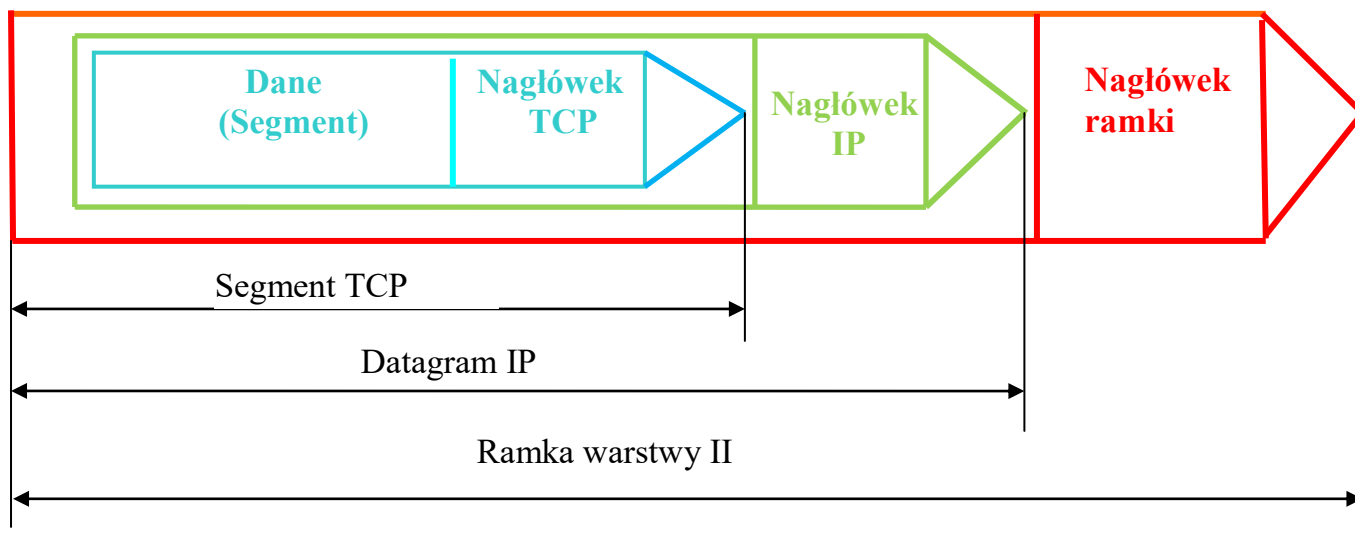

Teoria protokołów IP oraz TCP

1. Podstawy protokołu IP v.4

1.1. Kapsułkowanie w sieciach Ethernet



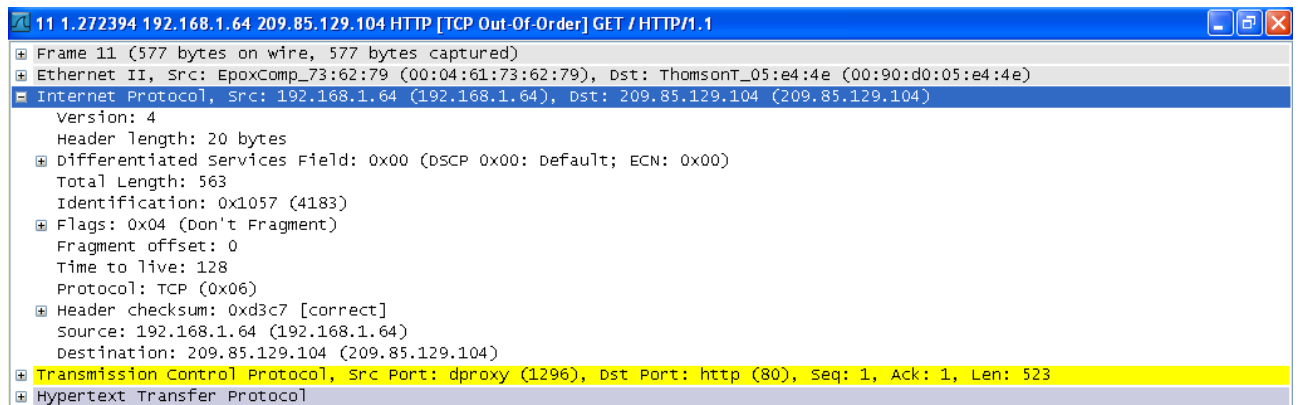
1.2. Podstawowe funkcje protokołu IP:

- wsparcie dla komunikacji międzysieciowej (internetowej) ze szczególnym uwzględnieniem routingu, (warstwa III OSI)
 - IP pełni funkcję „nośnika” dla protokołów warstw wyższych w komunikacji międzysieciowej, (np. TCP, UDP),
 - jest protokołem dostarczającym datagramy w sposób bezpołączeniowy,
 - jest niezależny od parametrów warstwy II,
 - datagramy IP mogą być fragmentowane przez urządzenia sieciowe różnych technologii (różne MTU)
-

2. Elementy standardowego nagłówka IP oraz ich znaczenie.

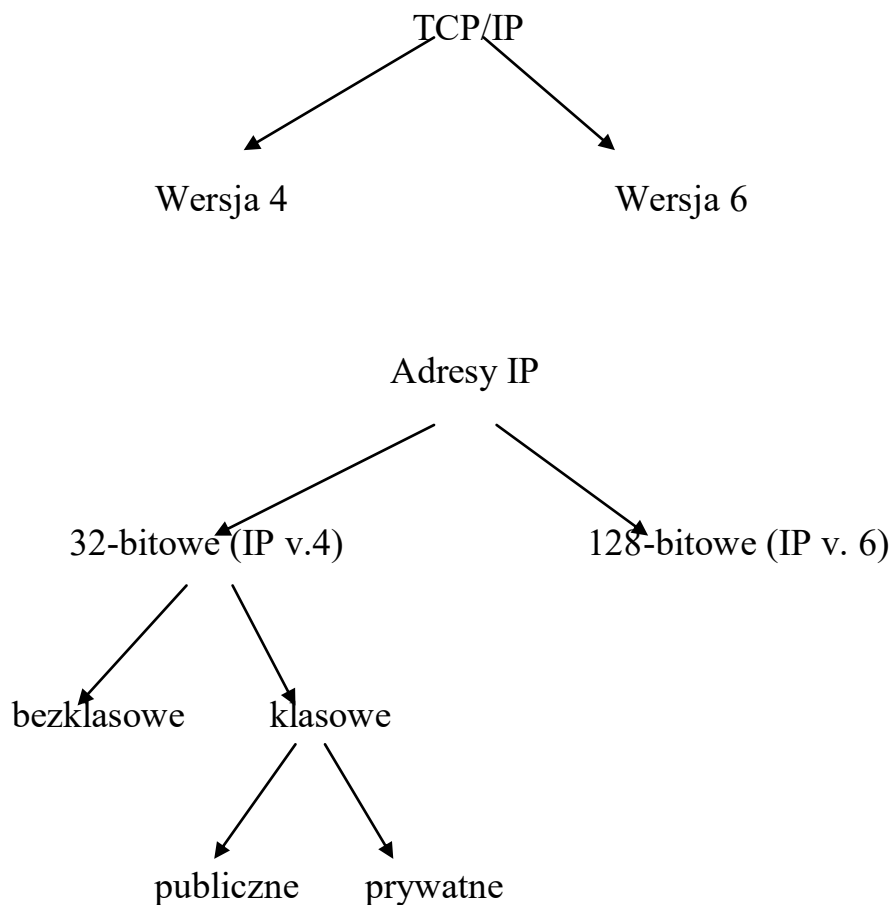
- a) **Version** 4b – oznacza wersję protokołu (4 dla IPv4 lub 6 dla IP v6)
<http://www.iana.org/assignments/version-numbers>
 - b) **IP Header Length** (długość nagłówka) 4b – liczba 4-bajtowych bloków w nagłówku IP. Rozmiar nagłówka IP musi być zatem wielokrotnością 4B. Najkrótszy nagłówek IP posiada długość 20 B (wartość pola 0x5), najdłuższy 60 B (wartość pola 0xF),
 - c) **Type of service TOS (typ usługi)** – 8b – określa priorytet obsługi przy datagramu przez routery w internecie (RFC 791, 2474). Router może być tak skonfigurowany, że na podstawie pola TOS będzie decydował, który pakiet ma być obsłużony jako pierwszy.
 - d) **Total Length** 2B – całkowity rozmiar datagramu w bajtach (nagłówek + dane) :
Dane [B]=Total Length – 4*IP Header Length
 - e) **Identifier** 2B – identyfikacja pakietu, wartość ustawiana przez host nadawczy i zwiększana o 1 dla każdego następnego pakietu.
 - f) **Flags** (flagi) 3 b – 2 flagi dotyczące fragmentacji,
 - g) **Fragment Offset** – 13b – określa przesunięcie fragmentu względem początku pełnych danych (komunikatu)
 - h) **Time to Live** – 1B – liczba połączeń, przez które datagram będzie przekazywany do momentu odrzucenia. Wartość maksymalna to 255. Wartość domyślna jest ustawiana w systemie operacyjnym (np. w rejestrach Windows)
 - i) **Protocol** – 1B – typ protokołu zwartego w danych (ładunku) pakietu IP, np. 0x06 TCP. Pole to umożliwia stacji docelowej skierowanie danych do właściwego protokołu warstwy wyższej. Pełna lista dostępna jest na <http://www.iana.org/assignments/protocol-numbers>
 - j) **Header Checksum** – 2 B – wartość sumy kontrolnej dla nagłówka (z wykorzystaniem kodu uzupełnieniowego do 1)
 - k) **Source Address** – 4B, IP źródłowy
 - l) **Destination Address** – 4B, IP docelowy
-

Pola nagłówka IP w analizatorze sieciowym



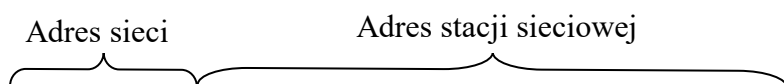
3. Adresowanie IP v.4

3.1. Miejsce adresów protokołu IP v.4 w strukturze protokołów

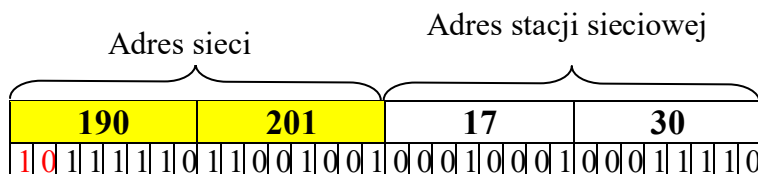


3.2. Adresy klasowe

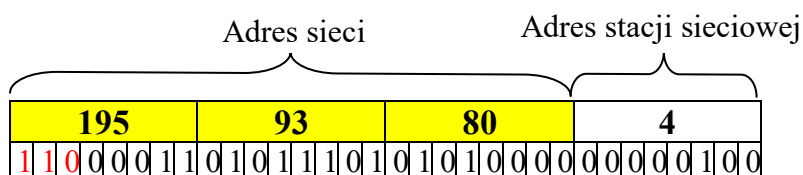
Klasa A (0-126)



Klasa B (128-191)



Klasa C (192-223)



Pule adresów prywatnych:

Klasa A: 10.0.0.0 – 10.255.255.255

Klasa B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255

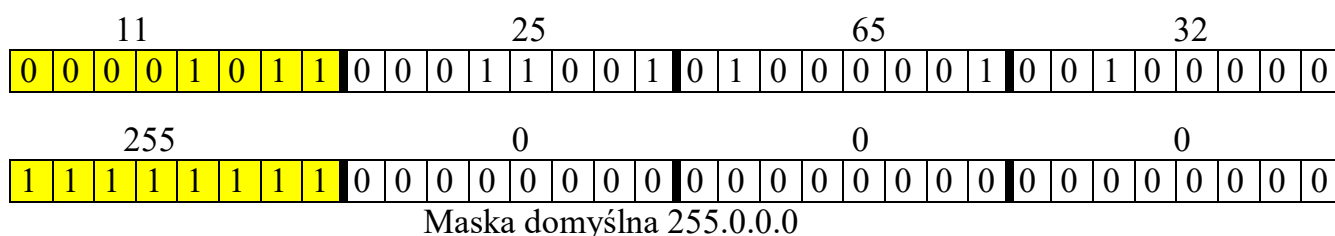
Klasa C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255

Maski adresów 32-bitowych

Maska – 32 bitowe słowo pozwalające określić ile bitów adresu IP wskazuje na adres sieci, a ile bitów na adres stacji sieciowej w tej sieci. Maski mogą być domyślne lub sztuczne.

Przykład 1 – maski domyślne (naturalne)

Adres IP klasy A: 11.25.65.32



Określanie wszystkich adresów sieciowych poszczególnych segmentów dla maski 224

<i>Lp</i>	Binarnie	Dziesiętnie
1	00000000	Kombinacja niedozwolona
2	00100000	32
3	01000000	64
4	10000000	128
5	11000000	192
6	10100000	160
7	01100000	96
8	11100000	Kombinacja niedozwolona

Ostatecznie dostępne adresy **podsieci** dla maski 255.255.224.0

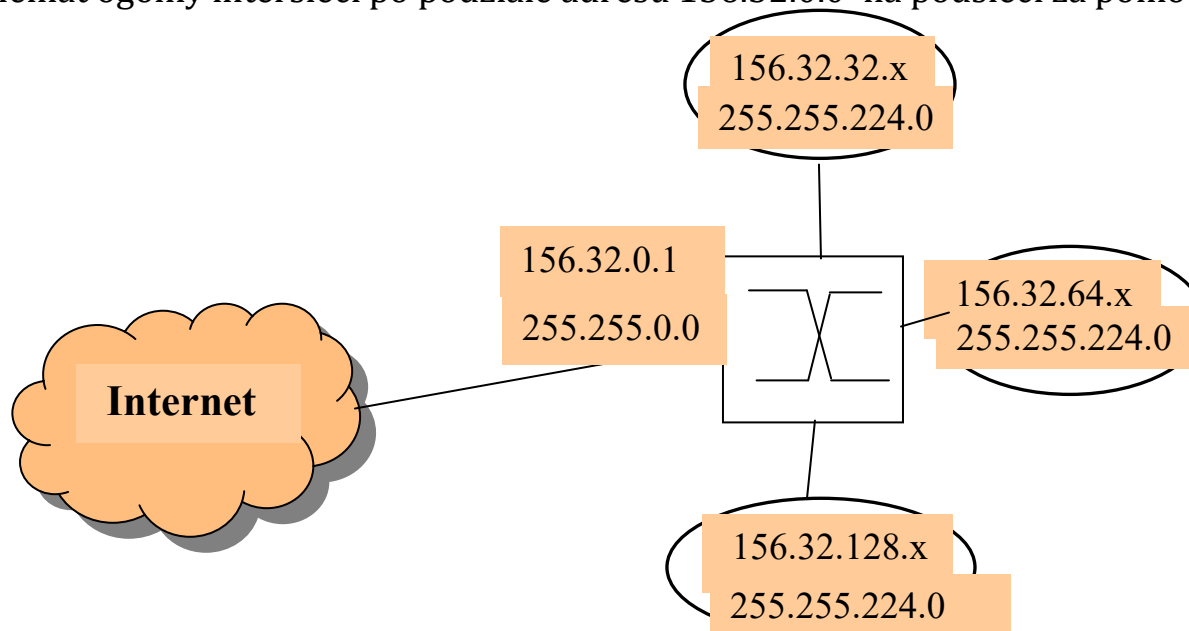
<i>Lp</i>	Binarnie	Dziesiętnie
1	10011100 00100000 00000000 00000000	Kombinacja niedozwolona
2	10011100 00100000 00100000 00000000	156.32.32.0
3	10011100 00100000 01000000 00000000	156.32.64.0
4	10011100 00100000 10000000 00000000	156.32.128.0
5	10011100 00100000 11000000 00000000	156.32.192.0
6	10011100 00100000 10100000 00000000	156.32.160.0
7	10011100 00100000 01100000 00000000	156.32.96.0
8	10011100 00100000 11100000 00000000	Kombinacja niedozwolona

Ostateczna pula adresów dla stacji sieciowych w poszczególnych segmentach dla maski 224 :

Lp	Adres sieci	Adres początkowy	Adres końcowy	Adres rozgłaszania
1	156.32.32.0	156.32.32.1	156.32.63.254	156.32.63.255
2	156.32.64.0	156.32.64.1	156.32.95.254	156.32.95.255
3	156.32.128.0	156.32.128.1	156.32.159.254	156.32.159.255
4	156.32.192.0	156.32.192.1	156.32.223.254	156.32.223.255
5	156.32.160.0	156.32.160.1	156.32.191.254	156.32.191.255
6	156.32.96.0	156.32.96.1	156.32.127.254	156.32.127.255

Wybrana pula adresów dla 3 segmentów IP (podsieci)

Schemat ogólny intersieci po podziale adresu 156.32.0.0 na podsieci za pomocą maski 255.255.224.0



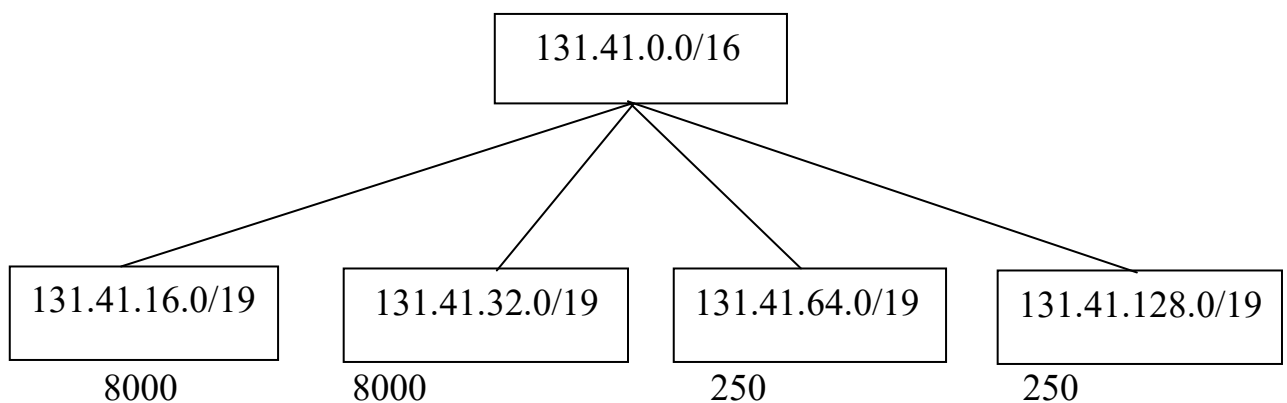
3.3.2. Technika masek zmiennych *VLSM* (*Variable Length of Subnet Masking*)

Podział rekursywny podsieci na podstawie pierwotnego adresu IP – możliwość tworzenia podsieci o różnych pulach adresowych (rozmiarach).

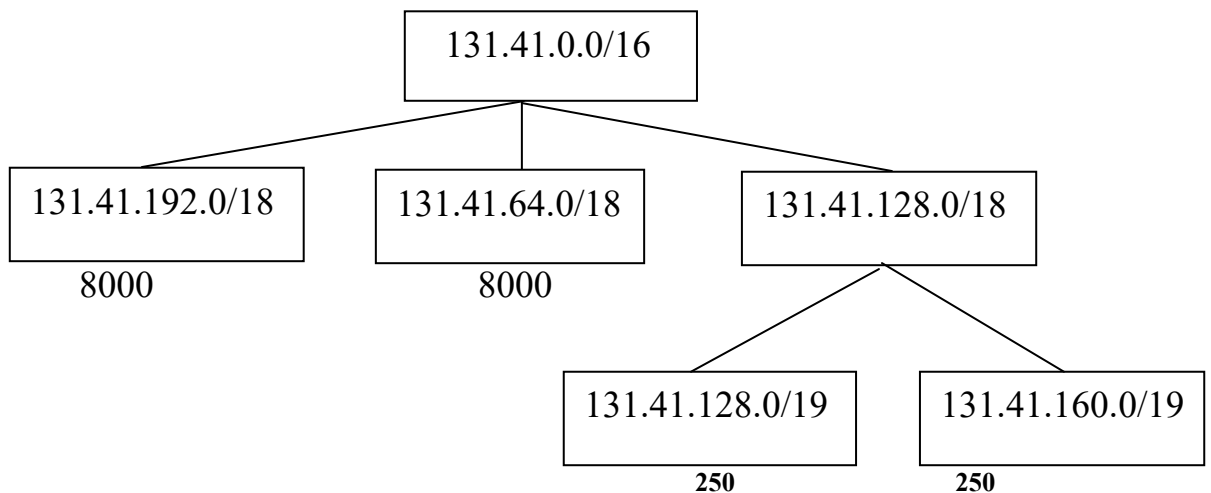
Przykład 1: na bazie adresu klasowego 135.41.0.0/16 wyznaczyć pule adresowe dla 2 podsieci z 8000 stacjami oraz dla 2 podsieci z 250 stacjami.

A. Rozwiązanie z maską stałą:

135.41.0.0/19 – 6 sieci po 8190 stacji sieciowych



B. Rozwiązanie VLSM:



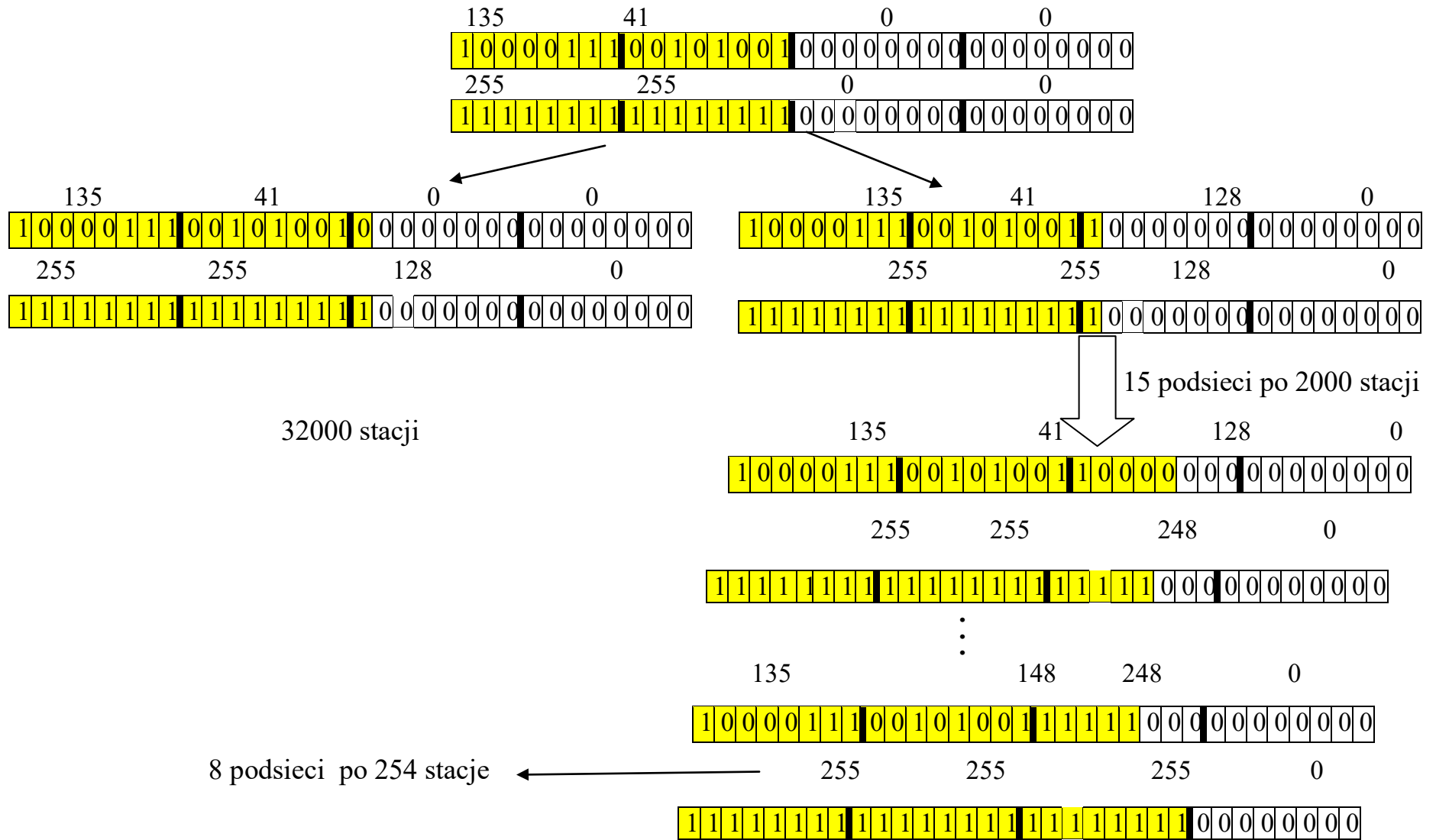
131.41.192.0/18 – 8000 stacji

131.41.64.0/18 – 8000 stacji

131.41.128.0/19 – 250 stacji

131.41.160.0/19 – 250 stacji

Przykład 2: na bazie adresu klasowego 135.41.0.0/16 wyznaczyć pule adresowe dla 1 podsieci z 32000 stacjami, 15 podsieci z 2000 stacji oraz dla 8 podsieci z 250 stacjami – **metoda masek stałych nie spełni wymagań !**



Adresowanie IP v.6

Dokument RFC 2373

Your Search Results - Microsoft Internet Explorer

Plik Edycja Widok Ulubione Narzędzia Pomoc

Wstecz Wyszukaj Ulubione Multimedia

Adres http://www.rfc-editor.org/cgi-bin/rfcsearch.pl

Google rfc

RFC-ED HOME NEWS RFC DATABASE RFC SEARCH RFC ERRATA I-D SEARCH IETF HOME

RFC Index Search Engine

Perform Another Search :

2373 SEARCH

Search for All Fields Results Per Page: 25

RFC File: ASCII+ All PDF

Search : All RFC STD BCP FYI
Match : Prefix Entire Word
Show Abstract: On Off
Show Keywords: On Off
Result Order : Descending Ascending
RFC Contents Via: FTP HTTP

o Based on your search of [2373] in the All Fields field 1 matches were found
- Below you will find matching items 1 through 1

Number	Title	Author or Ed.	Date	Format	More Info (Obs&Upd)	Status
RFC2373	IP Version 6 Addressing Architecture	R. Hinden, S. Deering	July 1998	ASCII	Obsoletes RFC1884 . Obsoleted by RFC3513 Errata	PROPOSED STANDARD

Gotowe Internet

http://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc2373.txt - Microsoft Internet Explorer

Plik Edycja Widok Ulubione Narzędzia Pomoc

Wstecz Wyszukaj Ulubione Multimedia

Adres http://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc2373.txt

Google rfc

Network Working Group R. Hinden
Request for Comments: 2373 Nokia
Obsoletes: 1884 S. Deering
Category: Standards Track Cisco Systems

July 1998

IP Version 6 Addressing Architecture

Status of this Memo

This document specifies an Internet standards track protocol for the Internet community, and requests discussion and suggestions for improvements. Please refer to the current edition of the "Internet Official Protocol Standards" (STD 1) for the standardization state and status of this protocol. Distribution of this memo is unlimited.

Copyright Notice

Copyright (C) The Internet Society (1998). All Rights Reserved.

Abstract

This specification defines the addressing architecture of the IP Version 6 protocol [IPV6]. The document includes the IPV6 addressing model, text representations of IPV6 addresses, definition of IPV6 unicast addresses, anycast addresses, and multicast addresses, and an IPV6 node's required addresses.

Gotowe Internet

Pola nagłówków IP v4 i IP v6

IP v4	IP v6	Porównanie
Version 4b wartość =4	Version 4b wartość =6	Funkcje takie same
IP Header Length 4b	brak	IP v6 – wartość stała 320 b
Type of service TOS 8b	DSCP (Differential Services Code Point) - 8b	Funkcje takie same
-	Stream label - 20b	Nowe pole w IP v6
Identifier 16b	-	Usunięte w IP v6
Flags for fragmentation 3b	-	Usunięte w IP v6
Fragment Offset – 13b	-	Usunięte w IP v6
Time to Live – 8b	Time to Live – 8b	Funkcje takie same
Protocol type – 8b http://www.iana.org/assignments/protocol-numbers	Protocol type – 8b	Funkcje takie same
Header Checksum – 16 b	-	Usunięte w IP v6
Source Address – 32b	Source Address – 128b	Rozszerzenie przestrzeni
Destination Address – 32b	Destination Address 128b	Rozszerzenie przestrzeni
Options (change of header length)	-	Usunięte w IP v6
-	Nagłówki rozrzeszeń	Nowy sposób obsługi fragmentacji, wprowadzenie elementów bezpieczeństwa sieciowego, wprowadzenie idei mobilności i inne.

Teoretyczna przestrzeń adresowa:

$$P=2^{128}=3.4*10^{38}$$

=340282366920938463463374607431768211456

Obecnie Internet może wykorzystać 15 % tej przestrzeni.

Przykład adresu w reprezentacji bitowej:

0010000111011010000000001101001100000000000000000101111001110110000001010101010
00000000111111111111110001010001001110001011010

Adres po podziale na osiem 16-bitowych bloków

0010000111011010 : 0000000011010011 : 0000000000000000 : 0010111100111011 :
0000001010101010 : 0000000011111111 : 1111111000101000 : 1001110001011010

Każdy blok konwertuje się na liczbę szesnastkową.

$[0010000111011010]_2 = 0 \cdot 2^{15} + 0 \cdot 2^{14} + 1 \cdot 2^{13} + 0 \cdot 2^{12} + 0 \cdot 2^{11} + 0 \cdot 2^{10} + 0 \cdot 2^9 +$

$+ 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = (8666)_{10} =$

$(21DA)_{16}$

$(21DA)_{16} = 2 \cdot 16^3 + 1 \cdot 16^2 + 13 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0 = (8666)_{10}$

Przypomnienie

Zapis dwójkowy:**Zapis szesnastkowy:**

0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

Rozważany adres ma postać:

21DA:00D3:0000:2F3B:02AA:00FF:FE28:9C5A

Usuwanie zer początkowych:

Adres przed: **21DA:00D3:0000:2F3B:02AA:00FF:FE28:9C5A**

Adres po: **21DA:D3:0:2F3B:2AA:FF:FE28:9C5A**

Kompresowanie zer:

Adres przed: **FE80:0:0:0:2AA:FF:FE9A:4CA2**

Adres po: **FE80::2AA:FF:FE9A:4CA2**

Prefiks

Prefiks jest częścią adresu wskazującą bity, które mają ustalone wartości lub są bitami identyfikatora sieci. Prefiks IPv6 jest zapisywany jako: *adres/długość_prefiksu*.

Niektóre typy adresów IP v6:

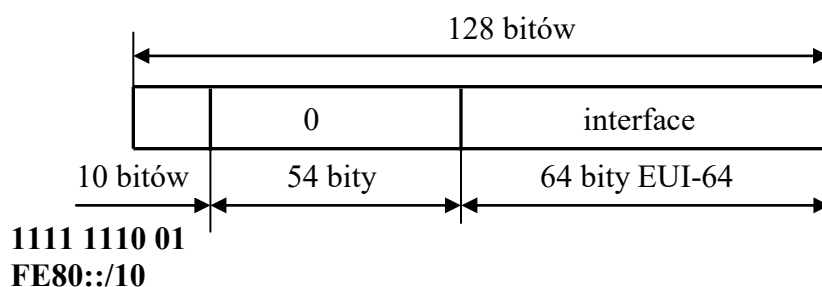
- a) adresy lokalne łącza: FE80::/10
- b) adresy lokalne węzła : FEC0::/10
- c) zagregowane globalne adresy jednostkowe
- d) adresy grupowe żądania węzła: FF02:1:FF00:0000/104

Charakterystyka wybranych typów adresów

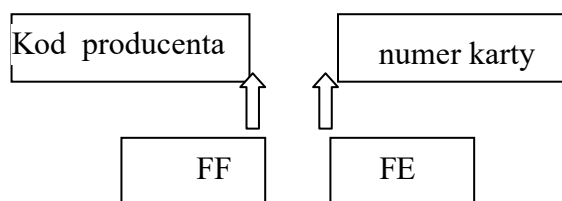
Ad. a) – *Link local address* – adresy specjalnego przeznaczenia - używane do komunikacji w ramach łącza lokalnego (np. router – host).

Adresy mogą być ustalone statycznie lub automatycznie w momencie uruchomienia na stacji stosu z IP v6.

Format	Wartość
Heksadecymalny pełny	FE80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000/10
Skrócony	FE80::/10
Binarny	1111 1110 01



Konfiguracja adresu w formacie EUI 64 (Extended Unique Identifier)



Przykład adresu *link local*: FE80::**2501:3EFF:FEA4:5F12**/64

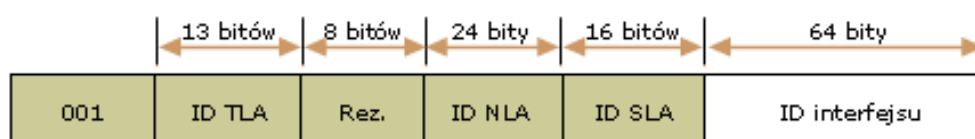
Ad. 1b) – *Node local address* – adres lokalny węzła – odpowiednik adresu prywatnego IP v.4. Mogą być używane do adresowania stacji wewnątrz lokalizacji bez możliwości routingu w sieci globalnej. Używane także do adresowania urządzeń, które nie wysyłają pakietów do sieci globalnej (np. drukarki, przełączniki zarządzalne)

Format	Wartość
Heksadecymalny pełny	FEC0:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000/10
Skrócony	FEC0::/10
Binarny	11111110 11

Przykład adresu *node local*: FEC0::**12:250:3EAF:FEA4:5F12**/64

Ad c) – zagregowane adresy globalne jednostkowe - odpowiedniki adresów publicznych IP v4.

Struktura adresów globalnych



ID TLA (*Top Level Aggregator*) – 13 bitów przydzielane lokalnym (krajowym) urządzeniom rejestracyjnym. Te z kolei przydzielają tą część dużym usługodawcom ISP.

Rez – rezerwa dla TLA lub NLA w przyszłości

ID NLA (*Next Level Aggregator*) - agregacja na poziomie dostawcy internetu. Routery wolne nie reagują na tą część adresu. NLA pozwala firmie typu ISP na tworzenie własnych hierarchi routingu.

ID SLA (*Site Level Aggregator*) – służą do identyfikacji podsieci u klienta końcowego

ID interfejsu - adres interfejsu w danej podsieci.

Format	Wartość
--------	---------

Heksadecymalny pełny	2xxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx
Pierwszy z możliwych adresów	2000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
Ostatni z możliwych adresów	3FFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF

Przykład globalnego adresu jednostkowego (dla danego SLA):

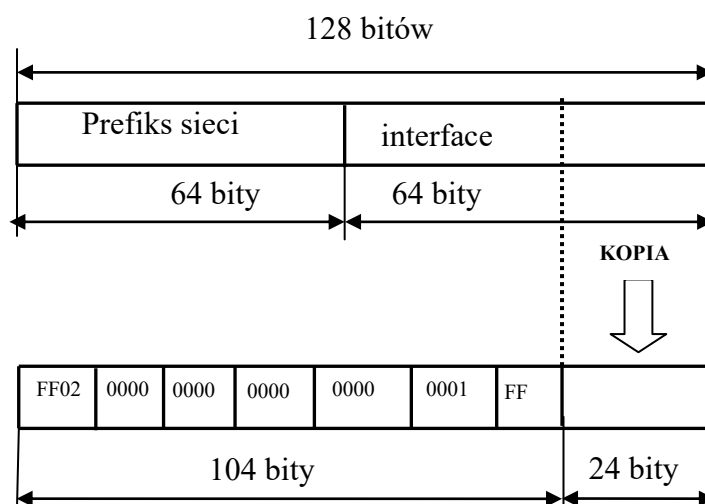
2001:410:110:**2312**:200:CBFC:1234:4402/64

Ad d) adresy grupowy żądania węzła: wykorzystywany między innymi w mechanizmach protokołów :

- NDP (*Neighbor Discovery Protocol*)
- DAD (*Duplicate Address Detection*)

Format	Wartość
Heksadecymalny pełny	FF02:0000:0000:0000:0000:0001:FF00:0000/104
Skrócony	FF02::1:FF00:0000/104

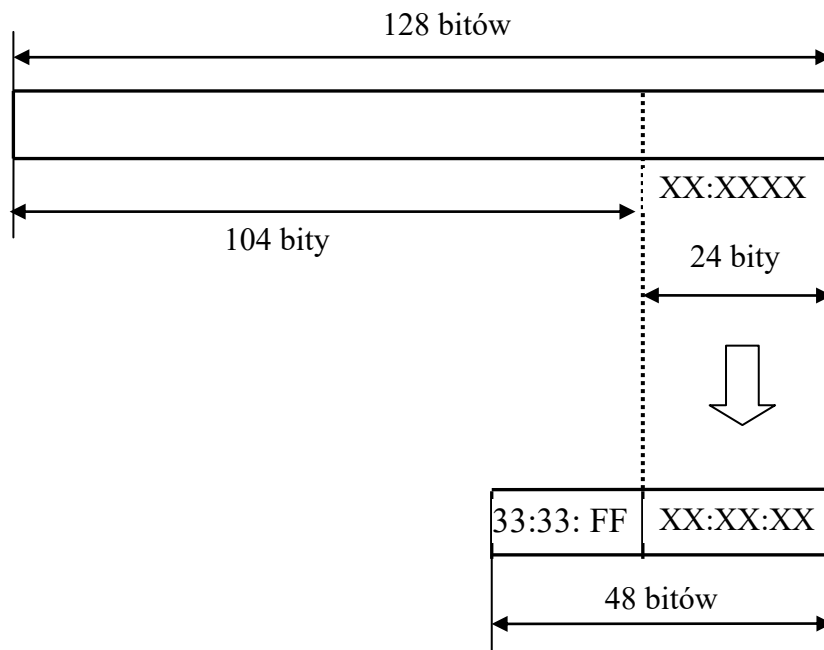
Mechanizm tworzenia adresu grupowego żądania węzła na podstawie adresu jednostkowego



Przykład:

- adres jednostkowy: 2001:410:0:1:0000:0000:00**00:45FF**
- adres grupowy żądania węzła: **FF02::1:FF00:45FF**

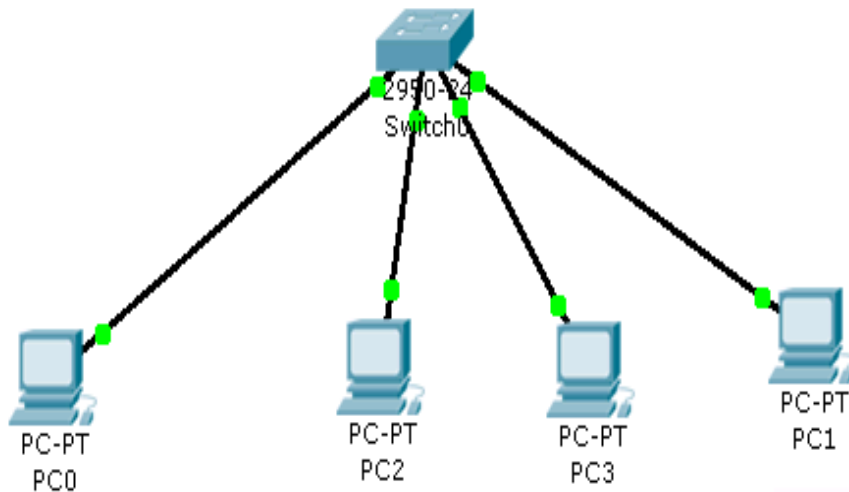
Mechanizm mapowania adresów grupowych MAC przez protokół IP v6



Uruchomienie stosu IPv6 na stacji powoduje nasłuch tej stacji na adresie mapowanym.

Odwzorowanie IP – MAC na przykładzie protokołu NDP (*Network Discover Protocol*)

Mechanizmy protokołu NDP (*Neighbor Discovery Protocol*)



MAC: 000A.41D6.47B8
IP: 2001::1:1000:2000:3000:4000
Link local: FE80::A:41FF:FED6:47B8

MAC: 0004.9A23.7886
IP: 2001::1:1000:2000:3000:4003
FE80::A:41FF:FED6:47B8

Etap 1 wysyłanie pakietu od PC0 do PC1

- adres źródłowy IP: 2001::1:1000:2000:3000:4000 (adres jednostkowy)
- adres docelowy IP: **FF02::1:FF00:4003** - adres grupowy żądania węzła
- adres źródłowy MAC: 000A.41D6.47B8
- adres docelowy MAC: 3333.FF00.4003 (mapowanie *IP-MAC*)
- dane NDP: żądanie sąsiada (nr 135)

Etap 2 – Wysyłanie pakietu od PC1 do PC0

- adres źródłowy IP: 2001::1:1000:2000:3000:4003
 - adres docelowy IP: 2001::1:1000:2000:3000:4000
 - adres źródłowy MAC: 0004.9A23.7886
 - adres docelowy MAC: 000A.41D6.47B8
 - dane NDP: ogłoszenie sąsiada (nr 136):
-

Podstawy protokołu TCP

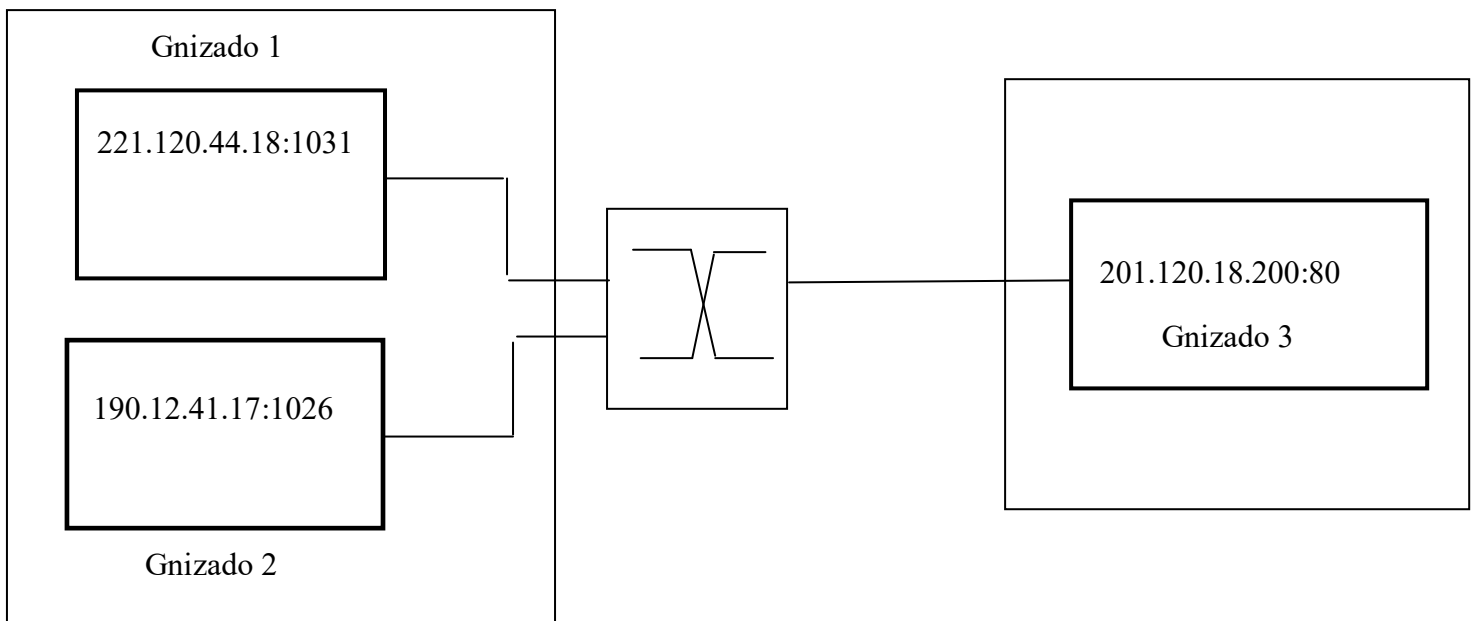
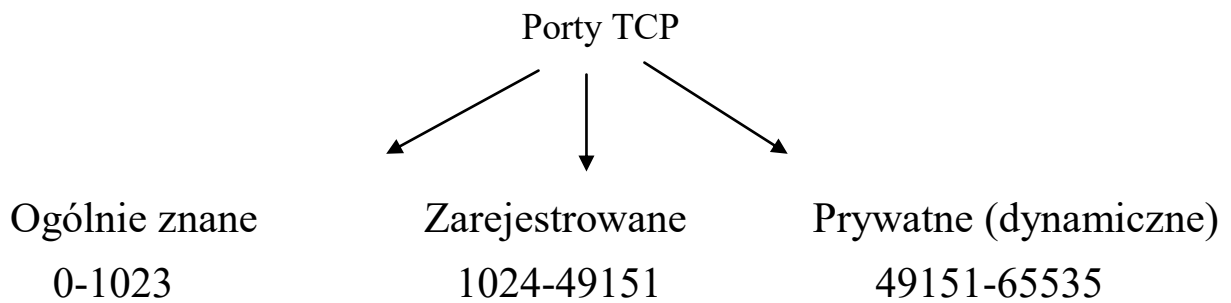
1. Podstawowa rola protokołu TCP

Pobranie danych z procesu aplikacji stacji nadawczej oraz dostarczenie tych danych do aplikacji na stacji odbiorczej (warstwa transportu).

2. Elementy standardowego nagłówka TCP oraz ich znaczenie.

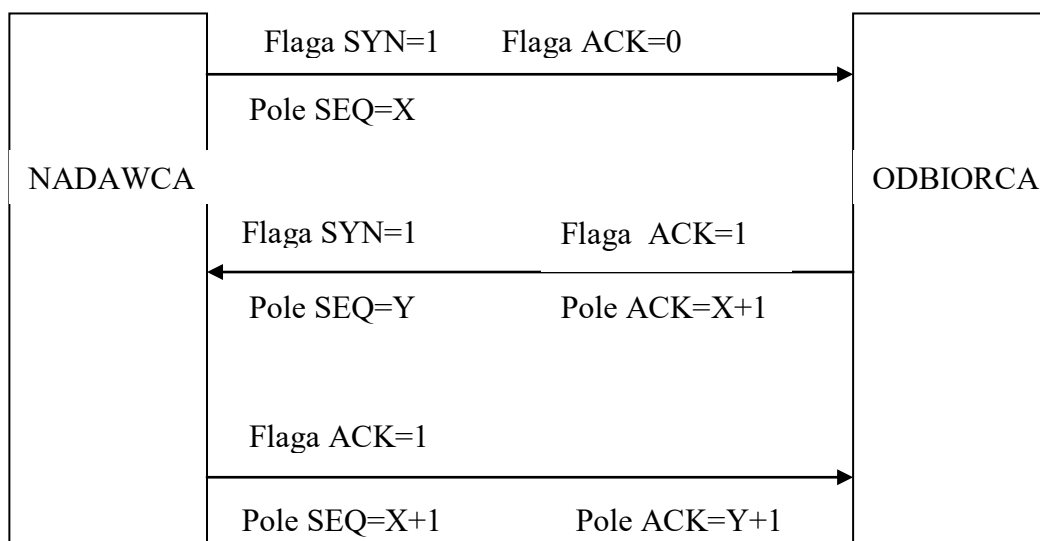
a) **Source Port** 2B – port aplikacji źródłowej,

b) **Destination Port** 2B – port aplikacji docelowej,



- c) **Sequence Number** – 4B – numer sekwencyjny pierwszego oktetu segmentu w wyjściowym strumieniu bajtów,
- d) **Acknowledgment Number** – 4B – numer sekwencyjny kolejnego, oczekiwanego przez odbiorcę oktetu w wejściowym strumieniu danych,
- e) **Data offset** – 4B – wskazuje początek danych,
- f) **Reserved** – 6b – zastrzeżone do przyszłego użytku
- g) **Flags** – 6 b – 6 jednobitowych flag TCP, np.: ACK, SYN, FIN

Trójstopniowe nawiązanie połączenia TCP



- h) **Window** – 2B – liczba dostępnych bajtów w buforze pamięci, odbiorca przekazuje nadawcy informację o ilości danych jakie może do niego wysłać (*flow control*)
- i) **Checksum** – 2 B – wartość sumy kontrolnej, zapewniającej integralność segmentu TCP (nagłówek + dane),
- j) **Urgent Pointer** – 2B – pole do wskazania numerów sekwencyjnych dla których nadawca wymaga natychmiastowego potwierdzenia od odbiorcy
- k) **Options** – 4B, dodatkowe opcje nagłówka.

Podstawy routingu IP v4.

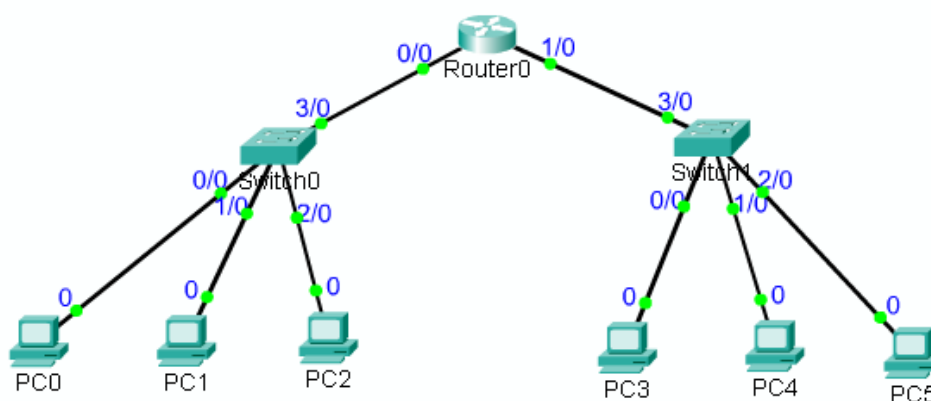
1. Podstawowe zadania routerów:

- przekazywanie pakietów IP od hosta nadawczego do odbiorczego przez różnorodne typy (technologie) sieci fizycznych (routing), na podstawie tabel routingu,
- utrzymywanie tablic routingu zawierających opis optymalnych tras, pozwalających dotrzeć do każdego możliwego miejsca poprzez wykorzystanie protokołów routingu dynamicznego (np. RIP, EIGRP, OSPF).

Routing - proces odbierania pakietów, podejmowanie decyzji o ich przekazaniu oraz ich przekazanie na poziomie warstwy 3.

Tabela routingu w routerze może być tworzona dynamicznie lub statycznie

Tabela routingu dla routera z dwoma podsieciami typu C



Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	10.0.0.0/8	1/0	--	0/0
C	221.23.23.0/24	0/0	--	0/0

Wybrane parametry tabeli routingu (dla routerów Cisco) :

TYPE – rodzaj definiowania trasy

C - connected directly (trasy połączone)

S – static (trasy statyczne) np. dla sieci małych, rzadko modyfikowanych

R – trasa RIP (trasy dynamiczne), ustalone przez protokół routingu dynamicznego RIP

NETWORK – adresy IP sieci (podsieci) docelowych oraz ich maski

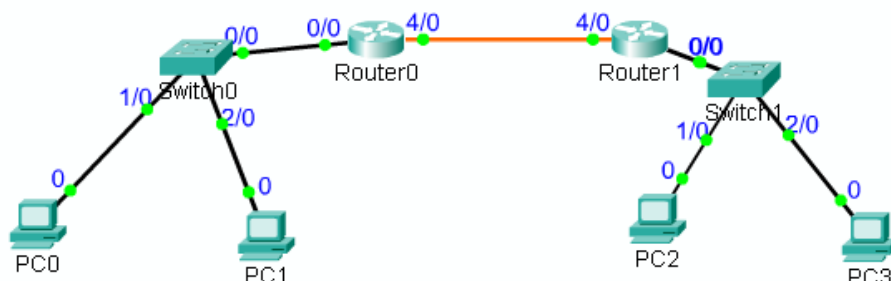
PORT – interfejs wychodzący – przez ten interfejs router wysyła pakiety pasujące do trasy.

NEXT HOP IP – adres IP interfejsu następnego routera – dotyczy tras do sieci podłączonych do innego routera

METRIC – „jakość” trasy mierzona np. liczbą przeskoków, szerokością pasma i innych. Każdy protokół routingu uwzględnia swoje własne parametry

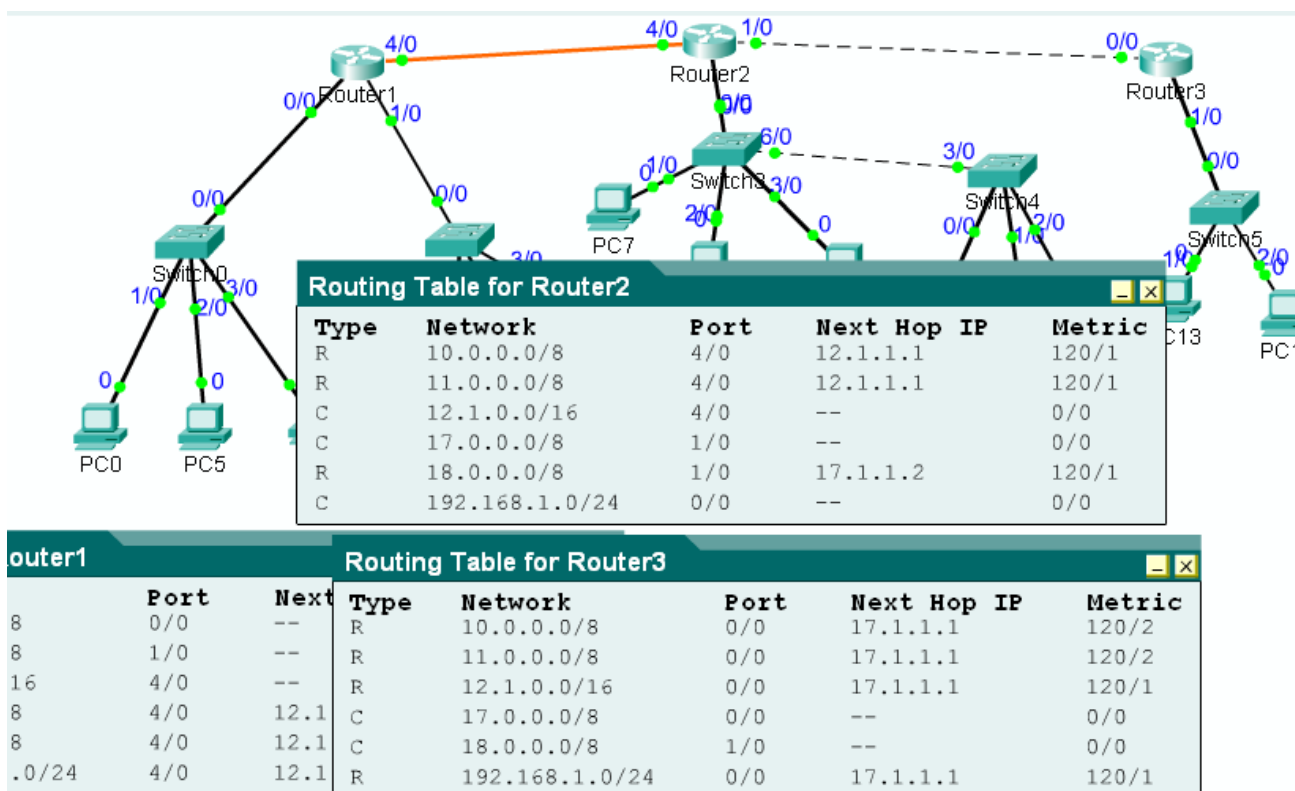
Tabele routingu dla sieci typu C i S

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	10.0.0.0/8	0/0	--	0/0
C	120.0.0.0/8	4/0	--	0/0
S	192.168.1.0/24	--	120.1.1.2	1/0



Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
S	10.0.0.0/8	--	120.1.1.1	1/0
C	120.0.0.0/8	4/0	--	0/0
C	192.168.1.0/24	0/0	--	0/0

Tabele routingu z wpisami typu C oraz R



Funkcje protokołów routingu dynamicznego: RIP (*Routing Information Protocol*), IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*), EIGRP (*Enhanced IGRP*), OSPF (*Open shortest Path First*), BGP (*Border Gateway Protocol*)

- zbieranie informacji o sieciach IP od sąsiednich routerów,
- ogłaszanie informacji o sieciach IP routerom sąsiednim,
- wybór najlepszej trasy na podstawie metryki
- wykrywanie zmian w topologii sieci, ogłaszanie tych zmian i wybór nowych, najlepszych z możliwych tras.