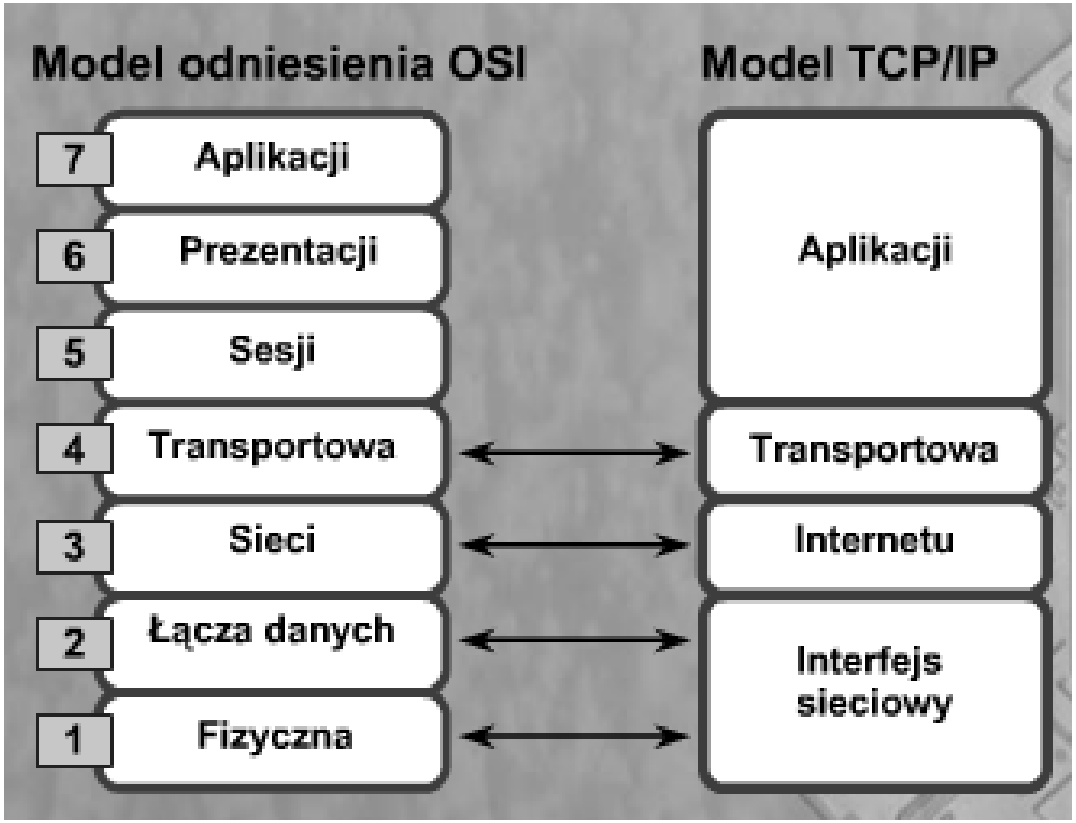
PODSTAWY SIECI KOMPUTEROWYCH

Modele warstwowe - Model OSI - warstwa sieci.

Funkcje warstwy sieci

- odpowiedzialna za adresowanie logiczne i domenę routingu.



Warstwa sieci / model OSI

- Rozpoznaje, jakie drogi łączą poszczególne komputery (trasowanie).

Trasowanie - oznacza to wyznaczanie trasy i wysłanie nią pakietu danych w sieci komputerowej.

Router - urządzenie węzłowe, w którym kształtowany jest ruch sieciowy, jego rolę może pełnić np.
- komputer stacjonarny
- dedykowane urządzenie.

Warstwa sieci / model OSI

- Rozpoznaje, jakie drogi łączą poszczególne komputery (trasowanie).

Trasowanie - oznacza to wyznaczanie trasy i wysłanie nią pakietu danych w sieci komputerowej.

Router - urządzenie węzłowe, w którym kształtowany jest ruch sieciowy, jego rolę może pełnić np.
- komputer stacjonarny
- dedykowane urządzenie.

Warstwa sieci / model OSI

Protokoły trasowane (ang. routed protocols) odpowiadają za dostarczanie danych do celu, czyli przenoszą pakiety zawierające dane użytkowników sieci.
Jest to możliwe dzięki zawieraniu w swoim nagłówku warstwy sieciowej informacji (adresu nadawcy i odbiorcy), w oparciu o które router może przekazać dane do innego routera (wykonać trasowanie) w taki sposób, że po przejściu przez wiele routerów pakiety osiągną host przeznaczenia.

Protokoły routujące to protokoły używane do wymiany informacji o trasach pomiędzy sieciami komputerowymi, co pozwala na dynamiczną budowę tablic trasowania.

Warstwa Internet / modelu TCP/IP

Przerzuca pakiety z danymi od maszyny źródłowej do maszyny docelowej, bez żadnej gwarancji, że dotrą do celu.

Na warstwę Internet składają się trzy protokoły wchodzące w skład TCP/IP:

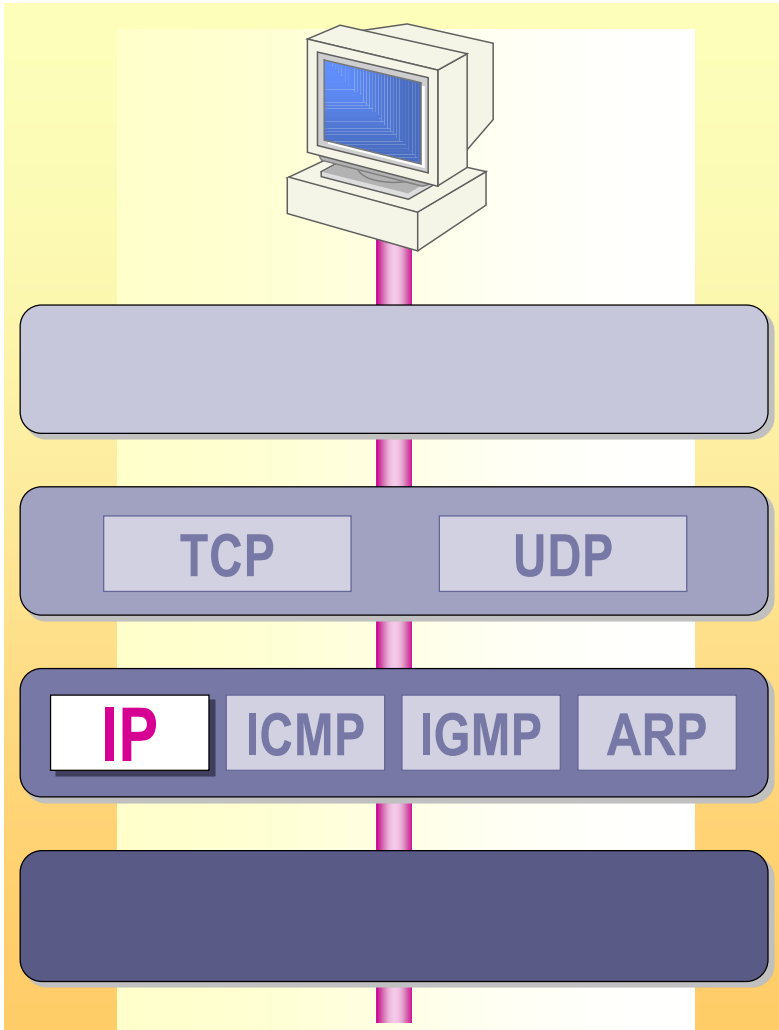
IP (Internet Protocol),
ICMP (Internet Control Message Protocol),
IGMP (Internet Group Management Protocol).

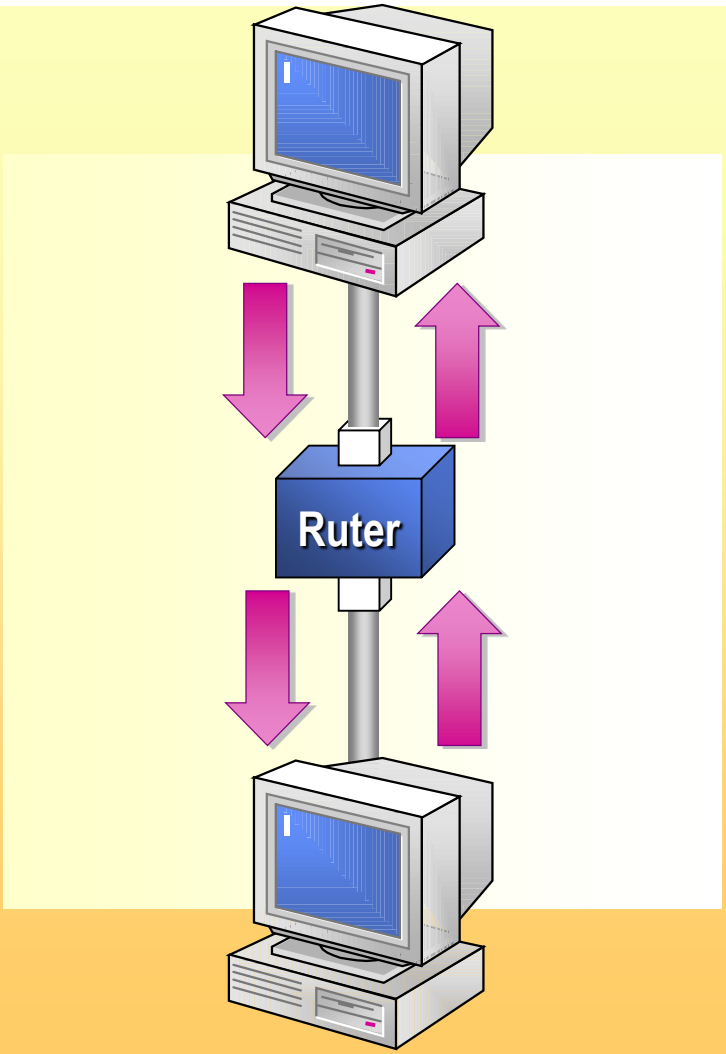
IP służy do transportu pakietów, a ICMP i IGMP - do ustalania trasy między nadawcą i odbiorcą pakietów.

Warstwa ta nie wykrywa i nie poprawia błędów.

IP (Internet Protocol)

IP (Internet Protocol)





IP (Internet Protocol)

- protokół komunikacyjny (warstwy sieciowej modelu OSI / warstwy internet w modelu TCP/IP).
- używany powszechnie w Internecie i sieciach lokalnych.

Dane w sieciach IP są wysyłane w formie bloków określanych mianem pakietów.

W przypadku protokołu IP, przed rozpoczęciem transmisji nie jest zestawiana wirtualna sesja komunikacyjna pomiędzy dwoma hostami, które nie komunikowały się ze sobą wcześniej.

Protokół IP jest protokołem zawodnym - nie gwarantuje, że pakiety dotrą do adresata, nie zostaną pofragmentowane, czy też zdublowane, a ponadto mogą dotrzeć do odbiorcy w innej kolejności niż zostały nadane.
Niezawodność transmisji danych jest zapewniana przez protokoły warstw wyższych (np. TCP), znajdujących się w hierarchii powyżej warstwy sieciowej.

IP (Internet Protocol) (IETF RFC 791)

zadania

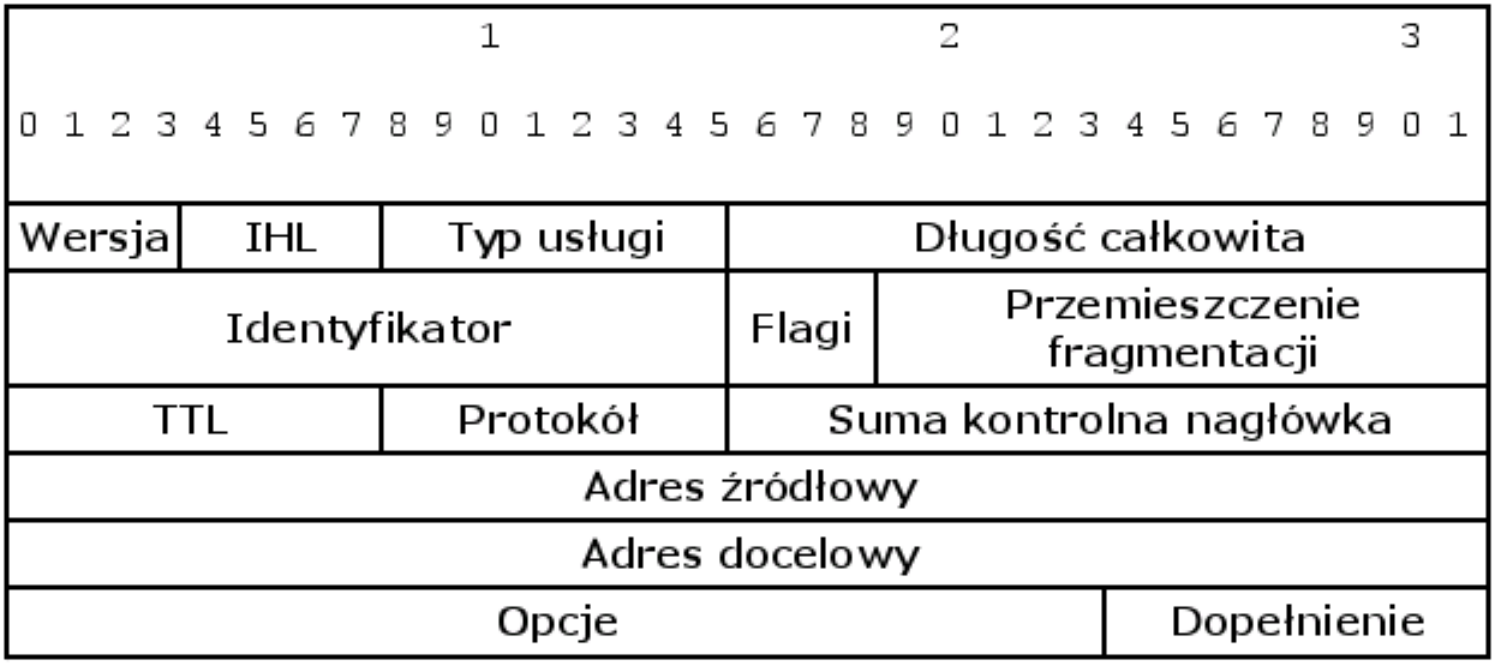
- bezpołączeniowe dostarczanie pakietów (datagramów)
- wyznaczanie „najlepszej trasy”
- dokonywanie fragmentacji i ponownego składania datagramów stosownie do wykorzystywanego połączenia, które charakteryzuje parametr maksymalnej wielkości jednostki maximum-transmission unit (MTU).

IP (Internet Protocol)

- adresuje i przesyła pakiety
- protokół bezpołączeniowy
  - nie ustala sesji
- niegwarantowany “Best Effort”
- integralność przesyłu jest sprawą protokołów wyższej warstwy (np. TCP) lub aplikacji
- dzieli, a potem łączy podzielone pakiety

IP (Internet Protocol)

opis nagłówka IPv4

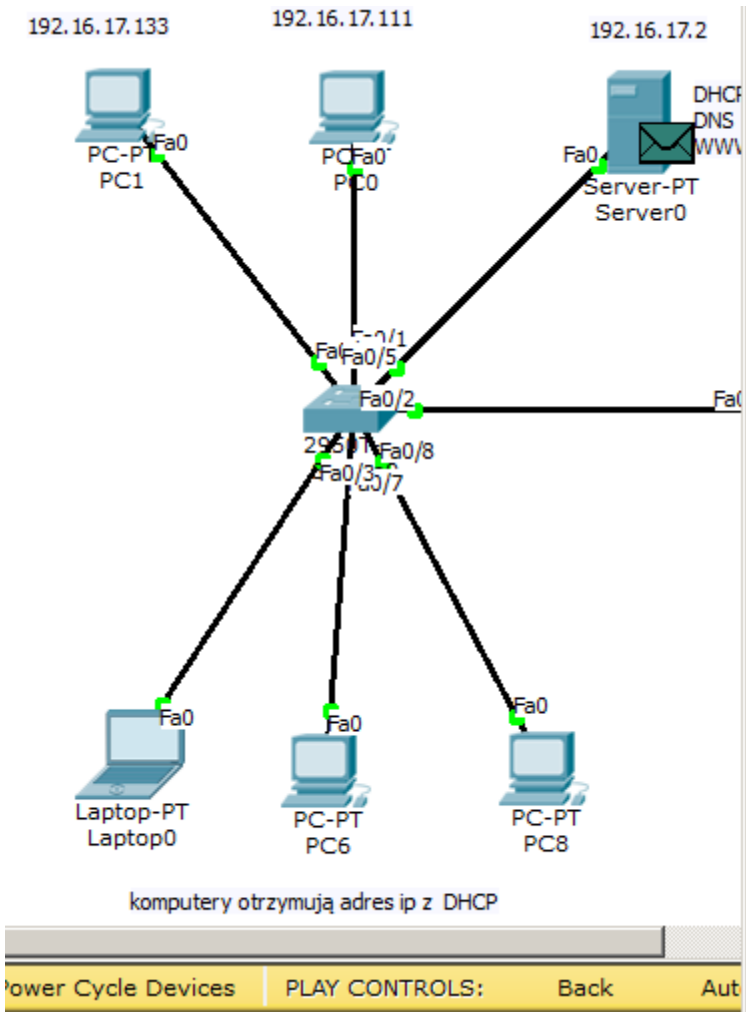


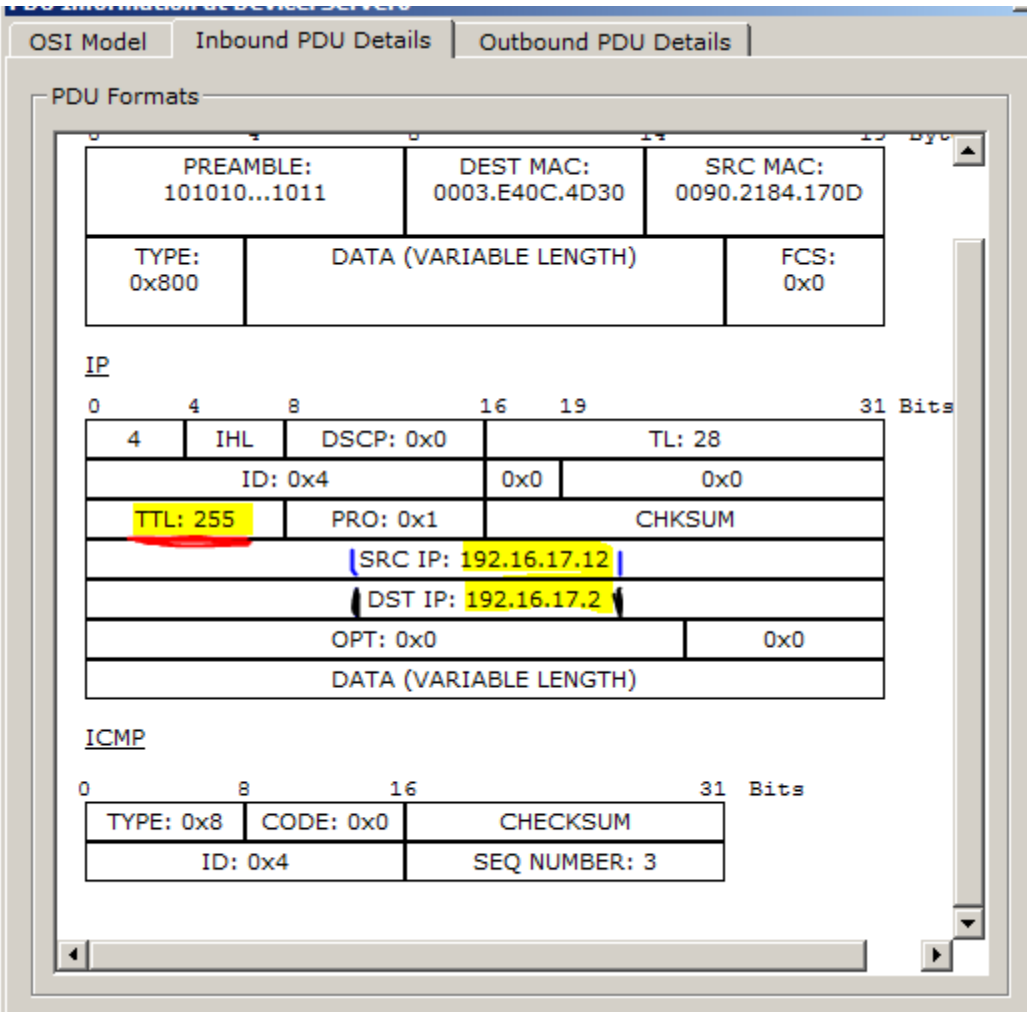
IP (Internet Protocol)

- **<u>Protokół poziomu sieciowego (network layer protocol)</u>** umożliwia przekazywanie pakietów TCP/IP pomiędzy podsieciami
- adres stacji jest wewnątrz pakietu IP
- niskie ryzyko utraty połączenia

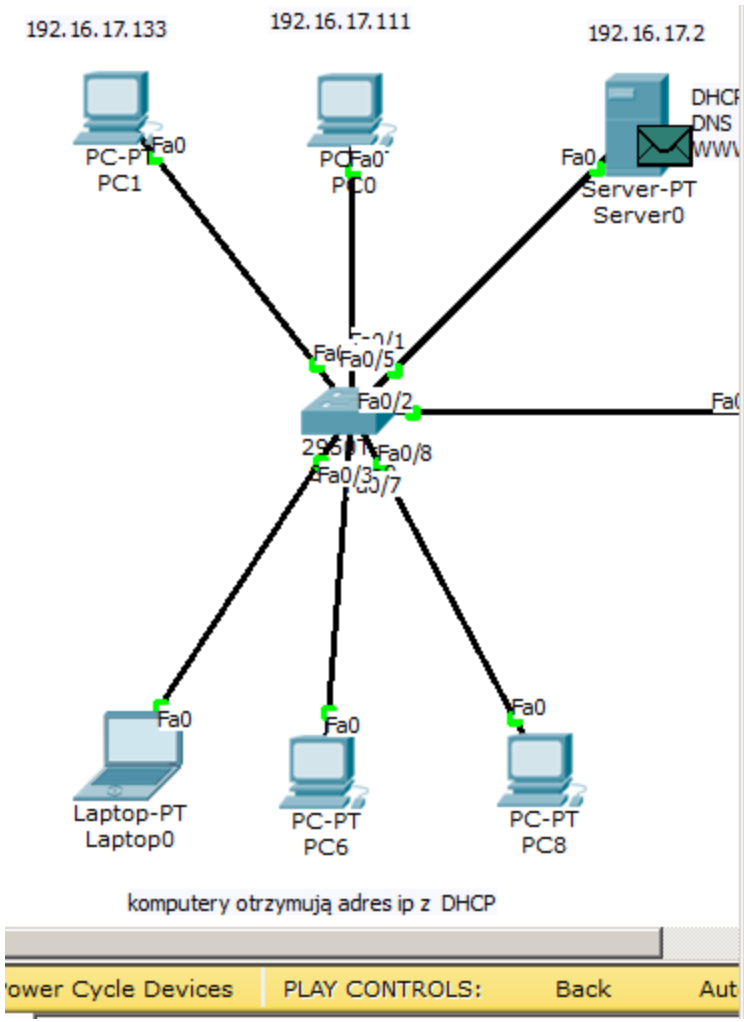
```
Packet Number : 3              2:16:34 PM
Length : 322 bytes
ether: ==================== Ethernet Datalink Layer ====================
       Station: 00-60-97-93-17-52 ----> 00-12-56-F4-DD-23
       Type: 0x0800 (IP)
   ip: ======================== Internet Protocol ========================
       Station:198.112.65.10 ---->198.112.65.251
       Protocol: TCP
       Version: 4
       Header Length (32 bit words): 5
       Precedence: Routine
       Normal Delay, Normal Throughput, Normal Reliability
       Total length: 304
       Identification: 59937
       Fragmentation not allowed, Last fragment
       Fragment Offset: 0
       Time to Live: 32  seconds
       Checksum: 0x5FC0(Valid)
```

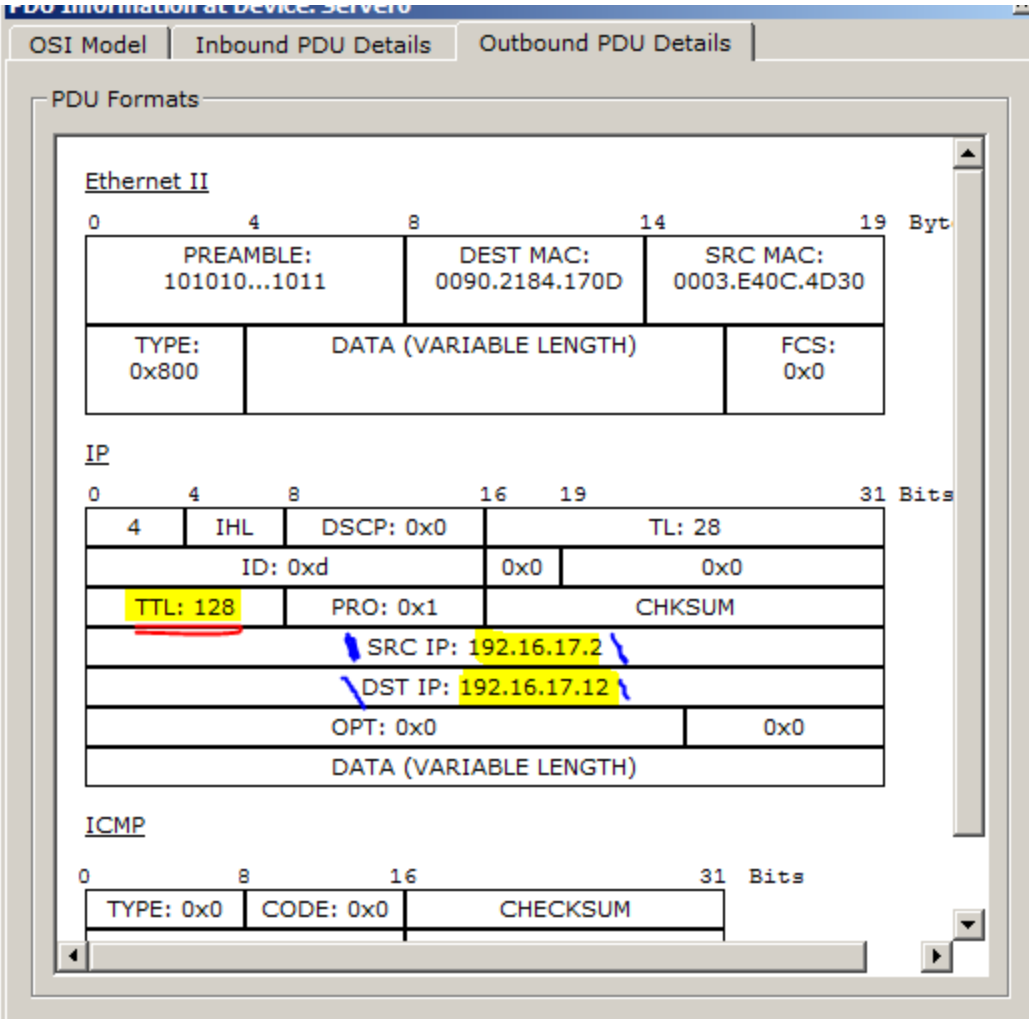
IP (Internet Protocol)



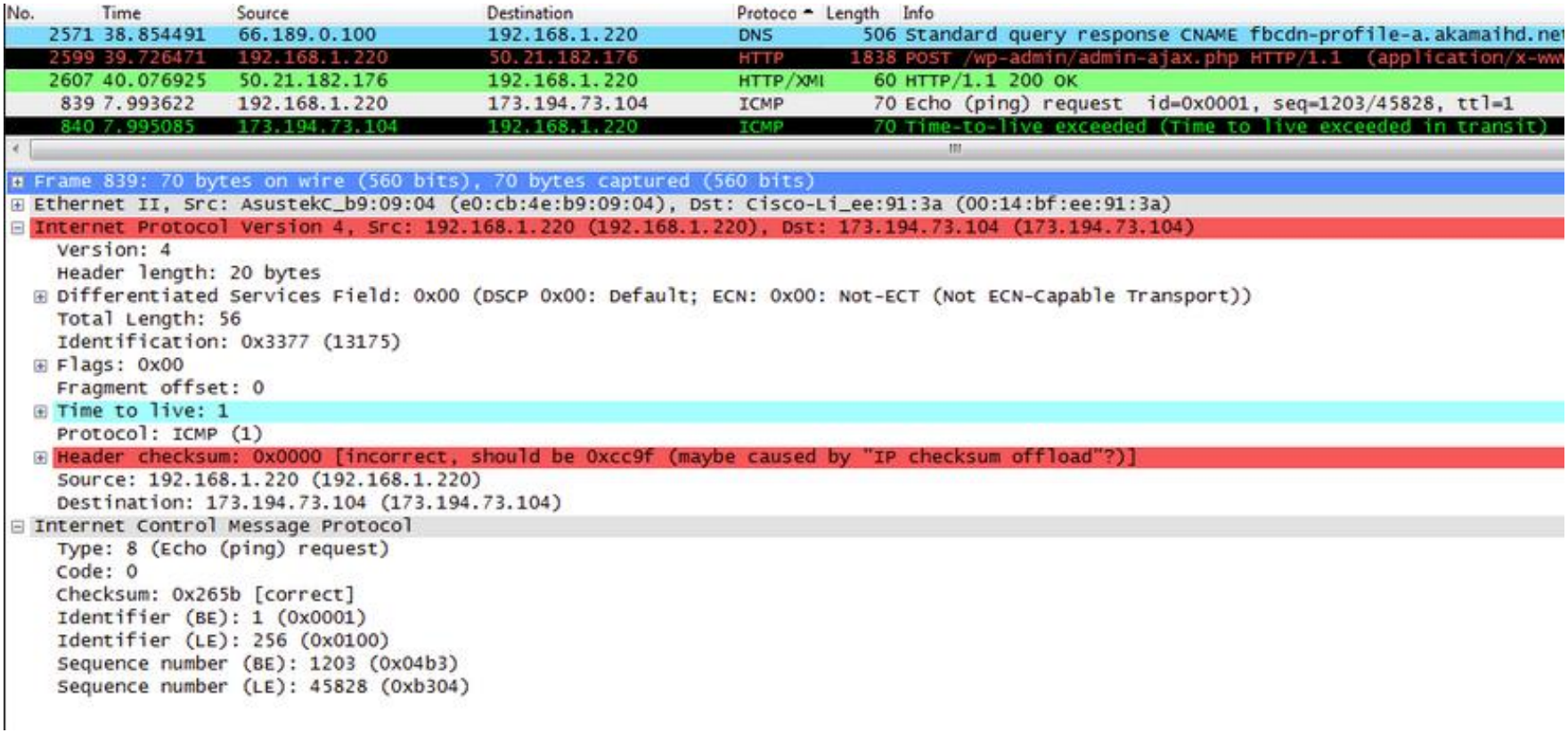


IP (Internet Protocol)

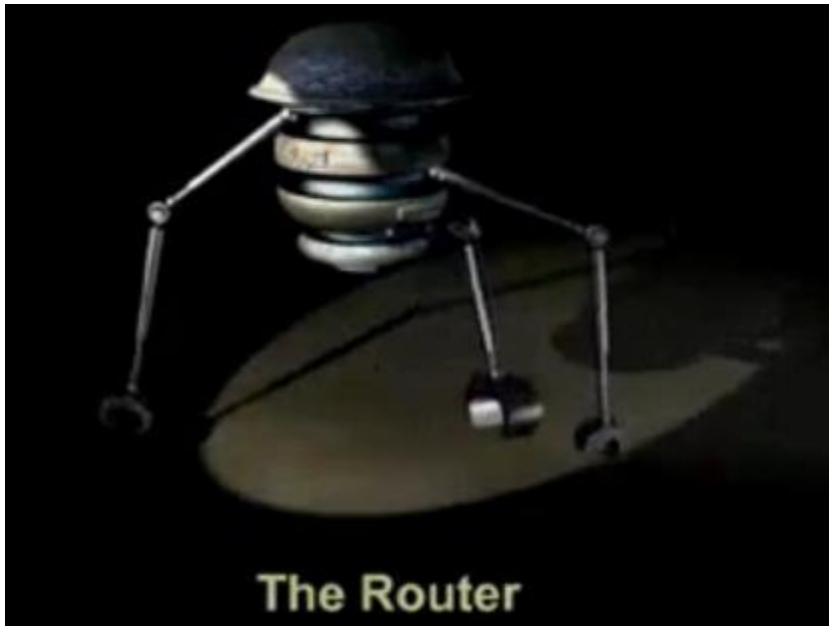




IP (Internet Protocol)



IP (Internet Protocol) na routerze

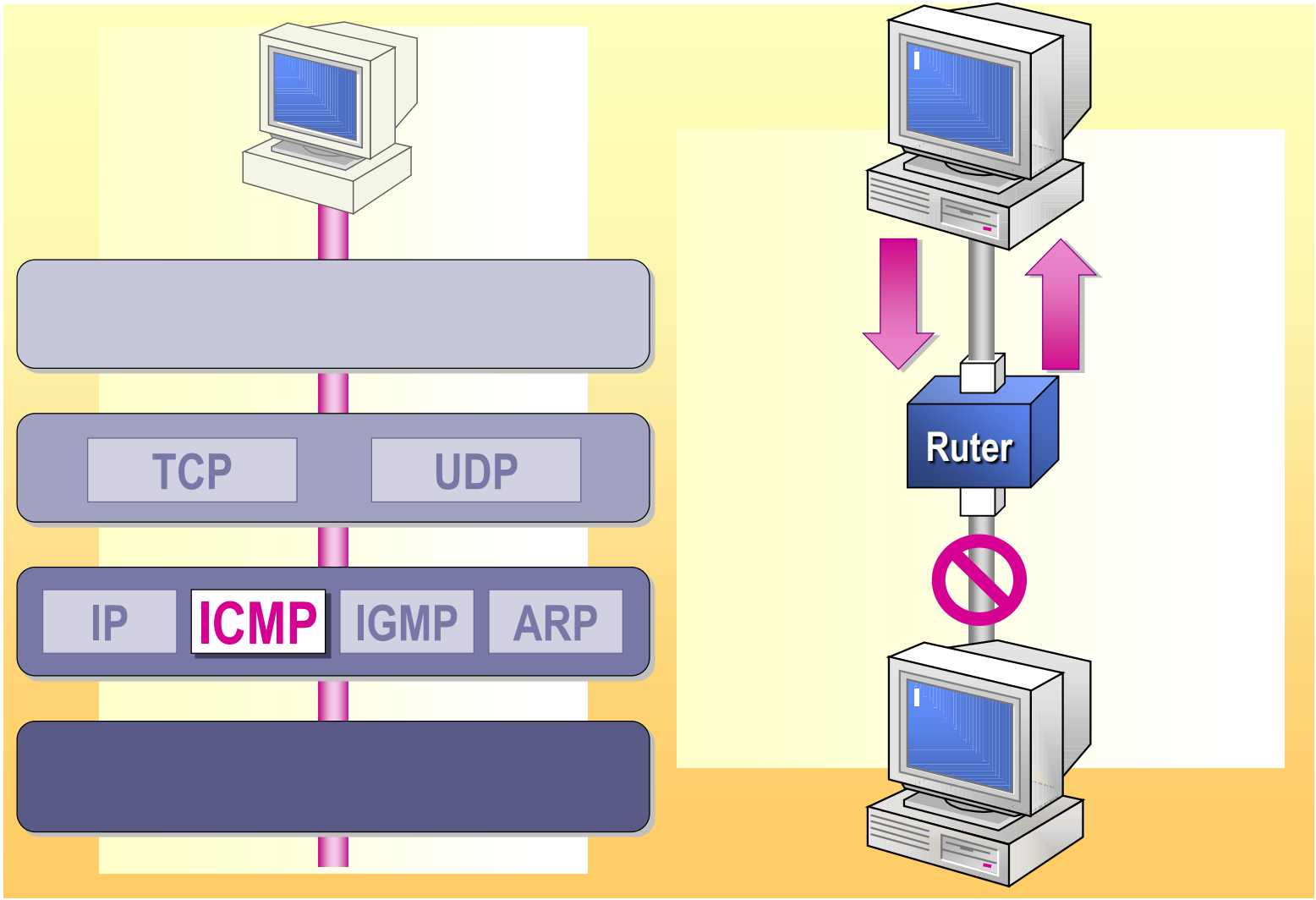


IP (Internet Protocol) na routerze

- dekrementuje TTL
- dzieli duże pakiety
- dla podzielonych pakietów tworzy nowe nagłówki
  - flagi
  - identyfikator
  - przesunięcie fragmentu
- oblicza nowe sumy kontrolne
- zdobywa adres MAC następnego routera
- przesyła pakiet

Internet Control Message Protocol

Internet Control Message Protocol



Internet Control Message Protocol

Internetowy protokół komunikatów kontrolnych.
ICMP jest ściśle związany z protokołem IP, dostarczając nieobecnej w nim funkcji informowania o błędach.

Protokół pozwala wysyłać pakiety kontrolne służące do ustalenia bieżącego stanu hosta, w tym:

- braku możliwości dostarczenia pakietu do miejsca przeznaczenia,
- określenia opóźnienia pakietów przesyłanych przez sieć,
- zmiana wcześniej wyznaczonej trasy przez jeden z routerów pośredniczących,
- brak wolnej pamięci buforowej dla zapamiętania pakietu i związane z tym chwilowe wstrzymania nadawania,
- przekroczenie czasu życia (TTL) pakietu.

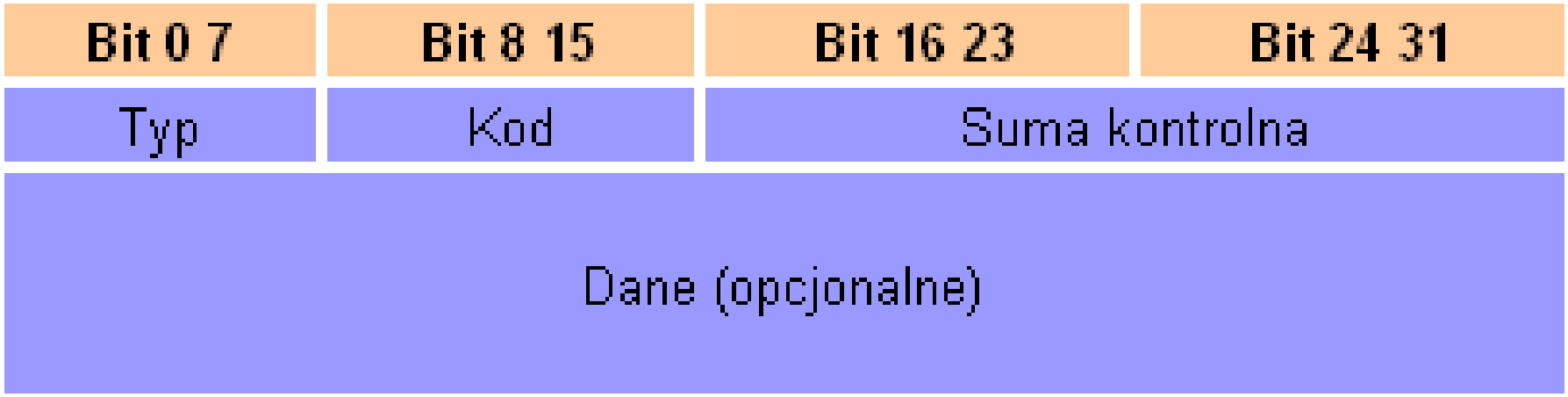
Internet Control Message Protocol

- Datagram IP wędruje od nadawcy do odbiorcy, jeśli nie może być dostarczony w przewidzianym czasie (uszkodzenie, przeciążenie sieci, wyłączenie odbiorcy ...) wówczas do nadawcy zwrotnie dostarczany jest komunikat ICMP-Internet Control Message Protocol (zawiera echo)

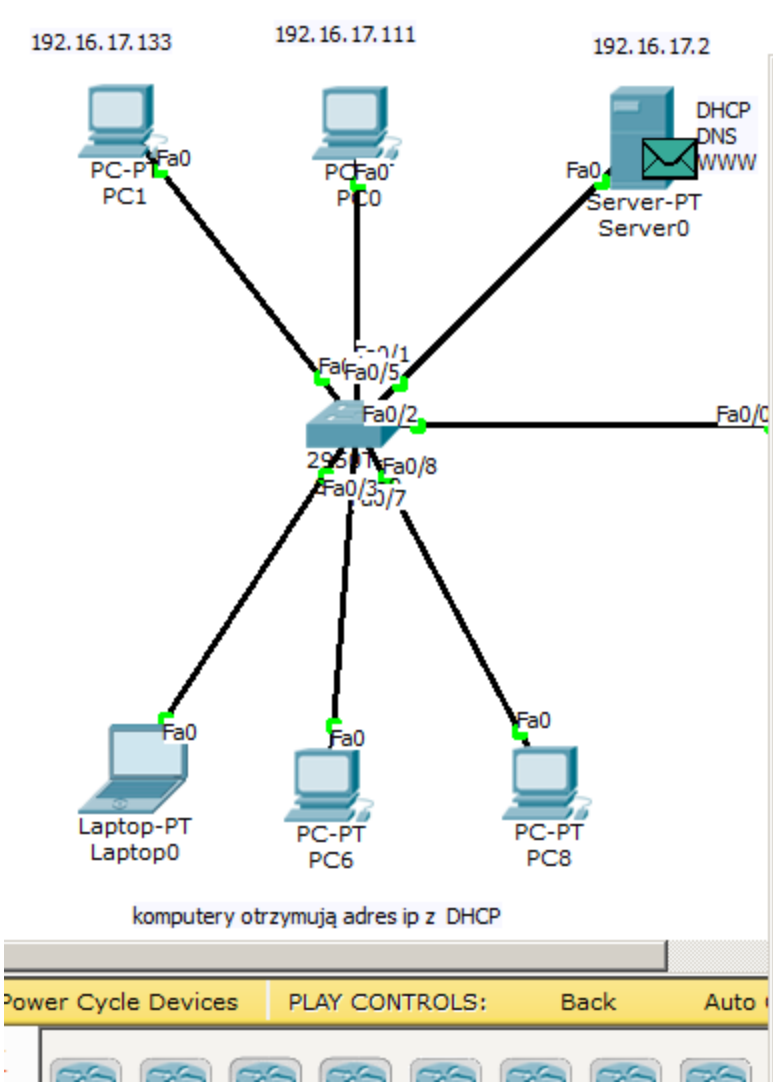
- Komunikat ICMP jest przenoszony w polu danych pakietu IP

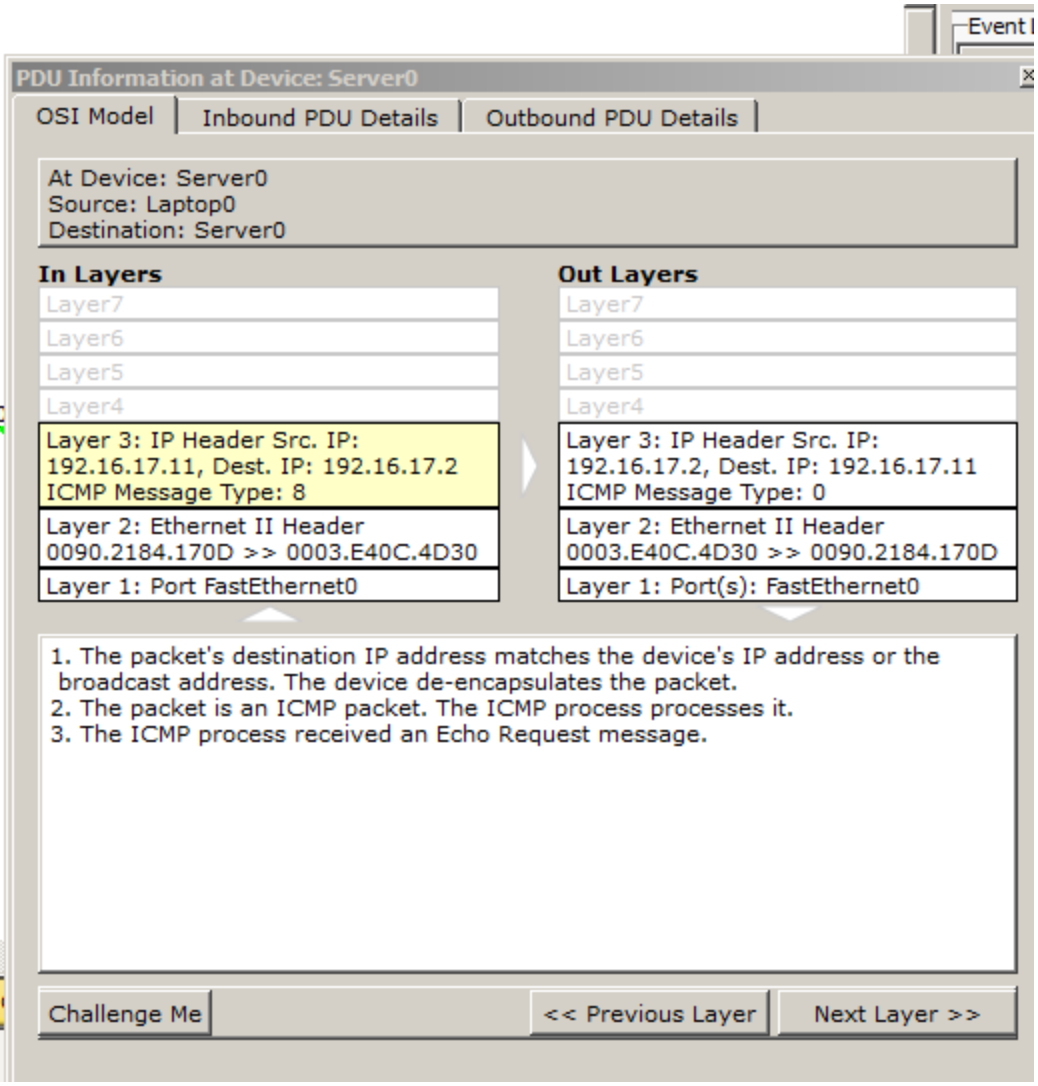
Internet Control Message Protocol

ramka ICMP

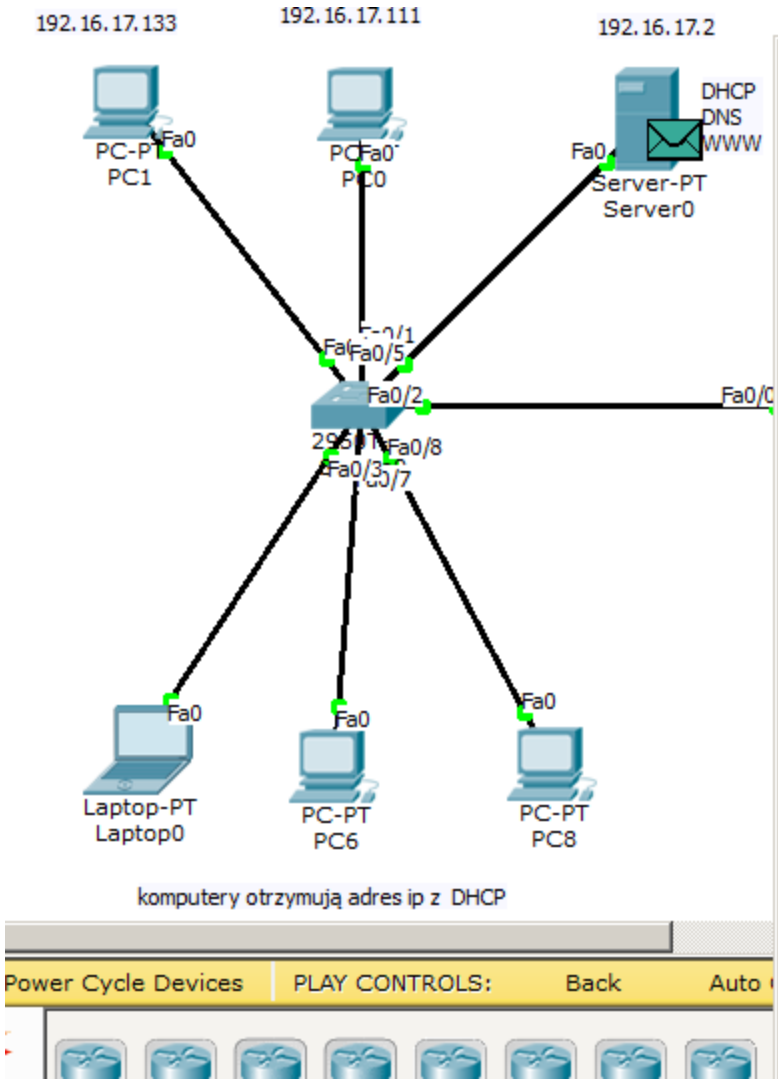


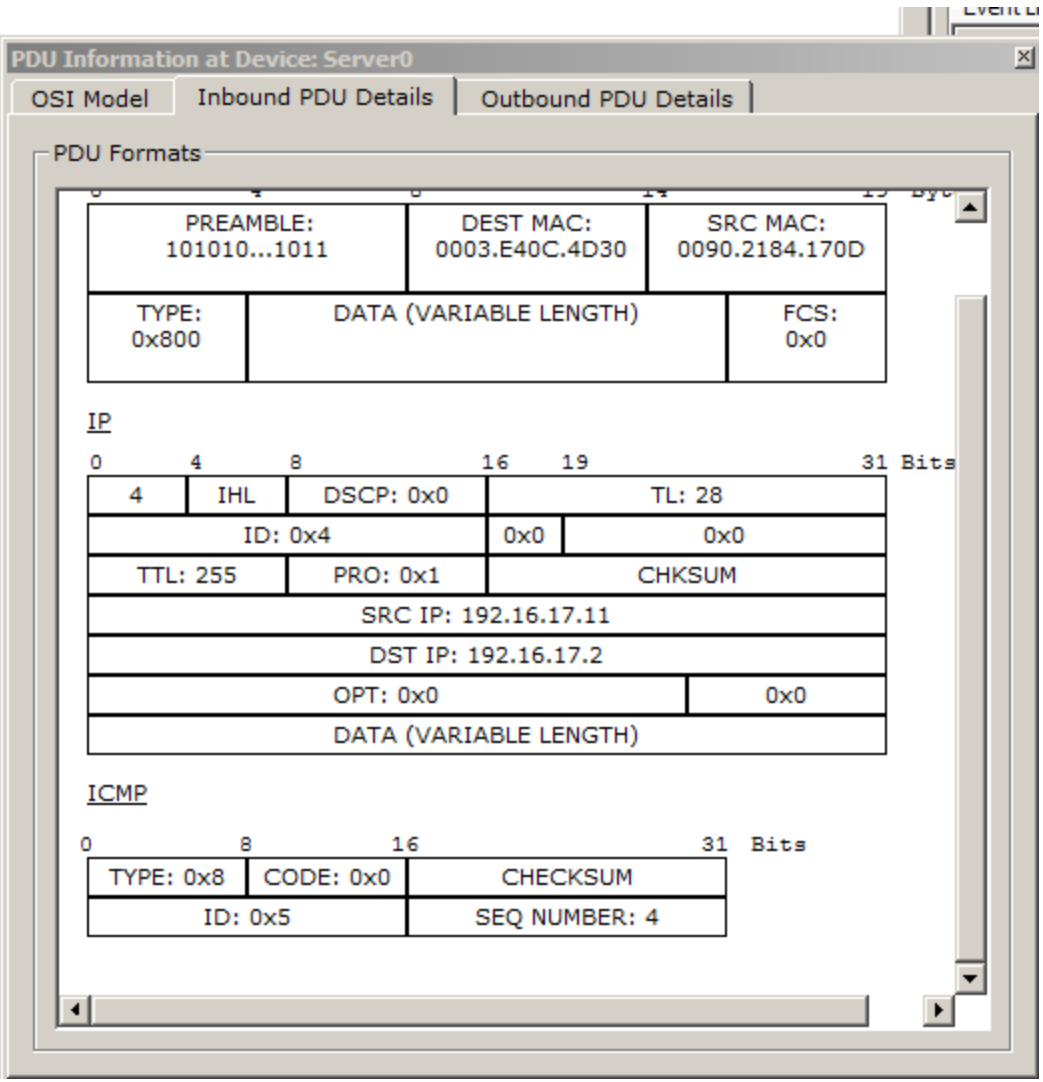
Internet Control Message Protocol



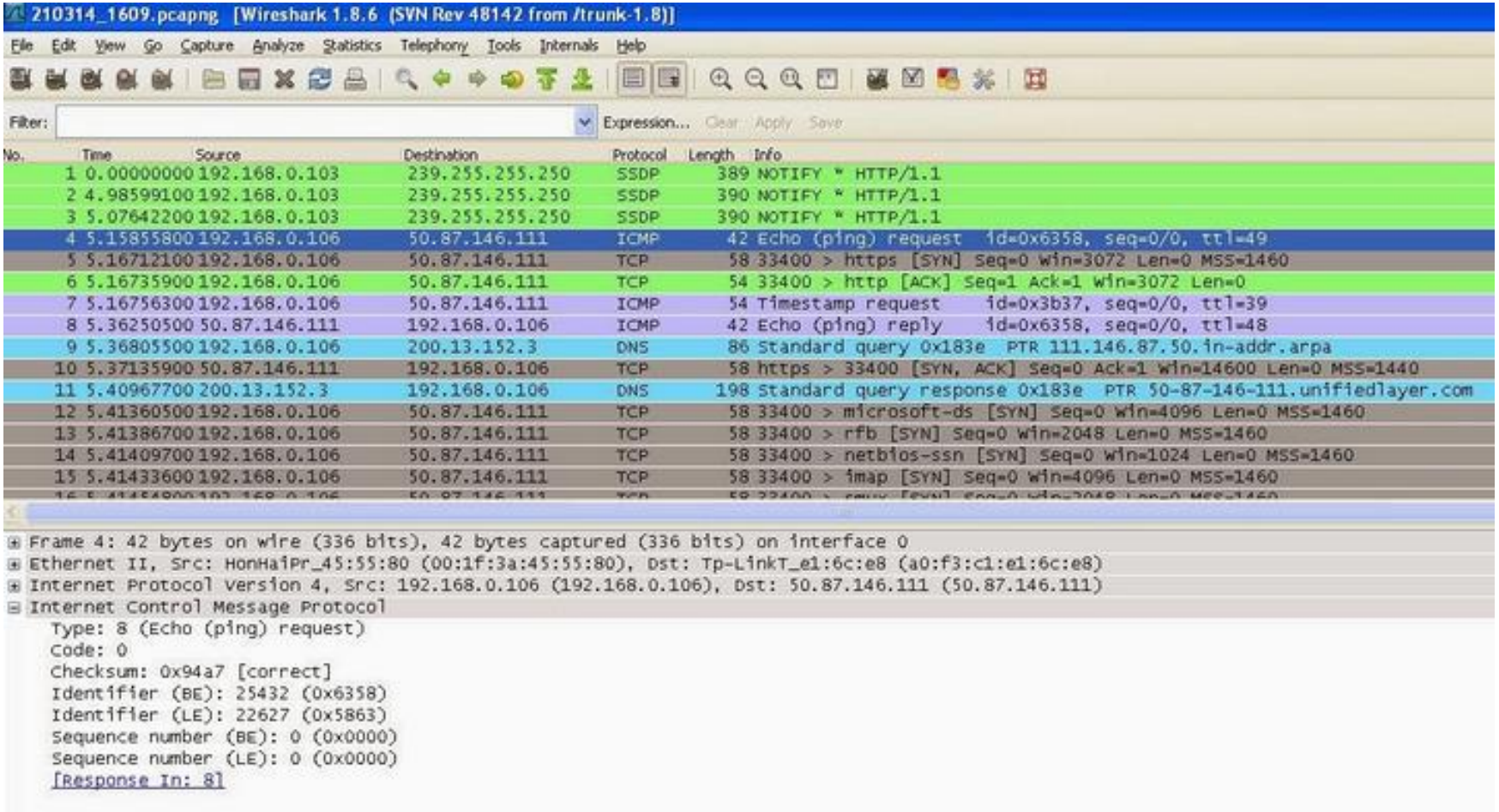


Internet Control Message Protocol

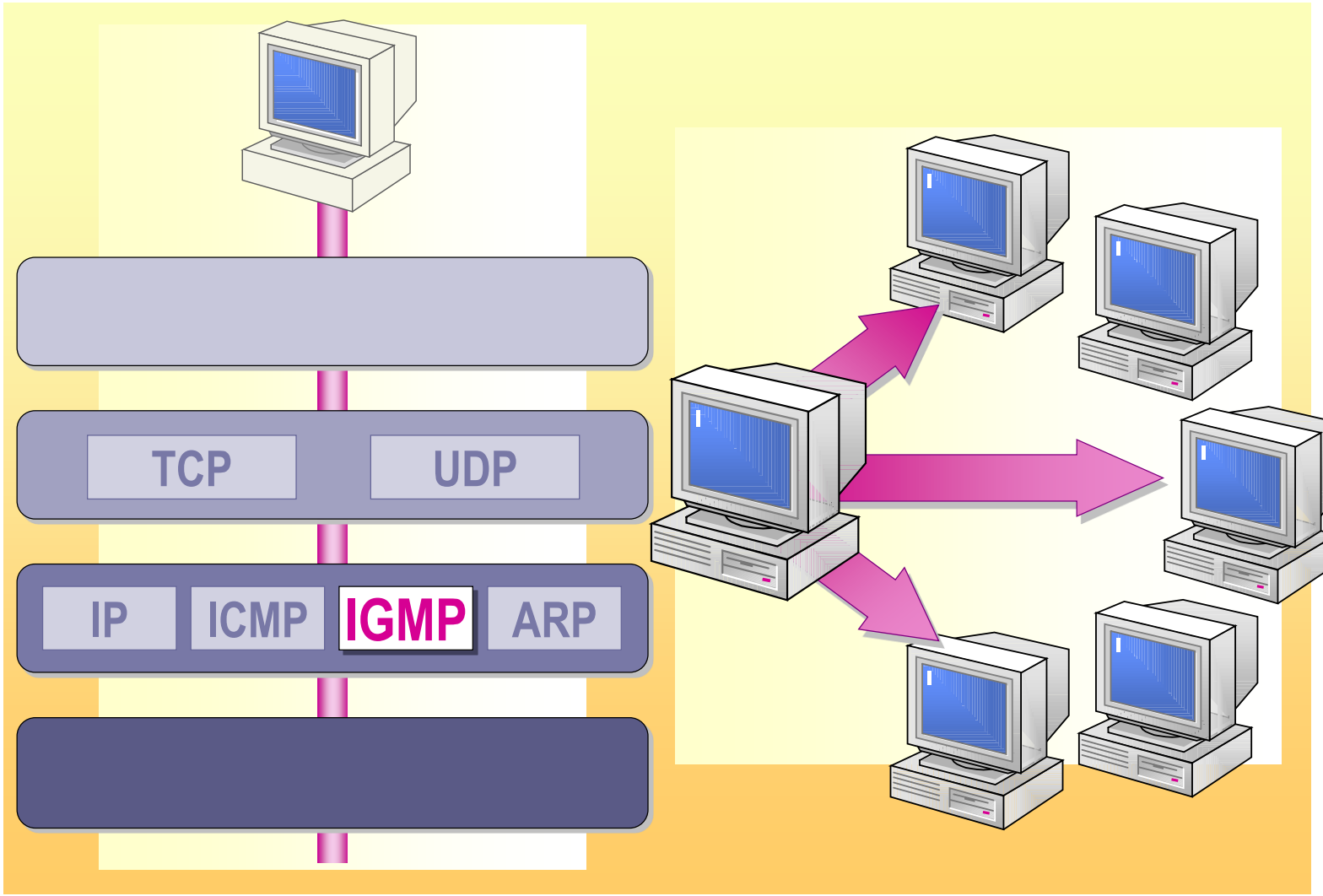




Internet Control Message Protocol

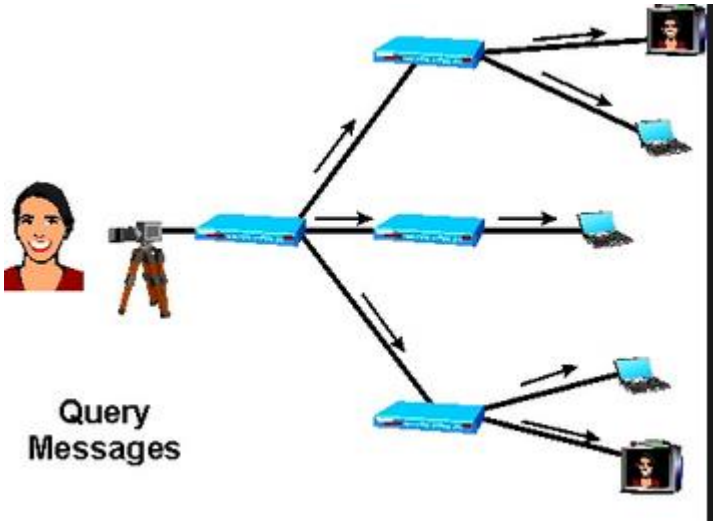


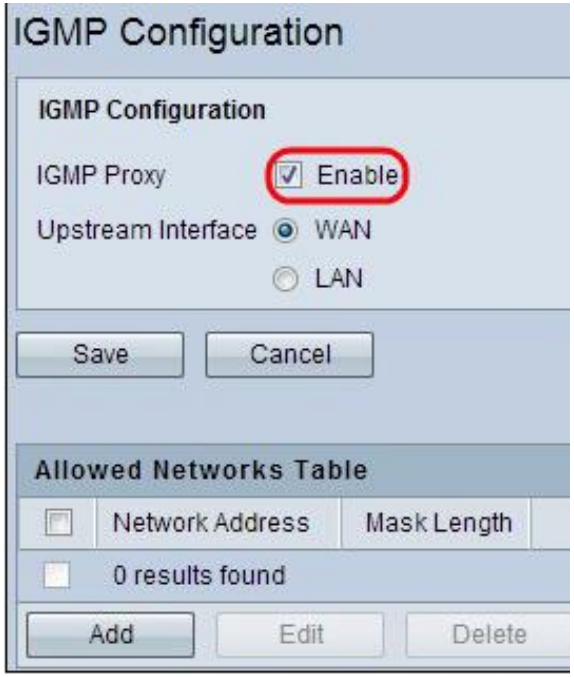
Internet Group Management Protocol



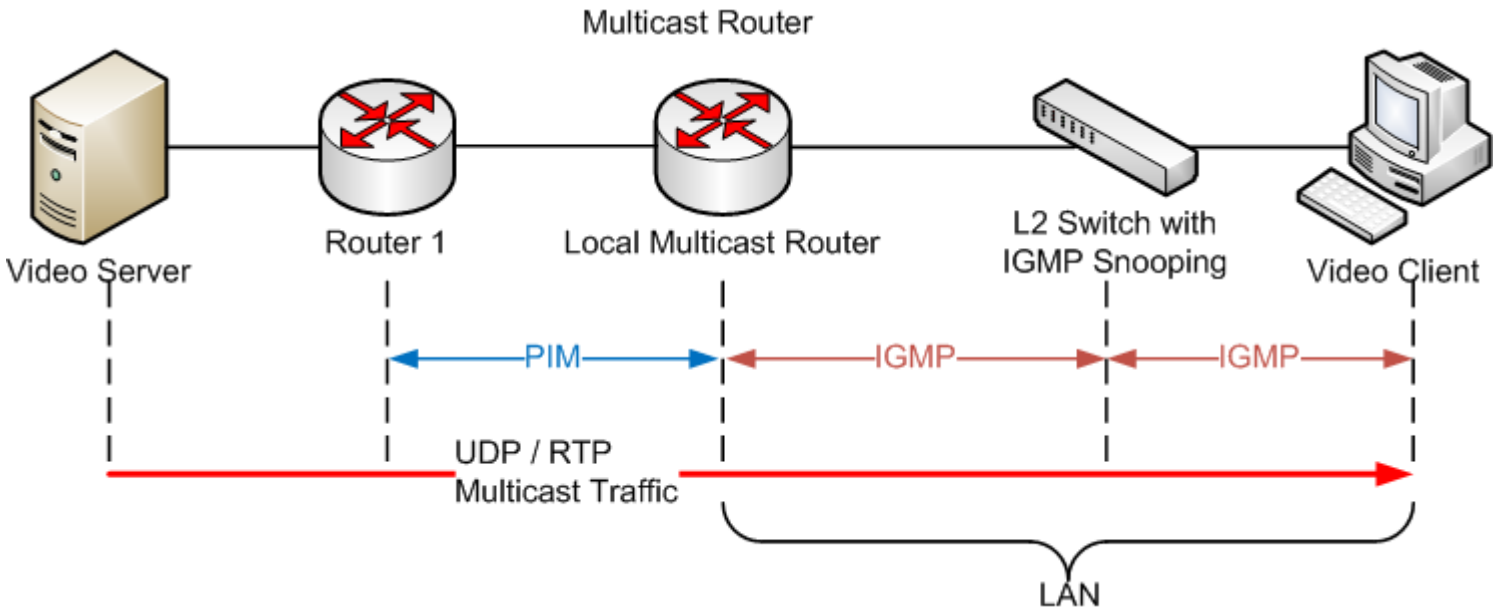
Internet Group Management Protocol

IGMP - jeden z rodziny protokołów TCP/IP.
Służy do zarządzania grupami multicastowymi w sieciach opartych na protokole IP.
Węzły wykorzystują komunikaty IGMP do powiadamiania routerów w swojej sieci o chęci przyłączenia się do lub odejścia z określonej grupy multicastowej.

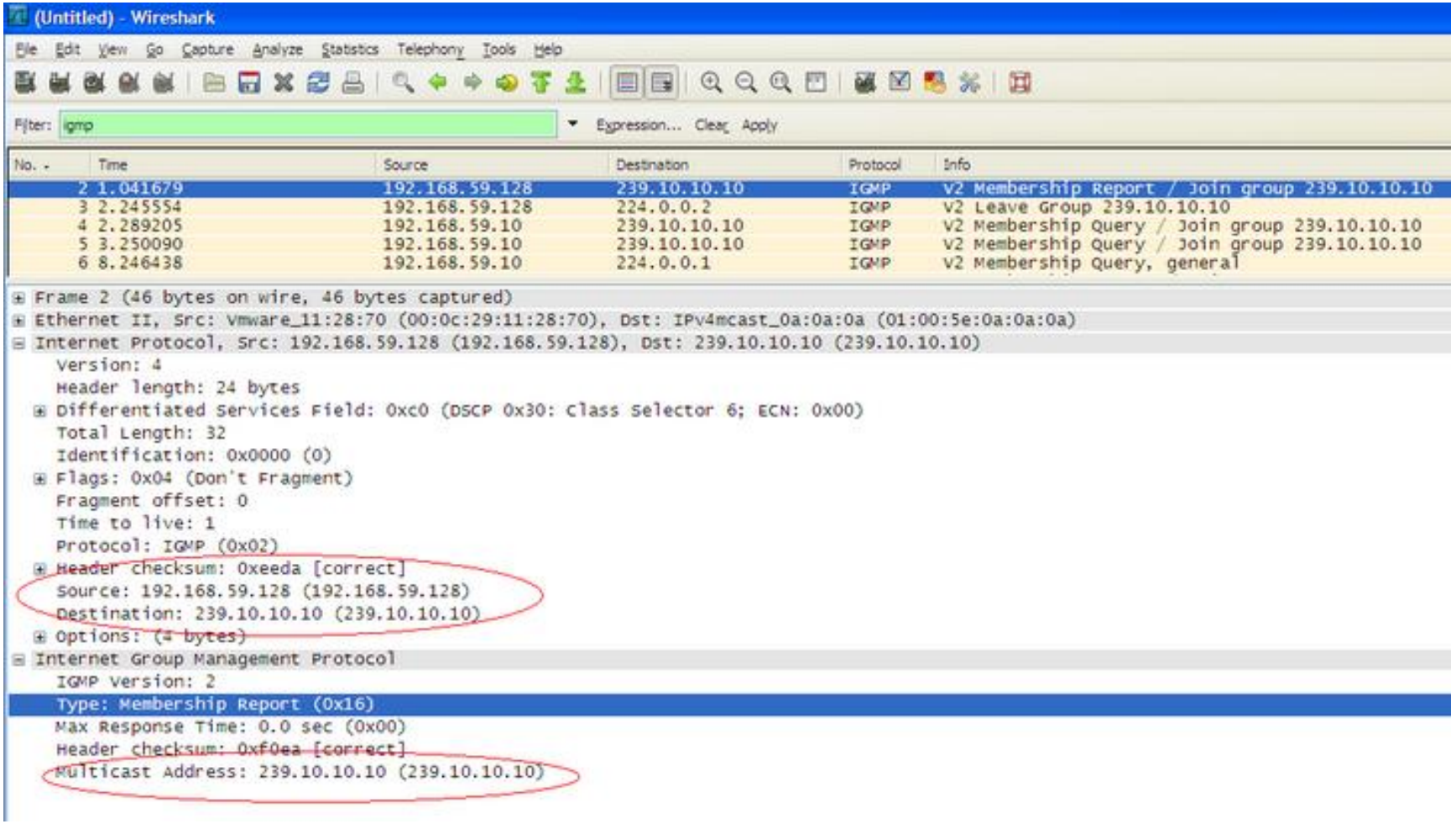




Internet Group Management Protocol

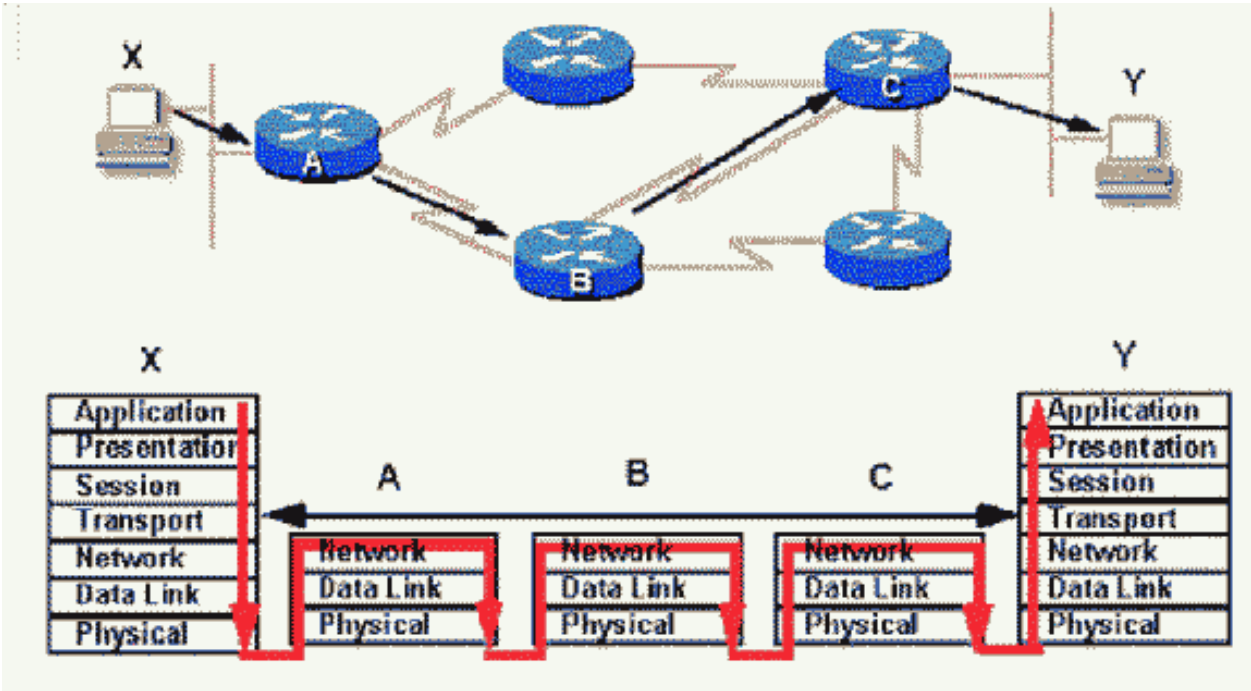


Internet Group Management Protocol

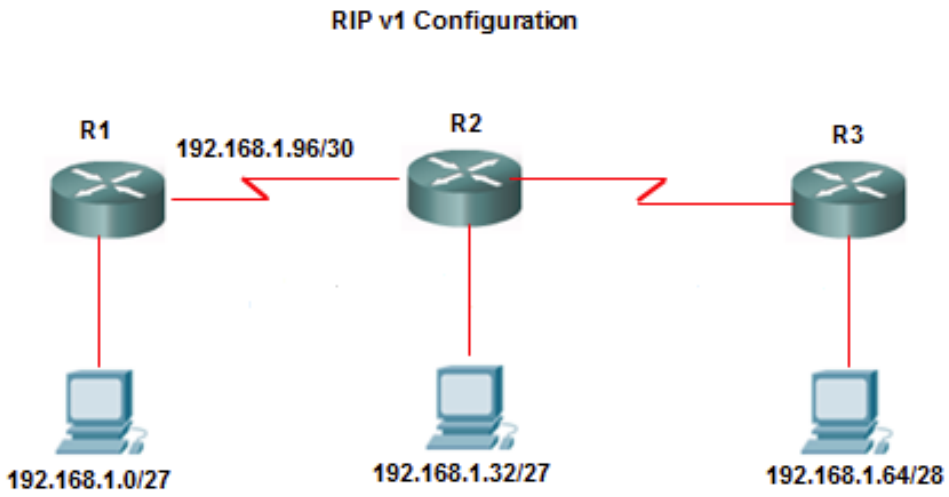


RIP (Routing Information Protocol)

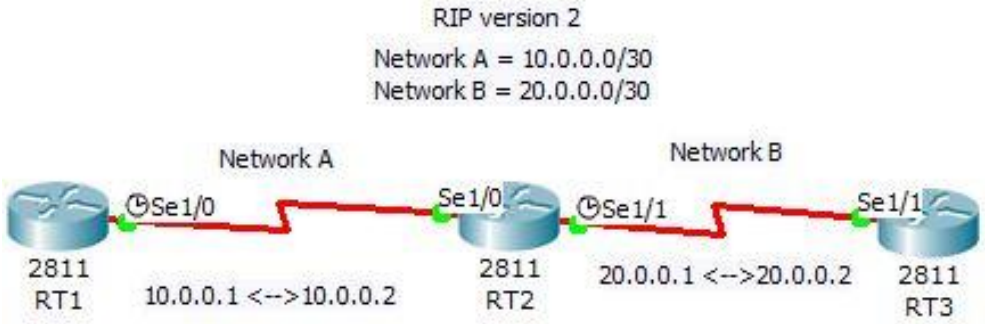
jest protokołem routingu z wykorzystaniem wektora odległości, w którym stosuje się liczbę przeskoków jako metrykę służącą do określenia kierunku i odległości do dowolnego łącza w intersieci. Jeżeli do punktu docelowego prowadzi więcej niż jedna ścieżka, protokół RIP wybierze tę, która zawiera najmniejszą liczbę przeskoków.



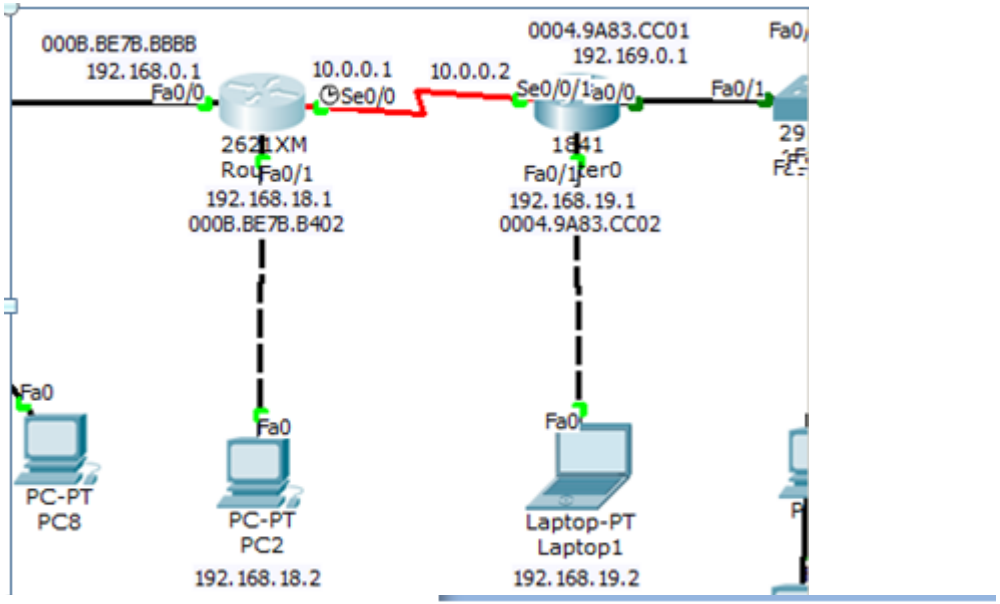
RIP (Routing Information Protocol)



Protokół RIPv2 (RIP wersja 2) wysyła w ramach aktualizacji tras informacje dotyczące masek podsieci.
Określane jest to mianem routingu bezklasowego.



RIP (Routing Information Protocol)




```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C    10.0.0.0/8 is directly connected, Serial0/0
C    192.168.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.18.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R    192.168.19.0/24 [120/1] via 10.0.0.2, 00:00:00, Serial0/0
R    192.169.0.0/24 [120/1] via 10.0.0.2, 00:00:00, Serial0/0
Router#
```

OSPF i EIGRP

Open Shortest Path First jest protokołem routingu z wykorzystaniem stanu łącza zaprojektowanym przez organizację IETF (Internet Engineering Task Force) w 1988 roku.
Został on opracowany na potrzeby dużych skalowanych intersieci, dla których protokół RIP nie był już wystarczający.

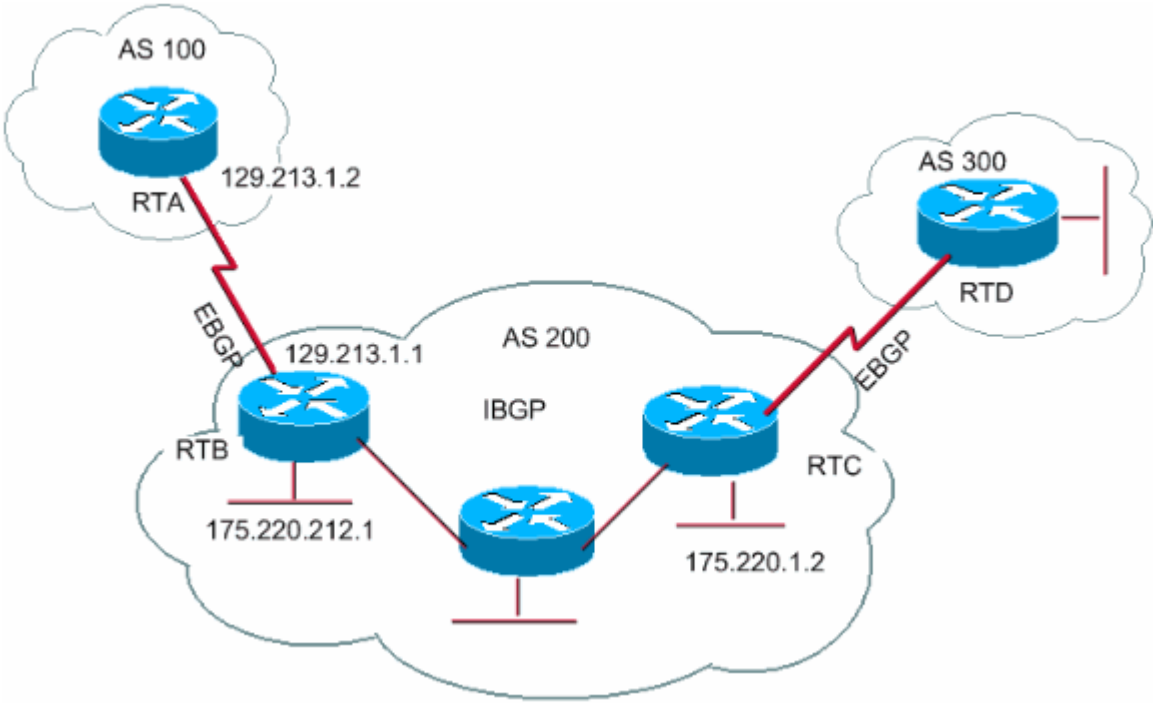
Protokół EIGRP jest własnością firmy Cisco.
Protokół EIGRP jest zaawansowaną wersją protokołu IGRP.
W szczególności, protokół EIGRP cechuje doskonała wydajność działania, w tym szybka zbieżność i niski narzut na szerokość pasma.

Protokół EIGRP jest zaawansowanym protokołem wektora odległości wykorzystującym także pewne funkcje protokołu stanu łącza.
Z tego powodu protokół EIGRP jest czasami określany mianem hybrydowego protokołu routingu.

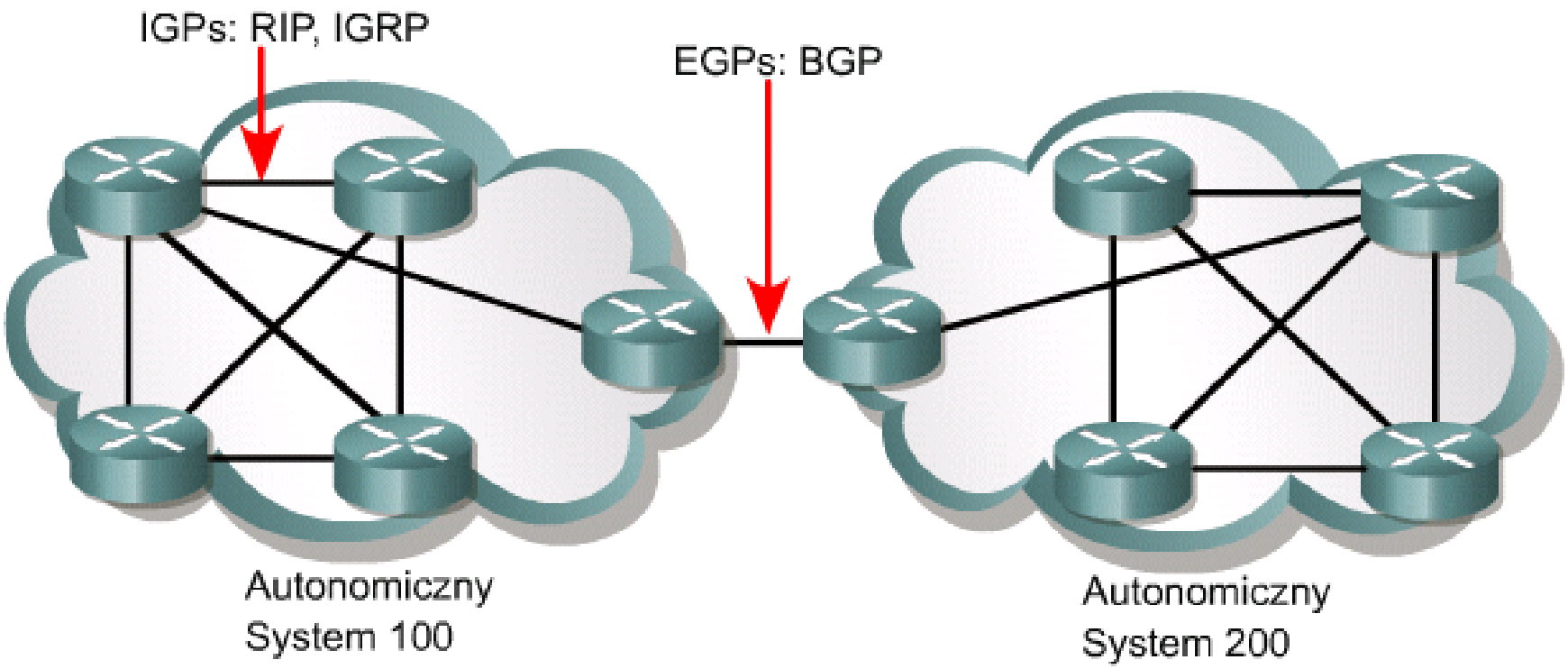
EGP

Exterior Gateway Protocol

Protokoły EGP prowadzą routing danych między systemami autonomicznymi.
Przykładem protokołu z rodziny EGP jest protokół BGP (ang. Border Gateway Protocol).

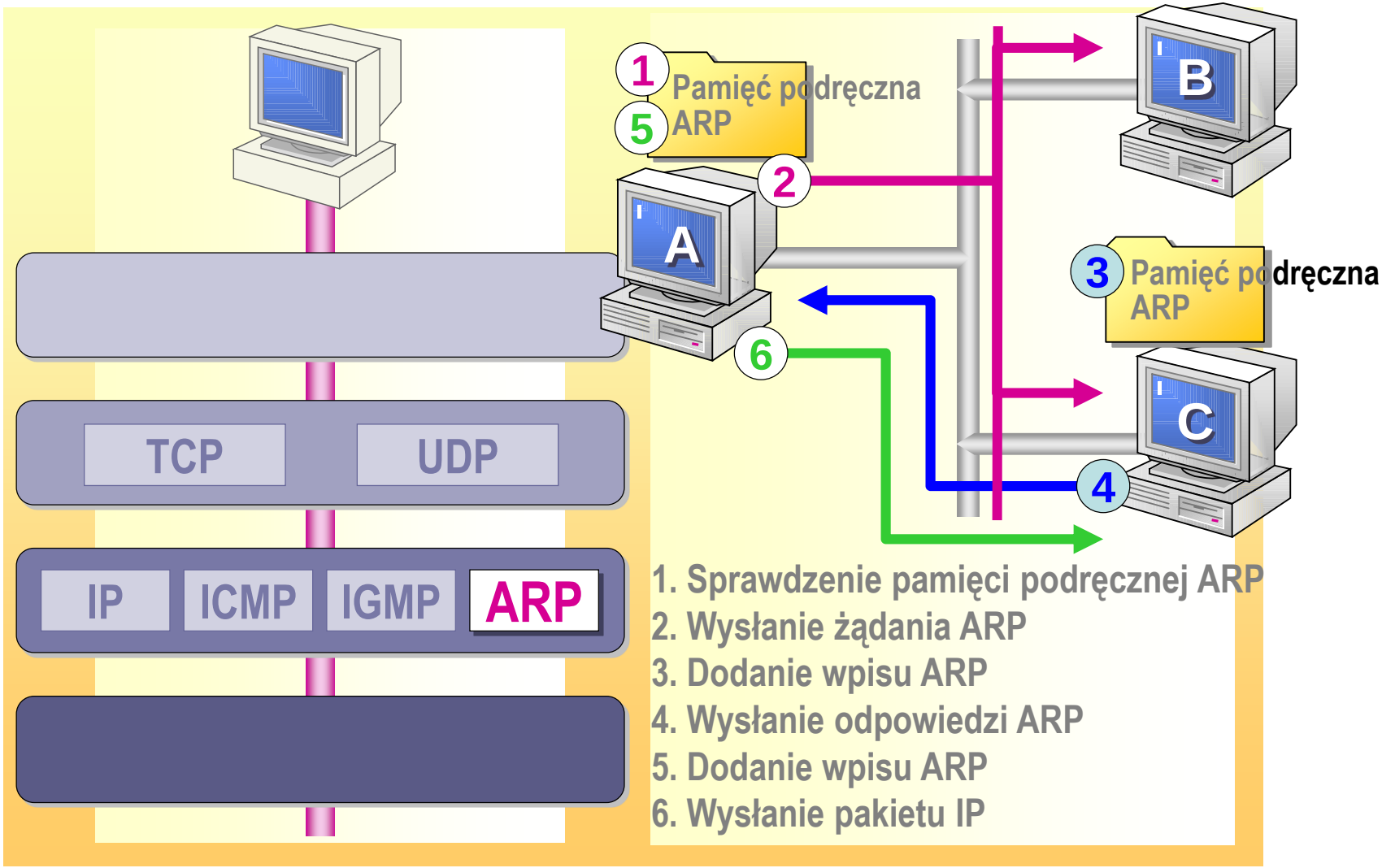


Protokoły routingu, systemy autonomiczne



Protokoły **IGP** (ang. *Interior Gateway Protocols*) i **EGP** (ang. *Exterior Gateway Protocols*) stanowią dwie rodziny protokołów routingu.

Address Resolution Protocol



Address Resolution Protocol

Protokół komunikacyjny przekształcania adresów IP (ustalanych autorytarnie przez użytkownika/administratora) na fizyczne, 48-bitowe adresy MAC (przypisane fizycznie m.in. do kart sieciowych) w komputerowych sieciach lokalnych typu Ethernet.

Każdy komputer w sieci powinien posiadać tzw. tablicę ARP. Znajduje się w niej adres IP i przypisany do niego adres MAC. Dzięki temu komputery mogą się ze sobą komunikować za pośrednictwem adresu MAC, ale tylko w obrębie danej sieci LAN. Jeśli jakieś informacje mają być przesłane do innej sieci (lub podsieci w sieci złożonej, sieci oddzielonej routerem, itp.), to adres MAC musi być zastąpiony adresem IP.

ARP jest protokołem pracującym na drugiej warstwie modelu ISO/OSI, czyli warstwie łącza danych, pracuje ona na ramkach i może je analizować tzn. np. sprawdzać ich poprawność.

Protokół ARP jest zdefiniowany w dyrektywie RFC 826.

Address Resolution Protocol

- mapowanie adresów MAC do adresów IP
- rozwiązywanie adresów IP na adresy MAC
- ARP używa BROADCAST'u aby rozwiązać adres IP lokalnego hosta
- rozwiązywane adresy przechowywane są w cache'u

Address Resolution Protocol

struktura ramki

+	Bity 0 - 7	8 - 15	16 - 31
0	Typ warstwy fizycznej (HTYPE)		Typ protokołu wyższej warstwy (PTYPE)
32	Długość adresu sprzętowego (HLEN)	Długość protokołu wyższej warstwy (PLEN)	Operacja (OPER)
64	Adres sprzętowy źródła (SHA)		
?	Adres protokołu wyższej warstwy źródła (SPA)		
?	Adres sprzętowy przeznaczenia (THA)		
?	Adres protokołu wyższej warstwy przeznaczenia (TPA)		

Address Resolution Protocol

Zasada działania

ARP działa w następujący sposób:

1. Utworzenie pakietu z szukanym adresem IP.
2. Wysłanie pakietu w obrębie danej sieci.
3. Wysłany pakiet odbierają wszystkie hosty podłączone do sieci. Jako jedyny odpowiada host o szukanym IP - przesyła pakiet z odpowiedzią zawierającą adres MAC.
4. Host szukający po odebraniu pakietu z szukanym adresem MAC zapisuje go w pamięci podręcznej, dzięki czemu nie musi później szukać jeszcze raz tego samego adresu.

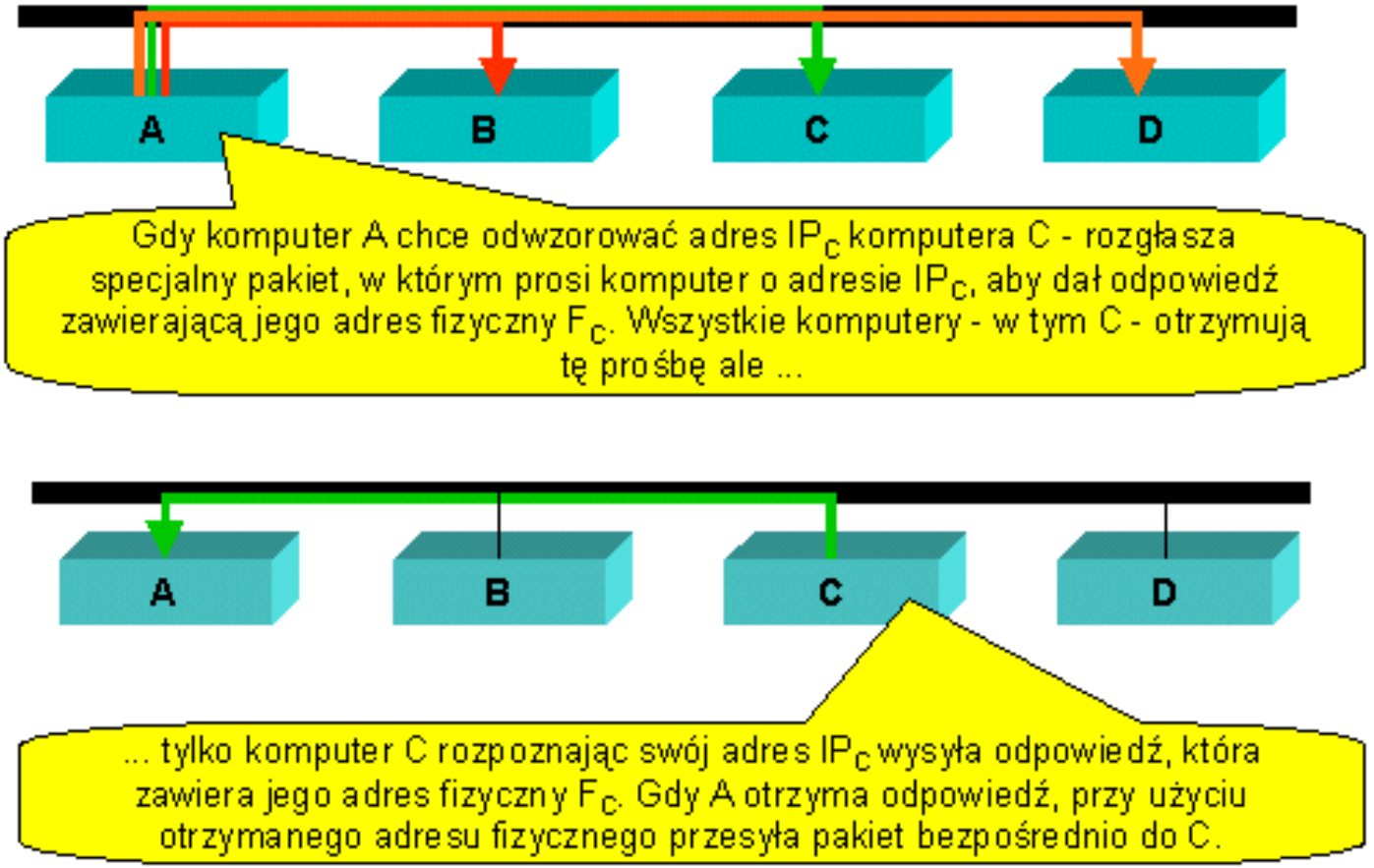
Address Resolution Protocol

Działanie protokołu ARP

- kiedy urządzenie Ethernet chce wysłać pakiet IP **potrzebuje adresu MAC** urządzenia docelowego, dla którego zna adres IP
- w tym celu wysyłana jest na adres **rozgłoszeniowy** ramka z zapytaniem **ARP Request**
- urządzenie, które rozpoznaje swój adres IP, wysyła w odpowiedzi ramkę **ARP Response** skierowaną do stacji, która wysłała zapytanie

Address Resolution Protocol

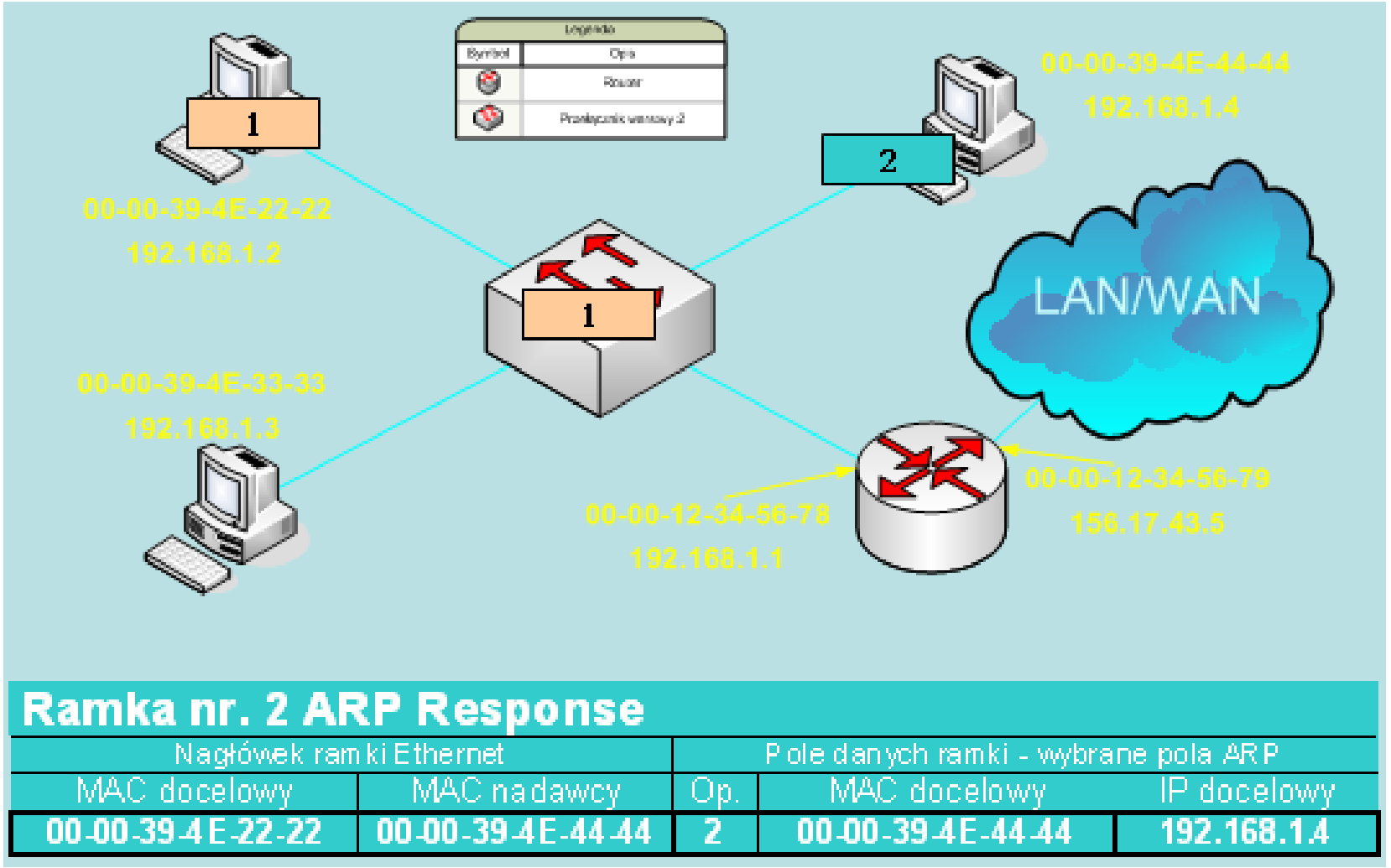
Zasada działania ARP



Protokół ARP umożliwia komputerowi odnajdywanie fizycznego adresu maszyny docelowej z tej samej sieci fizycznej przy użyciu jedynie adresu IP.

Address Resolution Protocol

- Działanie protokołu ARP – przykład 1

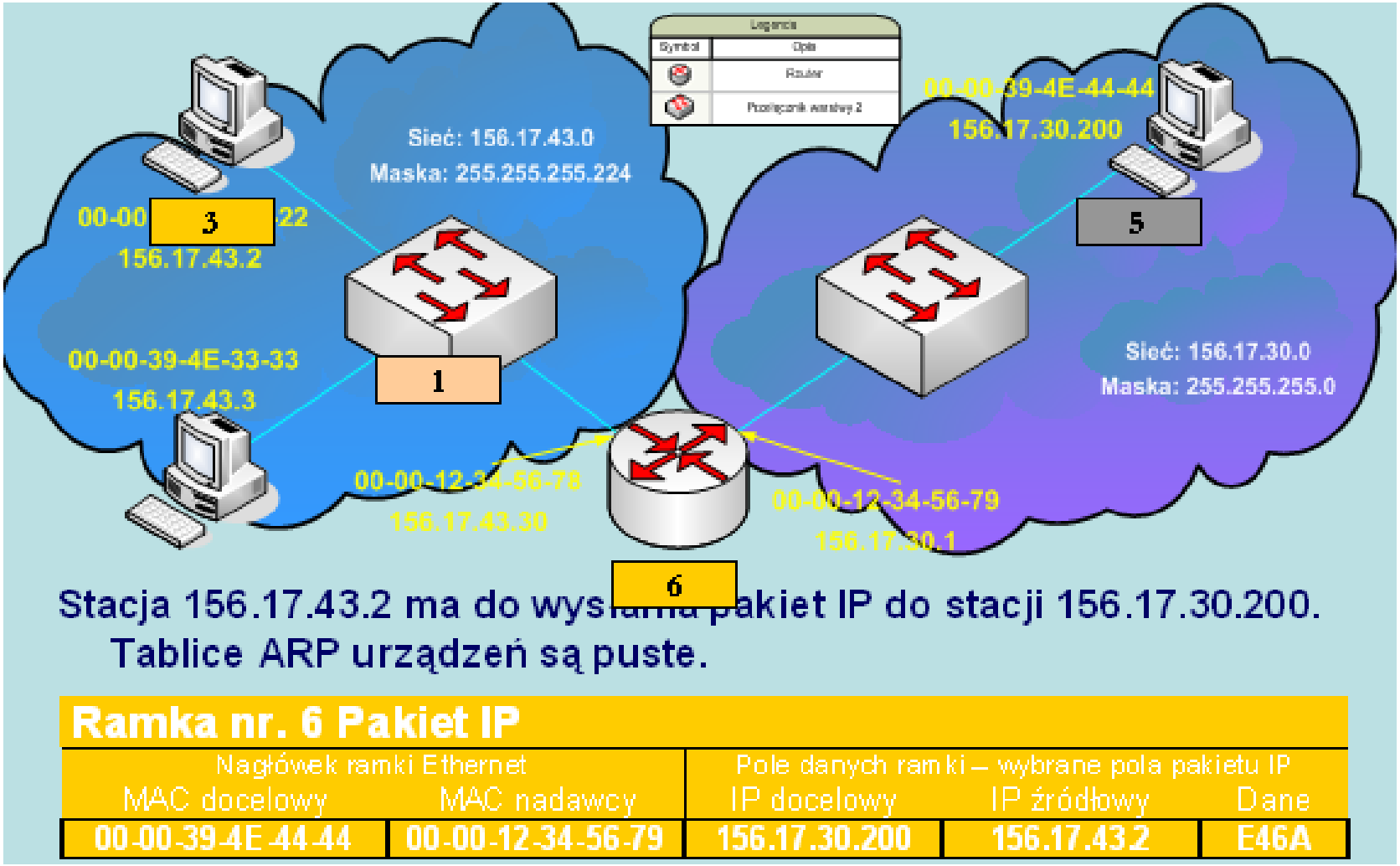


Ramka nr. 2 ARP Response

Nagłówek ramki Ethernet		Pole danych ramki - wybrane pola ARP		
MAC docelowy	MAC nadawcy	Op.	MAC docelowy	IP docelowy
00-00-39-4E-22-22	00-00-39-4E-44-44	2	00-00-39-4E-44-44	192.168.1.4

Address Resolution Protocol

- Działanie protokołu ARP – przykład 2



Stacja 156.17.43.2 ma do wysłania pakiet IP do stacji 156.17.30.200.
Tablice ARP urządzeń są puste.

Ramka nr. 6 Pakiet IP

Nagłówek ramki Ethernet		Pole danych ramki – wybrane pola pakietu IP		
MAC docelowy	MAC nadawcy	IP docelowy	IP źródłowy	Dane
00-00-39-4E-44-44	00-00-12-34-56-79	156.17.30.200	156.17.43.2	E46A

Address Resolution Protocol

Tablica pamięci ARP

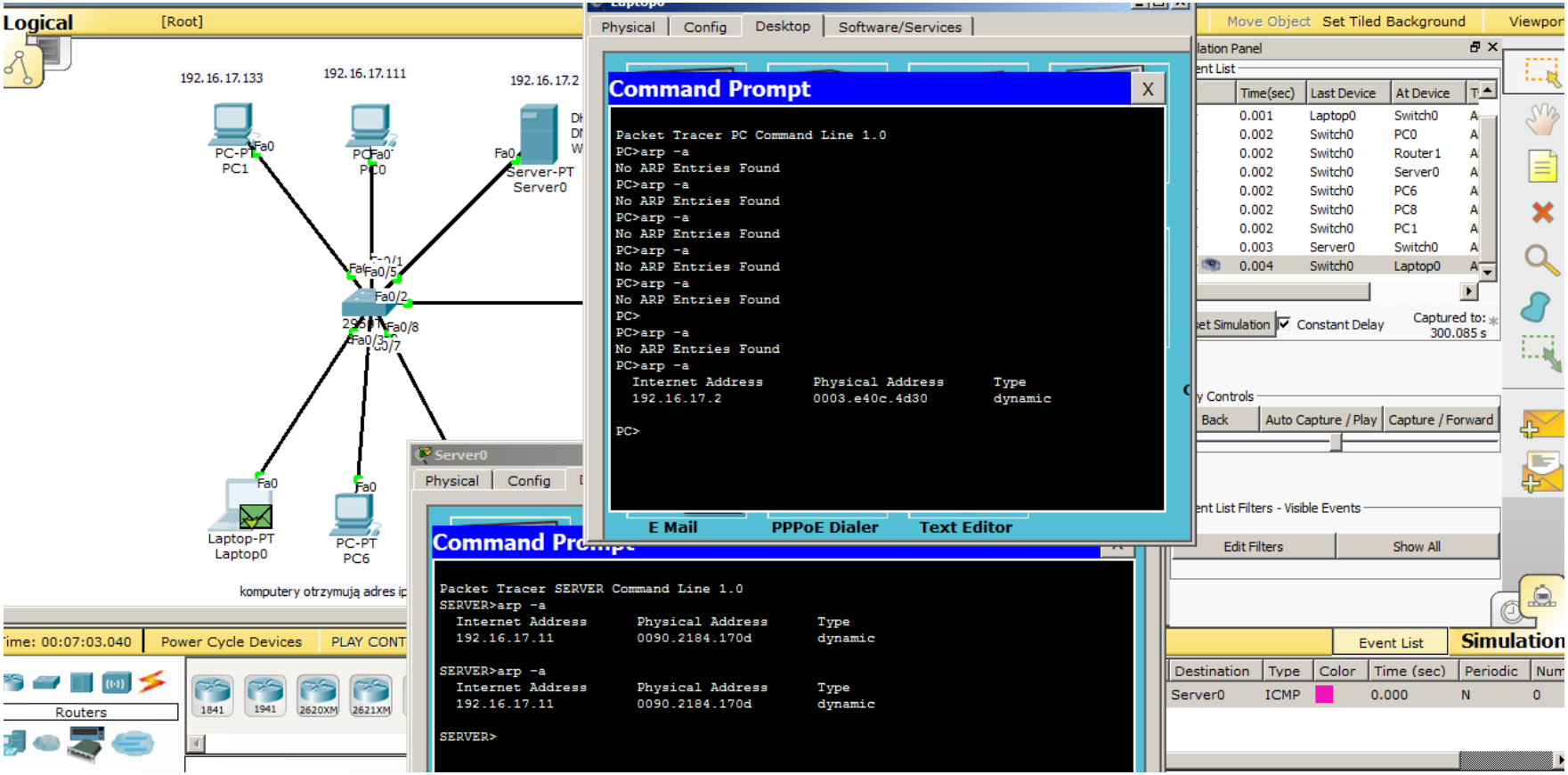
- W celu usprawnienia działania protokołu ARP, urządzenia przechowują w **pamięci tablicy ARP** (ang. ARP Cache) zawierające poznane skojarzenia adresów MAC i IP
- Wpisy w tablicy pamięci ARP mają **określony czas trwania**
- Jeżeli w tym czasie zostanie odebrany przez urządzenie pakiet **potwierdzając**y wpis w pamięci, to czas trwania jest **wydłużany**
- Jeżeli w tablicy pamięci ARP **nie ma wpisu** dotyczącego danego adresu IP, to urządzenie **wysyła zapytanie ARP**

Address Resolution Protocol

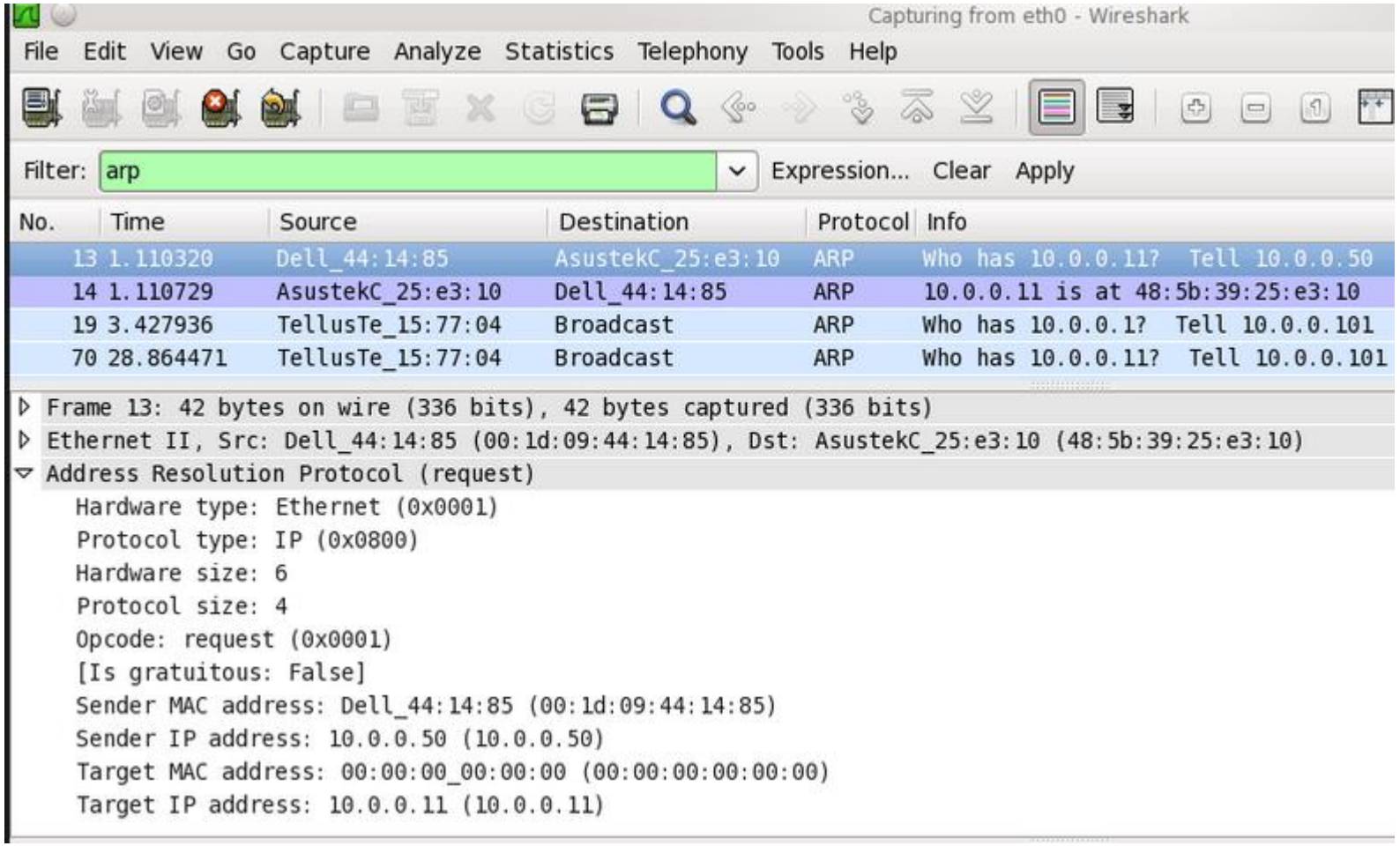
Podsumowanie ARP

- ARP **nie jest** częścią protokołu **IP**
- Zapytania ARP używają transmisji typu **broadcast**, nigdy **nie opuszczają logicznej podsieci** (domeny rozgłoszeniowej)
- Zapytania i odpowiedzi ARP używają ramek warstwy łącza danych, więc **nie mogą być rutowane** do innych podsieci
- Wpisy w tablicy **cache ARP** powinny mieć **ograniczony czas** trwania

Address Resolution Protocol



Address Resolution Protocol

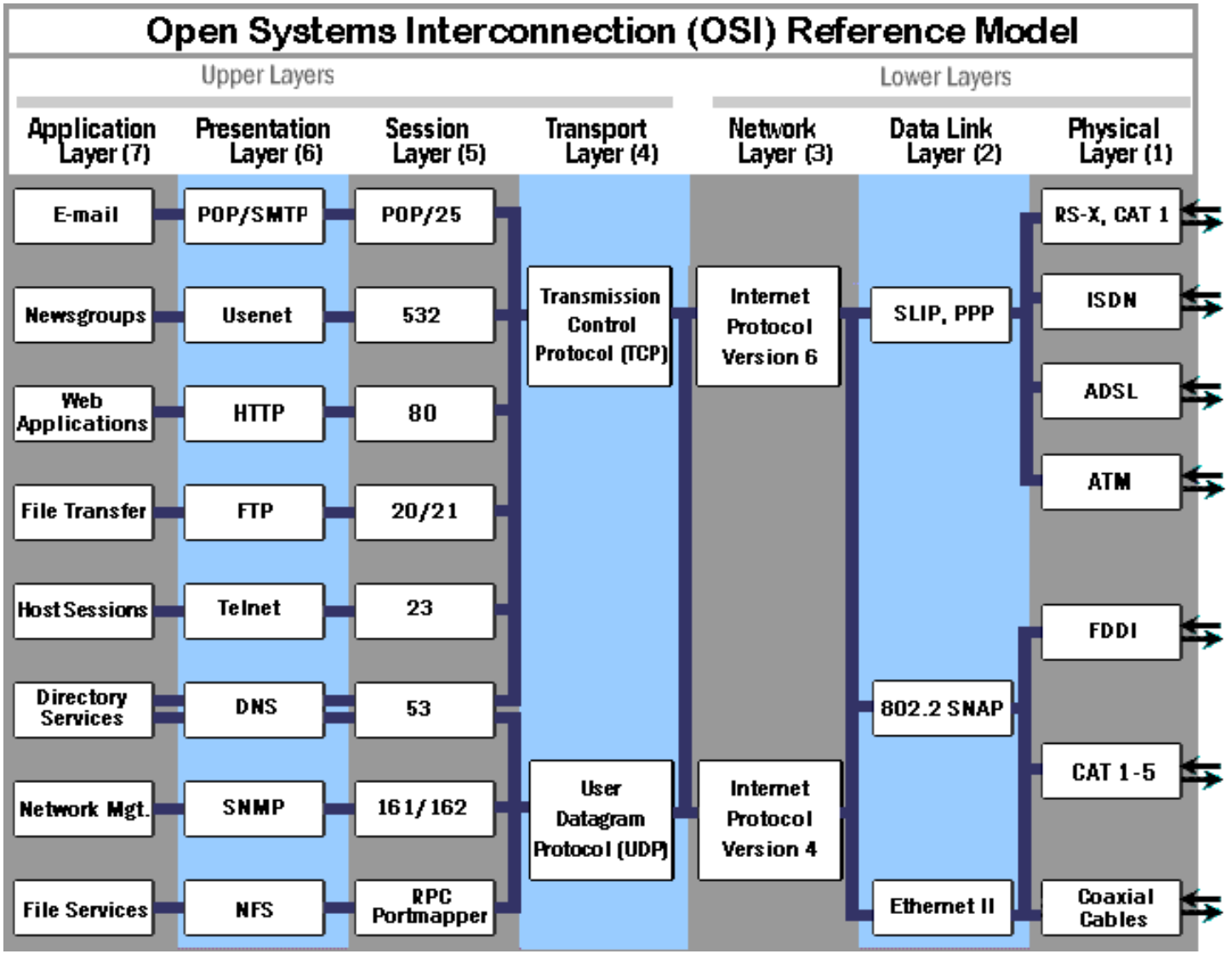


Reverse Address Resolution Protocol

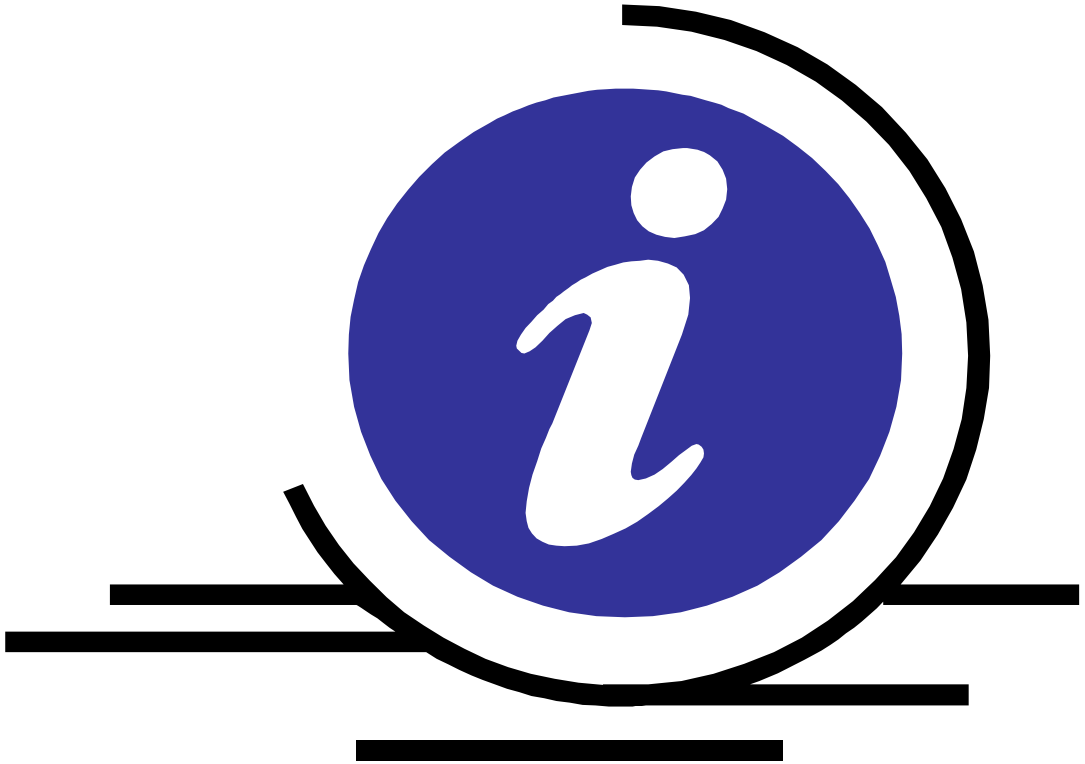
RARP

protokół komunikacyjny przekształcania 48-bitowych fizycznych adresów MAC na 32-bitowe adresy IP w komputerowych sieciach typu Ethernet.

Warstwa sieci / OSI



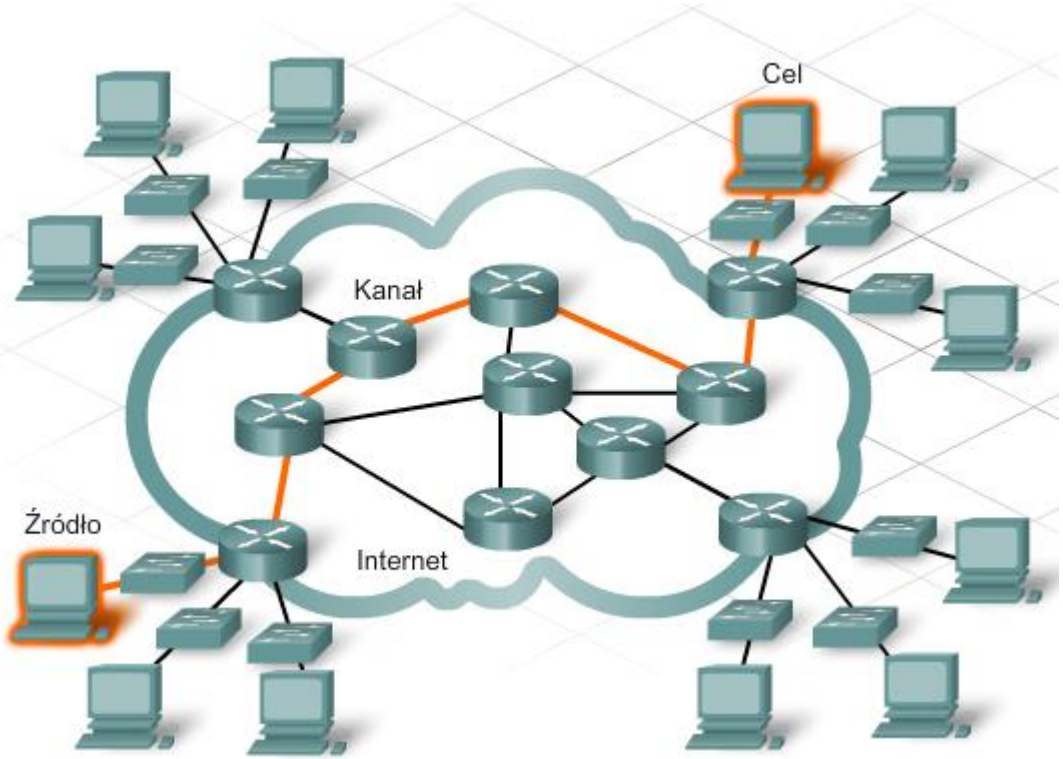
Pytania



Przesyłanie danych w sieci

- Tryb połączeniowy - przed rozpoczęciem komunikacji następuje nawiązanie logicznego połączenia pomiędzy oboma urządzeniami.

- Tryb bezpołączeniowy - komunikaty wysyłane są niezależnie.



Tryb połączeniowy

Po wybraniu najkrótszej trasy z węzła A do węzła Y, która przebiega przez węzły C i D wysyłane jest żądanie zestawienia połączenia od węzła początkowego A do węzła kolejnego C.

Po otrzymaniu potwierdzenia żądanie przekazywane jest dalej od C do D i następnie do Y.

Po zestawieniu całej trasy od węzła ostatniego wysyłane jest potwierdzenie do węzła początkowego.

Po zestawianiu trasa następuje przesyłanie danych.

Po zakończeniu przesyłania następuje rozłączanie trasy - od węzła początkowego do końcowego, z potwierdzeniem w kierunku odwrotnym.

Tryb połączeniowy

- posiada mechanizmy kontroli błędów:
  - potwierdzenie zestawienia połączenia,
  - gdy zostanie przekroczony limit czasu (brak potwierdzenia odbioru ramki od stacji docelowej) - retransmisja danych,
  - suma kontrolna sprawdzana w węźle docelowym.

Tryb bezpołączeniowy

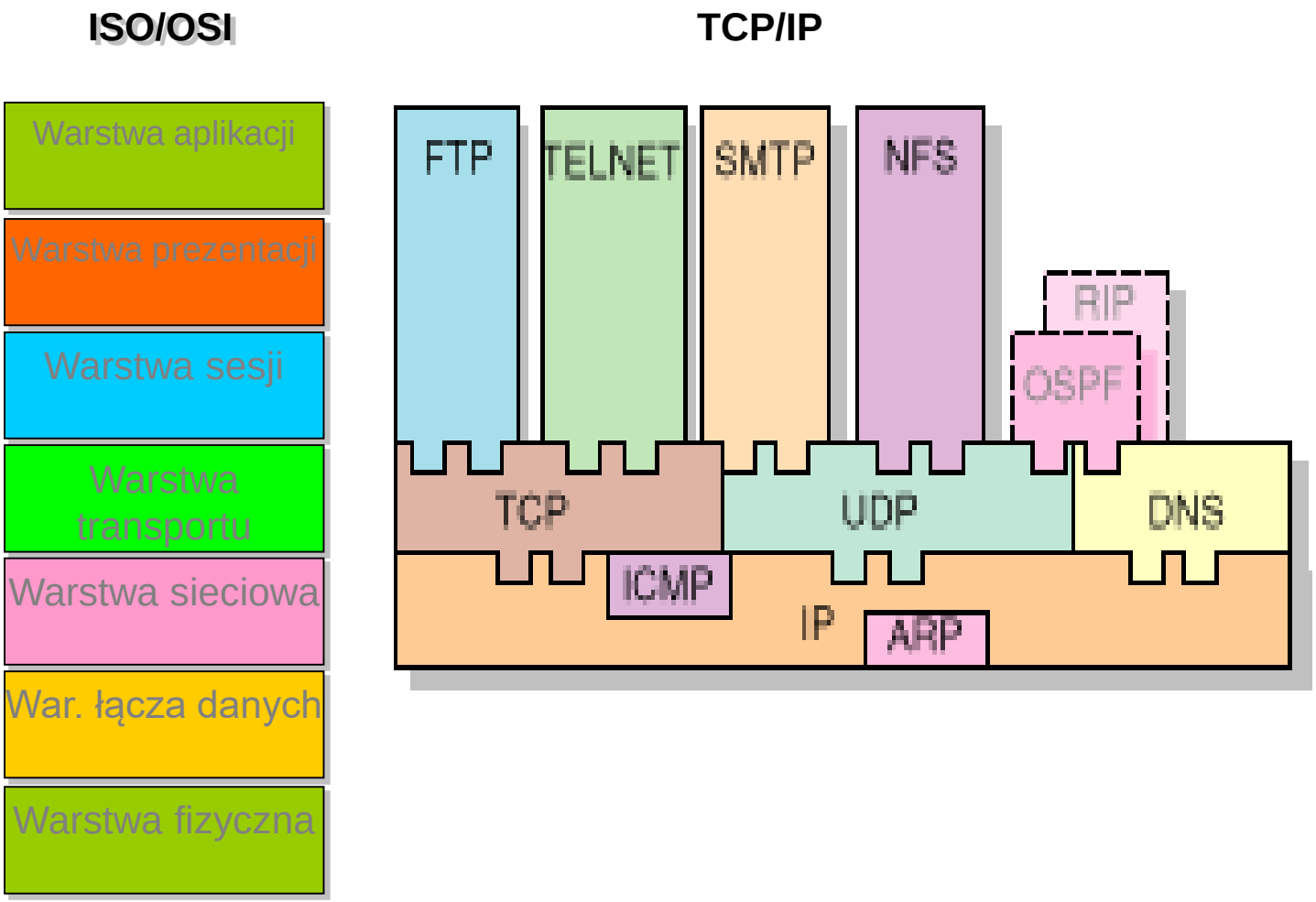
Nie ma tu potwierdzeń zestawienia połączenia.

Zaraz po znalezieniu drogi rozpoczyna się transmisja.

Podobnie jak w trybie połączeniowym - gdy pakiet dotrze do węzła docelowego wysyłane jest potwierdzenie.

Pakiety wysyłane są niezależnie od siebie, może się zatem zdarzyć taka sytuacja, iż pójdą one różnymi trasami i dotrą do celu w innej kolejności. Stąd też potrzeba ich numerowania oraz układania w odpowiednim porządku w stacji docelowej.

ISO/OSI i stos protokołów TCP/IP

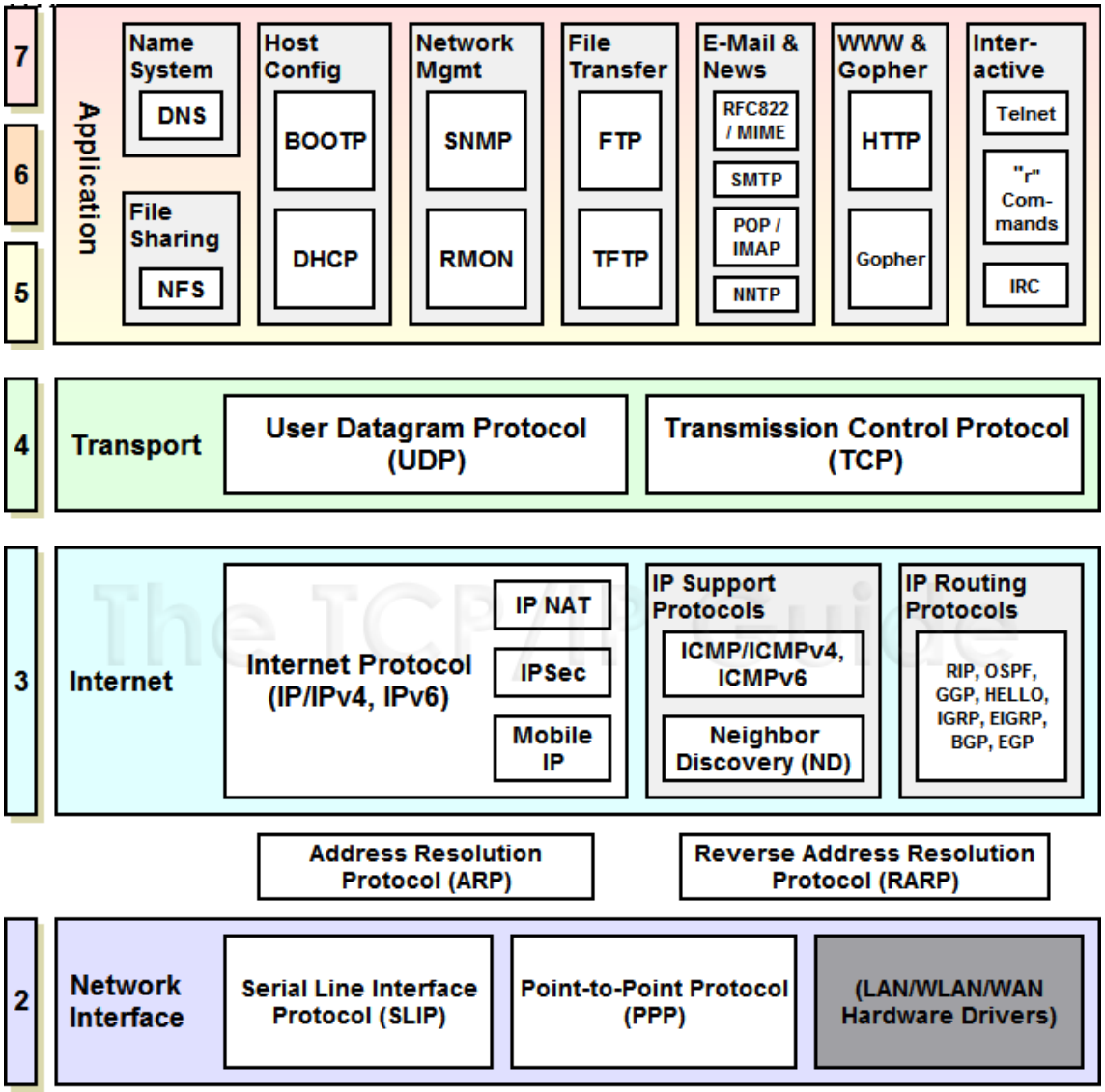


znane porty 0-1023

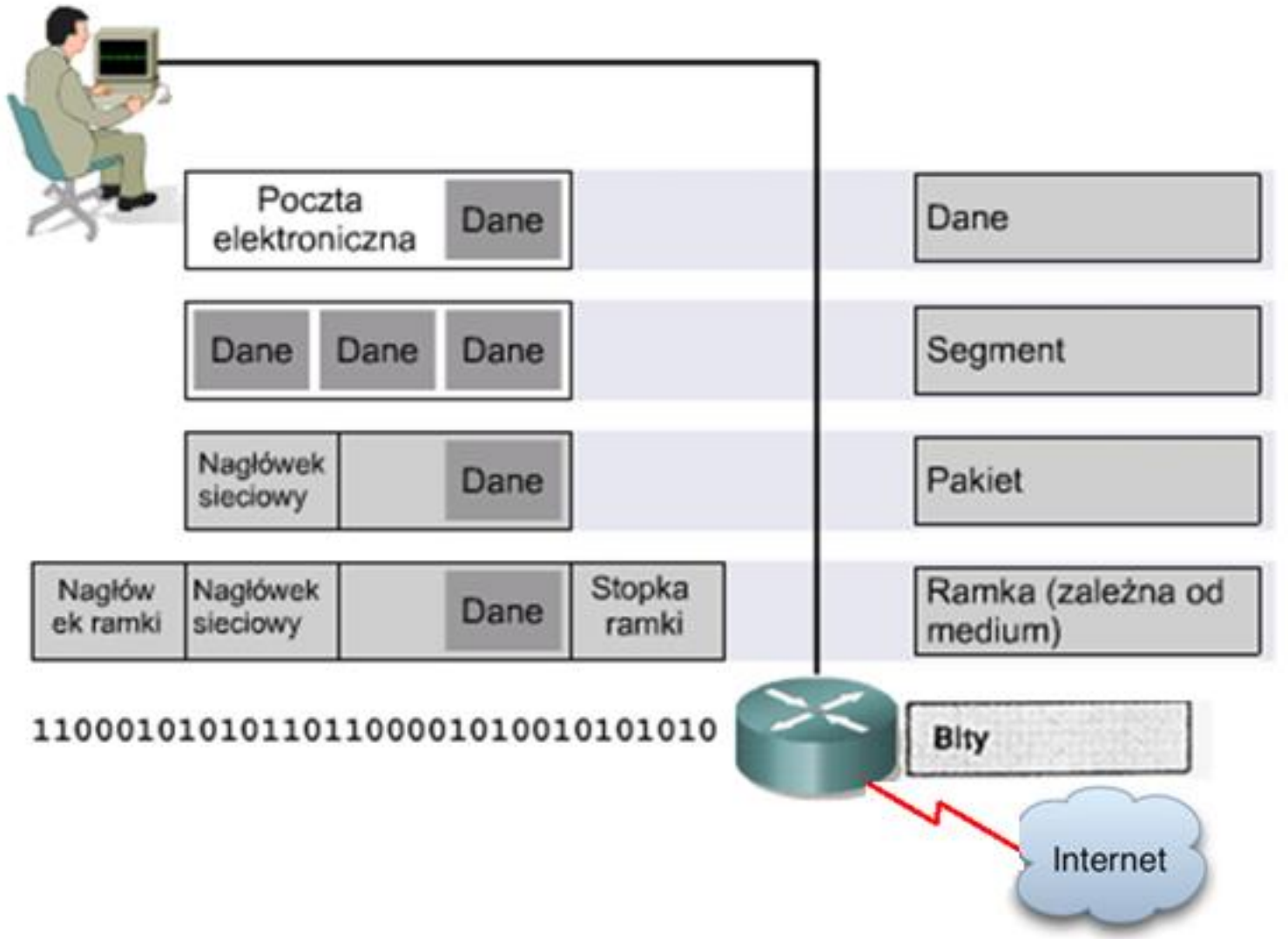
http://www.iana.org/assignments/port-numbers

...
ftp 21/tcp File Transfer [Control]
ftp 21/udp File Transfer [Control] # Jon Postel postel@isi.edu
ssh 22/tcp SSH Remote Login Protocol
ssh 22/udp SSH Remote Login Protocol # Tatu Ylonen ylo@cs.hut.fi
telnet 23/tcp Telnet telnet 23/udp Telnet # Jon Postel postel@isi.edu
24/tcp any private mail system
24/udp any private mail system # Rick Adams <rick@UUNET.UU.NET>
smtp 25/tcp Simple Mail Transfer
smtp 25/udp Simple Mail Transfer
...

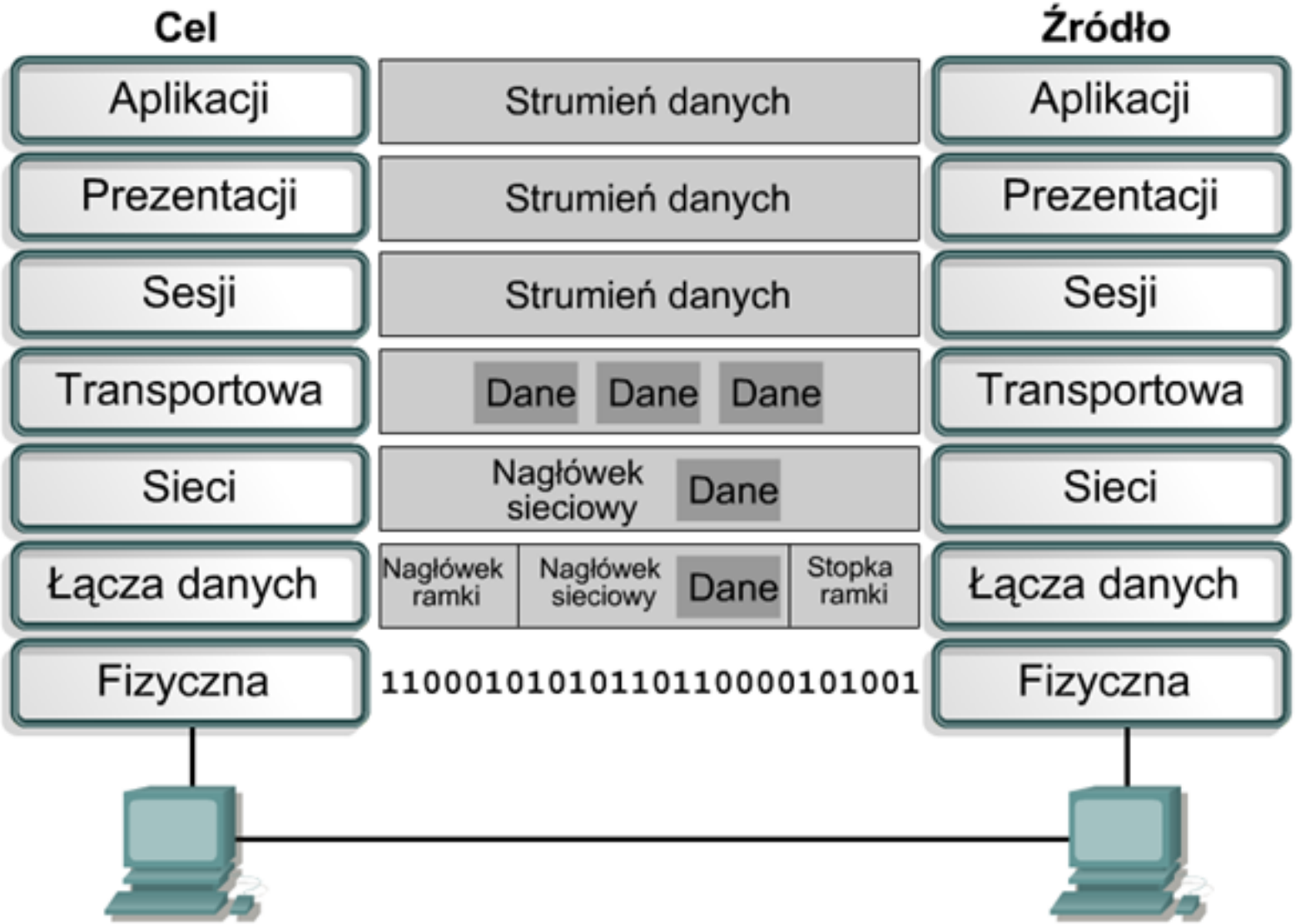
Stos protokołów TCP/IP / protokoły dostępu



Mechanizm eknapsulacji



Mechanizm eknapsulacji



Mechanizm eknapsulacji