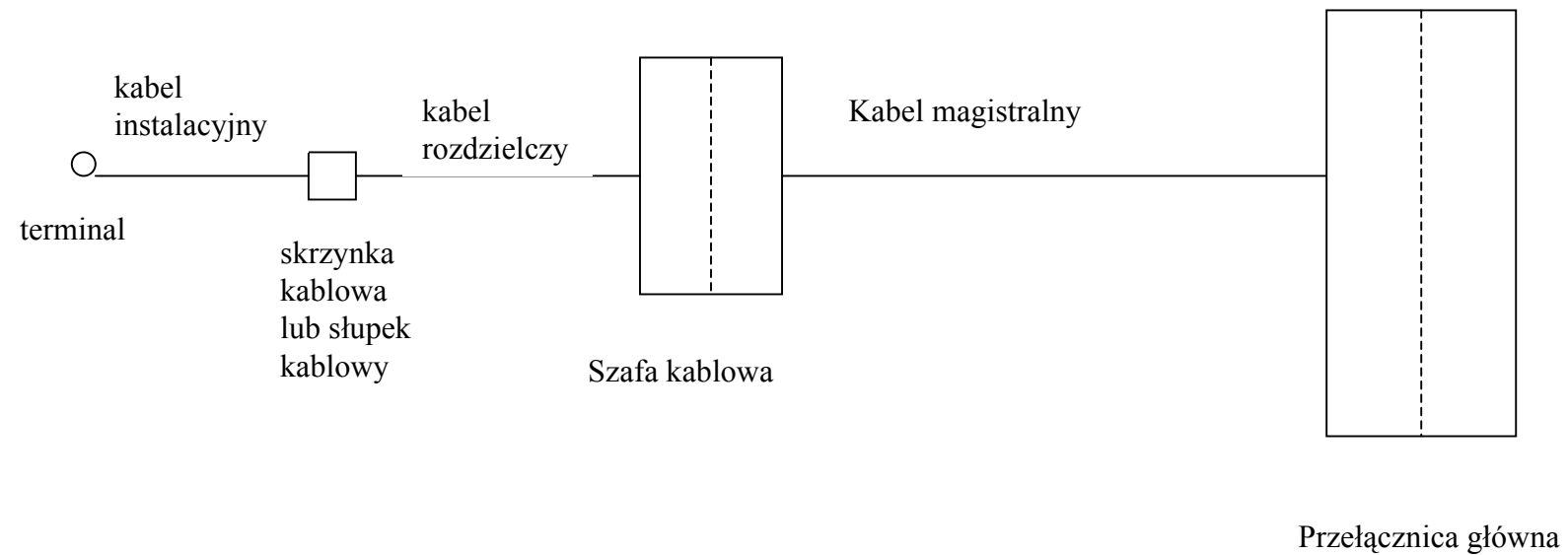
### III etap rozwoju sieci dostępowych telekomunikacyjnych ostatnie lata XX w.

- Styk firmowy zastąpiono stykiem standardowym V5.2
- W miejsce koncentratora wprowadzono urządzenie dostępowe tańsze o mniejszej pojemności
- Dalsze skrócenie łącza abonenckiego (analogowego) nawet do 300 m
- Doskonała jakość
- Dogodna płaszczyzna do wprowadzenia usług szerokopasmowych technika xDSL
  - ADSL do około 8 Mbit/s (neotrada)
  - VSDL do około 50 Mbit/s (video na żądanie)





# Fizyczna budowa łączy abonenckich



## Fizyczna budowa łączy abonenckich

- Punkty elastyczności sieci (mają dwie strony połączone w sposób półstały)
  - Skrzynka kablowa lub słupek kablowy
  - Szafa kablowa
  - Przełącznica główna
- Elementy stałe
  - Studnie kablowe
  - Studnie podszaflowe
  - Mufy kablowe

## Pytania kontrolne

1. Co jest usługa powszechna w rozumieniu Prawa telekomunikacyjnego
2. Podstawowe cechy systemu telekomunikacyjnego
3. Podstawowe cechy systemu telefonicznego
4. Sieć dostępową
5. Sieć międzycentralowa
6. Zadania terminali telekomunikacyjnych