

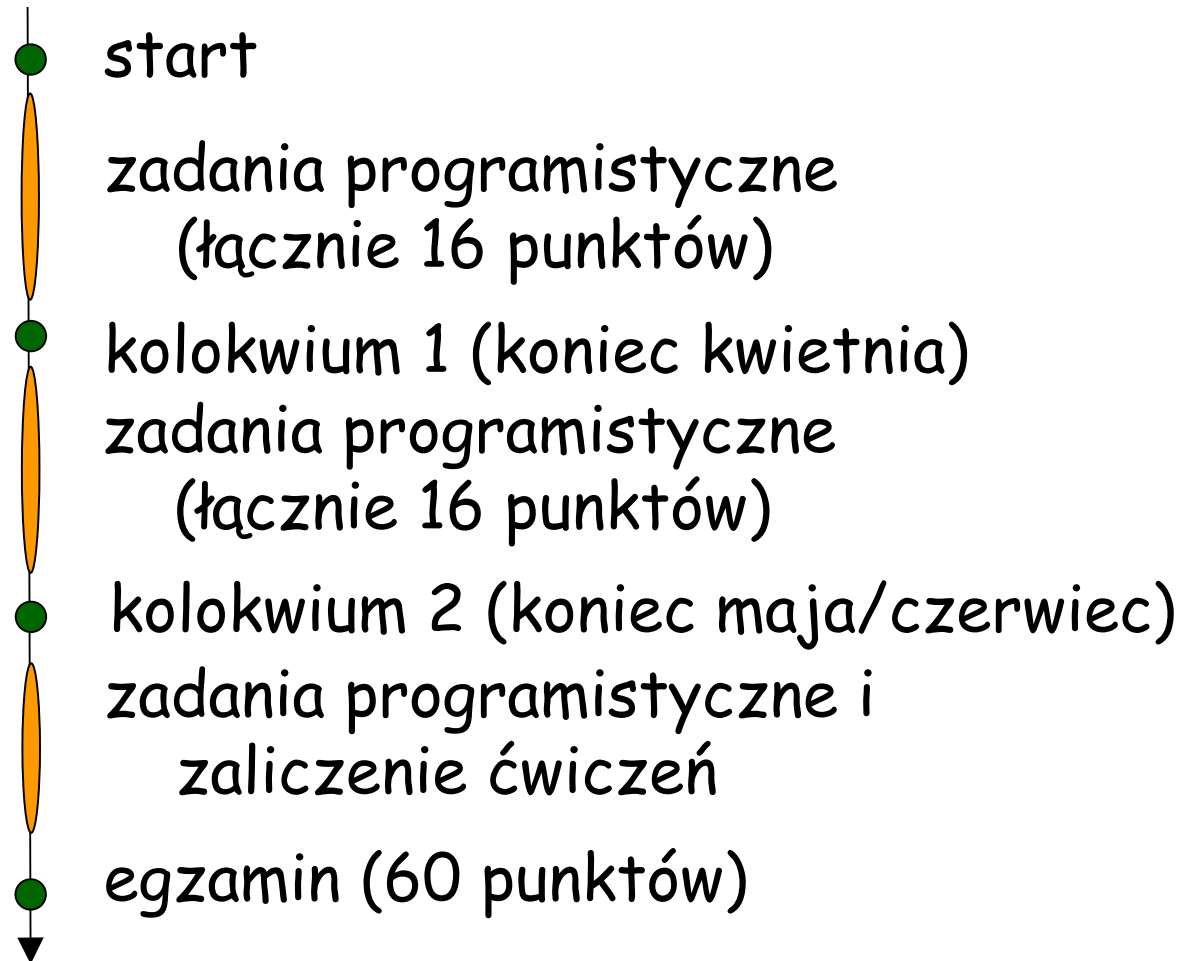
Projektowanie i analiza usług sieciowych

<http://edu.pjwstk.edu.pl>

Plan całości wykładu

- ❑ Wprowadzenie (2 wykłady)
- ❑ Warstwa aplikacji (2 wykłady)
- ❑ Warstwa transportu (2-3 wykłady)
- ❑ Warstwa sieci (2-3 wykłady)
- ❑ Warstwa łącza i sieci lokalne (3 wykłady)

Plan czasowy wykładu i ćwiczeń



Literatura do wprowadzenia

Rozdział 1, *Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet*, wydanie 2 lub 3

J. Kurose, K. Ross
Addison-Wesley, 2004

Rozdział 1, *Programowanie zastosowań sieciowych w systemie Unix*,

W. R. Stevens
Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1995

Rozdział 2.2, *Sieci komputerowe TCP/IP*,
D.E. Comer,
WNT, 1997

Terminologia angielsko/polska

Zasady PAS:

- ❑ używamy terminologii *stosowanej* ("uzusu")
- ❑ nie tłumaczymy "na siłę" z angielskiego na polski
- ❑ ważne jest *właściwe użycie* terminu angielskiego lub polskiego, a nie jego pisownia czy poprawność tłumaczenia
- ❑ Polecany słownik:
 - <http://venus.ci.uw.edu.pl/~milek/slowniki/slow.htm>

Wprowadzenie

Cel:

- ❑ przegląd zagadnień sieci komputerowych, rozwinięcie intuicji
- ❑ głębsze i bardziej szczegółowe omówienie będzie później
- ❑ podejście:
 - opisowe
 - Internet jako przykład

Tematy:

- ❑ co to jest Internet
- ❑ co to jest protokół?
- ❑ brzeg sieci
- ❑ szkielet sieci
- ❑ sieć dostępowa, media fizyczne
- ❑ struktura Internetu / Dostawcy Internetu (DI, ISP)
- ❑ wydajność: straty, opóźnienie
- ❑ warstwy protokołów, modele usług
- ❑ historia

Mapa wykładu

1.1 Co to jest Internet?

1.2 Brzeg sieci

1.3 Szkielet sieci

1.4 Sieć dostępowa i media fizyczne

1.5 Struktura Internetu / dostawcy Internetu (DI)

1.6 Opóźnienia i straty w sieciach z komutacją pakietów

1.7 Warstwy sieci, modele usług

1.8 Historia

Co to jest Internet: spojrzenie "pod maskę"

- miliony połączonych urządzeń obliczeniowych: *hosty, systemy końcowe*

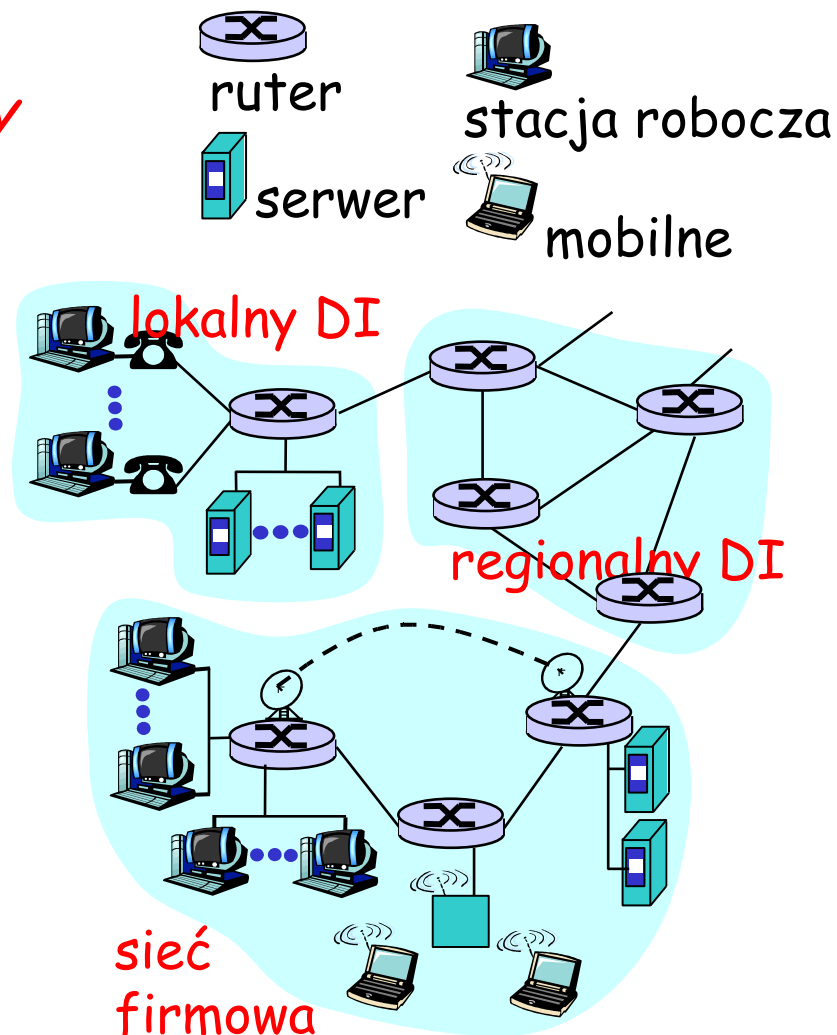
- komputery PC, serwery
- urządzenia PDA, telefony

na których działają
aplikacje sieciowe

- łącza komunikacyjne*

- optyczne, miedziane, radiowe, satelitarne
- prędkość przesyłania (transmisji) informacji = *przepustowość*

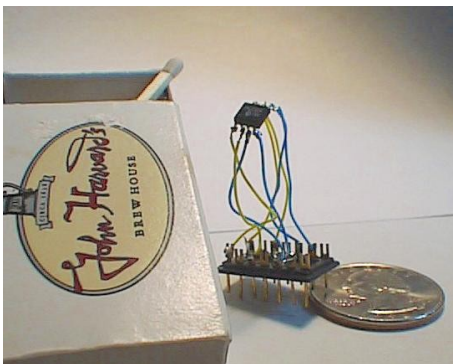
- rutery*: przesyłają pakiety („porcje” informacji)



Urządzenie Internetowe "na topie"



Ramka na zdjęcia IP
<http://www.ceiva.com/>



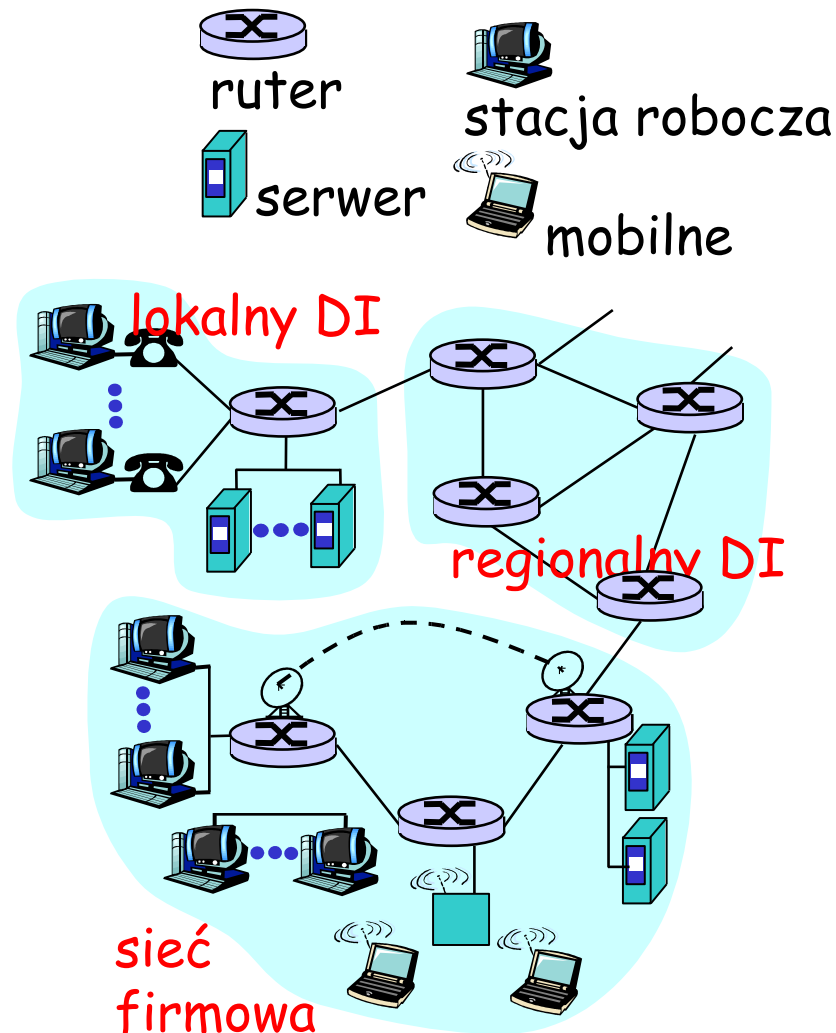
Najmniejszy serwer WWW na świecie
<http://www-ccs.cs.umass.edu/~shri/iPic.html>



Toster WWW z prognozą pogody

Co to jest Internet: spojrzenie "pod maskę"

- ❑ *protokoły* kontrolują wysyłanie, odbieranie informacji
 - n.p., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ❑ *Internet: "sieć sieci"*
 - luźno hierarchiczna
 - publiczny Internet i prywatny intranet
- ❑ standardy Internetowe
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



Co to jest Internet: spojrzenie na usługi

- *infrastruktura komunikacyjna* umożliwia rozproszone aplikacje:

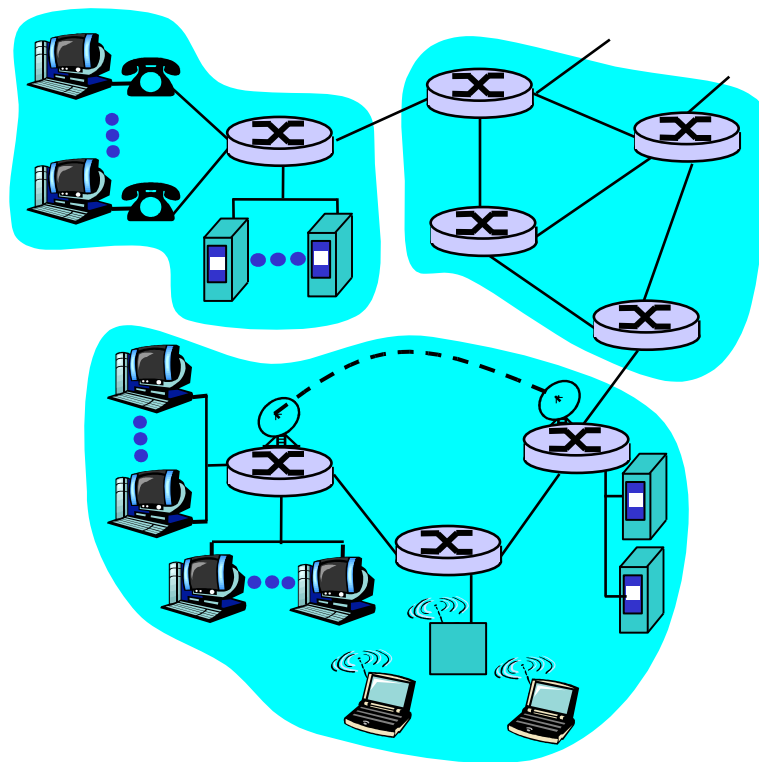
- WWW, email, gry, e-commerce, bazy danych, głosowanie, dzielenie plików (MP3)

- *usługi komunikacyjne* udostępniane aplikacjom:

- bezpołączeniowe
- połączeniowe

- *przestrzeń elektroniczna (cyberspace)* [Gibson]:

“dobrowolna halucynacja doświadczana codziennie przez miliardy użytkowników, w każdym narodzie,”



Co to jest protokół?

protokoły ludzkie:

- ❑ "która godzina?"
 - ❑ "Czy mogę prosić.."
 - ❑ przedstawianie
- ... określone komunikaty
- ... określone czynności lub zdarzenia po odebraniu komunikatu

protokoły sieciowe:

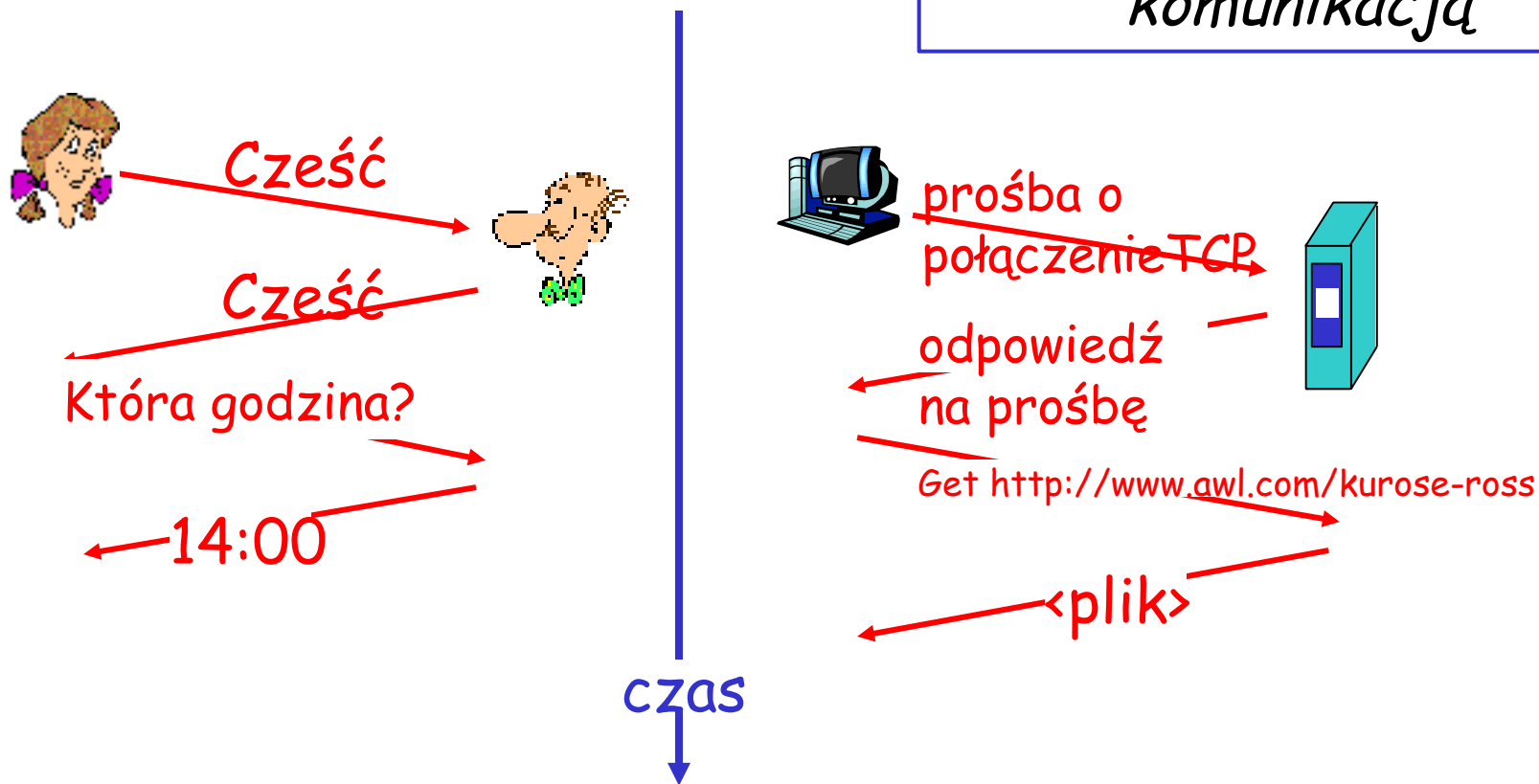
- ❑ maszyny zamiast ludzi
- ❑ wszelka komunikacja w Internecie jest sterowana przez protokoły

protokoły definiują format, kolejność komunikatów wysyłanych i odbieranych przez agentów, oraz czynności wykonywane po wysłaniu lub odebraniu komunikatu

Co to jest protokół?

*protokół jest to
rozproszony algorytm
posługujący się
komunikacją*

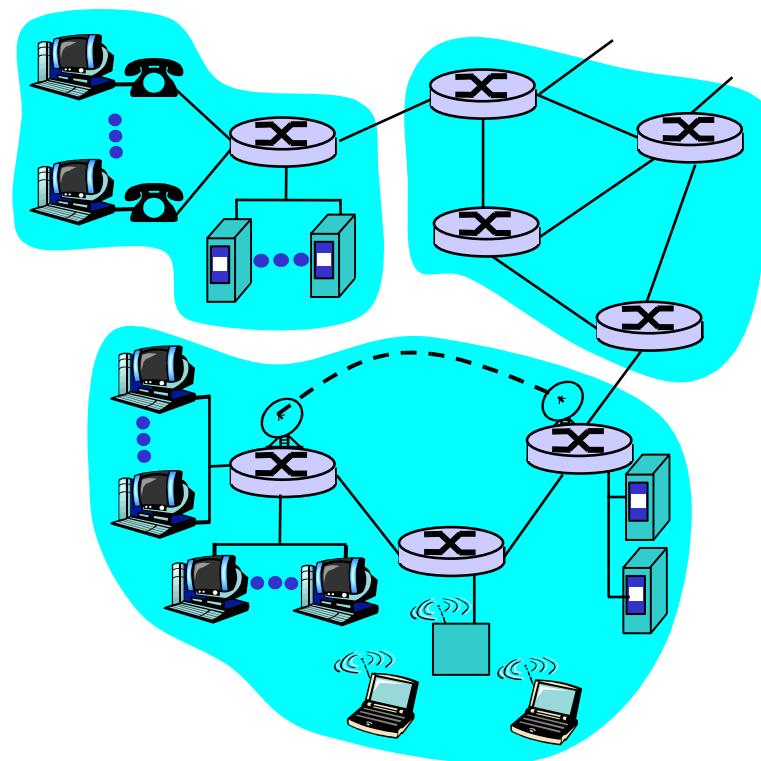
protokół ludzki i sieciowy:



Pytanie: Inne protokoły ludzkie?

Blizsze spojrzenie na strukturę sieci:

- ❑ **brzeg sieci:**
aplikacje i hosty
- ❑ **szkielet sieci:**
 - rutery
 - sieć sieci
- ❑ **sieci dostępne,
media fizyczne:**
łącza komunikacyjne



Mapa wykładu

1.1 Co to jest Internet?

1.2 Brzeg sieci

1.3 Szkielet sieci

1.4 Sieć dostępową i media fizyczne

1.5 Struktura Internetu / dostawcy Internetu (DI)

1.6 Opóźnienia i straty w sieciach z komutacją pakietów

1.7 Warstwy sieci, modele usług

1.8 Historia

Brzeg sieci:

□ systemy końcowe (hosty):

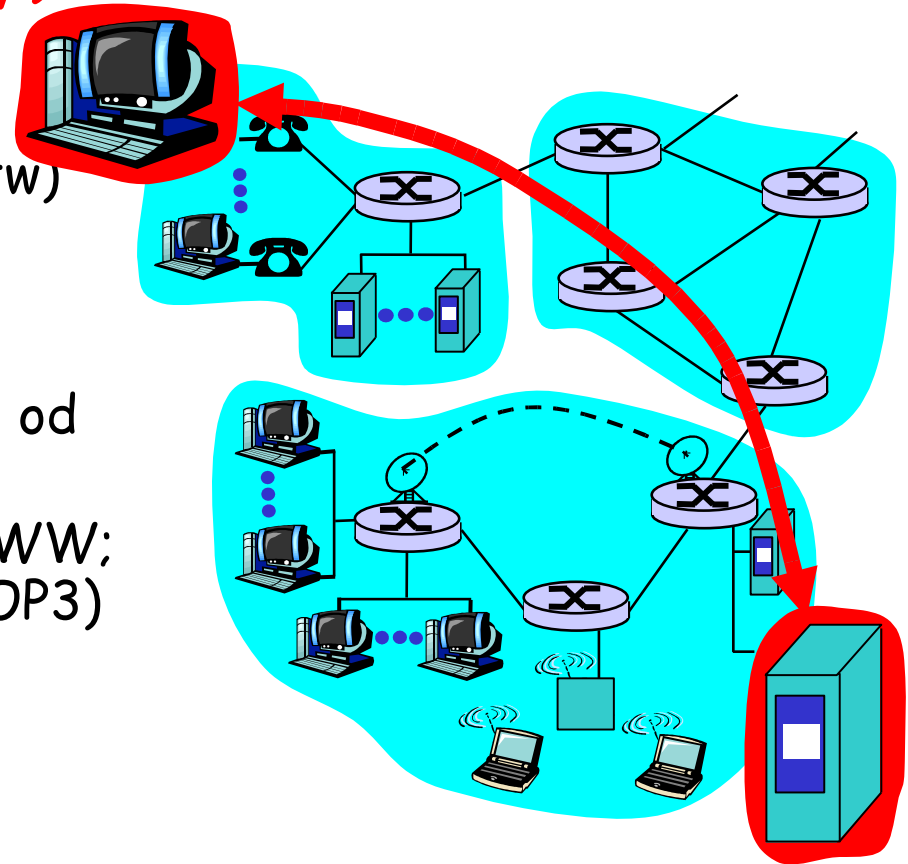
- uruchamiają aplikacje (n.p. przeglądarki, email)
- złożone działanie (wiele warstw)
- "na brzegu sieci"

□ model klient-serwer

- klient żąda i otrzymuje usługi od zawsze dostępnego serwera
- n.p. przeglądarka i serwer WWW; klient i serwer poczty (n.p. POP3)

□ model partnerski (peer-to-peer, P2P)

- minimalne wykorzystanie centralnych zasobów
- n.p. Gnutella, KaZaA



Brzeg sieci: usługi połączeniowe

Cel: komunikacja danych
pomiędzy hostami

- ❑ *handshaking*: inicjalizacja komunikacji danych
 - ludzki protokół przywitania
 - "*stan inicjalizujący*" na dwóch komunikujących hostach
- ❑ TCP - Transmission Control Protocol
 - połączeniowa usługa Internetu

funkcje TCP [RFC 793]

- ❑ *niezawodny, uporządkowany strumień danych*
 - straty: potwierdzenia i retransmisje
- ❑ *kontrola przepływu*:
 - nadawca nie przeciąży odbiorcy
- ❑ *kontrola przeciążenia*:
 - nadawca "zwalnia" gdy w sieci wystąpi przeciążenie

Brzeg sieci: usługi bezpołączeniowe

Cel: komunikacja hostów

- ❑ **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]:
bezpołączeniowa usługa Internetu
 - zawodna komunikacja
 - brak kontroli przepływu
 - brak kontroli przeciążenia

Aplikacje używające TCP:

- ❑ HTTP (WWW), FTP (transfer plików), Telnet (zdalny login), SMTP (poczta)

Aplikacje używające UDP:

- ❑ audio/wideo (strumieniowe), telekonferencje, DNS, telefonia Internetowa

Mapa wykładu

1.1 Co to jest Internet?

1.2 Brzeg sieci

1.3 Szkielet sieci

1.4 Sieć dostępową i media fizyczne

1.5 Struktura Internetu / dostawcy Internetu (DI)

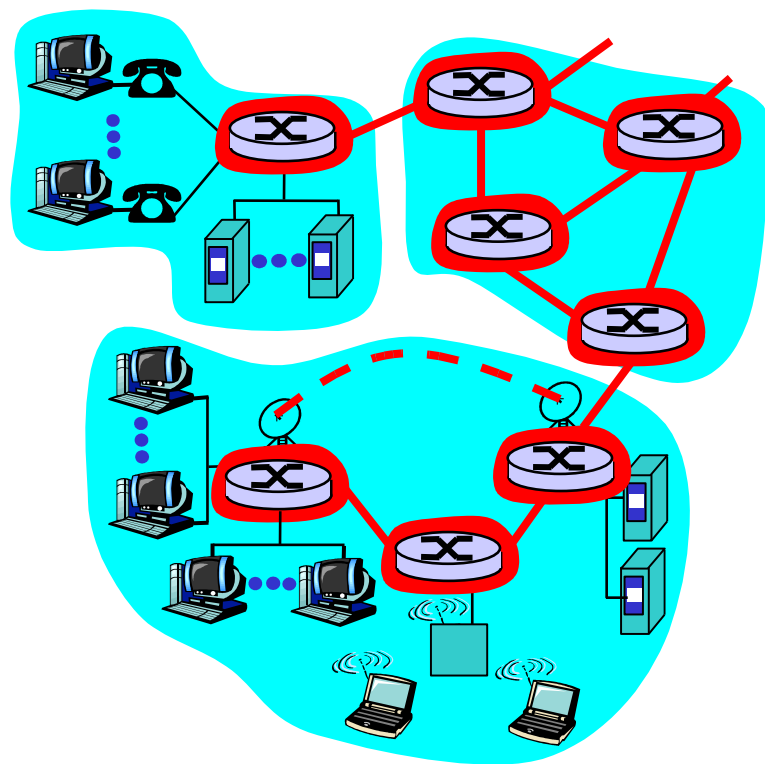
1.6 Opóźnienia i straty w sieciach z komutacją pakietów

1.7 Warstwy sieci, modele usług

1.8 Historia

Szkielet sieci

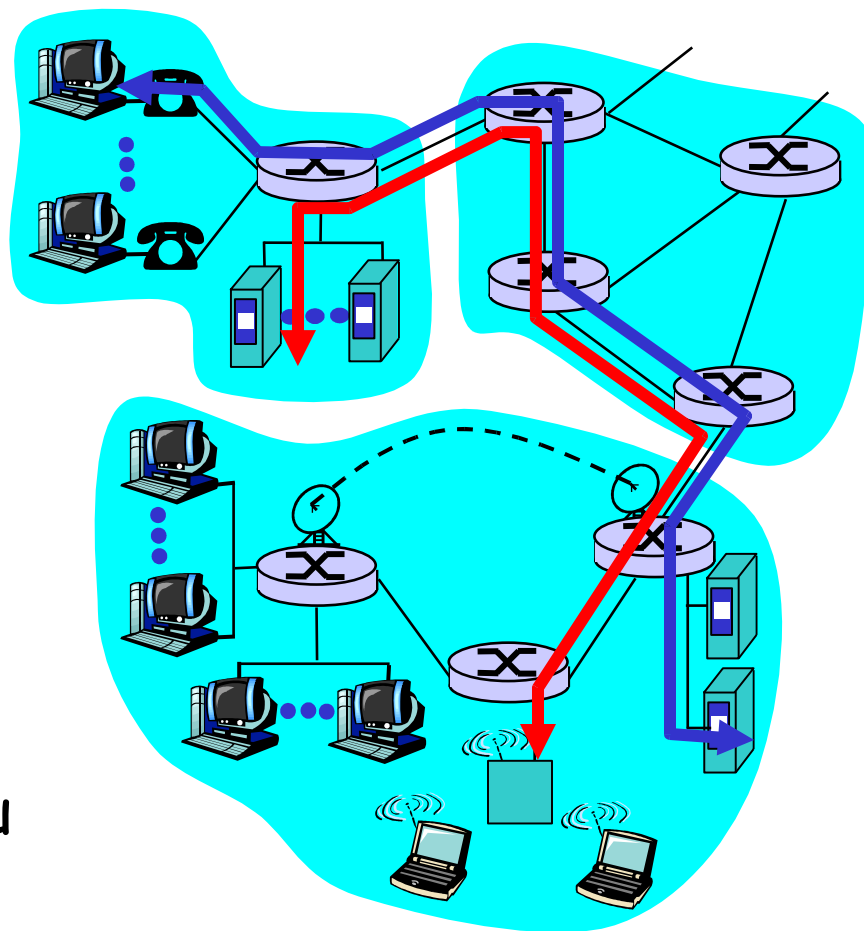
- siatka połączonych ruterów
- podstawowe pytanie: jak informacja jest komunikowana przez sieć?
 - **komutacja kanałów**: kanał poświęcony na rozmowę: sieć telefoniczna
 - **komutacja pakietów**: informacje komunikowane przez sieć w „porcjach”



Szkielet sieci: Komutacja Kanatów

Zasoby od końca do końca
rezerwowane dla
"rozmowy" (sesji)

- ❑ przepustowość łącz,
moc obliczeniowa węzłów
- ❑ rezerwacja zasobów:
nie ma podziału
- ❑ gwarantowana przepływność
(jak w kanale)
- ❑ wymagane utworzenie kanału



Szkielet sieci: Komutacja Kanałów

zasoby sieci (n.p.
przepustowość)
podzielone na
"części"

- ❑ części przydzielone do rozmów
- ❑ część jest **niewykorzystana** jeśli nie używa jej rozmowa (*nie ma współdzielenia*)

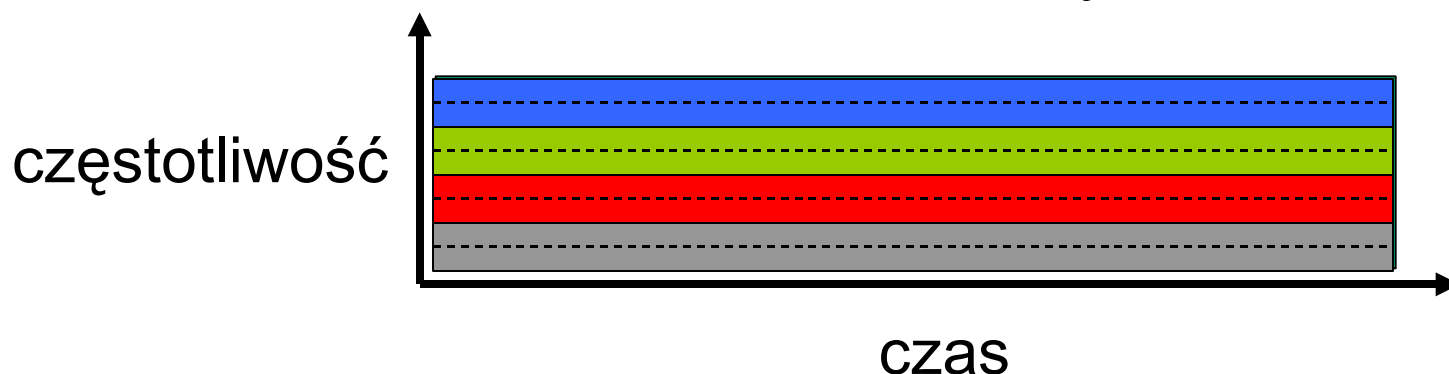
- ❑ wymaga podziału przepustowości łącz na "części"
 - podział według częstotliwości
 - podział według czasu
 - podział przepustowości łącz = **multipleksacja**

Komutacja kanałów z FDM oraz STDM

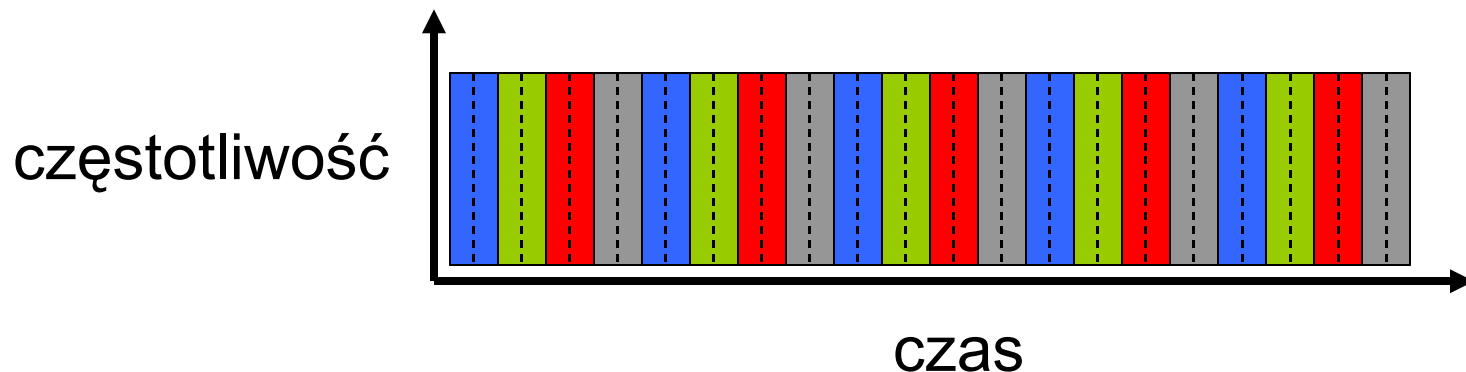
Przykład:

4 użytkowników ■ ■ ■ ■

FDMA



TDMA



Szkielet sieci: Komutacja pakietów

Informacja komunikowana
od końca do końca jest
dzielona na *pakiety*

- ❑ pakiety użytkowników A, B dzielą zasoby sieci
- ❑ każdy pakiet używa pełnej przepustowości łącza
- ❑ zasoby są używane *w miarę potrzeb*

Podział przepustowości na
"części"

Rezerwacja zasobów

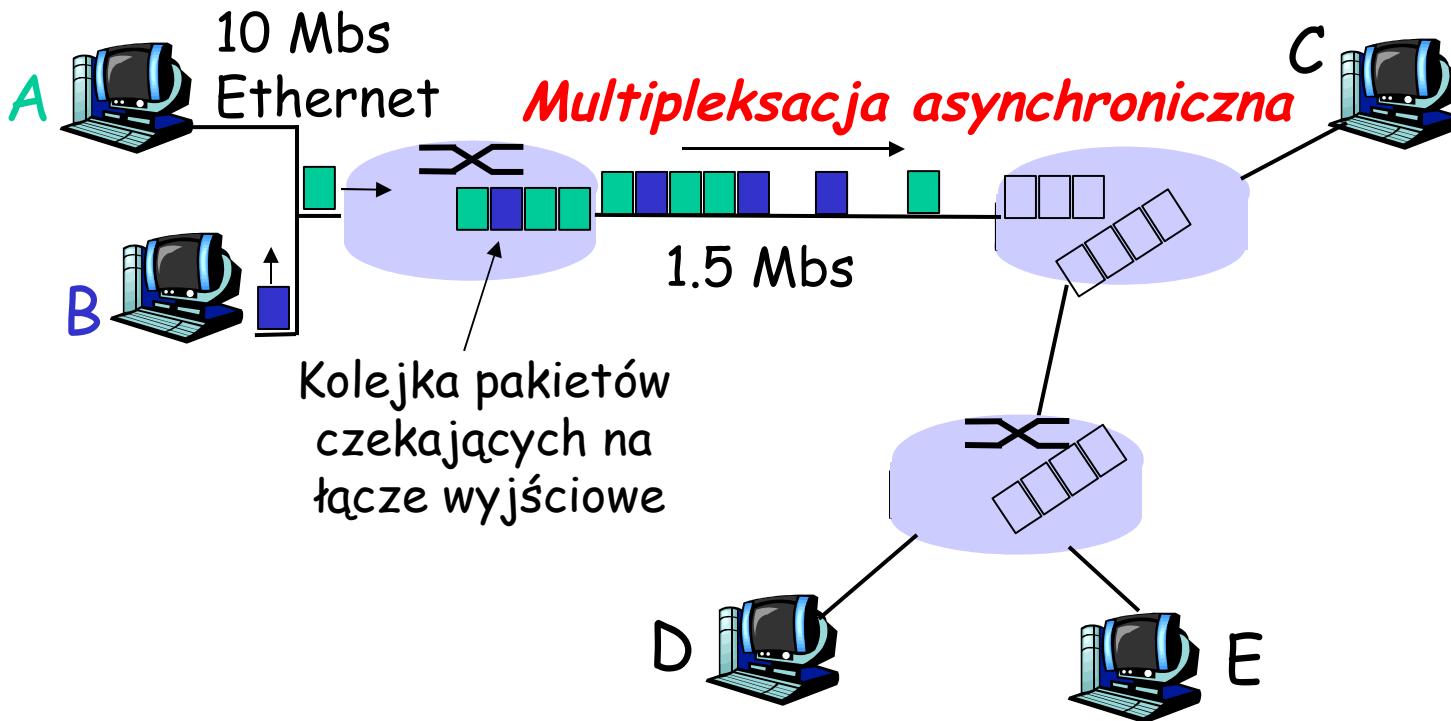
Przydział "części"

przepustowości łącz

Konkurencja o zasoby:

- ❑ całkowite zapotrzebowanie może przewyższyć dostępne zasoby
- ❑ przeciążenie: pakiety czekają w kolejce na dostępność łącza
- ❑ zachowywanie i przekazywanie: pakiety poruszają się o jedno łącze
 - transmisja na łączu
 - oczekiwanie przed następnym łączem

Komutacja pakietów: Multipleksacja asynchroniczna



Wykorzystanie łącza przez pakiety od A i B nie ma ustalonego wzorca czasowego ➡ ***multipleksacja asynchroniczna***.

W STDM każdy host otrzymuje ten sam przedział w powtarzającej się ramce czasowej.

Komutacja pakietów a komutacja kanałów

Komutacja pakietów pozwala na zwiększenie liczby użytkowników sieci

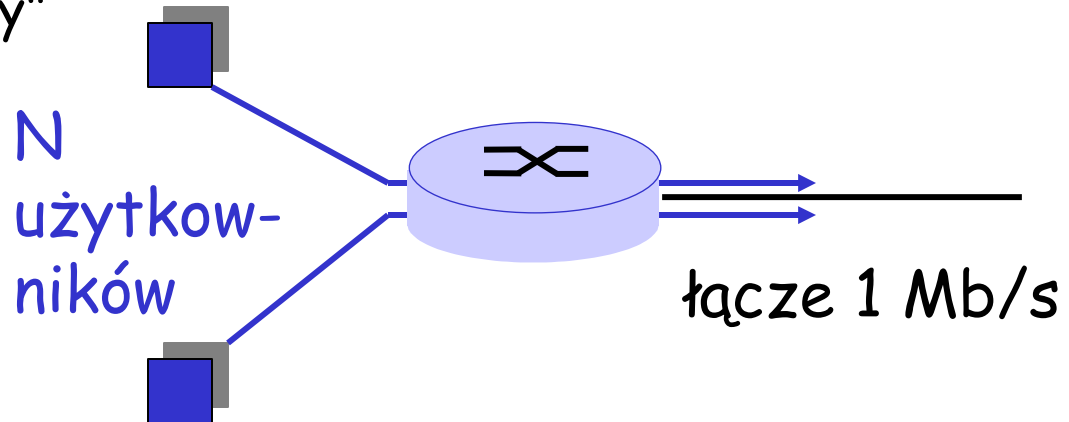
- ❑ Łącze 1 Mbit
- ❑ Każdy użytkownik:
 - 100 kb/s gdy "aktywny"
 - Aktywny przez 10% czasu

- ❑ Komutacja kanałów:

- 10 użytkowników

- ❑ Komutacja pakietów:

- Przy 35 użytkownikach, prawdopodobieństwo że > 10 aktywnych na raz mniejsze niż .0004

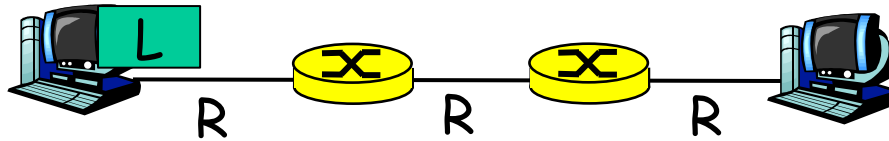


Komutacja pakietów a komutacja kanałów

Czy komutacja pakietów jest bezkonkurencyjna?

- ❑ Świetna dla komunikacji danych
 - Współdzielenie zasobów
 - Prostsza, bez tworzenia kanału
- ❑ **Za duże przeciążenie:** opóźnienie i straty pakietów
 - Potrzebne protokoły do niezawodnej komunikacji danych, kontroli przeciążenia
- ❑ **Pytanie: Jak zapewnić zachowanie podobne do kanału?**
 - Gwarancje przepustowości potrzebne dla komunikacji audio/video
 - Problem nie jest rozwiązany (będzie o nim jeszcze mowa), choć istnieją sieci inne niż IP, które mają rozwiązania (n.p. ATM)

Komutacja pakietów: zachowaj i przekaż

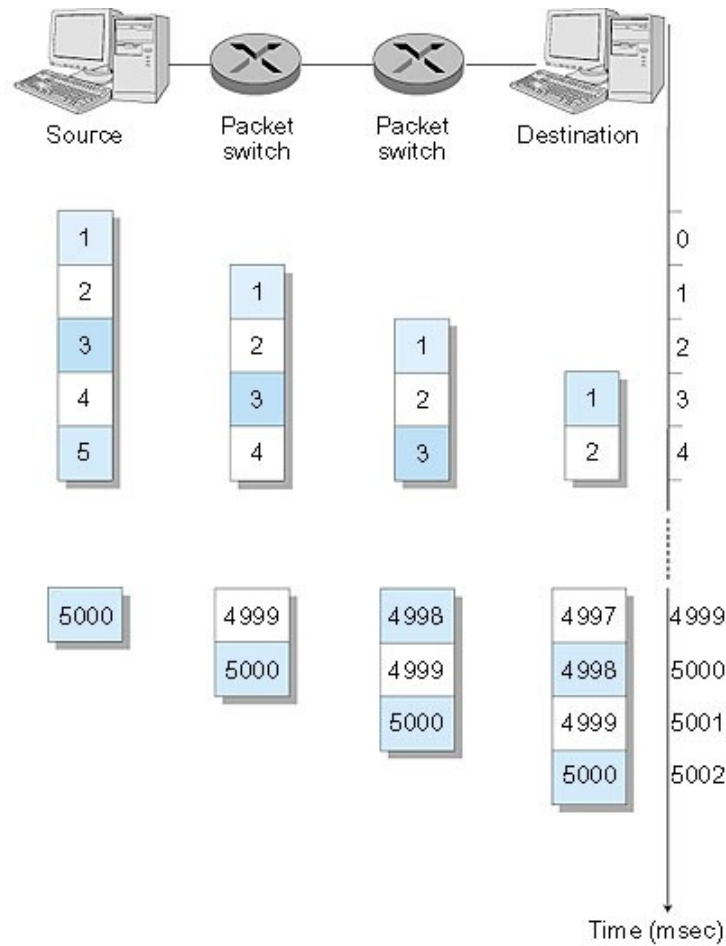


- Potrzeba L/R sekund na transmisję komunikatu L bitów na łączu R b/s
- Cały pakiet musi dotrzeć do rutera, zanim będzie transmitowany na następnym łączu:
zachowaj i przekaż
- opóźnienie = $3L/R$

Przykład:

- $L = 7.5$ Mbit
- $R = 1.5$ Mb/s
- opóźnienie = 15 sec

Komutacja pakietów: podział wiadomości



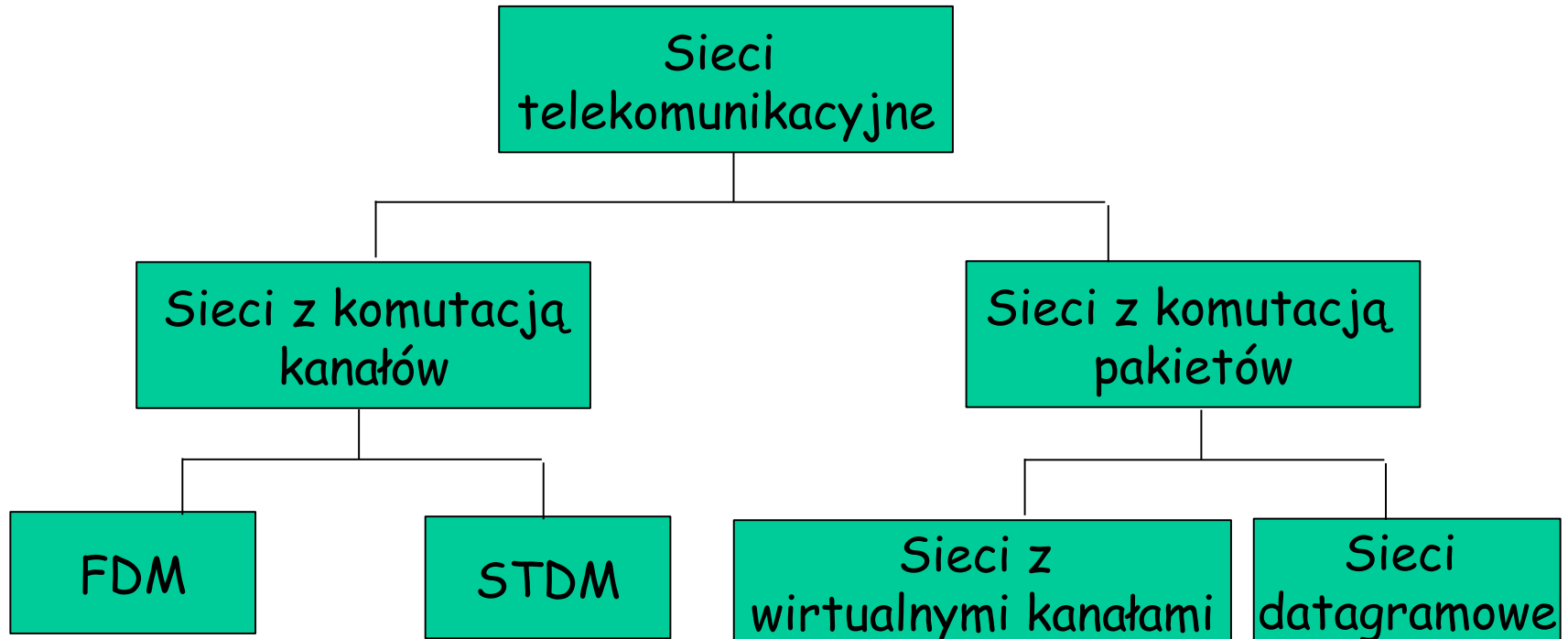
Podziel komunikat (7.5 Mbita)
na 5000 pakietów

- Każdy pakiet ma 1500 bitów
- transmisja pakietu na jednym łączy trwa 1 ms
- *pipelining*: każde łącze działa równolegle
- Opóźnienie zmniejsza się z 15 s do 5.002 s

Sieci pakietowe: przekazywanie

- ❑ *Cel:* prześlij pakiety przez rutery od nadawcy do odbiorcy
 - Będziemy studiowali wiele algorytmów wyboru ścieżki (czyli rutingu=komutacji pakietów IP)
- ❑ **Sieć datagramowa:**
 - *Adres odbiorcy* w pakiecie określa następny krok
 - Ścieżki mogą się zmieniać w trakcie sesji
 - Analogia: jazda samochodem, pytanie o drogę
- ❑ **Sieć z wirtualnymi kanałami:**
 - Każdy pakiet zawiera etykietę (identyfikator wirtualnego kanału), etykieta określa następny krok
 - Stała ścieżka jest ustalana *przy tworzeniu wirtualnego kanału*, nie zmienia się podczas połączenia
 - *Rutery utrzymują stan dla każdego wirtualnego kanału*

Rodzaje sieci



- Sieć datagramowa nie jest połączeniowa albo bezpołączeniowa.
- Internet udostępnia aplikacjom zarówno usługi połączeniowe (TCP) jak i bezpołączeniowe (UDP).

Mapa wykładu

1.1 Co to jest Internet?

1.2 Brzeg sieci

1.3 Szkielet sieci

1.4 Sieć dostępowa i media fizyczne

1.5 Struktura Internetu / dostawcy Internetu (DI)

1.6 Opóźnienia i straty w sieciach z komutacją pakietów

1.7 Warstwy sieci, modele usług

1.8 Historia

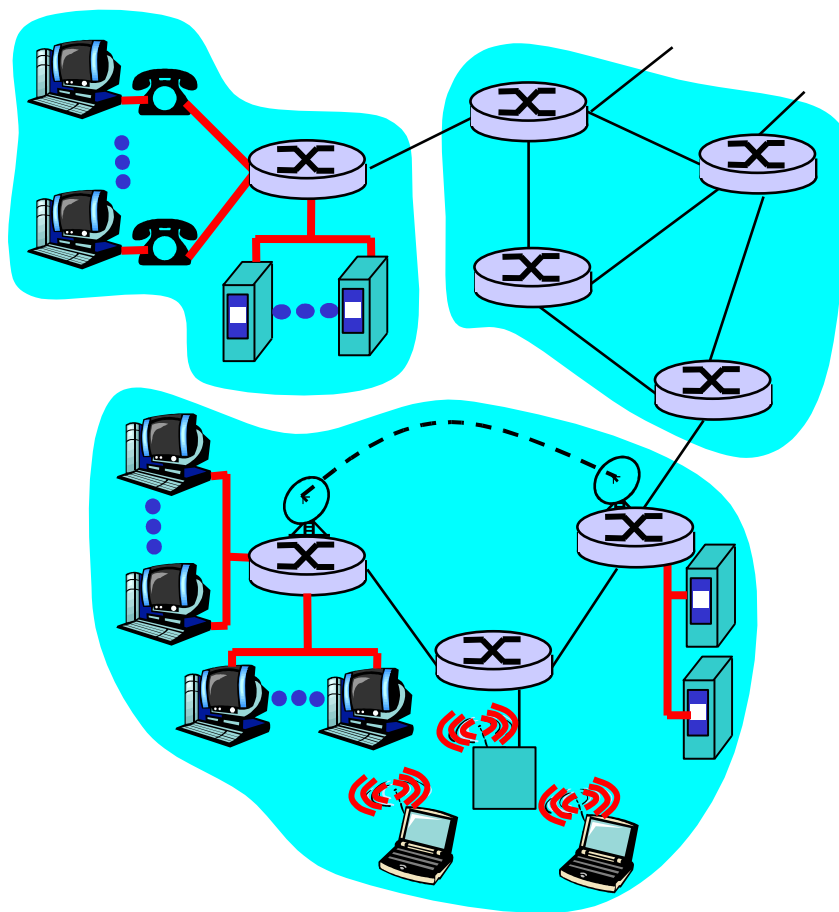
Sieć dostępową i media fizyczne

Pytanie: Jak podłączyć systemy końcowe do rutera brzegowego?

- ❑ domowe sieci dostępowe
- ❑ instytucjonalne sieci dostępowe (szkoła, firma)
- ❑ mobilne sieci dostępowe

Jaka ma być:

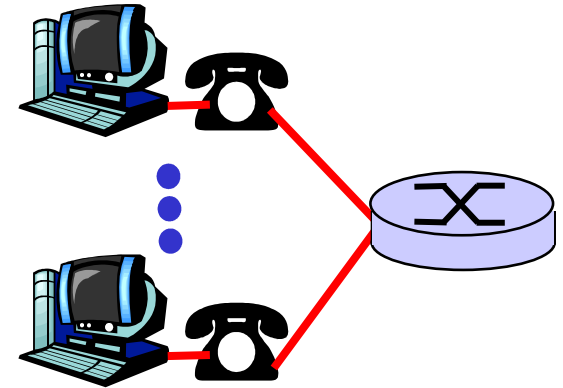
- ❑ przepustowość (bity na sekundę) sieci dostępowej?
- ❑ współdzielona czy nie?



Domowa sieć dostępową: połączenie punkt-punkt

❑ Połączenie przez modem

- do 56Kb/s bezpośredniego dostępu do rutera (często mniej)
- Nie można być w sieci i dzwonić jednocześnie



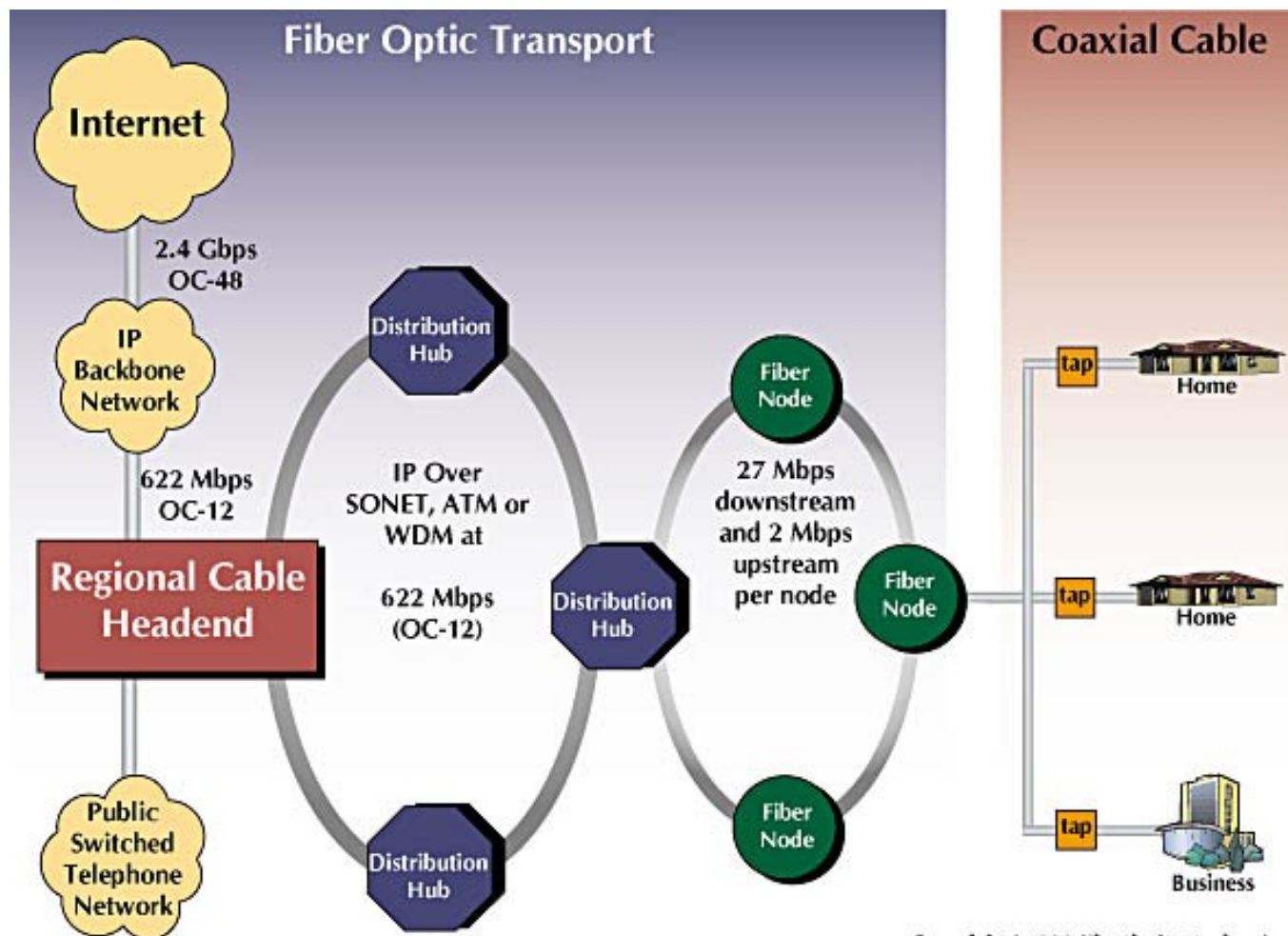
❑ ADSL: asymmetric digital subscriber line

- do 1 Mb/s do sieci (dziś typowo < 256 kb/s)
- do 8 Mb/s z sieci (dziś typowo < 1 Mb/s)
- FDM: 50 kHz - 1 MHz z sieci
4 kHz - 50 kHz do sieci
0 kHz - 4 kHz dla zwykłego telefonu

Domowa sieć dostępową: modemy optyczne

- ❑ **HFC: hybrid fiber coax**
 - Połączenie asymetryczne: do 10Mb/s z sieci, 1 Mb/s do sieci
- ❑ sieć miedziana i światłowodowa łączy domy z ruterem DI
 - dostęp do rutera współdzielony przez domy
 - problemy: przeciążenie, dopasowanie zasobów rutera
- ❑ instalacja: udostępniany przez operatorów telewizji kablowej

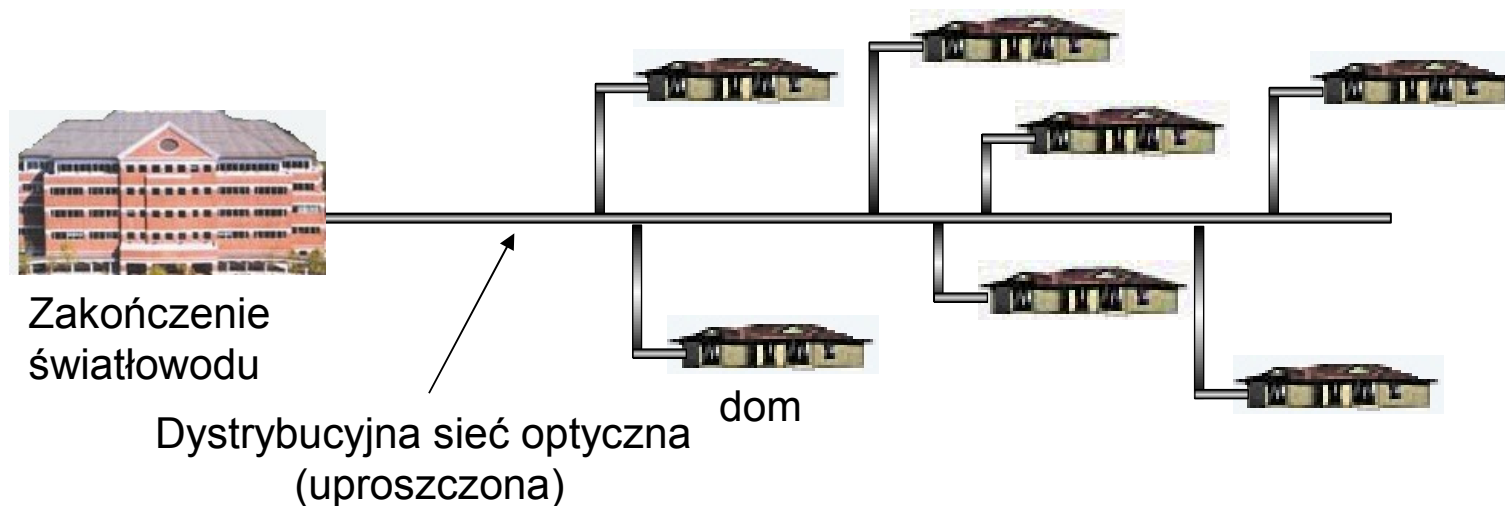
Domowa sieć dostępową: modemy optyczne



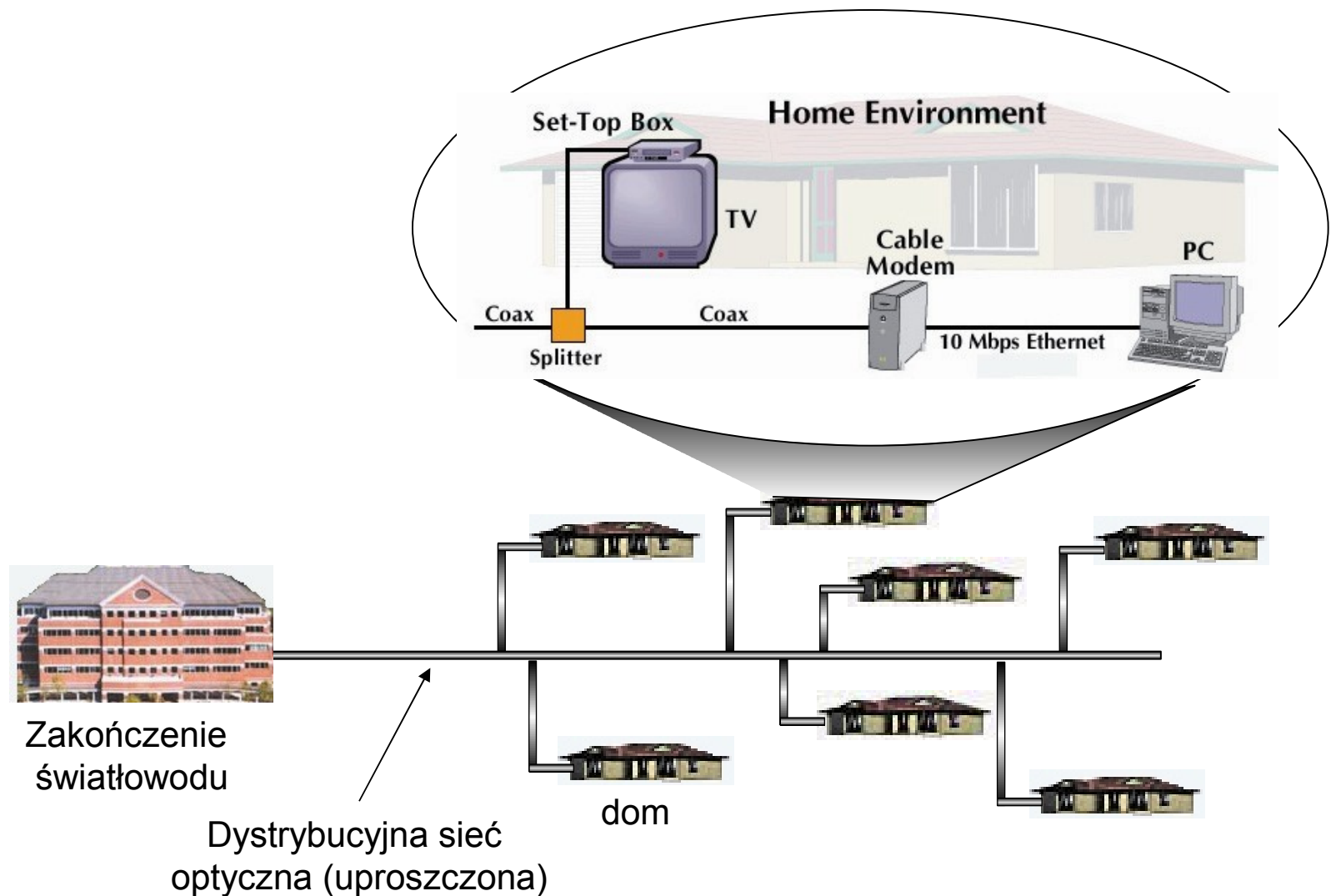
Copyright © 1999 Kinetic Strategies, Inc.

Przegląd architektury sieci kablowej

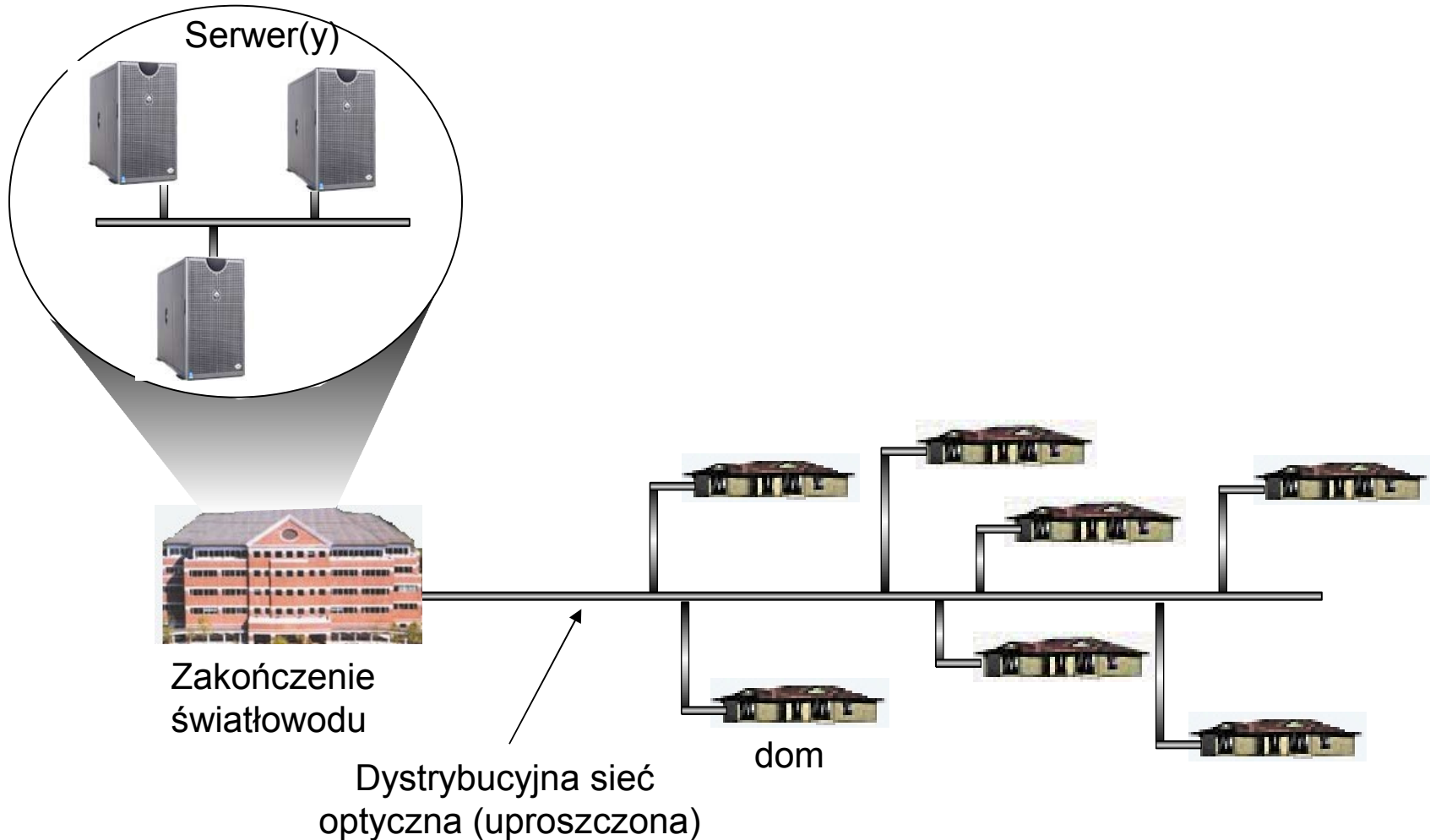
Typowo 500 to 5,000 domów



Przegląd architektury sieci kablowej



Przegląd architektury sieci kablowej



Przegląd architektury sieci kablowej

