

TECHNIKI ROUTINGU W SIECIACH KOMPUTEROWYCH

Adresowanie w sieci

opracowanie na podstawie materiałów Cisco

Marcin Raniszewski

Roman Krzeszewski

Łukasz Sturgulewski

Grzegorz Nowak

Plan wykładu

1. Adresowanie w sieci
2. Anatomia adresu IPv4 (konwersja z systemu dwójkowego)
3. Rodzaje transmisji (unicast, multicast, broadcast)
4. Typy adresów w sieci
5. Prefiks, maska podsieci (ANDing)
6. Adresy prywatne, publiczne, specjalne
7. Klasy adresów
8. Podstawy podziału na podsieci
9. Podział na 3, 6 podsieci
10. Podział na podsieci VLSM
11. Testowanie sieci (ping, traceroute, ipconfig)

Cel wykładu

Poznanie (przypomnienie) pojęć:

- Adres sieci, adresy hostów, adres rozgłoszeniowy)
- Typy adresów (zastrzeżone, prywatne, publiczne, specjalne)
- Klasy adresów
- Podsieci

Umiejętność odpowiedzi na pytania:

- Jaka jest struktura adresu IP
- Jak wygląda dziesiętny odpowiednik ośmiobitowej liczby dwójkowej (i odwrotnie)
- Jakiego typu adresem jest dany adres IPv4 i jak jest on wykorzystywany w sieci
- Jak określić część sieci i część hosta w adresie IP
- Jaka jest rola maski w procesie podziału na podsieci

Adresowanie w sieci

- ▣ Główne zadania stawiane systemowi adresowania w sieciach rozległych:
 - Potrzeba globalnego systemu **identyfikacji** każdej jednostki przyłączonej do sieci.
 - Identyfikator ma za zadanie określić: **nazwę**, **adres** i umożliwić znalezienie **trasy** do jednostki docelowej.
- ▣ W najpopularniejszej obecnie wersji IPv4 używa się 32-bitowych adresów.
Adres IP składa się z dwóch logicznych części:
 - **część sieci** – określa sieć w której znajduje się dana jednostka;
 - **część hosta** – określa jednoznacznie jednostkę w tej sieci.

Adresowanie w sieci

- ▣ Adres IP określa sieć oraz konkretny węzeł w tej sieci – nie jest więc związany z jednostką, ale z przyłączeniem do sieci.
- ▣ W celu ułatwienia analizy adresu IP, a także jego zapamiętania, stosuje się konwencję zapisu:

a.b.c.d

gdzie *a*, *b*, *c*, *d* są liczbami całkowitymi z zakresu 0-255, oznaczającymi kolejne 8 bitów z całego 32 bitowego adresu.

Adresowanie w sieci

- ▣ Początkowo jedyną organizacją dokonującą przydziałów numerów IP była **IANA** (*Internet Assigned Numbers Authority*).
- ▣ Później części przestrzeni adresowej były przekazywane w zarząd różnych lokalnych organizacji, przez które został przejęty proces przydzielania adresów IP.
- ▣ Pod adresem:
<http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space>
znajduje się aktualny przydział adresów IP dla organizacji i firm.
- ▣ Zarządcą adresów IP na Europę jest organizacja **RIPE**

Adresowanie w sieci

Adres sieciowy składa się z dwóch części:

- **sieci** : służy do identyfikacji sieci;
 - **hosta**: służy do identyfikacji jednostki w danej sieci.
-
- ▣ **Część sieciowa** adresu wykorzystywana jest przez router do podjęcia decyzji o **wyborze właściwej ścieżki**.
 - ▣ Spójny schemat adresowania (adresy IP obowiązujące w **warstwie trzeciej** modelu OSI) ułatwia znalezienie właściwej ścieżki do odbiorcy (bez korzystania z transmisji rozgłoszeniowej).

Anatomia adresu IPv4

32-bitowy adres IP np. 11000000101010000000101000000001

Podział na 4 oktety: 11000000101010000000101000000001

Notacja dziesiętna z kropkami: 192.168.10.1

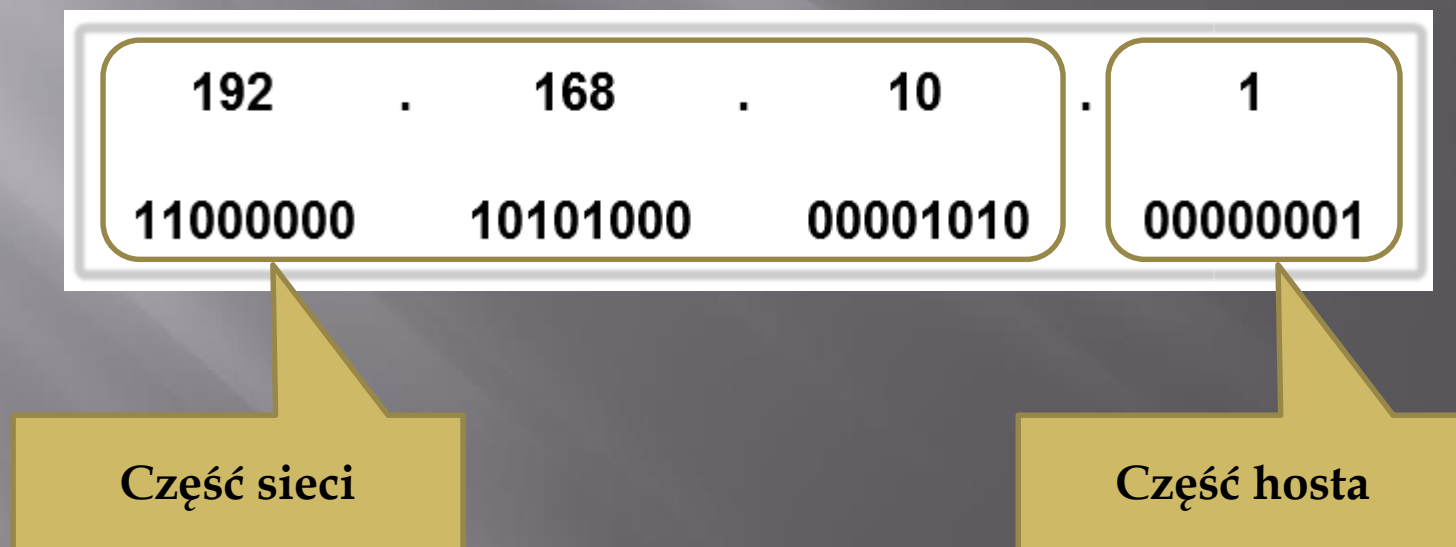
Anatomia adresu IPv4

32-bitowy adres IP np. 11000000101010000000101000000001

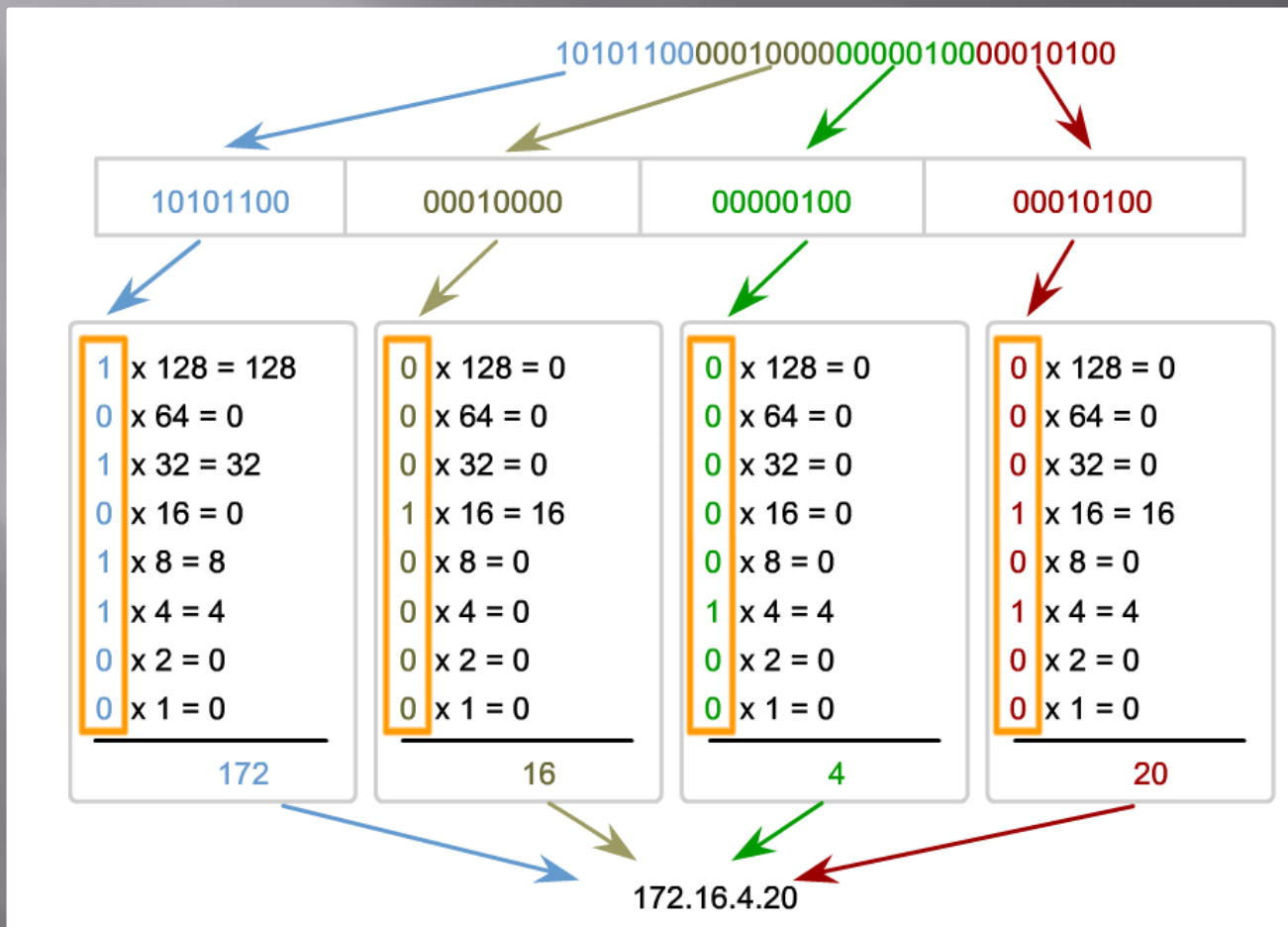
Podział na 4 oktety: 11000000101010000000101000000001

Notacja dziesiętna z kropkami: 192.168.10.1

Identyfikacja części sieci i części hosta w adresie



Anatomia adresu IPv4 – konwersja z systemu dwójkowego do dziesiętnego



Anatomia adresu IPv4 – konwersja z systemu dziesiętnego do dwójkowego

172.16.4.20

172 - 128 = 44 → 1 x 128	16 < 128 → 0 x 128	4 < 128 → 0 x 128	20 < 128 → 0 x 128
44 < 64 = 0 → 0 x 64	16 < 64 → 0 x 64	4 < 64 → 0 x 64	20 < 64 → 0 x 64
44 - 32 = 12 → 1 x 32	16 < 32 → 0 x 32	4 < 32 → 0 x 32	20 < 32 → 0 x 32
12 < 16 = 0 → 0 x 16	16 - 16 = 0 → 1 x 16	4 < 16 → 0 x 16	20 - 16 = 4 → 1 x 16
12 - 8 = 4 → 1 x 8	0 < 8 → 0 x 8	4 < 8 → 0 x 8	4 < 8 → 0 x 8
4 - 4 = 0 → 1 x 4	0 < 4 → 0 x 4	4 - 4 = 0 → 1 x 4	4 - 4 = 0 → 1 x 4
0 < 2 = 0 → 0 x 2	0 < 2 → 0 x 2	0 < 2 → 0 x 2	0 < 2 → 0 x 2
0 < 1 = 0 → 0 x 1	0 < 1 → 0 x 1	0 < 1 → 0 x 1	0 < 1 → 0 x 1
10101100	00010000	00000100	00010100

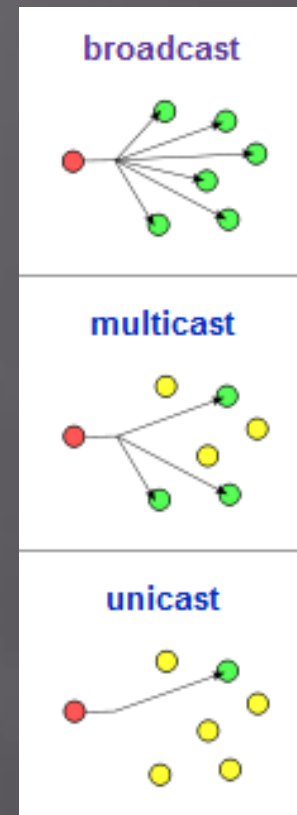
Adres dwójkowy: 10101100 000100000000010000010100

Rodzaje transmisji

Rozgłoszeniowa (**broadcast**) – pakiet jest wysyłany z jednego hosta do wszystkich hostów w sieci

Grupowa (**multicast**) – pakiet jest wysyłany z jednego hosta do wybranej grupy hostów

Jednostkowa (**unicast**) – pakiet wysyłany z jednego hosta do innego hosta



Adresowanie w sieci

Adres **sieci**

Wszystkie adresy hostów w danej sieci mają identyczne bity sieci

Adres **rozgłoszeniowy**

Adresem rozgłoszeniowym jest najwyższy adres w sieci

Adres **hosta**

Adresy hostów są zawarte między adresem sieci i adresem rozgłoszeniowym

Część sieci			Część hosta
10	0	0	0
00001010	00000000	00000000	00000000
10	0	0	255
00001010	00000000	00000000	11111111
10	0	0	1
00001010	00000000	00000000	00000001

Najmniej znaczący bit adresu sieci i najmniej znaczący bit największego adresu hosta są zawsze równe 0.

Najmniej znaczący bit najmniejszego adresu hosta i najmniej znaczący bit adresu rozgłoszeniowego są zawsze równe 1.

Prefiksy sieci

Przy **określaniu sieci IPv4** podaje się wartość określającą długość prefiksu. Prefiks jest podawany w **notacji ukośnikowej**. Po ukośniku „/” podawana jest liczba bitów sieci. Np. w adresie 172.16.4.0/24 zapis „/24” określa długość prefiksu i oznacza, że pierwsze 24 bity stanowią adres sieci.

Sieć 172.16.4.0 z różnymi prefiksami:

Sieć	Adres sieci	Zakres adresów hostów	Adres rozgłoszeniowy
172.16.4.0 /24	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.254	172.16.4.255
172.16.4.0 /25	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.126	172.16.4.127
172.16.4.0 /26	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.62	172.16.4.63
172.16.4.0 /27	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.30	172.16.4.31

Maska podsieci

- **Maska podsieci** to 32-bitowa wartość używana wraz z adresem IPv4, informująca jaką część adresu stanowi adres sieci.
- Na każdej pozycji bitu reprezentującego **bit sieci** jest umieszczona **jedynka**, a na pozostałych pozycjach reprezentujących bity hosta są umieszczane zera.
- Zapisywana przeważnie zgodnie z notacją **a.b.c.d** gdzie a, b, c, d liczby całkowite z przedziału <0; 255>.
- **Prefiks i maska** podsieci to dwa różne sposoby przedstawiania **tej samej informacji** – części stanowiącej **adres sieci** w adresie IPv4.
- Prefiks **/24** odpowiada masce podsieci **255.255.255.0** (binarnie: 11111111.11111111.11111111.00000000)

Jak wyznaczyć adres sieci na podstawie adresu hosta i maski?

Adres hosta	192 . 0 . 0 . 1			
	11000000	00000000	00000000	00000001
Maska podsieci	255	255	0	0
	11111111	11111111	00000000	00000000

Jak wyznaczyć adres sieci na podstawie adresu hosta i maski?

Adres hosta	192 . 0 . 0 . 1			
	11000000	00000000	00000000	00000001
Maska podsieci	255	255	0	0
	11111111	11111111	00000000	00000000
Adres sieci	11000000	00000000	00000000	00000000
Sieć	192 . 0 . 0 . 0			

Adres 192.0.0.1 należy do sieci 192.0.0.0 /16

Iloczyn logiczny (ANDing)

Adres hosta	192 . 0 . 0 . 1			
	11000000	00000000	00000000	00000001
AND				
Maska podsieci	255	255	0	0
	11111111	11111111	00000000	00000000
Adres sieci	11000000	00000000	00000000	00000000
Sieć	192	0	0	0

Wyznaczanie bitów sieci i hosta w adresie wykonywane jest za pomocą iloczynu logicznego (ANDing) pomiędzy adresem hosta i maską podsieci.

Routery wykorzystują iloczyn logiczny do sprawdzania potencjalnych tras dla pakietu na podstawie wpisów w tablicy routingu.

Iloczyn logiczny (ANDing)

	192 . 0 . 0 . 1			
Adres hosta	11000000	00000000	00000000	00000001
AND	255	255	0	0
Maska podsieci	11111111	11111111	00000000	00000000
Adres sieci	11000000	00000000	00000000	00000000
Sieć	192 . 0 . 0 . 0			

1 and 1

1 w adresie hosta i 1 w masce
dają 1 w adresie sieci

Iloczyn logiczny (ANDing)

	192 . 0 . 0 . 1							
Adres hosta	11000000		00000000		00000000		00000001	
AND	255		255		0		0	
Maska podsieci	11111111		11111111		00000000		00000000	
Adres sieci	11000000		00000000		00000000		00000000	
Sieć	192 . 0 . 0 . 0							

0 and 1

0 w adresie hosta i 1 w masce
dają 0 w adresie sieci

Iloczyn logiczny (ANDing)

	192 . 0 . 0 . 1			
Adres hosta	11000000	00000000	00000000	00000001
AND	255	255	0	0
Maska podsieci	11111111	11111111	00000000	00000000
Adres sieci	11000000	00000000	00000000	00000000
Sieć	192	0	0	0

0 and 0

0 w adresie hosta i 0 w masce
dają 0 w adresie sieci

Iloczyn logiczny (ANDing)

	192 . 0 . 0 . 1			
Adres hosta	11000000	00000000	00000000	00000001
AND	255	255	0	0
Maska podsieci	11111111	11111111	00000000	00000000
Adres sieci	11000000	00000000	00000000	00000000
Sieć	192	0	0	0

1 and 0

1 w adresie hosta i 0 w masce
dają 0 w adresie sieci

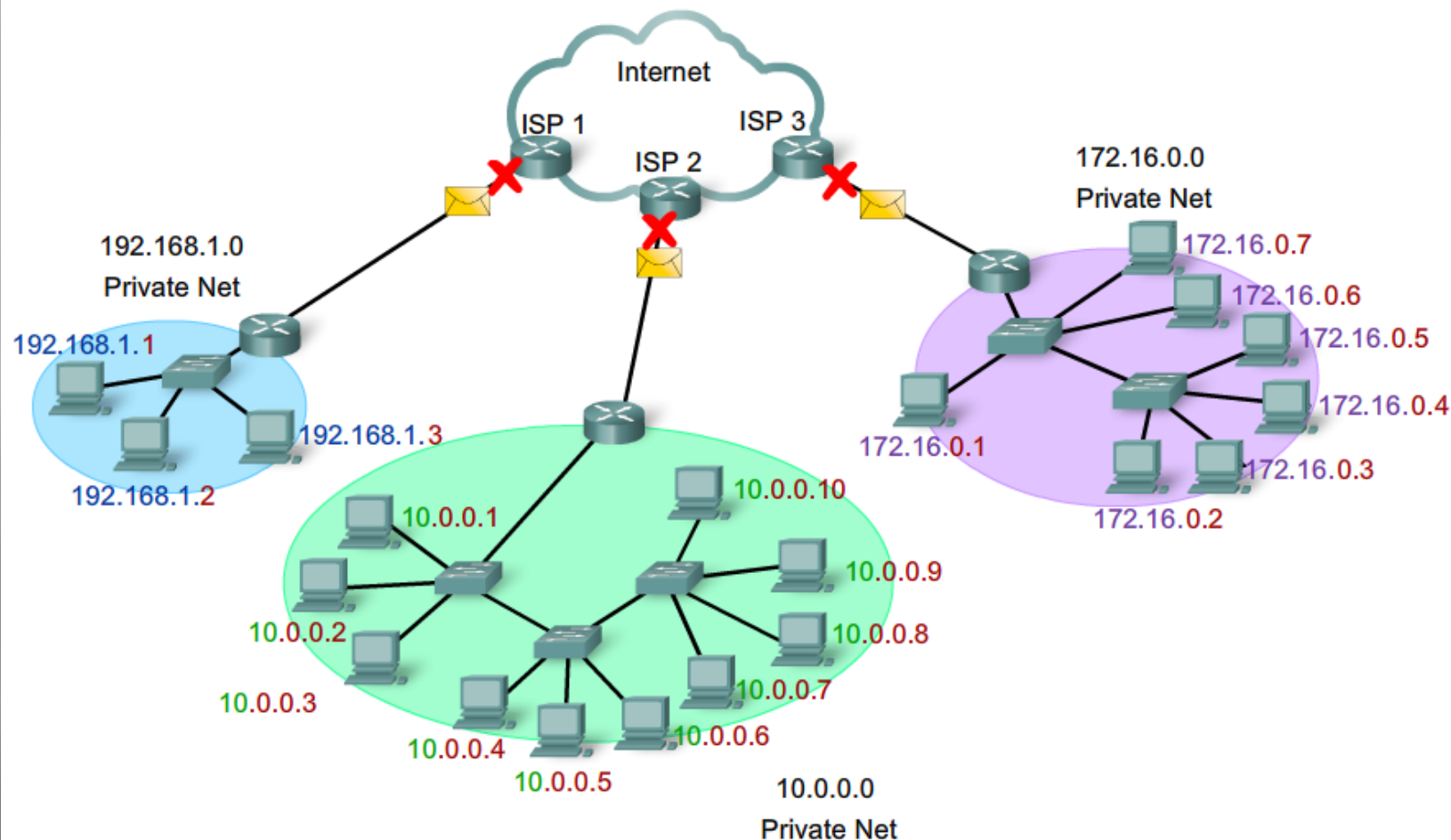
Adresy zarezerwowane

- ▣ Adresy hostów 0.0.0.0 – 223.255.255.255
- ▣ Adresy grup **multicastowych** 224.0.0.0/4
(od 224.0.0.0 do 239.255.255.255)
- ▣ Adresy **eksperymentalne** 240.0.0.0/4
(od 240.0.0.0 do 255.255.255.254, adres
255.255.255.255 jest adresem rozgłoszeniowym)

Adresy prywatne

- ▣ 10.0.0.0/8
(od 10.0.0.0 do 10.255.255.255)
- ▣ 172.16.0.0/12
(od 172.16.0.0. do 172.31.255.255)
- ▣ 192.168.0.0/16
(od 192.168.0.0 do 192.168.255.255)

Adresy prywatne i publiczne



Adresy prywatne i publiczne

Które z adresów
są prywatne,
a które publiczne?

172.16.35.2

192.168.3.5

192.0.2.15

64.104.0.22

209.165.201.30

192.168.11.5

172.16.30.30

10.55.3.168

Adresy prywatne i publiczne

10.0.0.0/8
(od 10.0.0.0 do 10.255.255.255)

172.16.0.0/12
(od 172.31.0.0. do 172.16.255.255)

192.168.0.0/16
(od 192.168.0.0 do 192.168.255.255)

172.16.35.2

prywatny

192.168.3.5

prywatny

192.0.2.15

publiczny

64.104.0.22

publiczny

209.165.201.30

publiczny

192.168.11.5

prywatny

172.16.30.30

prywatny

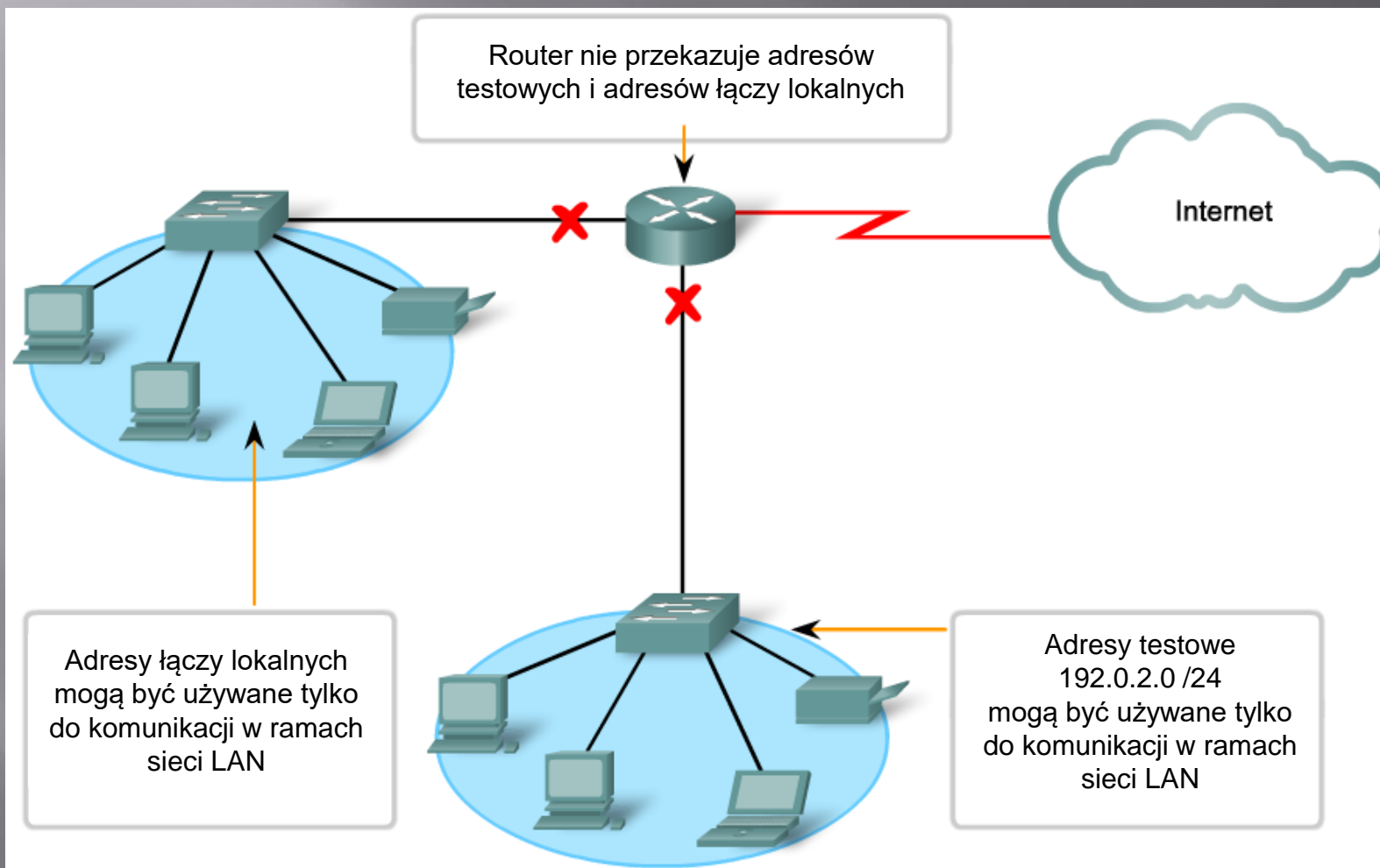
10.55.3.168

prywatny

Adresy specjalne

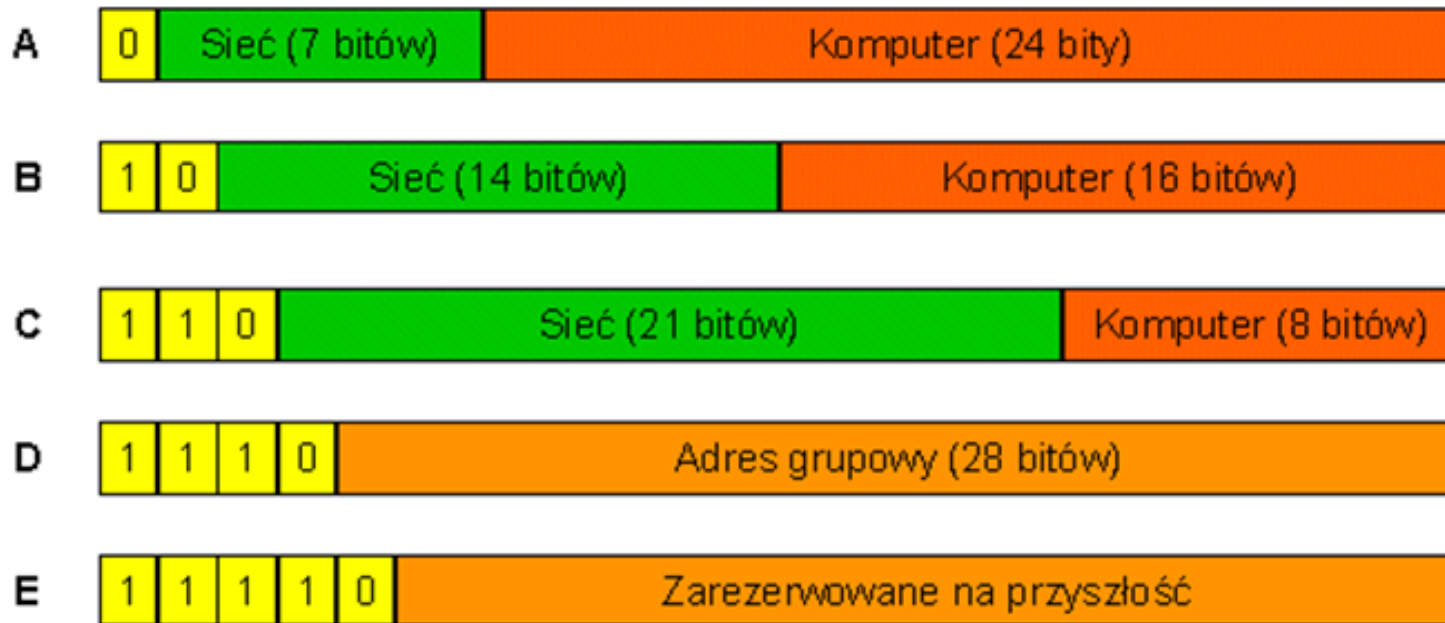
- ▣ Adres **sieci** (jeden na sieć)
- ▣ Adres **rozgłoszeniowy** (jeden na sieć)
- ▣ **Trasa domyślna** 0.0.0.0 (0.0.0.0/8)
- ▣ **Pętla zwrotna** 127.0.0.1 (127.0.0.0/8)
- ▣ Adresy **łączy lokalnych** 168.254.0.0/16
(od 168.254.0.0 do 168.254.255.255)
służące do automatycznej konfiguracji
- ▣ Adresy do **testowania sieci** 192.0.2.0/24
(od 192.0.2.0 do 192.0.2.255)

Adresy specjalne



Klasy adresów

Początkowo adresy IP zostały podzielone na klasy. Klasa, do której należy dany adres, jest identyfikowana przez pierwsze bity adresu (analizowane do napotkania zera).



Klasy adresów

Klasa adresów	Zakres 1 oktetu	Prefiks i maska	Liczba sieci	Liczba hostów
A 0	od 1 do 127	/8 255.0.0.0	126 (2^7 - zarez.)	16 777 214 (2^{24} -2)
B 10	od 128 do 191	/16 255.255.0.0	16 384 (2^{14})	65 534 (2^{16} -2)
C 110	od 192 do 223	/24 255.255.255.0	2 097 159 (2^{21})	254 (2^8 -2)

Adresy klasy D (1110, od 224 do 239) - adresy grupowe

Adresy klasy E (11110, 240-255) - adresy eksperymentalne

Obecnie używany jest system **adresowania bezklasowego**


Podział na podsieci

- Dla lepszego gospodarowanie dostępną pulą adresów często wymagany jest **podział sieci** opartej o adresy klasy A, B lub C **na kilka mniejszych**.
- Podział na podsieci pozwala na utworzenie wielu podsieci w ramach przyznanego pojedynczego bloku adresów.
- Podsieć wydzielana jest poprzez **„zapożyczenie bitów”** z części hosta adresu IP.

Podział na podsieci

1 192.168.1.0 (/24)
 255.255.255.0

Adres: 11000000.10101000.00000001.00000000
Maska: 11111111.11111111.11111111.00000000



Część adresu określająca sieć

Podział na podsieci

1 192.168.1.0 (/24) Adres: 11000000.10101000.00000001.00000000
 255.255.255.0 Maska: 11111111.11111111.11111111.00000000

Część adresu określająca sieć

Pożyczenie 1 bitu
z części hosta pozwala
zdefiniować 2 sieci

Wskutek podziału na podsieci są dostępne
dwa adresy sieci

1 192.168.1.0 (/25) Adres: 11000000.10101000.00000001.00000000
 255.255.255.128 Maska: 11111111.11111111.11111111.10000000

2 192.168.1.128 (/25) Adres: 11000000.10101000.00000001.10000000
 255.255.255.128 Maska: 11111111.11111111.11111111.10000000

Zwiększenie części adresu określającej sieć

Podział na podsieci

Sieć	Adres sieci	Zakres adresów hostów	Adres rozgłoszeniowy
1	192.168.1.0 /24	192.168.1.1 - 192.168.1.254	192.168.1.255
Podsieć	Adres sieci	Zakres adresów hostów	Adres rozgłoszeniowy
1	192.168.1.0 /25	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
2	192.168.1.128 /25	192.168.1.129 - 192.168.1.254	192.168.1.255

- **Liczba podsieci:** 2^n , gdzie n – liczba bitów pożyczonych
- **Liczba hostów:** $2^n - 2$, gdzie n - liczba bitów części hosta
- Każdy pożyczony bit podwaja liczbę podsieci.
- Każdy pożyczony bit zmniejsza liczbę bitów części hosta w poszczególnych podsieciach. Dodatkowo ich liczba w każdej podsieci zmniejsza się o adres sieci i adres rozgłoszeniowy.

Przykład z 3 podsieciami

-	192.168.1.0 (/24)	Adres :	11000000.10101000.00000001.00000000
	255.255.255.0	Maska:	11111111.11111111.11111111.00000000
0	192.168.1.0 (/26)	Adres :	11000000.10101000.00000001.00000000
	255.255.255.192	Maska:	11111111.11111111.11111111.11000000
1	192.168.1.64 (/26)	Adres :	11000000.10101000.00000001.01000000
	255.255.255.192	Maska:	11111111.11111111.11111111.11000000
2	192.168.1.128 (/26)	Adres :	11000000.10101000.00000001.10000000
	255.255.255.192	Maska:	11111111.11111111.11111111.11000000
3	192.168.1.192 (/26)	Adres :	11000000.10101000.00000001.11000000
	255.255.255.192	Maska:	11111111.11111111.11111111.11000000

Dwa bity są pożyczone dla utworzenia 4 podsieci

Adresy sieci, nie mogą być użyte do adresowania hostów

1 na tych miejscach w masce oznacza, że pozycje te należą teraz do adresu sieci

Przykład z 3 podsieciami

Pożyczenie 2 bitów pozwoli na utworzenie $2^2=4$ podsieci.

Dla ostatniego oktetu:

Podsieć 1: 00000000

Podsieć 2: 01000000

Podsieć 3: 10000000

Podsieć 4: 11000000

Podsieć	Adres sieci	Zakres adresów hostów	Adres rozgłoszeniowy
0	192.168.1.0/26	192.168.1.1 – 192.168.1.62	192.168.1.63
1	192.168.1.64/26	192.168.1.65 – 192.168.1.126	192.168.1.127
2	192.168.1.128/26	192.168.1.129 – 192.168.1.190	192.168.1.191
3	192.168.1.192/26	192.168.1.193 – 192.168.1.254	192.168.1.255

Przykład z 6 podsieciami

Sieć początkowa :

- 192.168.1.0 (/24)
255.255.255.0

Adres : 11000000.10101000.00000001.00000000
Maska: 11111111.11111111.11111111.00000000

Utworzenie 8 podsieci:

0 192.168.1.0 (/27)
255.255.255.224

Adres : 11000000.10101000.00000001.00000000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000

1 192.168.1.32 (/27)
255.255.255.224

Adres : 11000000.10101000.00000001.00100000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000

2 192.168.1.64 (/27)
255.255.255.224

Adres : 11000000.10101000.00000001.01000000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000

3 192.168.1.96 (/27)
255.255.255.224

Adres : 11000000.10101000.00000001.01100000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000

4 192.168.1.128 (/27)
255.255.255.224

Adres : 11000000.10101000.00000001.10000000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000

5 192.168.1.160 (/27)
255.255.255.224

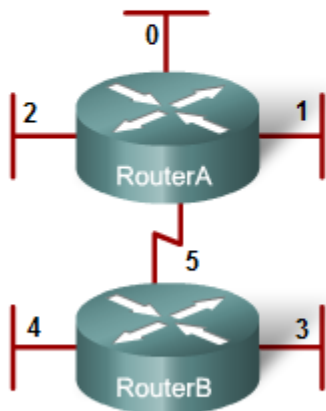
Adres : 11000000.10101000.00000001.10100000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000

6 192.168.1.192 (/27)
255.255.255.224

Adres : 11000000.10101000.00000001.11000000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000

7 192.168.1.224 (/27)
255.255.255.224

Adres : 11000000.10101000.00000001.11100000
Maska: 11111111.11111111.11111111.11100000



Trzy bity są pożyczone dla utworzenia ośmiu podsieci

Przykład z 6 podsieciami

Pożyczenie 3 bitów pozwoli na utworzenie $2^3=8$ podsieci.

Dla ostatniego oktetu:

Podsieć 1: 00000000

Podsieć 2: 00100000

Podsieć 3: 01000000

Podsieć 4: 01100000

Podsieć 5: 10000000

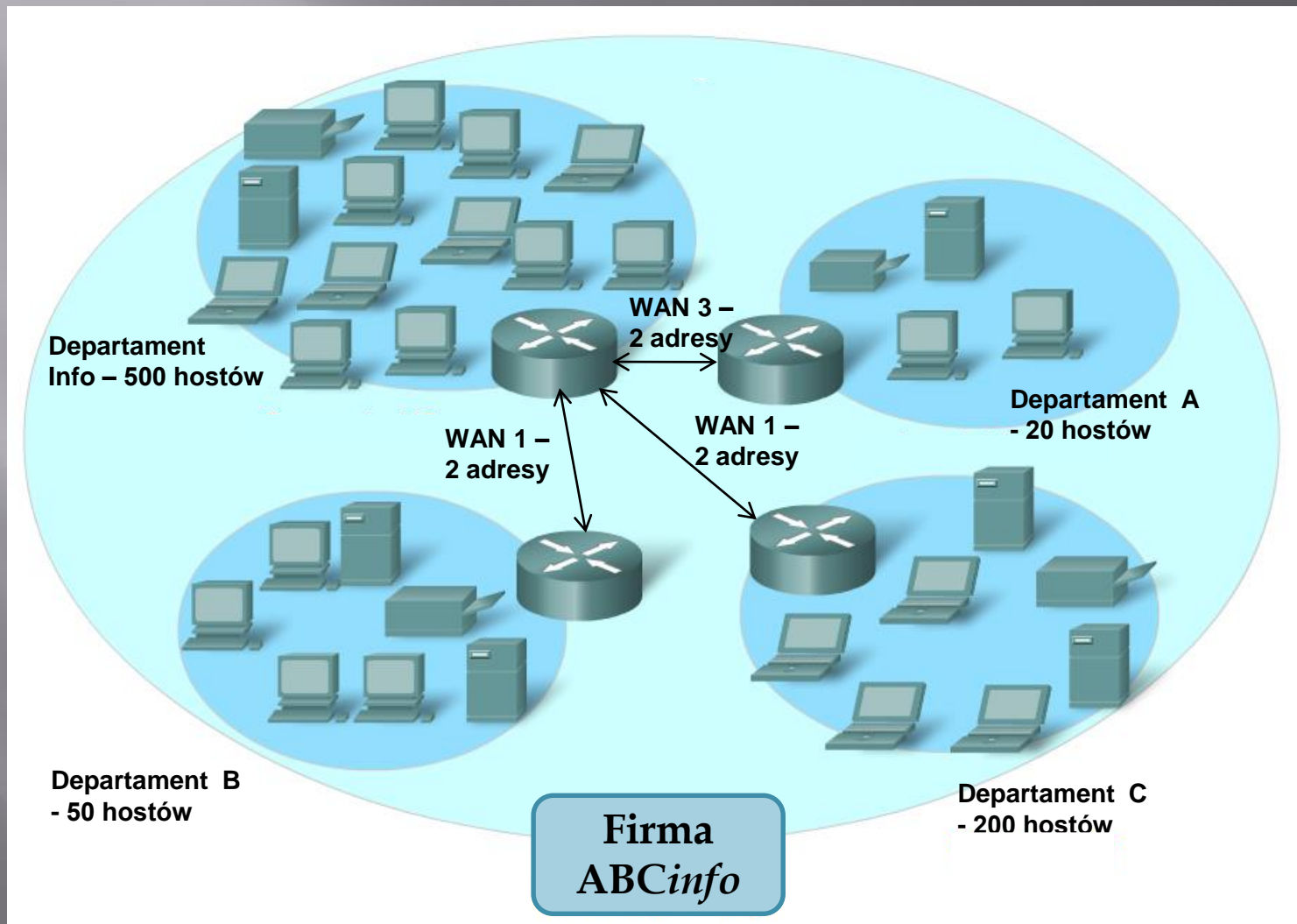
Podsieć 6: 10100000

Podsieć 7: 11000000

Podsieć 8: 11100000

Podsieć	Adres sieci	Zakres adresów hostów	Adres rozgłoszeniowy
0	192.168.1.0/27	192.168.1.1 – 192.168.1.30	192.168.1.31
1	192.168.1.32/27	192.168.1.33 – 192.168.1.62	192.168.1.63
2	192.168.1.64/27	192.168.1.65 – 192.168.1.94	192.168.1.95
3	192.168.1.96/27	192.168.1.97 – 192.168.1.126	192.168.1.127
4	192.168.1.128/27	192.168.1.129 – 192.168.1.158	192.168.1.159
5	192.168.1.160/27	192.168.1.161 – 192.168.1.190	192.168.1.191
6	192.168.1.192/27	192.168.1.193 – 192.168.1.222	192.168.1.223
7	192.168.1.224/27	192.168.1.225 – 192.168.1.254	192.168.1.255

Podział na podsieci o różnej wielkości



Podział na podsieci o różnej wielkości - VLSM

$172.16.0.0 / 22 = 2^{10} - 2 = 1022$ hostów

Sieć główna: **172.16.0.0 / 22**

Ilość potrzebnych adresów IP: **776**

Ilość dostępnych adresów w sieci głównej: **1022**

Zakres adresów hostów: **172.16.0.1 – 172.16.3.254**

/22
11111111 11111111 11111100 00000000
255.255.252.0

VLSM – Variable Length Subnet Mask

Podział na podsieci o różnej wielkości - VLSM

Sieć główna:

172.16.0.0 / 22

Adres sieciowy:

10101100 00010000 00000000 00000000

Maska:

/22

11111111 11111111 11111100 00000000

255.255.252.0

Podział na podsieci o różnej wielkości

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Pozostało		510	172.16.2.0	/23	255.255.254.0	172.16.2.1 - 172.16.3.254	172.16.3.255

10101100 00010000 00000000 00000000 – 172.16.0.0/22
 11111111 11111111 11111110 00000000 – /23

Wstawiając na pozycji 23 zero lub jedynkę otrzymujemy dwie podsieci:

10101100 00010000 00000000 00000000 – 172.16.0.0
 10101100 00010000 00000010 00000000 – 172.16.2.0

czyli sieci: 172.16.0.0 oraz 172.16.2.0

Nazwa podsieci	Wielkość
Departament A	20
Departament B	50
Departament C	200
WAN 1	2
WAN 2	2
WAN 3	2

Podział na podsieci o różnej wielkości

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Departament C	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Pozostało		254	172.16.3.0	/24	255.255.255.0	172.16.3.1 - 172.16.3.254	172.16.3.255

10101100 00010000 00000010 00000000 – 172.16.2.0/23
 11111111 11111111 11111111 00000000 – /24

Wstawiając na pozycji 24 zero lub jedynekę dla sieci 172.16.2.0 otrzymujemy dwie podsieci:

10101100 00010000 00000010 00000000 – 172.16.2.0
 10101100 00010000 00000011 00000000 – 172.16.3.0

czyli sieci: 172.16.2.0 oraz 172.16.3.0

Nazwa podsieci	Wielkość
Departament A	20
Departament B	50
WAN 1	2
WAN 2	2
WAN 3	2

Podział na podsieci VLSM

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Departament C	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Departament B	50	62	172.16.3.0	/26	255.255.255.192	172.16.3.1 - 172.16.3.62	172.16.3.63
Pozostało		62	172.16.3.64	/26	255.255.255.192	172.16.3.65-172.16.3.126	172.16.3.127
		126	172.16.3.128	/25	255.255.255.128	172.16.3.129-172.16.3.254	172.16.3.255

10101100 00010000 00000011 00000000 – 172.16.3.0/24
 11111111 11111111 11111111 11000000 – /26

Wstawiając na pozycji 25 i 26 zero lub jedynkę dla sieci 172.16.3.0 otrzymujemy 4 podsieci:

10101100 00010000 00000011 00000000 – 172.16.3.0 /26
 10101100 00010000 00000011 01000000 – 172.16.3.64 /26
 10101100 00010000 00000011 10000000 – 172.16.3.128 /26
 10101100 00010000 00000011 11000000 – 172.16.3.192 /26

czyli sieci: 172.16.3.0, 172.16.3.64, 172.16.3.128, 172.16.3.192

Nazwa podsieci	Wielkość
Departament A	20
WAN 1	2
WAN 2	2
WAN 3	2

Podział na podsieci VLSM

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Departament C	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Departament B	50	62	172.16.3.0	/26	255.255.255.192	172.16.3.1 - 172.16.3.62	172.16.3.63
Departament A	20	30	172.16.3.64	/27	255.255.255.224	172.16.3.65 - 172.16.3.94	172.16.3.95
Pozostało		30	172.16.3.96	/27	255.255.255.224	172.16.3.97 - 172.16.3.126	172.16.3.127
		126	172.16.3.128	/25	255.255.255.128	172.16.3.129 - 172.16.3.254	172.16.3.255

10101100 00010000 00000011 00000000 – 172.16.3.64/26
 11111111 11111111 11111111 11100000 – /27

Wstawiając na pozycji 27 zero lub jedynkę dla sieci 172.16.3.64 otrzymujemy 2 podsieci:

10101100 00010000 00000010 01000000
 10101100 00010000 00000011 01100000

czyli sieci: 172.16.3.64, 172.16.3.96 z maską /27

Nazwa podsieci	Wielkość
WAN 1	2
WAN 2	2
WAN 3	2

Podział na podsieci VLSM

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Departament C	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Departament B	50	62	172.16.3.0	/26	255.255.255.192	172.16.3.1 - 172.16.3.62	172.16.3.63
Departament A	20	30	172.16.3.64	/27	255.255.255.224	172.16.3.65 - 172.16.3.94	172.16.3.95
WAN 1	2	2	172.16.3.96	/30	255.255.255.252	172.16.3.97 - 172.16.3.98	172.16.3.99
Pozostało		2	172.16.3.100	/30	255.255.255.252	172.16.3.101 - 172.16.3.102	172.16.3.103
		6	172.16.3.104	/29	255.255.255.248	172.16.3.105 - 172.16.3.110	172.16.3.111
		14	172.16.3.112	/28	255.255.255.240	172.16.3.113-172.16.3.126	172.16.3.127
		126	172.16.3.128	/25	255.255.255.128	172.16.3.129-172.16.3.254	172.16.3.255

Podział na podsieci VLSM

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Departament C	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Departament B	50	62	172.16.3.0	/26	255.255.255.192	172.16.3.1 - 172.16.3.62	172.16.3.63
Departament A	20	30	172.16.3.64	/27	255.255.255.224	172.16.3.65 - 172.16.3.94	172.16.3.95
WAN 1	2	2	172.16.3.96	/30	255.255.255.252	172.16.3.97 - 172.16.3.98	172.16.3.99
WAN 2	2	2	172.16.3.100	/30	255.255.255.252	172.16.3.101 - 172.16.3.102	172.16.3.103
Pozostało		6	172.16.3.104	/29	255.255.255.248	172.16.3.105 - 172.16.3.110	172.16.3.111
		14	172.16.3.112	/28	255.255.255.240	172.16.3.113-172.16.3.126	172.16.3.127
		126	172.16.3.128	/25	255.255.255.128	172.16.3.129-172.16.3.254	172.16.3.255

Podział na podsieci VLSM

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Departament C	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Departament B	50	62	172.16.3.0	/26	255.255.255.192	172.16.3.1 - 172.16.3.62	172.16.3.63
Departament A	20	30	172.16.3.64	/27	255.255.255.224	172.16.3.65 - 172.16.3.94	172.16.3.95
WAN 1	2	2	172.16.3.96	/30	255.255.255.252	172.16.3.97 - 172.16.3.98	172.16.3.99
WAN 2	2	2	172.16.3.100	/30	255.255.255.252	172.16.3.101 - 172.16.3.102	172.16.3.103
Pozostało		2	172.16.3.104	/30	255.255.255.252	172.16.3.105 - 172.16.3.106	172.16.3.107
		2	172.16.3.108	/30	255.255.255.252	172.16.3.109 - 172.16.3.110	172.16.3.111
		14	172.16.3.112	/28	255.255.255.240	172.16.3.113 - 172.16.3.126	172.16.3.127
		126	172.16.3.128	/25	255.255.255.128	172.16.3.129 - 172.16.3.254	172.16.3.255

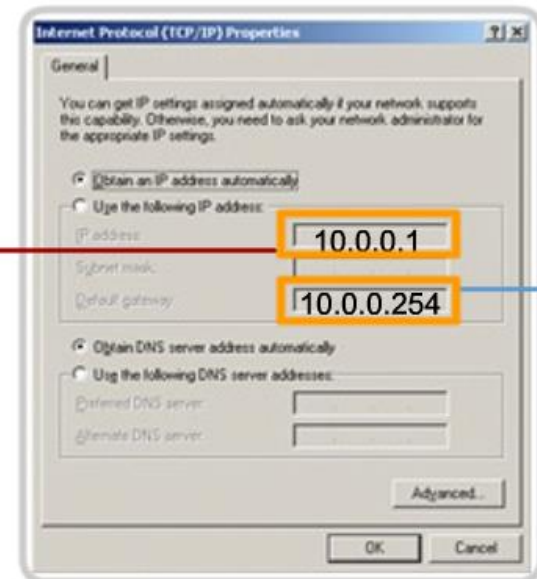
Podział na podsieci VLSM

Nazwa podsieci	Wielkość	Przydział	Adres podsieci	Prefiks	Maska	Zakres adr. hostów	Broadcast
Departament Info	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Departament C	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Departament B	50	62	172.16.3.0	/26	255.255.255.192	172.16.3.1 - 172.16.3.62	172.16.3.63
Departament A	20	30	172.16.3.64	/27	255.255.255.224	172.16.3.65 - 172.16.3.94	172.16.3.95
WAN 1	2	2	172.16.3.96	/30	255.255.255.252	172.16.3.97 - 172.16.3.98	172.16.3.99
WAN 2	2	2	172.16.3.100	/30	255.255.255.252	172.16.3.101 - 172.16.3.102	172.16.3.103
WAN 3	2	2	172.16.3.104	/30	255.255.255.252	172.16.3.105 - 172.16.3.106	172.16.3.107
Pozostało		2	172.16.3.108	/30	255.255.255.252	172.16.3.109-172.16.3.110	172.16.3.111
		14	172.16.3.112	/28	255.255.255.240	172.16.3.113-172.16.3.126	172.16.3.127
		126	172.16.3.128	/25	255.255.255.128	172.16.3.129-172.16.3.254	172.16.3.255

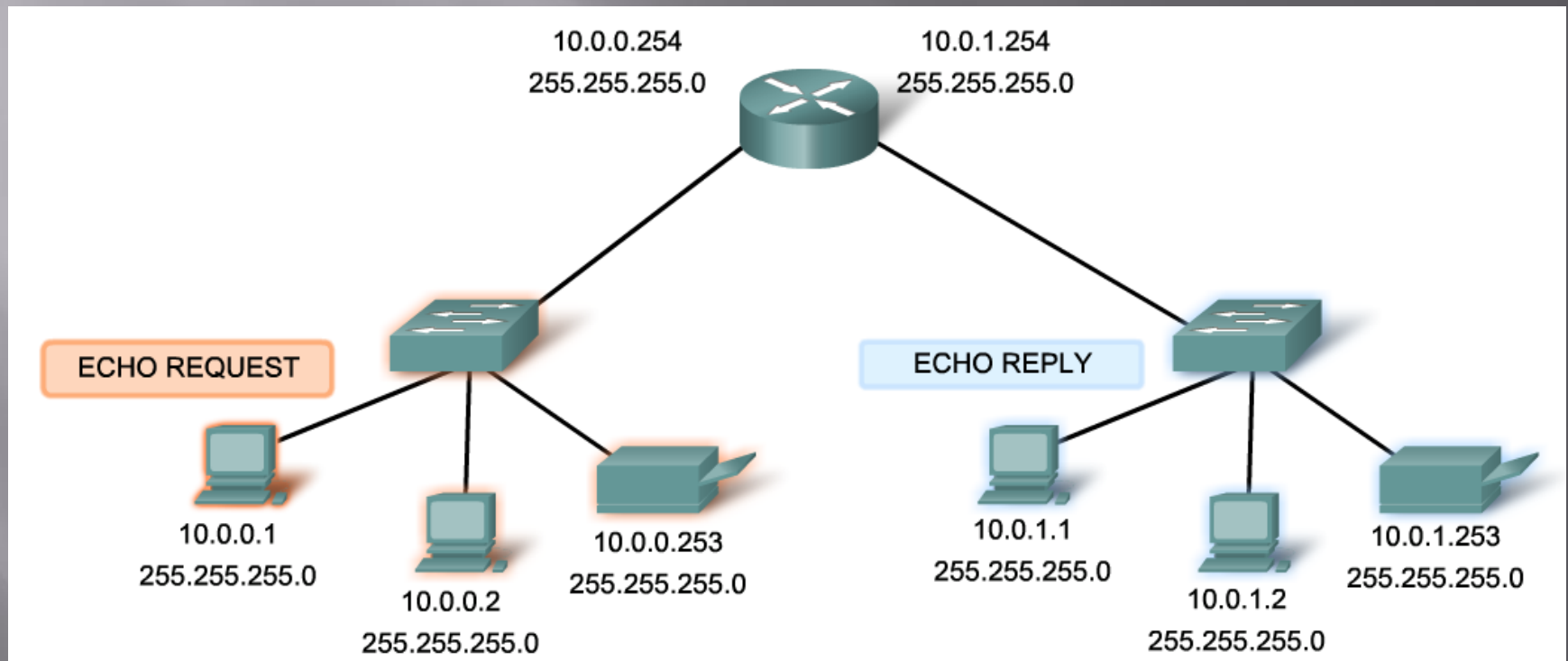
Testowanie warstwy sieci - ping

- ▣ Ping korzysta z protokołu ICMP (Internet Control Message Protocol) warstwy 3.
- ▣ Ping wysyła datagram ICMP z żądaniem echo
- ▣ Host, który jest adresatem żądania wysyła datagram odpowiedzi ICMP na echo.
- ▣ `ping 127.0.0.1` – testowanie wewnętrznej konfiguracji protokołu IP na hoście lokalnym.

```
C:>ping 10.0.0.254
```



Testowanie warstwy sieci – ping do zdalnego hosta

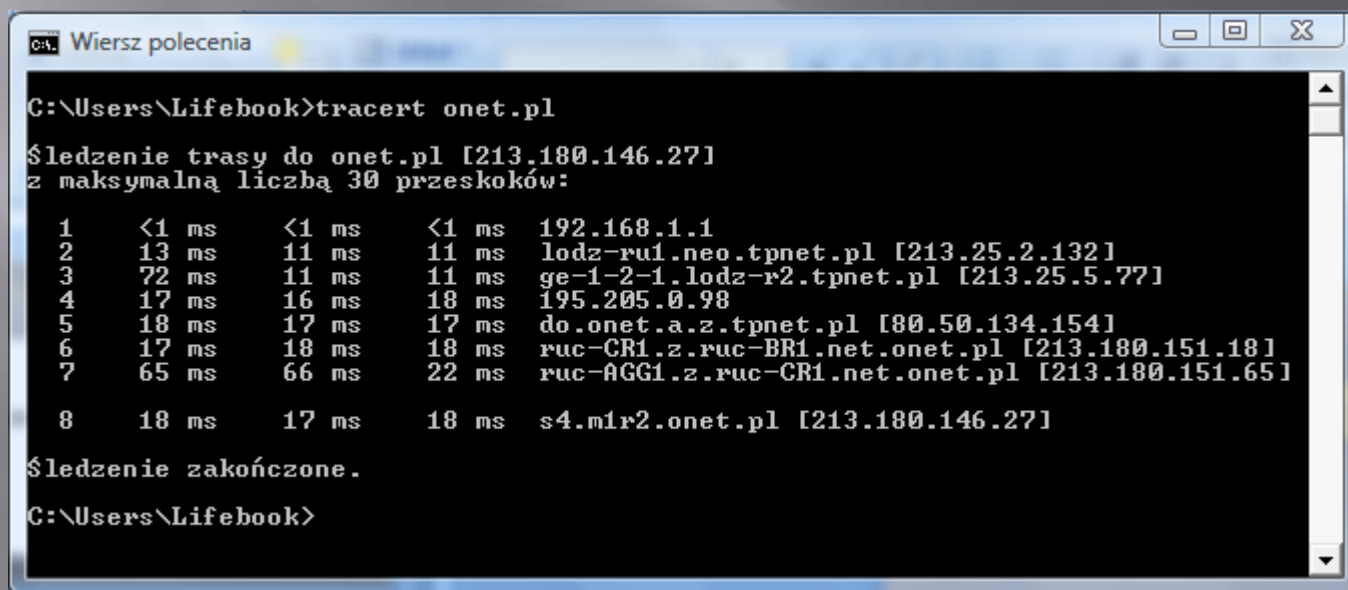


Testowanie warstwy sieci – traceroute

Śledzenie trasy – traceroute (tracert)

Czas „tam i z powrotem” (RTT – Round Time Trip)

Czas życia (TTL – Time To Live)



```
C:\Users\Lifbook>tracert onet.pl

Śledzenie trasy do onet.pl [213.180.146.27]
z maksymalną liczbą 30 przeskoków:

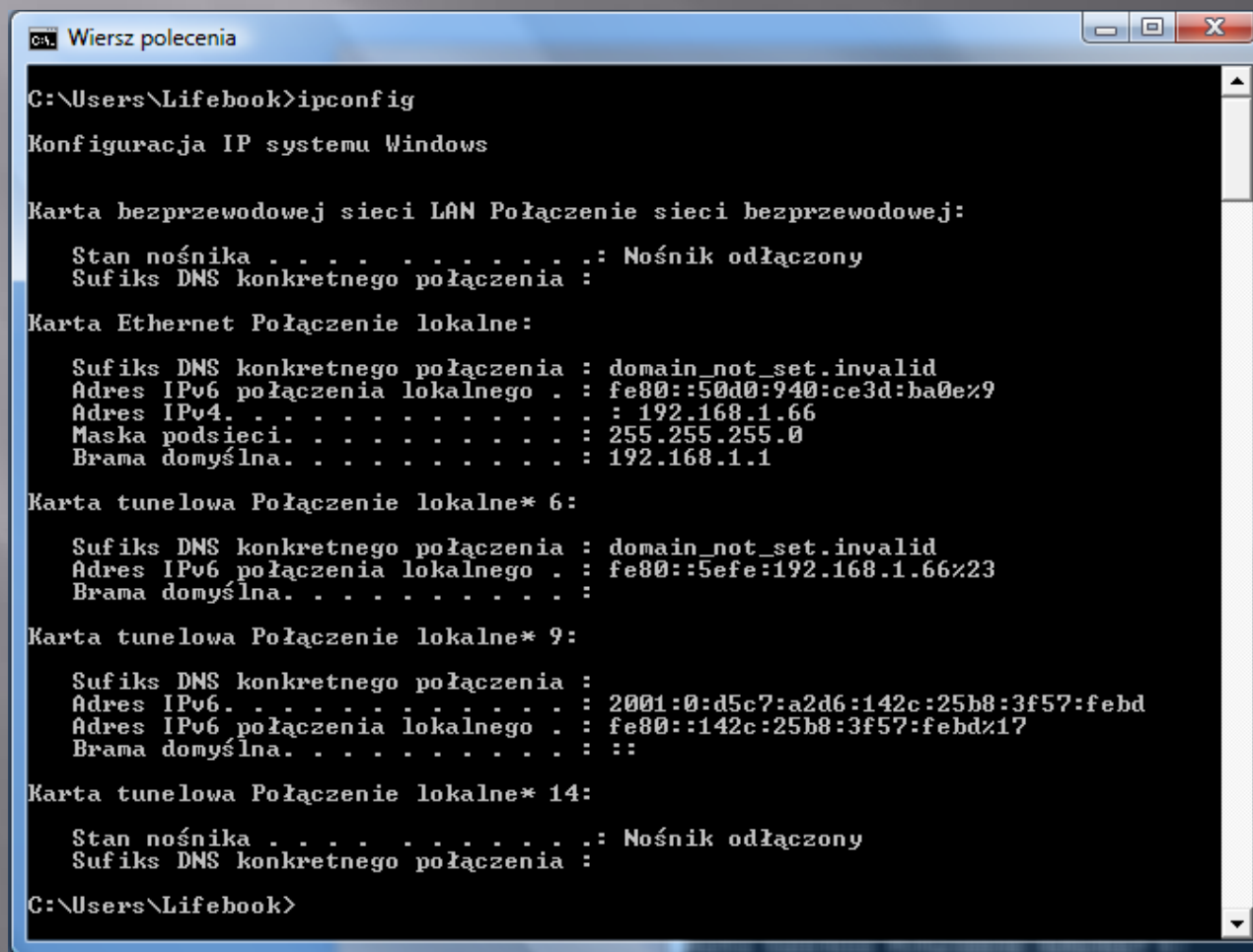
 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.1.1
 2  13 ms    11 ms    11 ms    lodz-ru1.neo.tpnet.pl [213.25.2.132]
 3  72 ms    11 ms    11 ms    ge-1-2-1.lodz-r2.tpnet.pl [213.25.5.77]
 4  17 ms    16 ms    18 ms    195.205.0.98
 5  18 ms    17 ms    17 ms    do.onet.a.z.tpnet.pl [80.50.134.154]
 6  17 ms    18 ms    18 ms    ruc-CR1.z.ruc-BR1.net.onet.pl [213.180.151.18]
 7  65 ms    66 ms    22 ms    ruc-AGG1.z.ruc-CR1.net.onet.pl [213.180.151.65]
 8  18 ms    17 ms    18 ms    s4.m1r2.onet.pl [213.180.146.27]

Śledzenie zakończone.

C:\Users\Lifbook>
```

Testowanie konfiguracji TCP/IP

ipconfig - wyświetla konfigurację TCP/IP interfejsów sieciowych (ifconfig - Unix, Linux)



```
C:\Users\Lifbook>ipconfig

Konfiguracja IP systemu Windows

Karta bezprzewodowej sieci LAN Połączenie sieci bezprzewodowej:

    Stan nośnika . . . . . : Nośnik odłączony
    Sufiks DNS konkretnego połączenia :

Karta Ethernet Połączenie lokalne:

    Sufiks DNS konkretnego połączenia : domain_not_set.invalid
    Adres IPv6 połączenia lokalnego . : fe80::50d0:940:ce3d:ba0e%9
    Adres IPv4. . . . . : 192.168.1.66
    Maska podsieci. . . . . : 255.255.255.0
    Brama domyślna. . . . . : 192.168.1.1

Karta tunelowa Połączenie lokalne* 6:

    Sufiks DNS konkretnego połączenia : domain_not_set.invalid
    Adres IPv6 połączenia lokalnego . : fe80::5efe:192.168.1.66%23
    Brama domyślna. . . . . :

Karta tunelowa Połączenie lokalne* 9:

    Sufiks DNS konkretnego połączenia :
    Adres IPv6. . . . . : 2001:0:d5c7:a2d6:142c:25b8:3f57:febd
    Adres IPv6 połączenia lokalnego . : fe80::142c:25b8:3f57:febd%17
    Brama domyślna. . . . . : ::

Karta tunelowa Połączenie lokalne* 14:

    Stan nośnika . . . . . : Nośnik odłączony
    Sufiks DNS konkretnego połączenia :

C:\Users\Lifbook>
```


Podsumowanie

1. Adresowanie w sieci (a.b.c.d, cz. sieci, cz. hosta)
2. Anatomia adresu IPv4 (konwersja z systemu dwójkowego)
3. Rodzaje transmisji (unicast, multicast, broadcast)
4. Typy adresów w sieci (adres sieci, adresu hostów, adres rozgłoszeniowy)
5. Prefiks, maska podsieci (ANDing)
6. Adresy prywatne, publiczne, specjalne
7. Klasy adresów (A - 0, B - 10, C - 110)
8. Podstawy podziału na podsieci
9. Podział na 3, 6 podsieci
10. Podział na podsieci VLSM
11. Testowanie sieci (ping, traceroute, ipconfig)