# SSI = Sieciowe Systemy Informacyjne

Plan wykładu:

1. Zarys sieci komputerowych
   sieci fizyczne, intersieć, adresy węzłów, routery,
   prot. niskopoziomowe; prot. IP, TCP, UDP,
   prot. warstwy aplikacji, zwłaszcza HTTP...

2. Technologie aplikacji serwerowych (sieciowych)
   aplikacje rozproszone wielo-rzędowe ...
   szczególny nacisk na aplikacje rozproszone/webowe
   technologie poszczególnych rzędów
   (rzędy: przeglądarka, ser. www, obiekty rozpr./WS, baza danych(?))

# Literatura

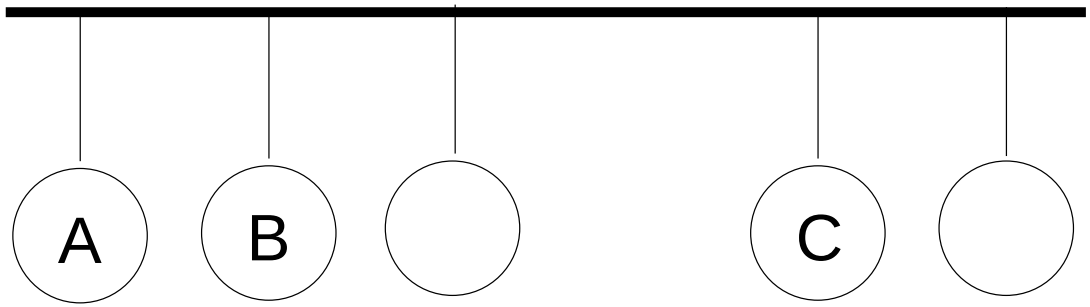
1. sieci komputerowe:
   - Comer, "Sieci komputerowe TCP/IP, tom 1", (stara książka)
   - Kurose, Ross, "Sieci, od szczegółu do ogółu z internetem w tle", (nowa książka)
   jako uzupełnienie starej książki
   - materiały w wikipedii

2. techn. aplikcji serwerowych:
   - materiały do zajęć na http://faculty.wmi.amu.edu.pl:20002/zajecia
   - "Sams Teach Yourself J2EE in 21 Days.pdf"
   - materiały w wikipedii

# Intersieć i sieci fizyczne

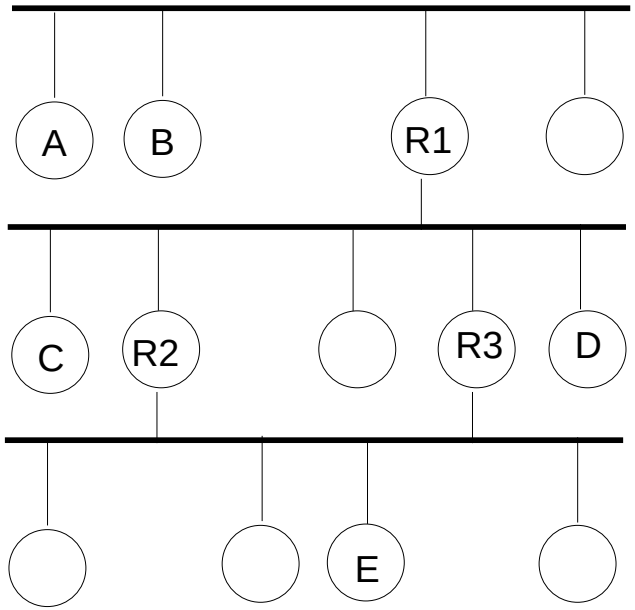
- Sieć fizyczna umożliwia wysyłanie pakietów między węzłami.
- Komputer podłączony do sieci to "węzeł".
  inne nazwy węzła: host, maszyna
- Węzeł A może wysłać pakiet do węzła B (ang. unicast)
  lub do wszystkich w tej samej sieci fizycznej (ang. broadcast)
- Pakiet = nagłówek + dane; inne nazwy: ramka, datagram, komunikat
  nagłówek pakietu zawiera m.in. adresy sprzętowe źródłowy i docelowy...
- Interfejs sieciowy węzła (= karta sieciowa) posiada adres sprzętowy (np. eth)
  patrz polecenie ifconfig ...

Sieć fizyczna:



# Intersieć i sieci fizyczne

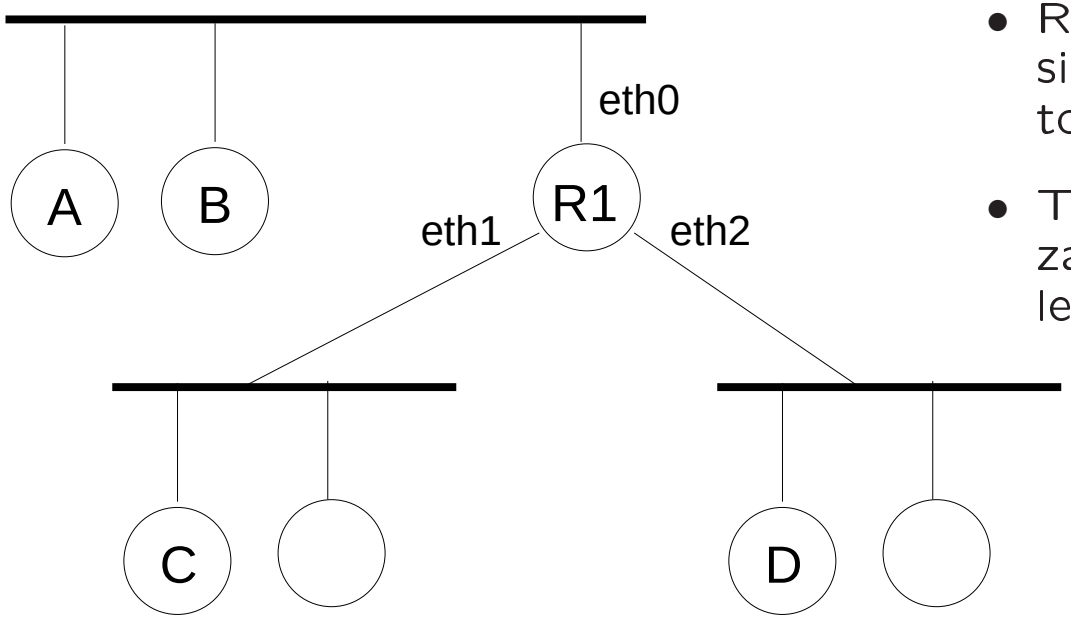
Intersieć:




- Itersieć składa się z kilku sieci fizycznych
- Przykład intersieci: Internet...
- Węzeł A może wysłać pakiet do węzła E, wtedy pakiet przeskakuje przez 2 routery, np. R1 i R2 lub R1 i R3
- Router = węzeł podłączony równocześnie do kilku sieci fizycznych

# Intersieć i sieci fizyczne

Intersieć:




- Router R1 jest podłączony równocześnie do 3 sieci fizycznych
- Router decyduje przez który interfejs sieciowy wysłać pakiet
  to tzw. trasowanie (ang. routing).
- Tablica do trasowania (tablica routingowa) zawiera wpisy postaci:
  lewa sieć -> eth1, prawa sieć -> eth2

# Typy sieci fizycznych

- LAN - Sieć lokalna (ang. Local Area Network)
  WAN - Sieć WAN (z ang. Wide Area Network, rozległa sieć komputerowa)
  WLAN - Bezprzewodowa LAN (ang. Wireless Local Area Network)
  MAN - Miejska sieć komputerowa (ang. Metropolitan Area Network)

- topologia sieci: magistrala, gwiazda, ring, drzewo - dotyczy sieci fizycznej!!

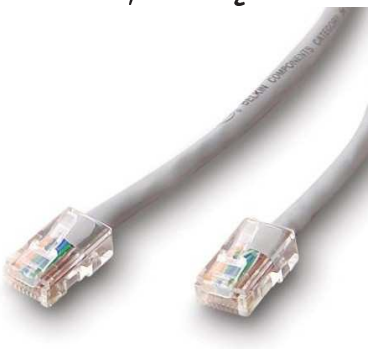
- sieć lokalna typu **Ethernet**
  - standard IEEE 802.3 (?)
  - skrętka (kabel) + switch (urządzenie sieciowe)
  - skrętka nieekranowana kategori e5, do 100metrów, 100Mbit/s = Fast Ethernet, są jeszcze szybsze!, wtyczka RJ-45, nie przejmować się przeplotem!
  - maszyny w sieci mają karty sieciowe Ethernet, >2 maszyny łączymy przy pomocy switch-a => topologia gwiazdy/drzewa
  - dawniej używano kabla koncentrycznego ...

- bezprzewodowa siec lokalna typu **WiFi**
  - standardy IEEE 802.11, 802.11b/g/n
  - punkt dostępowy (ang. Access Point), klienci WiFi (czyli maszyny z kartami sieciowymi WiFi)

- sieci dwuwęzłowe nad łączem szeregowym
  - połączenie telefonicze, modemy telefoniczne/akustyczne, 56Kbitów/s, bardzo długie łącze szeregowe
  - prot PPP (ang. Point to Point Protocol) przenosi pakiety IP nad łączem szeregowym (demony pppd)
  - to jest prosty przykład sieci WAN !
  - łącze szeregowe może być emulowane (bluetooth/rfcomm/IEEE 802.15, lub nad USB)

# Ethernet - C.D.

RJ-45, skrętka:



- switch - pol. przełącznik, operuje na ramkach ethernetowych, dawniej bridge (pol. most), ma kilka "portów" (gniazdek RJ-45)
- switch-e można w prosty sposób łączyć kablem typu skrętka, tworząc "drzewo"
- **zasada działania switch-a:** jeśli nie wie gdzie wysłać ramkę eth, to wysyła wszędzie; poza tym dla każdego portu (gniazdka RJ-45) pamięta jakie adresy eth się za nim kryją ...
- switch vs router ?!?!?!?!
- tzw "routery WiFi" zawierają switch + access point WiFi (połączone), pojedyncza siec fizyczna ...

# Adresy węzłów

właściwie nie węzłów tylko interfejsów sieciowych węzłów...

typy adresów: sprzętowe, IP, domenowe

- adresy sprzętowe
  np. ethernetowe, 08:9E:01:1C:9C:70, inna nazwa: adr MAC
  nadawane przez producenta karty sieciowej
- adresy IP
  np. 192.168.1.100, 150.254.77.44, 4x8=32 bity (IPv4),
  przydzielanie adresów IP do interfejsu sieciowego: ręcznie, DHCP, ...
- adresy domenowe
  np. wp.pl, onet.pl; serwer DNS zamienia adr domenowy na adr IP

zasady przydzielania adresów IP:

- adres IP składa się z "nr sieci" (prefiks) i z "nr hosta"
- wszystkie węzły w danej sieci fizycznej powinny mieć ten sam "nr sieci"
- wszystkie węzły powinny mieć inny adres IP
  (w sieci fizycznej; w intersieci - uwaga na NAT !!!)
- jeśli węzeł należy do kilku sieci to będzie miał kilka adr IP

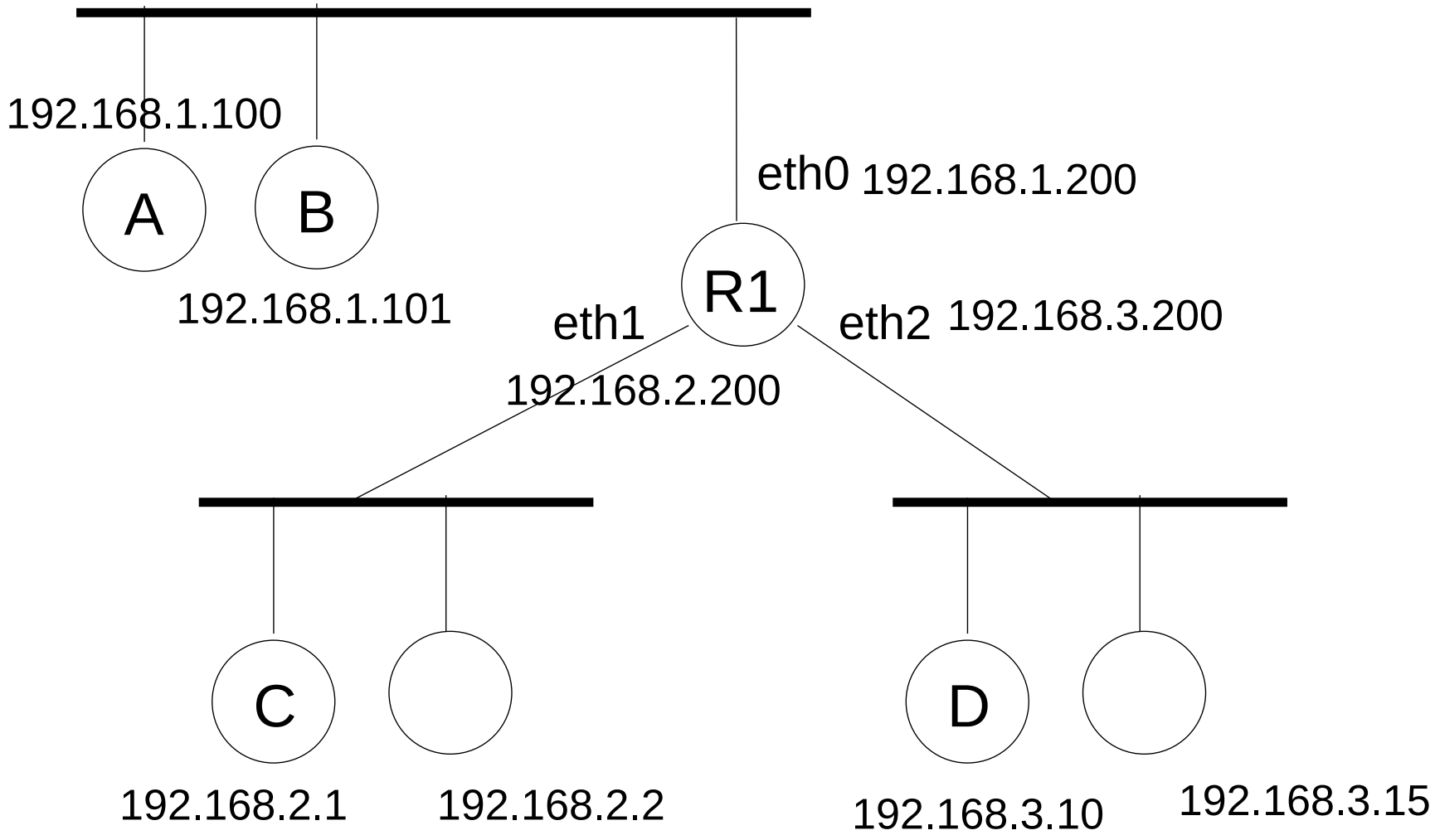
- które bity adresu IP są nr sieci, a które nr hosta?
  to zależy od "klasy adresu" i "maski podsieci" !

- klasa adresu X1.X2.X3.X4; decyduje prefiks bajtu X1 w zapisie binarnym!
  - klasa A: 0... , nr sieci to X1
  - klasa B: 10..., nr sieci to X1.X2
  - klasa C: 110..., nr sieci to X1.X2.X3
  - kllasa D: 1110..., multicasting

- maska podsieci
  - określa jawnie które bity adresu IP są nr sieci (jedynki w masce)
  - np. maska 255.255.255.0 dla adresu IP klasy B oznacza, że nr sieci to X1.X2.X3
  - jedynki w masce nie muszą koniecznie być spójne ani obejmować całych bajtów
  - wszystkie hosty w danej sieci fizycznej powinny mieć tą samą maskę

- adresy specjalne
  - jesli jako nr hosta ustawic same jedynki: broadcast
  - 127.0.0.1 = local loopback, localhost, lokalna maszyna
  - adresy prywatne (gdy nie mamy przydzielonego nr sieci w Internecie)
  192.168.0.0 -> 192.168.255.255
  10.0.0.0 -> 10.255.255.255
  172.16.0.0 -> 172.16.255.255

Intersiec z przypisanym adresami IP (klasy C):



# Protokoły IP, TCP, UDP

- Co to jest "protokół" ?
  - sposób w jaki hosty rozmawiają przez jakiś kanał komunikacyjny
  - m.in. definiuje format komunikatów

- prot IP - warstwa internetowa
  - przenoszenie pakietów IP przez intersiec

- prot UDP - warstwa transportowa
  - przenoszenie datagramów UDP (są nr portów)
  - niepewne

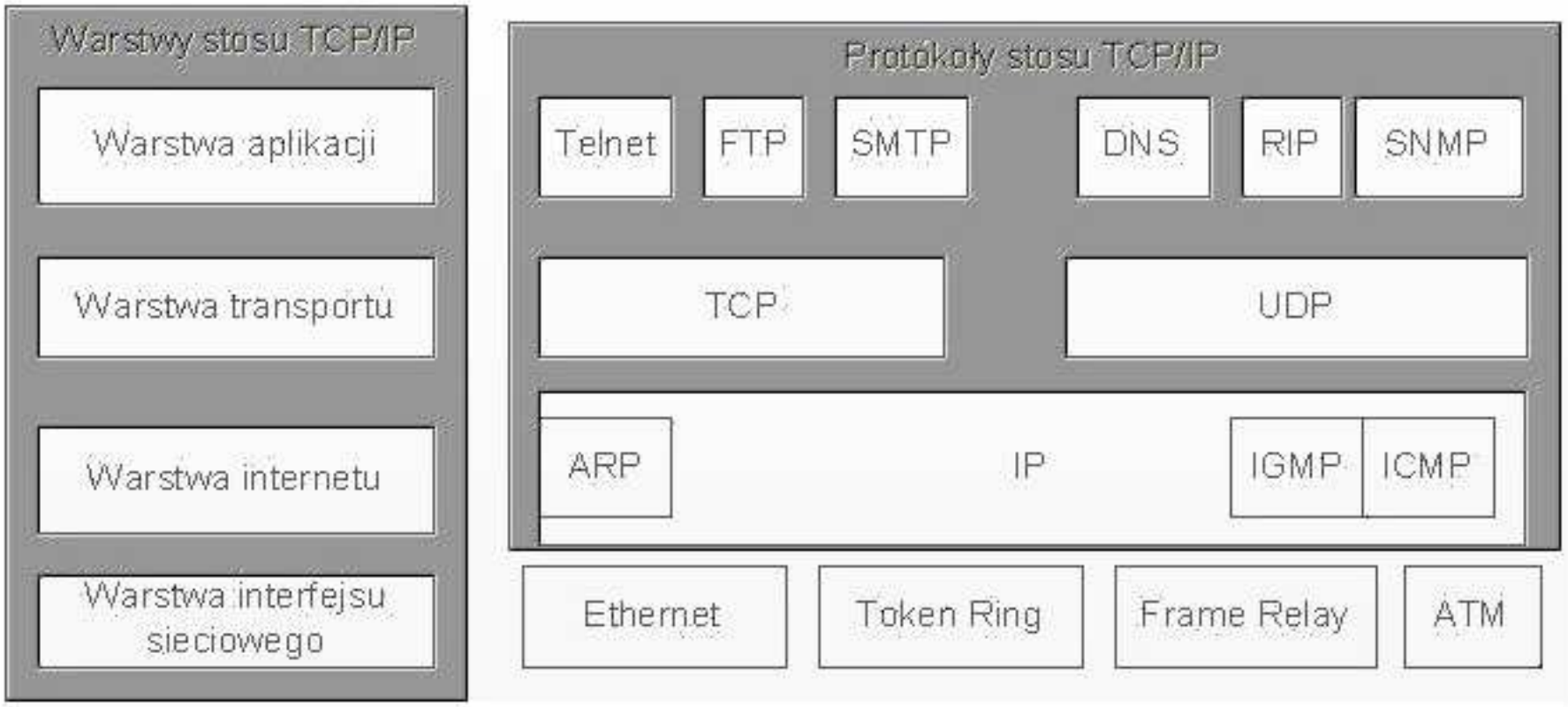
- prot TCP - warstwa transportowa
  - (wirtualne) połączenie TCP
  - można przesyłać strumien danych/bajtów
  - jest pewne

- aplikacje używają prot warstwy transportowej
  za pomocą gniazdek BSD (API, fun. systemowe)

# Warstwy protokołów

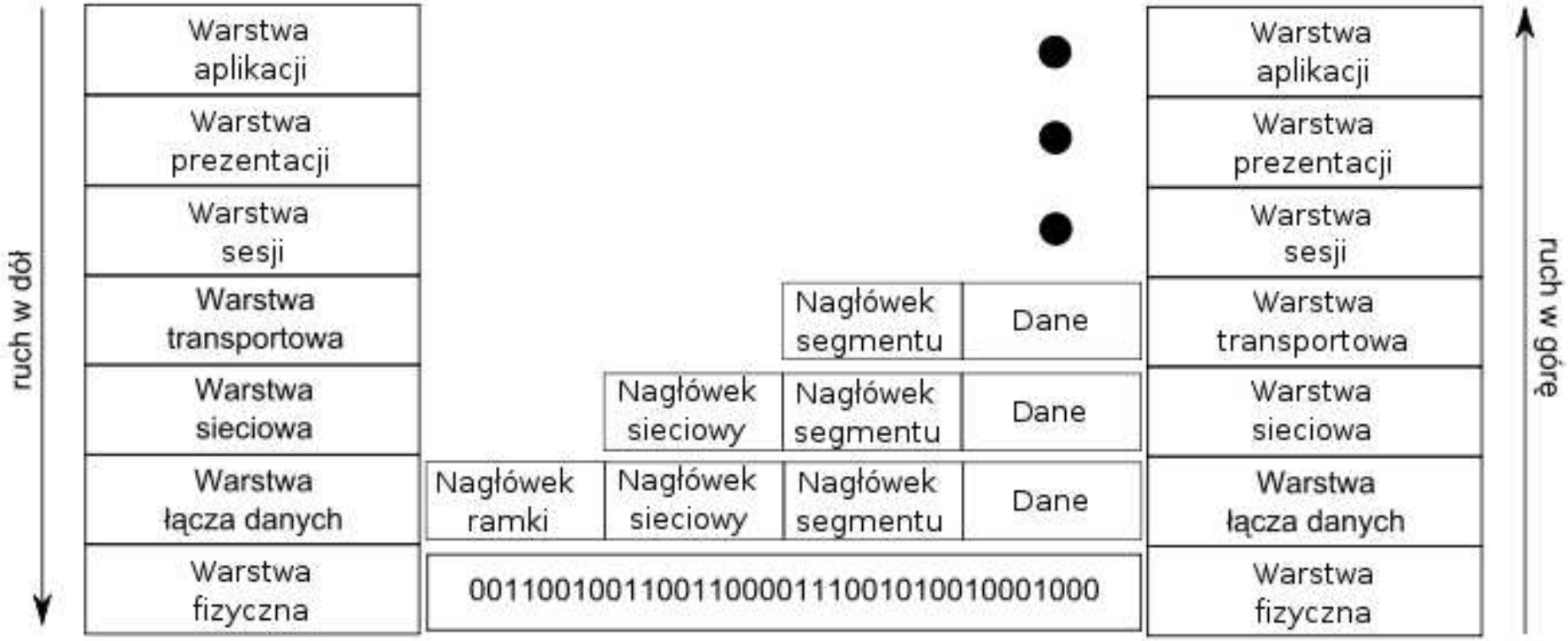
Architektura warstwowa:
wyższa warstwa używa niższej warstwy (patrz enkapsulacja)

Podział protokołów Tcp/Ip na warstwy:



Warstwy ISO vs warstwy Tcp/Ip:

Warstwy ISO/ enkapsulacja:



# Protokoły niskopoziomowe

- ARP (ang. Address Resolution Protocol)
  - zamiana adresu IP na sprzętowy
  - tablica/ cache ARP, zawiera pary (adres IP, adres sprzętowy), uczy się ...
- DHCP (ang. Dynamic Host Configuration Protocol)
  - przydzielanie adresu IP dla interfejsu sieciowego hosta,
  oraz inne sprawy np. maska posieci, default router, serwery DNS
- ICMP (ang. Internet Control Message Protocol)
  - zastosowania: echo (polecenie ping), router informuje nadawce pakietu, że nie może go przekazac dalej (polecenie traceroute)

# Protokoły warstwy aplikacji

- FTP, TELNET, DNS, HTTP, ...
- model klient/serwer; usługa, klient, serwer (świadczy usługę), klient rozmawia z serwerem przy pomocy powyższych prot
- "nr portu", wprowadzony w TCP i UDP, serwer oczekuje na klientów na danym nr portu, np. FTP - 21, patrz /etc/services, wiele serwerów na jednej maszynie
- FTP - przesyłanie plików
  TELNET, SSH - terminal do zdalnej maszyny
  DNS - zamiana adresów domenowych na IP i odwrotnie
  HTTP - strony www, rozmowa między przeglądarką a serwerem www
  ...

# Protokół IP

Nagłówek pakietu IP:

<table>
<tr><th>0 – 3</th><th>4 - 7</th><th>8 - 15</th><th>16 - 18</th><th>19 - 23</th><th>24 - 31</th></tr>
<tr><td>Wersja</td><td>IHL</td><td>Typ usługi</td><td colspan="3">Długość całkowita</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identyfikator</td><td>Flagi</td><td colspan="2">Przesunięcie fragmentu</td></tr>
<tr><td>Czas życia</td><td colspan="2">Protokół</td><td colspan="3">Suma kontrolna nagłówka</td></tr>
<tr><td colspan="6">Adres źródłowy</td></tr>
<tr><td colspan="6">Adres docelowy</td></tr>
<tr><td colspan="3">Opcje</td><td colspan="3">Dopełnienie</td></tr>
<tr><td colspan="6">Dane</td></tr>
</table>

- pakiet IP zawiera adresy IP wezłów: źródłowego (src) i docelowego (dst)
- "czas życia", TTL, Time To Live, ile raz może przeskoczyć przez router
- IHL - długość nagłowka pakietu IP (w słowach 32bit)
- fragmentacja, gdy długość pakietu $>$ MTU sieci fizycznej (max długość ramki)

# Protokół UDP

- nagłówek datagramu UDP zawiera nr portu źródłowy i docelowy
- datagram UDP jest transportowany w pakiecie IP
- broadcasting , "jeden do wielu", jedynki jako nr hosta
- multicasting, "jeden do wielu", przeskakiwanie przez routery (TTL), adres docelowy ip klasy D, grupy multicastowe
- do czego służą nr portów ??? (na przykładzie udp)
  dwa serwery udp na 1 maszynie...
  na 1 maszynie używamy dwóch serwerów udp...
  tzw. gniazdka (ang. sockets) posidają nr portu

# Protokół TCP

## Dygresja na temat łączy (nie)nazwanych unixa:

- łącza służa do komunikacji między dwoma procesami na jednej maszynie
- łącze to rozwiązanie "problemu producenta i konsumenta" (kontrola przepływu)
- prawa rządzące łączem ...
  patrz http://mhanckow.students.wmi.amu.edu.pl/sop322B.htm
- połączenie TCP zachowuje się dokładnie tak jak łącza !!!

## Cechy połączenia TCP:

- połączenia TCP są pewne (dane się nie gubią - w przeciwieństwie do UDP ...)
- podobnie jak w UDP, używa się nr portów;
  serwer oczekuje na klientów na danym nr portu
- połączenia TCP są dwukierunkowe
- kończenie / zrywanie połączenia (fun. sys. close(desk) vs problemy sieciowe)
- implementacja połączenia TCP:
  segmenty TCP, wysyłanie z potwierdzaniem,
  przesuwające się okno z segmentami (ang. sliding window),
  kontrola przepływu za pomocą zmiany rozmiaru tego okna

# Gniazda BSD

- patrz http://mhanckow.students.wmi.amu.edu.pl/sop322D.htm
  pokazać "dziedzine internetową/ gniazdka strumieniow"
  pokazac dziedzine internetową/ gniazdka datagramowe
- gniazda BSD w językach skryptowych/ dynamicznych (język Tcl)
  pokazać zachowanie połączenia TCP ...
- rola nr portu w połączeniach TCP
  (zwł. po stronie serwera, gniazdko passywne i gniazdka aktywne)
  rola nr portu w datagramach UDP

# Więcej o routerach ...

- NAT (ang. Network Address Translation)
  zamiana adresów IP i/lub nr portów pakietów przechodzących przez router
  gdy wraca "odpowiedź" wykonuje się na pakiecie operacje odwrotną !
- SNAT, MASQ, modyfikowanie adresów IP i nr portów **źródłowych**
  umożliwia dostęp do internetu z sieci lokalnej, z adresami prywatnymi!
  MASQ jak SNAT, ale gdy router ma zmienny adres IP
- DNAT, modyfikowanie adresów IP i nr portów **docelowych**
  umożliwia udostępnianie w internecie serwerów, pracujących na maszynach w sieci lokalnej z adresami prywatnymi
  (o ile router ma publiczny adres IP ...)
- zapora sieciowa, czyli odrzucanie niektórych pakietów IP ...
- linux: wszystko (NAT i zapory) robimy poleceniem *iptables* !

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -o ppp0 -j MASQUERADE
iptables -t nat -A PREROUTING -i eth0 -p tcp --dport 80 -j DNAT \
  --to 192.168.1.100:8015
```