

## Rozdział 8: Adresowanie IP



## Wprowadzenie do sieci



# Rozdział 8

8.0 Wprowadzenie

8.1 Adresy sieciowe IPv4

8.2 Adresy sieciowe IPv6

8.3 Weryfikacja połączeń

8.4 Podsumowanie



# Rozdział 8: Cele

Po zakończeniu tego rozdziału będziesz potrafił:

- Opisać budowę adresu IPv4.
- Opisać cel stosowania maski podsieci.
- Porównać cechy i wskazać miejsce użycia adresów IPv4 komunikacji jednostkowej (ang. unicast), rozgłoszeniowej (ang. broadcast) i grupowej (ang. multicast).
- Porównać użycie publicznej i prywatnej przestrzeni adresowej.
- Wyjaśnić potrzebę stosowania adresacji IPv6.
- Wyjaśnić sposób zapisu adresu IPv6.
- Opisać rodzaje adresów sieciowych IPv6.
- Skonfigurować globalny adres komunikacji jednostkowej (ang. global unicast address).
- Scharakteryzować adres komunikacji grupowej (ang. multicast).
- Opisać rolę ICMP w sieci IP (włączając w to IPv4 oraz IPv6).
- Stosować komendy ping i traceroute do testowania łączności w sieci.



## 8.1 Adresy sieciowe IPv4



Cisco | Networking Academy®  
Mind Wide Open™



## Prezentacja adresów IPv4 W systemie binarnym

- System binarny wykorzystywany jest przez komputery, komunikują się one za pomocą 0 i 1.
- Zapis pozycyjny - przeliczanie liczb z systemu binarnego (dwójkowego) na decymalny (dziesiętny) wymaga zrozumienia matematycznych podstaw dotyczących systemów liczbowych nazywanych pozycyjnymi.

### System pozycyjny

192

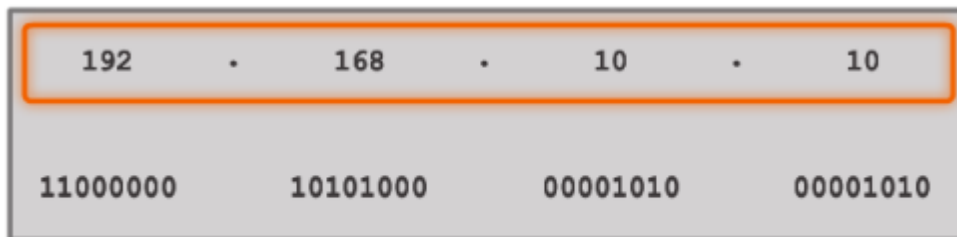
	Setki	Dziesiątki	Jedności
Podstawa systemu liczbowego	10	10	10
Wykładnik	2	1	0
Wartość pozycji	100	10	1
Identyfikator numeryczny	1	9	2
Wartość liczbową	$1 \cdot 100 = 100$	$9 \cdot 10 = 90$	$2 \cdot 1 = 2$

$100 + 90 + 2$

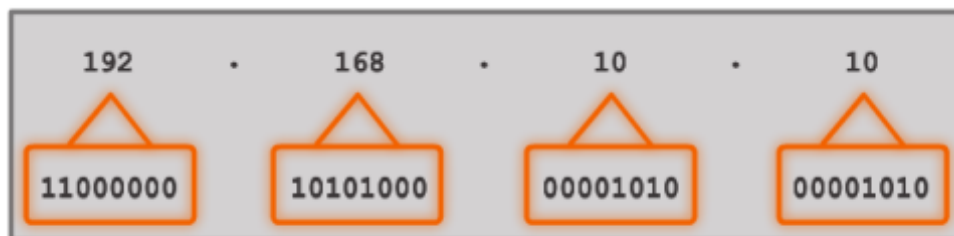


# Struktura adresu IPv4

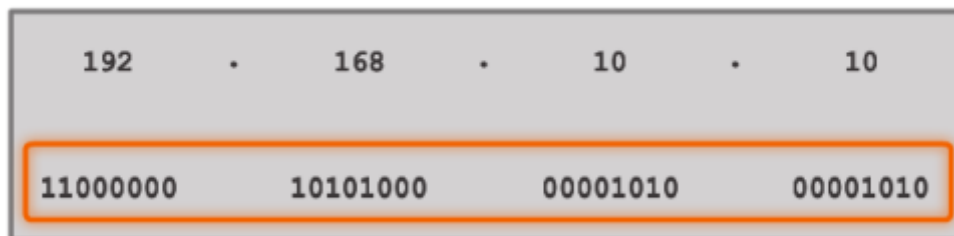
## System Binarny



Adres 192.168.10.10 jest przypisany do komputera.



Składa się on z czterech oktetów.



Komputer zapisuje adres w postaci 32 bitów, zapisanych binarnie.

## Struktura adresu IPv4

# Konwersja adresu z postaci binarnej na dziesiętną

## Ćwiczenia

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	0	0	0

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1



## Struktura adresu IPv4

# Konwersja adresu z postaci binarnej na dziesiętną

## Ćwiczenia

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	0	0	0

Odpowiedź = 176

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1

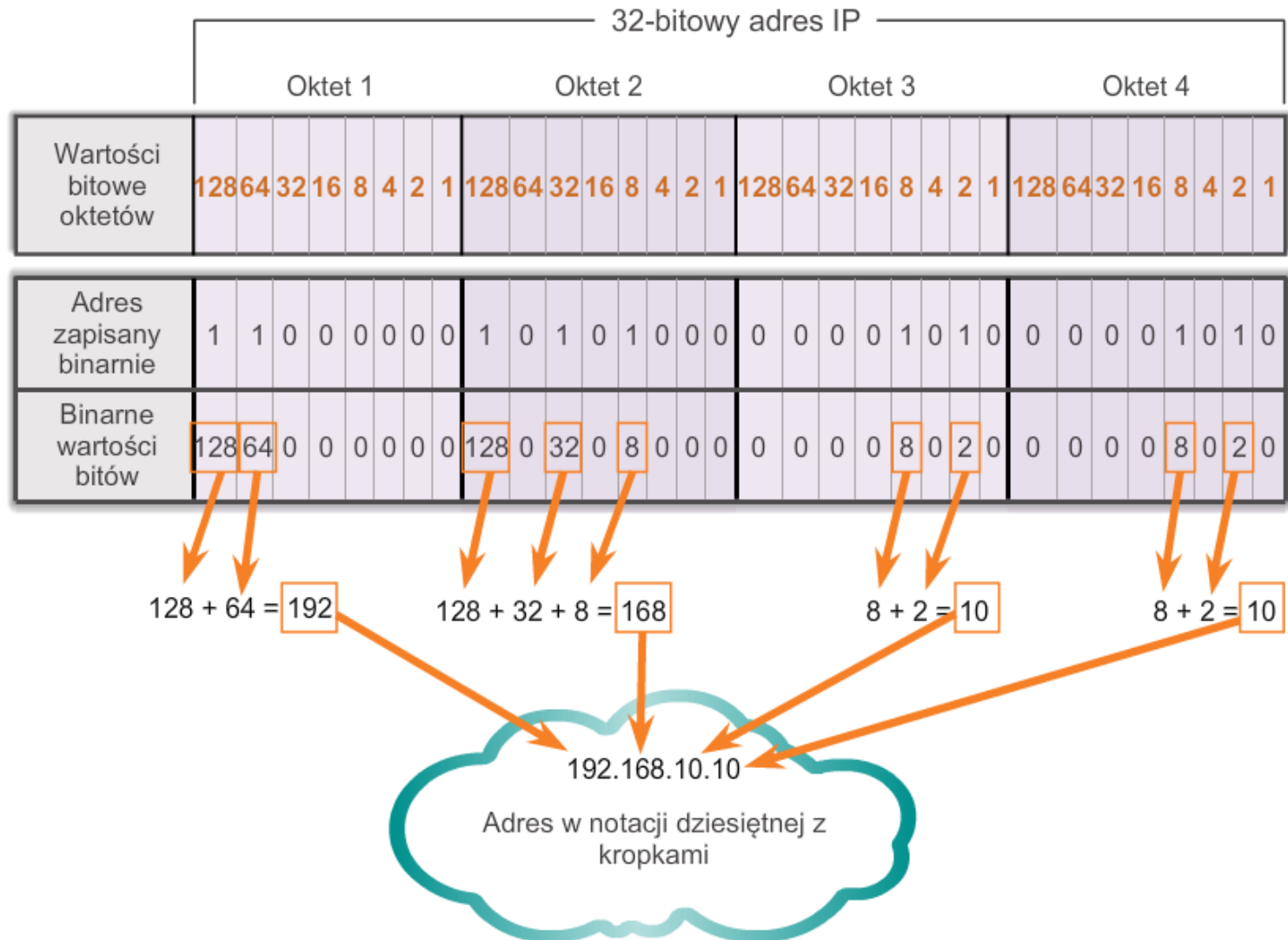
Odpowiedź = 255





## Struktura adresu IPv4

# Konwersja adresu z postaci binarnej na dziesiętną

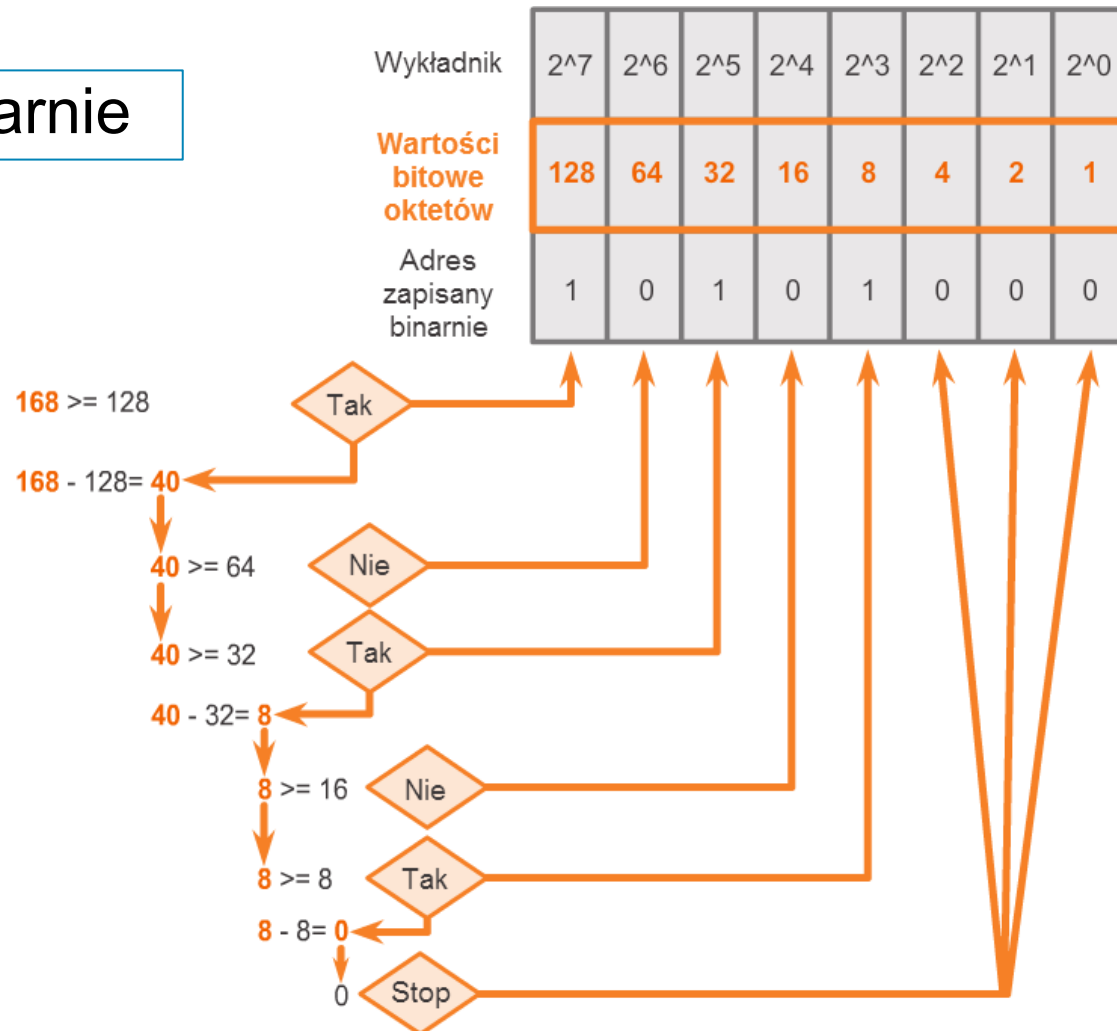




## Struktura adresu IPv4

# Konwersja z postaci dziesiętnej na binarną

168 = ? binarnie





## Struktura adresu IPv4

# Konwersja z postaci dziesiętnej na binarną (cd.)

Przekształć postać dziesiętną na binarną



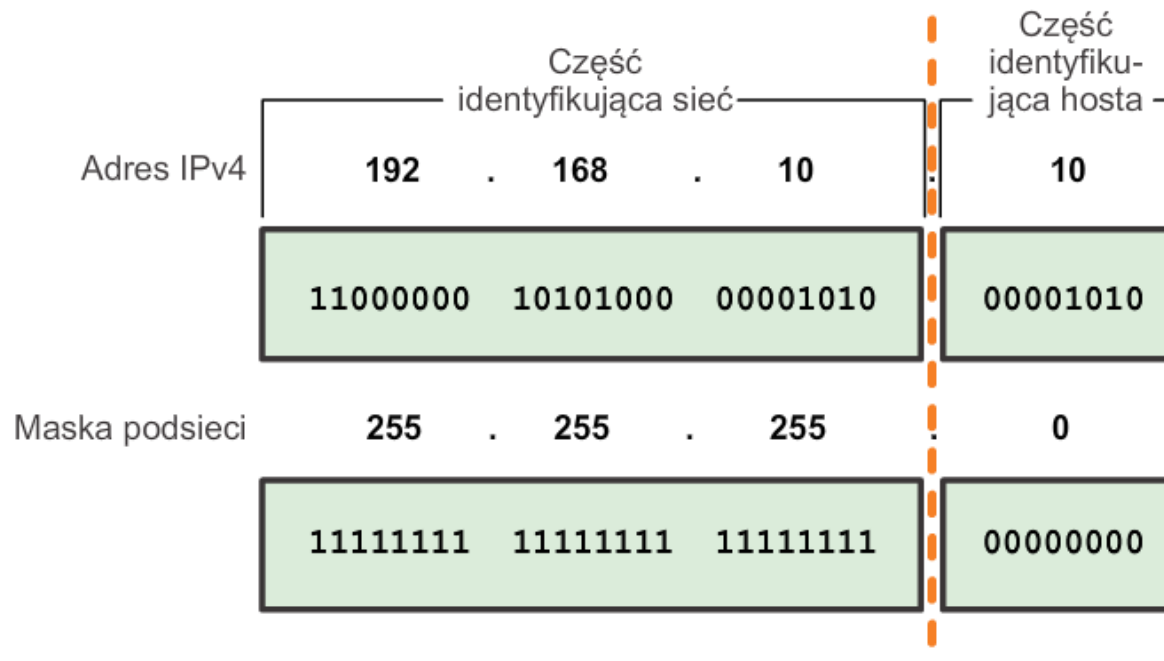
Adres IPv4 w  
postaci binarnej



## Maska podsieci IPv4

# Części identyfikujące sieć i hosta w adresie IPv4

- W celu zdefiniowania części sieciowej oraz hosta w adresie, urządzenia używają oddzielnego 32-bitowego wzorca nazywanego maską podsieci.
- Maska podsieci nie zawiera wartości z części sieciowej czy hosta adresu IPv4, ona mówi gdzie szukać tych części w danym adresie IPv4.





## Maska podsieci IPv4

# Części identyfikujące sieć i hosta w adresie IPv4 (cd.)

## Właściwe maski podsieci

Podsieć	Wartość bitowa							
	128	64	32	16	8	4	2	1
255	1	1	1	1	1	1	1	1
254	1	1	1	1	1	1	1	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
128	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0



## Maska podsieci IPv4

# Badanie długości prefiksu

	Postać dziesiętna oddzielona kropkami	Znaczące bity zapisane binarnie
<b>Adres sieci</b>	<b>10.1.1.0/24</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Adres pierwszego hosta	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Adres ostatniego hosta	10.1.1.254	10.1.1.11111110
Adres rozgłoszeniowy	10.1.1.255	10.1.1.11111111
Liczba hostów: $2^8 - 2 = 254$		

<b>Adres sieci</b>	<b>10.1.1.0/25</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Adres pierwszego hosta	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Adres ostatniego hosta	10.1.1.126	10.1.1.01111110
Adres rozgłoszeniowy	10.1.1.127	10.1.1.01111111
Liczba hostów: $2^7 - 2 = 126$		

<b>Adres sieci</b>	<b>10.1.1.0/26</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Adres pierwszego hosta	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Adres ostatniego hosta	10.1.1.62	10.1.1.00111110
Adres rozgłoszeniowy	10.1.1.63	10.1.1.00111111
Liczba hostów: $2^6 - 2 = 62$		



## Maska podsieci IPv4

# Badanie długości prefiksu (cd.)

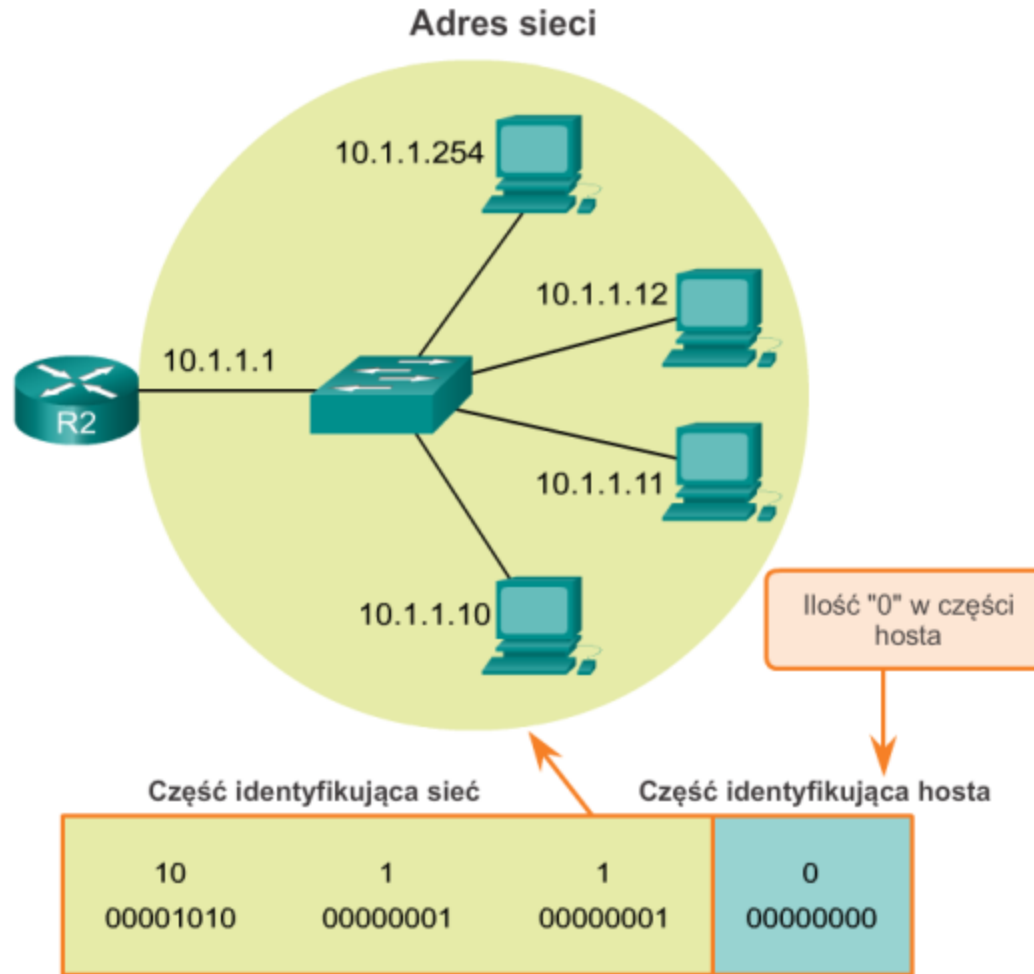
	Postać dziesiętna oddzielona kropkami	Znaczące bity zapisane binarnie
<b>Adres sieci</b>	<b>10.1.1.0/27</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Adres pierwszego hosta	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Adres ostatniego hosta	10.1.1.30	10.1.1.00011110
Adres rozgłoszeniowy	10.1.1.31	10.1.1.00011111
Liczba hostów: $2^5 - 2 = 30$		

<b>Adres sieci</b>	<b>10.1.1.0/28</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Adres pierwszego hosta	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Adres ostatniego hosta	10.1.1.14	10.1.1.00001110
Adres rozgłoszeniowy	10.1.1.15	10.1.1.00001111
Liczba hostów: $2^4 - 2 = 14$		



Maska podsieci IPv4

# Adresy IPv4: sieci, hosta i rozgłoszeniowy

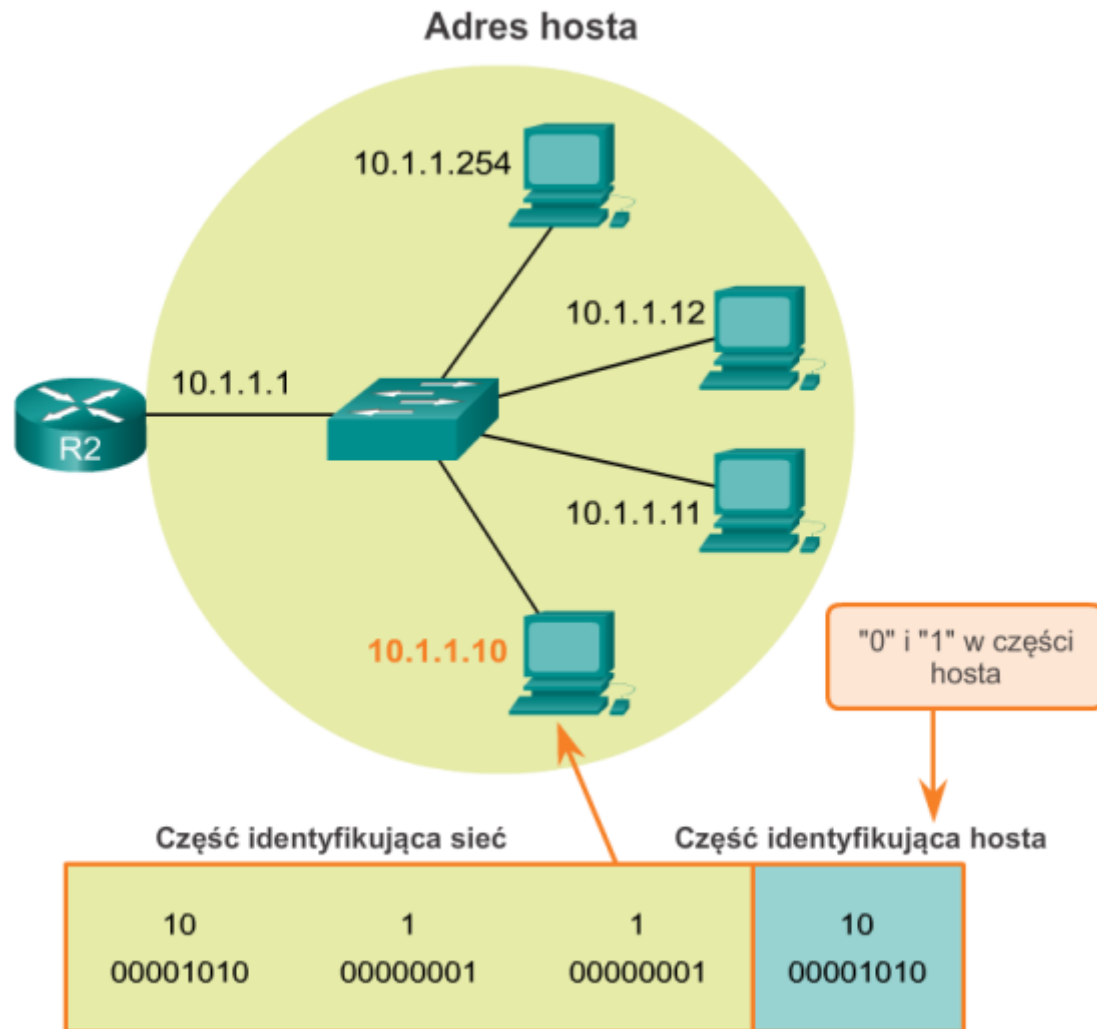






# Maska podsieci IPv4

## Adres hosta

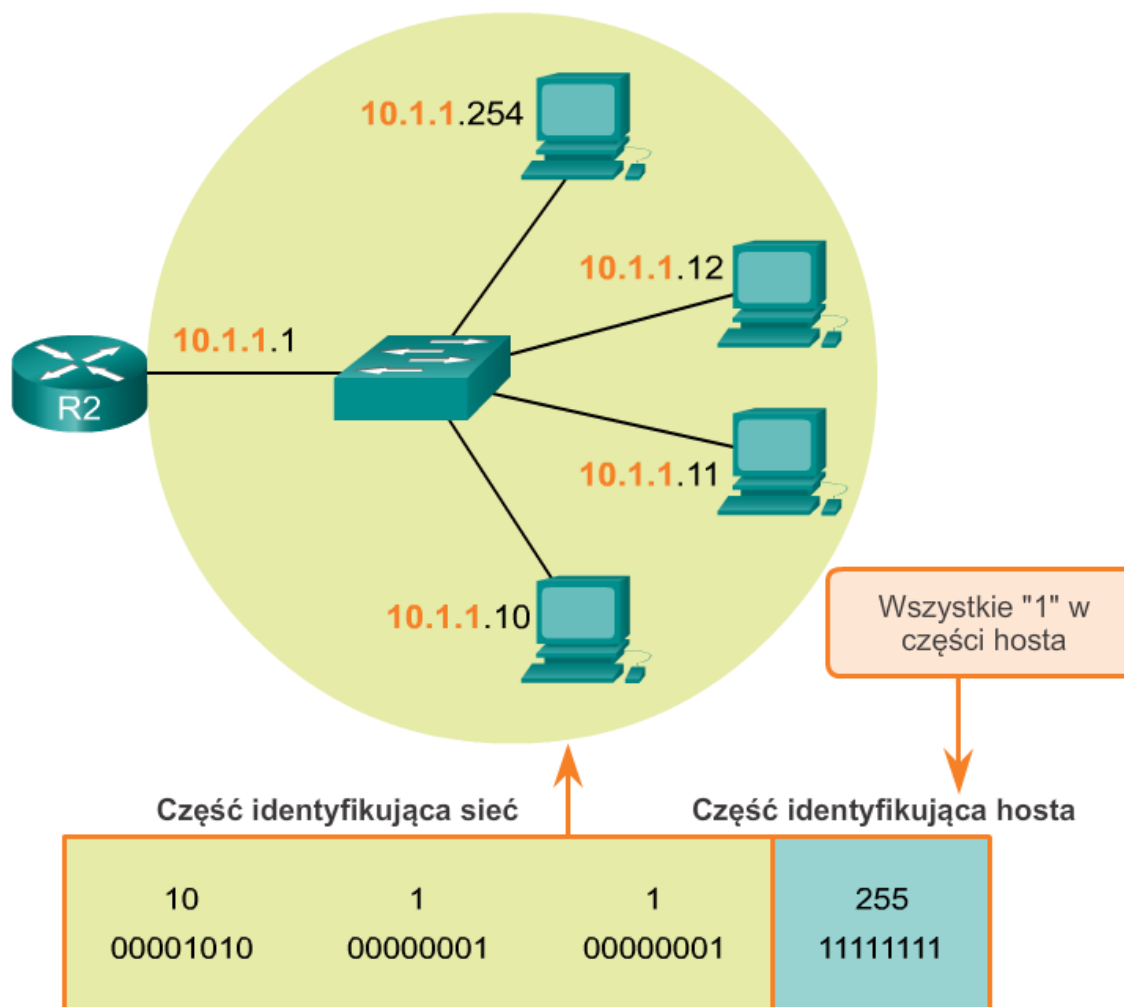




Maska podsieci IPv4

# Adres rozgłoszeniowy

Adres rozgłoszeniowy





## Maska podsieci IPv4

# Bitowa operacja AND

1 AND 1 = 1    1 AND 0 = 0    0 AND 1 = 0    0 AND 0 = 0

Adres IPv4

1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0	0 0 0 0 1 0 1 0
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Maska podsieci

1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Adres sieci

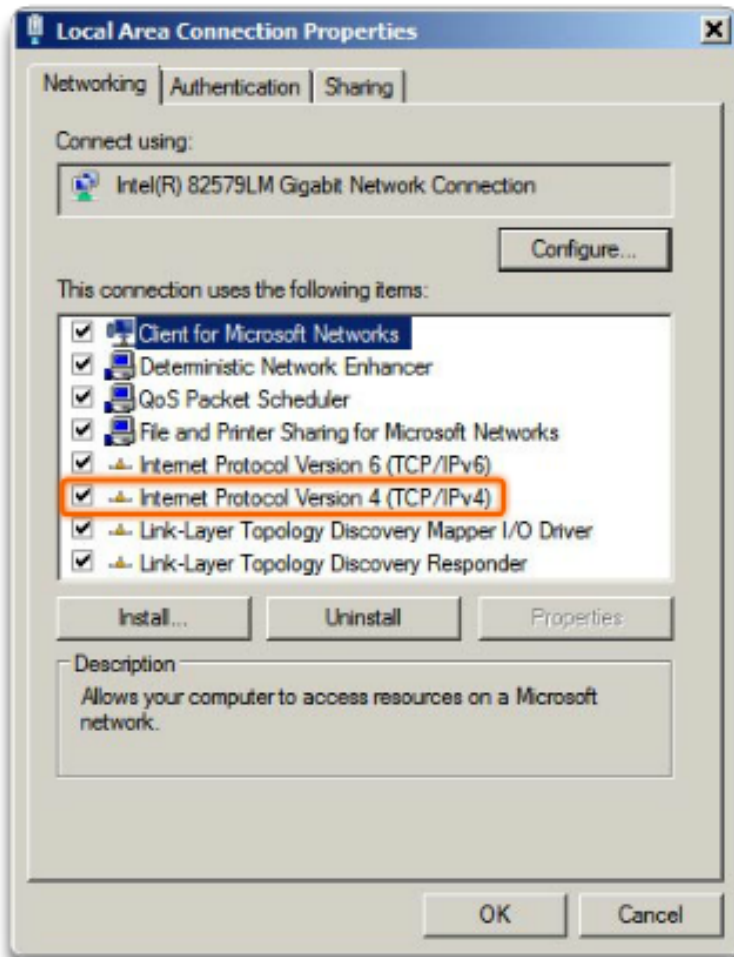
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------



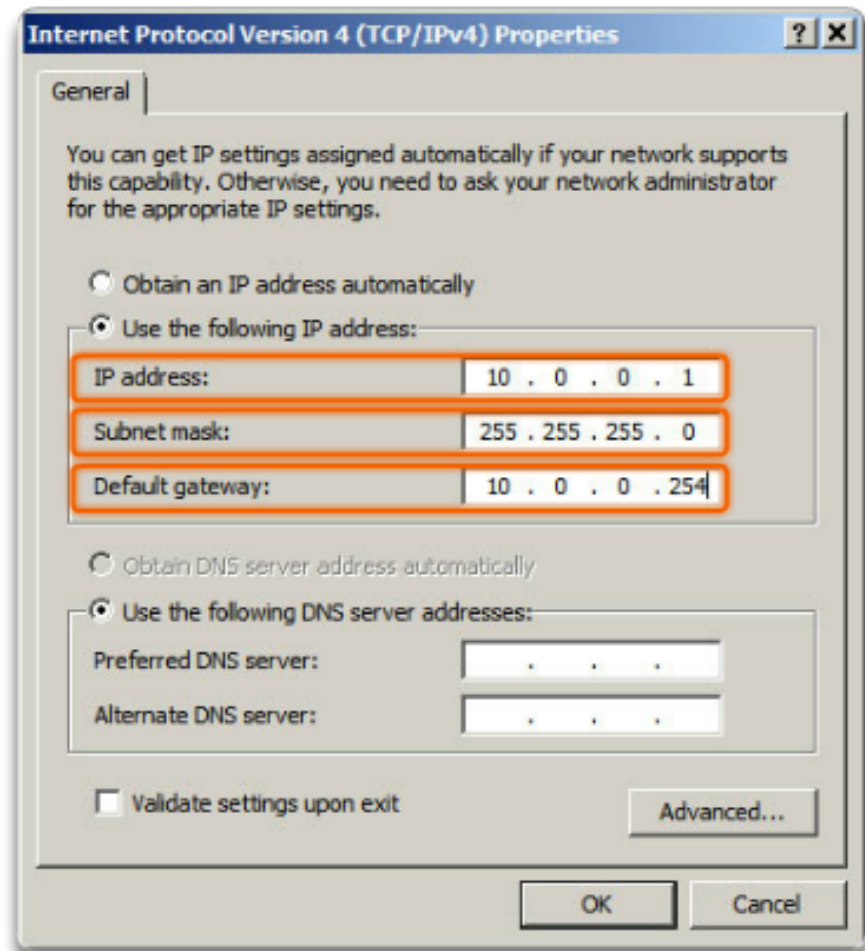
Transmisja jednostkowa, rozgłoszeniowa i grupowa IPv4

# Statyczne przydzielanie adresu IPv4 hosta

## Właściwości interfejsu LAN



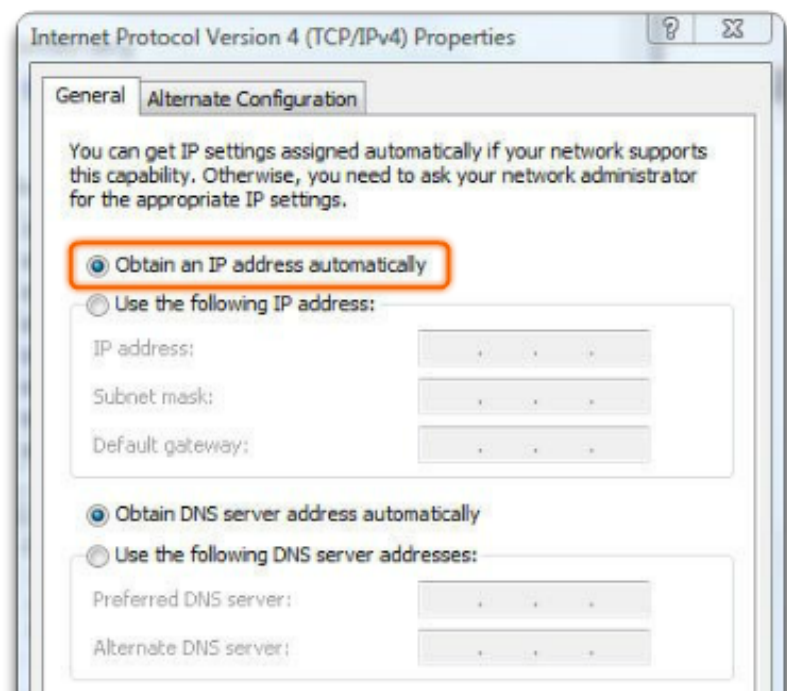
## Konfiguracja statycznego adresu





# Transmisja jednostkowa, rozgłoszeniowa i grupowa IPv4

## Dynamiczne przydzielanie adresu IPv4 dla hosta



DHCP jest przeważnie preferowaną metodą przydzielania adresów IPv4 hostom w większych sieciach ponieważ zmniejsza obciążenie personelu zajmującego się siecią i eliminuje możliwość popełnienia błędów przy konfiguracji ręcznej.

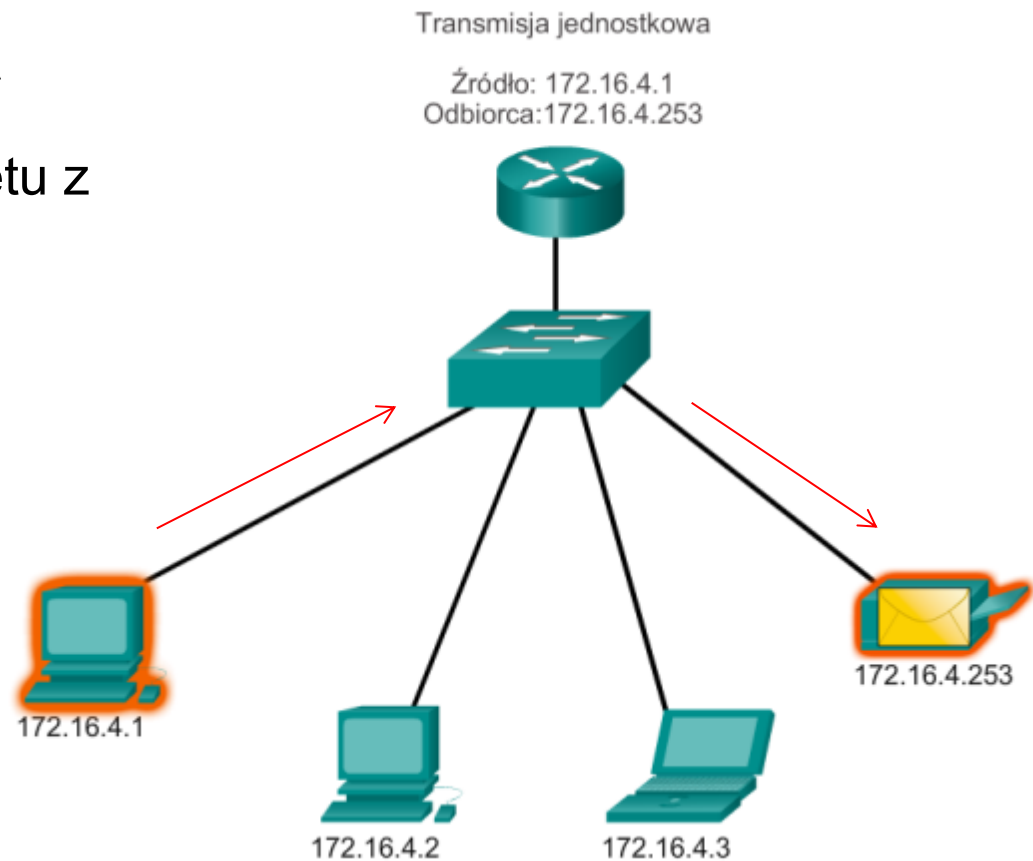


Transmisja jednostkowa, rozgłoszeniowa i grupowa IPv4

# Transmisja jednostkowa (ang. Unicast)

W sieci IPv4 hosty mogą komunikować się ze sobą na trzy różne sposoby:  
**jednostkowy**, rozgłoszeniowy, grupowy

**#1 Transmisja jednostkowa (ang. Unicast)** - proces polegający na wysłaniu pakietu z jednego hosta do innego konkretnego hosta.





## Transmisja jednostkowa, rozgłaszania i grupowa IPv4

# Transmisja rozgłoszeniowa (ang. Broadcast)

W sieci IPv4 hosty mogą komunikować się ze sobą na trzy różne sposoby: jednostkowy, **rozgłoszeniowy**, grupowy

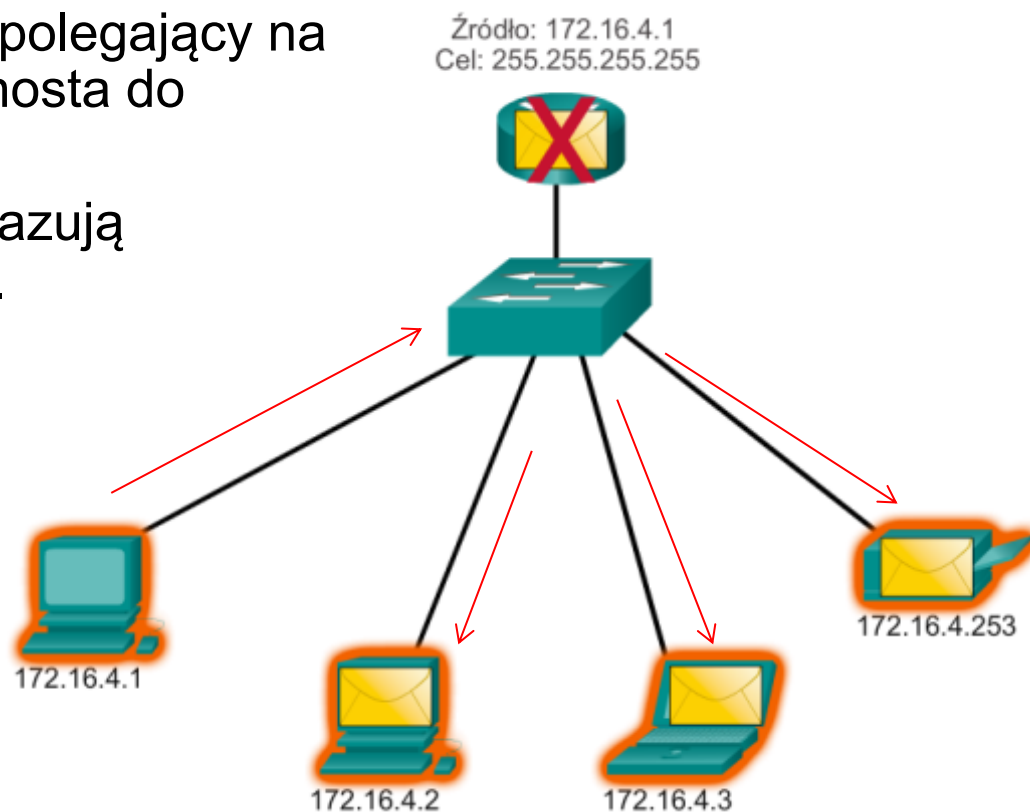
## #2 Transmisja rozgłoszeniowa

(ang. **Broadcast**) – proces polegający na wysłaniu pakietu z jednego hosta do wszystkich hostów w sieci.

**UWAGA:** Routery nie przekazują pakietów rozgłoszeniowych.

### Rozgłoszenie skierowane

- Adres docelowy  
172.16.4.255
- Wszystkie hosty w  
obrębie sieci  
172.16.4.0/24





Transmisja jednostkowa, rozgłoszeniowa i grupowa IPv4

## Transmisja grupowa (ang. Multicast)

W sieci IPv4 hosty mogą komunikować się ze sobą na trzy różne sposoby: jednostkowy, rozgłoszeniowy, **grupowy**

**#3 Transmisja grupowa (ang. multicast)** – proces polegający na wysłaniu pakietu z jednego hosta do określonej grupy hostów w sieci.

- Redukuje ruch
- Zarezerwowane adresy grupowe - 224.0.0.0 do 239.255.255.255
- Adres lokalny - 224.0.0.0 do 224.0.0.255
- Adresy o zasięgu globalnym - 224.0.1.0 do 238.255.255.255  
(Przykład: adres 224.0.1.1 został zarezerwowany dla protokołu NTP)





## Rodzaje adresów IPv4

# Publiczne i prywatne adresy IPv4

### Zakresy adresów prywatnych:

- Hosty, które nie potrzebują dostępu do sieci Internet mogą ich używać
  - od 10.0.0.0 do 10.255.255.255 (10.0.0.0/8)
  - od 172.16.0.0 do 172.31.255.255 (172.16.0.0/12)
  - od 192.168.0.0 do 192.168.255.255 (192.168.0.0/16)

### Współdzielone zakresy adresów:

- Nie są routowalne w Internecie
- Przeznaczone wyłącznie do stosowania przez dostawców internetowych
- Blok adresowy 100.64.0.0/10



## Rodzaje adresów IPv4

# Specjalne adresy IPv4

- **Adres sieci i rozgłoszeniowy**- w żadnej sieci hostom nie można przydzielić pierwszego i ostatniego adresu
- **Adres pętli zwrotnej** - 127.0.0.1 specjalny adres używany przez hosty do komunikacji z samym sobą, pula tych adresów to: 127.0.0.0 to 127.255.255.255
- **Adresy lokalne łącza** - 169.254.0.0 do 169.254.255.255 (169.254.0.0/16) adresy te mogą zostać przypisane hostom automatycznie
- **Adresy TEST-NET** - 192.0.2.0 do 192.0.2.255 (192.0.2.0/24) adresy te przeznaczone są do celów edukacyjnych, w przykładach i dokumentacji
- **Adresy eksperymentalne** - 240.0.0.0 do 255.255.255.254



## Rodzaje adresów IPv4

# Pierwotna adresacja klasowa

### Klasy adresów IP

Klasa adresu	Zakres pierwszego oktetu (dziesiętnie)	Bit y pierwszego oktetu (zielone bity są niezmiennie)	Część adresu reprezentująca sieć (N) i hosta (H)	Domyślna maska podsieci (dziesiętnie i binarnie)	Liczba możliwych sieci oraz hostów w każdej podsieci
A	1-127**	00000000-01111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 podsieci ( $2^7$ ) 16777214 hostów w każdej podsieci ( $2^{24-2}$ )
B	128-191	10000000-10111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16,384 podsieci ( $2^{14}$ ) 65534 hostów w każdej podsieci ( $2^{16-2}$ )
C	192-223	11000000-11011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2097150 podsieci ( $2^{21}$ ) 254 hostów w każdej podsieci ( $2^{8-2}$ )
D	224-239	11100000-11101111	Nie dotyczy (adresy grupowe)		
E	240-255	11110000-11111111	Nie dotyczy (adresy eksperymentalne)		

**Uwaga:** Same "0" i "1" nie są adresami hostów.



## Rodzaje adresów IPv4

# Pierwotna adresacja klasowa (cd.)

### Adresacja bezklasowa

- Formalna nazwa to bezklasowy routing międzydomenowy (ang. Classless Inter-Domain Routing, CIDR).
- Stworzono nowy zestaw standardów, które pozwoliły usługodawcom Internetowym na przydzielanie adresów IPv4 w formie prefiksów o dowolnej długości, zamiast na podstawie adresów klas A, B lub C.



Rodzaje adresów IPv4

# Przydzielanie adresów IP

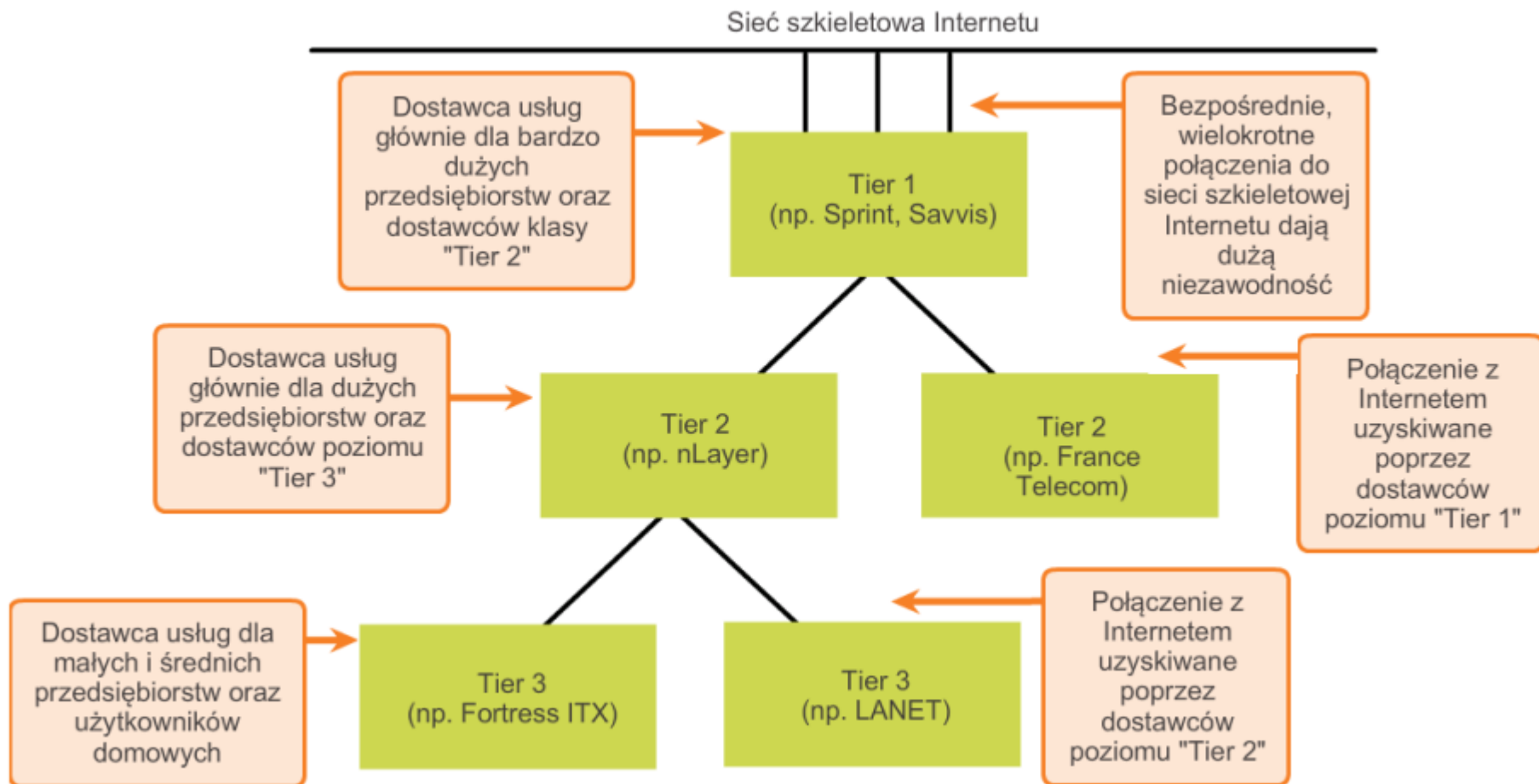
Przydzielanie adresów IP





## Rodzaje adresów IPv4

# Przydzielanie adresów IP (cd.)



## 8.2 Adresy sieciowe IPv6





## Problemy IPv4

# Potrzeba IPv6

- Protokół IPv6 został zaprojektowany jako następca protokołu IPv4.
- Wyczerpywanie adresów IPv4 było głównym czynnikiem opracowania IPv6.
- Różne prognozy pokazują, że wszystkie 5 organizacji RIR wyczerpią swoje pule adresowe IPv4 w latach między 2015 a 2020.
- Wraz z rosnącą populacją internetową, ograniczoną przestrzenią adresową IPv4, problemami z NAT i Internetem rzeczy, nadszedł czas przejścia na IPv6.
- IPv4 teoretycznie zapewnia 4,3 miliarda adresów oraz kombinację adresów prywatnych w powiązaniu z NAT.
- IPv6 ma większą, 128-bitową przestrzeń adresową, zapewniającą 340 sekstylionów adresów.
- IPv6 eliminuje ograniczenia IPv4 oraz wprowadza dodatkowe udoskonolenia, takie jak ICMPv6.



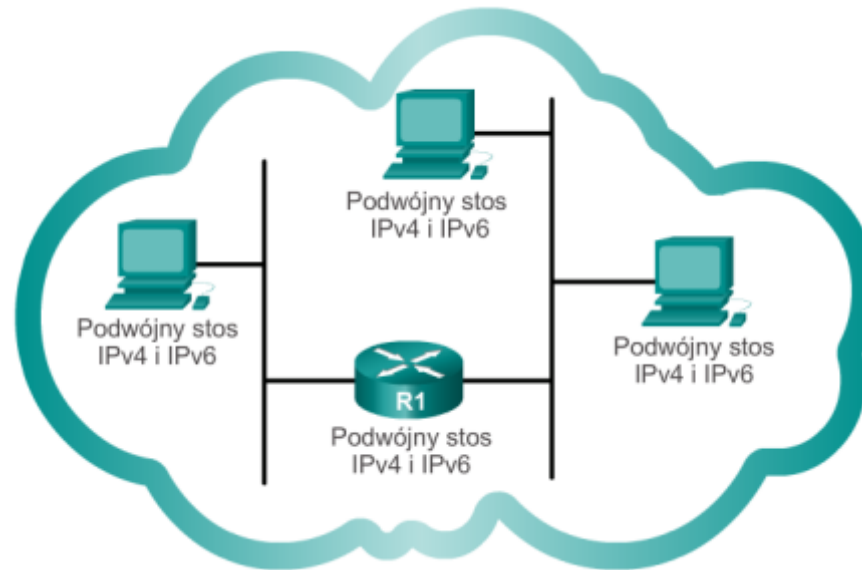


## Problemy IPv4

# Współistnienie IPv4 i IPv6

Techniki migracji mogą być podzielone na trzy kategorie:  
Podwójny stos, Tunelowanie oraz Translację

### Podwójny stos



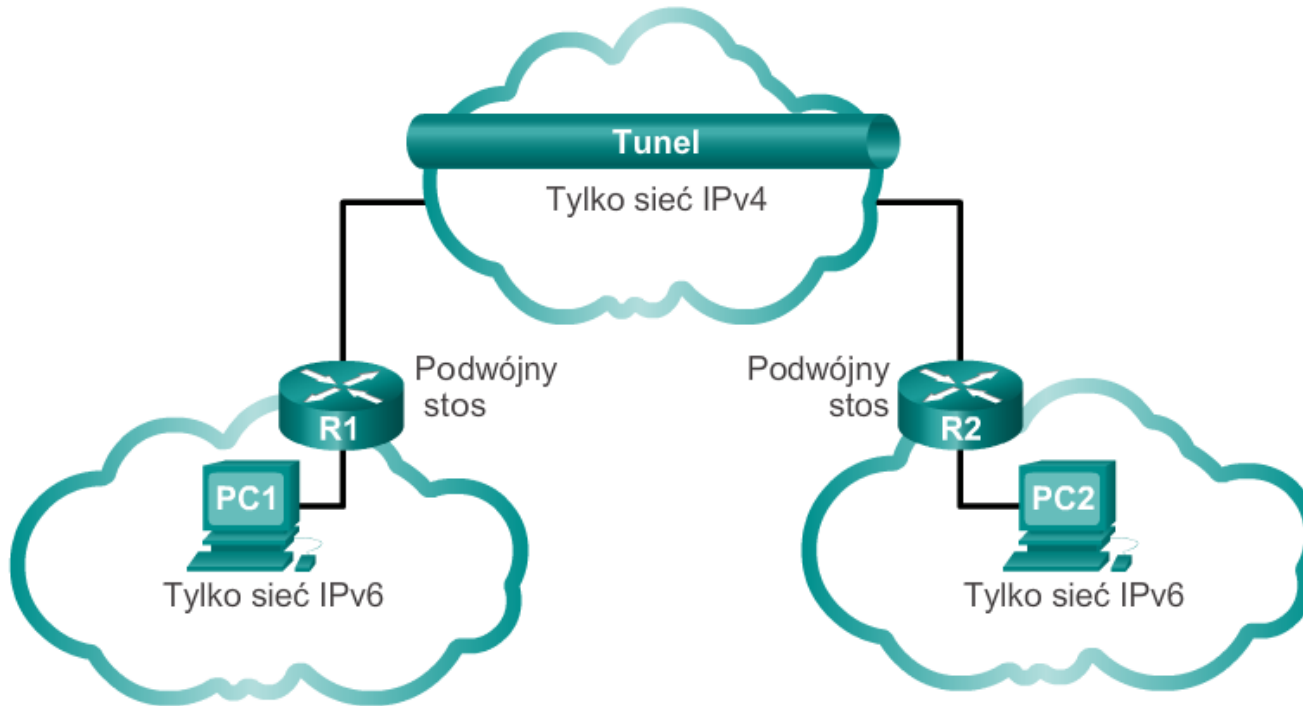
**Podwójny stos** pozwala na współistnienie protokołów IPv4 oraz IPv6 w tej samej sieci. Urządzenia z podwójnym stosem obsługują równocześnie protokół IPv4 i IPv6.



## Problemy IPv4

# Współistnienie IPv4 i IPv6 (cd.)

## Tunelowanie



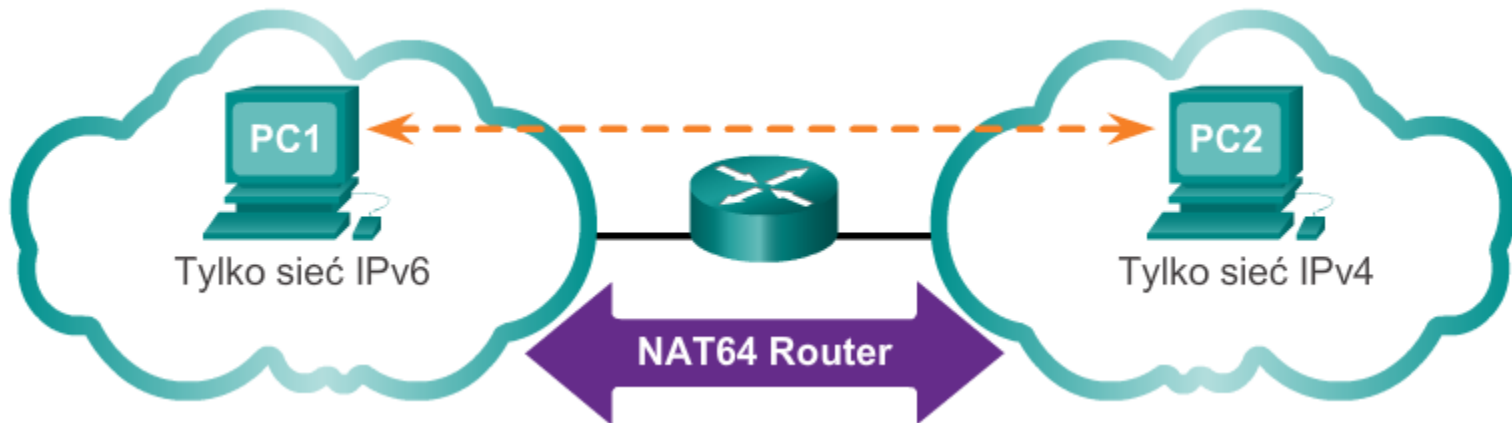
**Tunelowanie:** metoda transportowania pakietów IPv6 przez sieć IPv4. Pakiet IPv6 jest enkapsulowany w pakiecie IPv4.



## Problemy IPv4

# Współistnienie IPv4 i IPv6 (cd.)

### Translacja



**Translacja:** Network Address Translation 64 (NAT64) umożliwia urządzeniom wykorzystującym adresację IPv6 komunikację z urządzeniami z adresacją IPv4 za pomocą techniki podobnej do NAT dla IPv4. Pakiet IPv6 jest przekształcany na pakiet IPv4 i odwrotnie.



## Adresacja IPv6

# Szesnastkowy system liczbowy

- Podstawą systemu szesnastkowego jest liczba 16
- System szesnastkowy używa cyfr od 0 do 9 oraz liter alfabetu od A do F.
- Każde 4 bity (pół bajta) reprezentowane są przez jedną cyfrę szesnastkową,

Reprezentacja wartości szesnastkowych		
Szesnastkowo	Dziesiętnie	Binarnie
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111



## Adresacja IPv6

# Szesnastkowy system liczbowy (cd.)

Spójrz na binarne wzorce bitów, pasujące do wartości dziesiętnej i szesnastkowej.

Konwersja z kodu szesnastkowego na binarny		
Szesnastkowo	Dziesiętnie	Binarnie
00	0	0000 0000
01	1	0000 0001
02	2	0000 0010
03	3	0000 0011
04	4	0000 0100
05	5	0000 0101
06	6	0000 0110
07	7	0000 0111
08	8	0000 1000
0A	10	0000 1010
0F	15	0000 1111
10	16	0001 0000
20	32	0010 0000
40	64	0100 0000
80	128	1000 0000
C0	192	1100 0000
CA	202	1100 1010
F0	240	1111 0000
FF	255	1111 1111



## Adresacja IPv6

# Zapis adresów IPv6

- 128 bitów, zapisanych w postaci łańcucha wartości szesnastkowych.
- W IPv6 każde 4 bity reprezentują jedną cyfrę szesnastkową, 32 cyfry szesnastkowe tworzą adres IPv6

**2001:0DB8:0000:1111:0000:0000:0000:0200**

**FE80:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF**

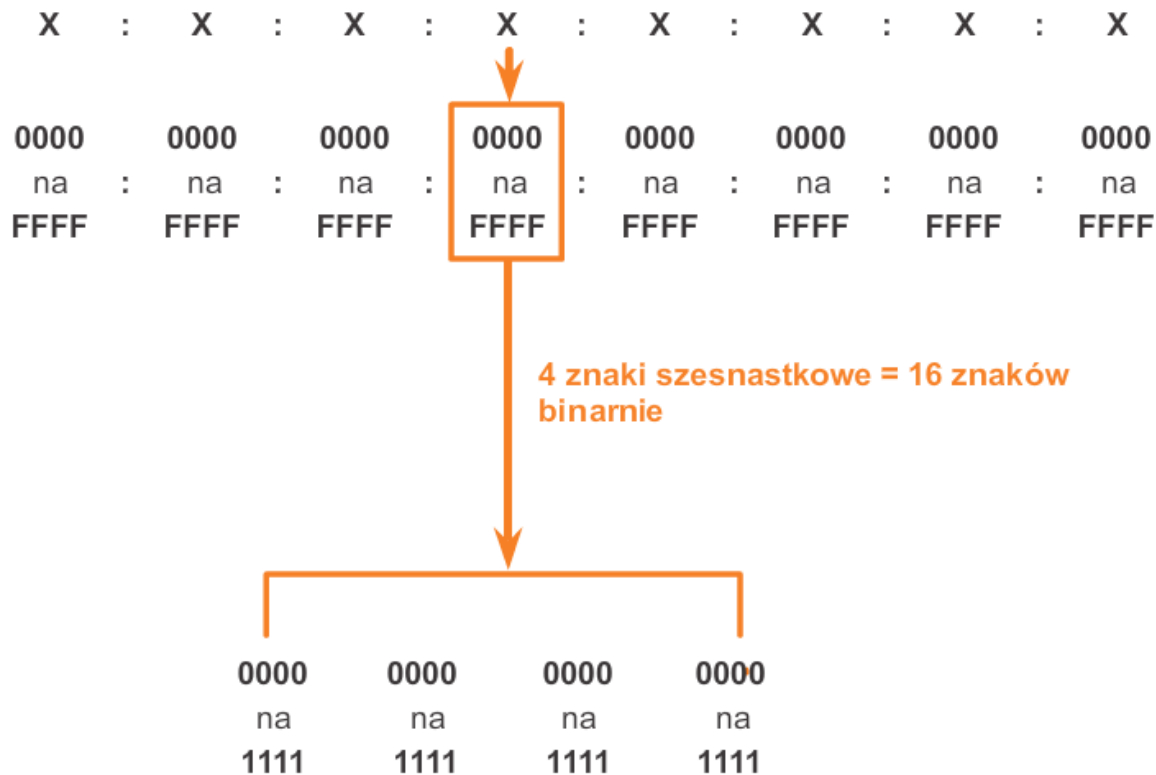
- Hextet to określenie dla grupy czterech cyfr szesnastkowych (czyli 16 bitów w zapisie binarnym).
- Wielkość liter w zapisie adresu IPv6 nie jest istotna



## Adresacja IPv6

# Zapis adresów IPv6 (cd.)

### Hextety





## Adresacja IPv6

# Reguła 1 - Pomijanie zer wiodących

- Pierwszą regułą pomagającą uprościć zapis adresu IPv6 jest taka, że wszystkie zera wiodące w każdej grupie (pomiędzy dwukropkami) czyli w hextecie można pominąć.
- 01AB może być zapisane jako 1AB.
- 09F0 może być zapisane jako 9F0.
- 0A00 może być zapisane jako A00.
- 00AB może być zapisane jako AB.

Preferowane	2001:0DB8:000A:1000:0000:0000:0000:0100
Brak poprzedzających "0"	2001: DB8: A:1000: 0: 0: 0: 100





## Adresacja IPv6

# Reguła 2 - Pomijanie hextetów złożonych z samych zer

- Podwójny dwukropek (::) może zastąpić, ciąg zer składający się z jednego lub kilku 16-bitowych segmentów (hextetów).
- Podwójny dwukropek (::) może być użyty tylko jednokrotnie w danym adresie, w przeciwnym przypadku adres byłby niejednoznaczny.
- Taki zapis znany jest pod nazwą *"format skompresowany"*.
- Niepoprawny zapis adresu: 2001:0DB8::ABCD::1234.



## Rodzaje adresów IPv6

# Długość prefiksu IPv6

- IPv6 nie używa zapisu kropkowo-dziesiętnej maski
- Długość prefiksu wskazuje część sieciową adresu IPv6 w zapisie o następującej postaci:
  - Adres IPv6/długość prefiksu
  - Długość prefiksu może przyjmować wartości od 0 do 128.
  - /64 to typowa długość prefiksu

### /64 Prefiks



Przykład: 2001:0DB8:000A::/64





Rodzaje adresów IPv6

# Rodzaje adresów IPv6

Wyróżniamy trzy rodzaje adresów IPv6:

- Unicast
- Multicast
- Anycast.

**Uwaga:** IPv6 nie posiada adresów rozgłoszeniowych

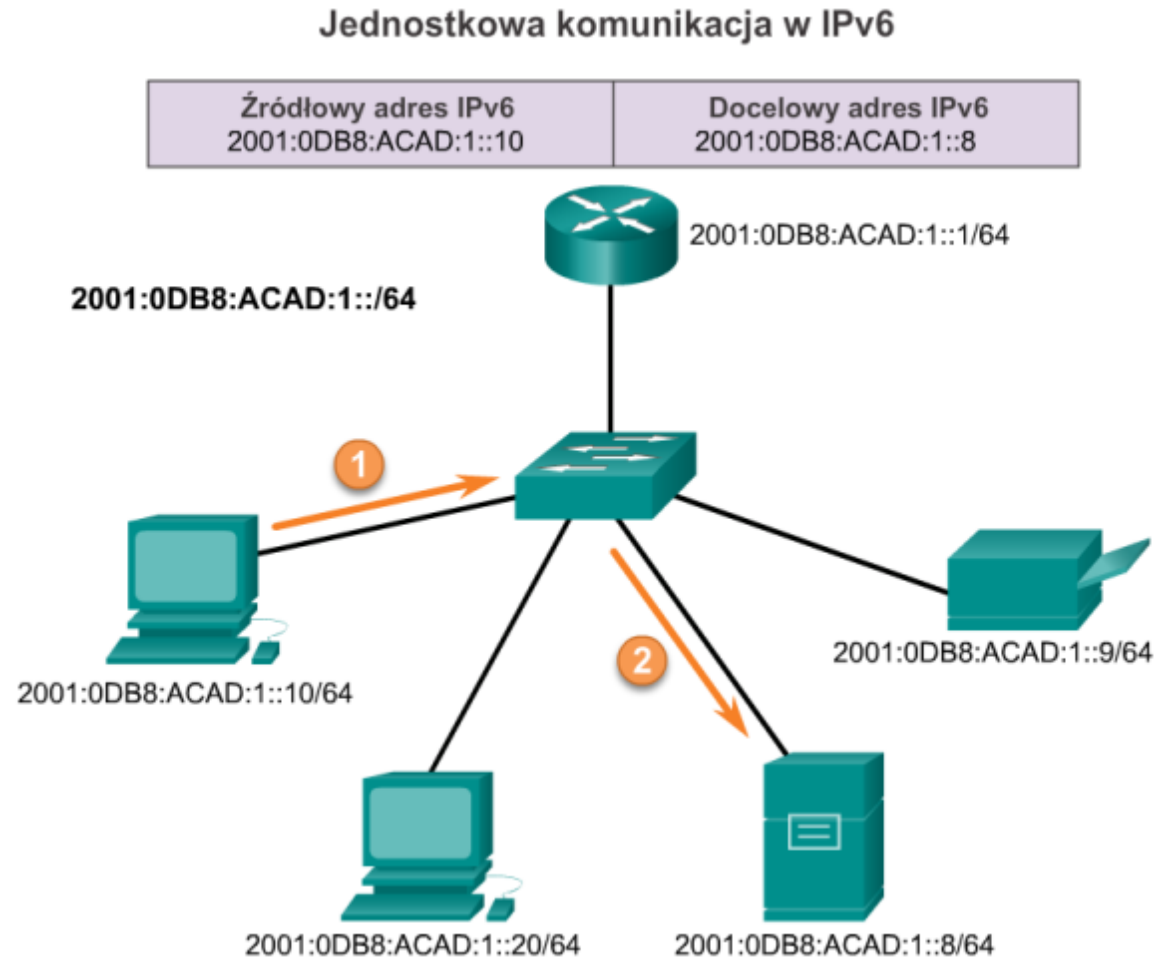


## Rodzaje adresów IPv6

# Adres IPv6 typu unicast

## Unicast

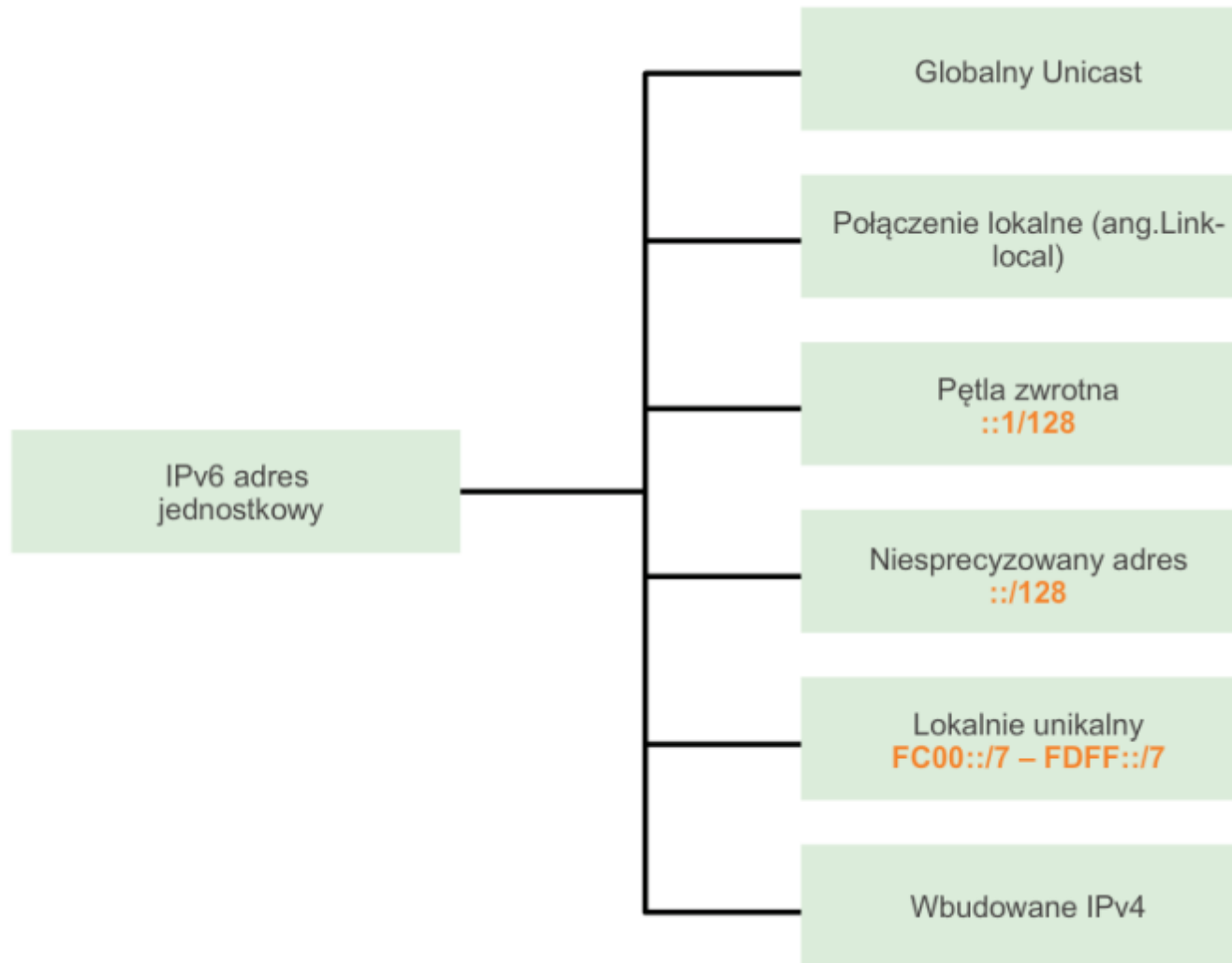
- W sposób unikatowy identyfikuje interfejs urządzenia obsługującego IPv6.
- Pakiet wysłany do adresu unicast odbierany jest przez interfejs, który ma przypisany ten adres.





## Rodzaje adresów IPv6

# Adres IPv6 typu unicast (cd.)





## Rodzaje adresów IPv6

# Adres IPv6 typu unicast (cd.)

### Globalny Unicast

- Podobny do publicznego adresu IPv4.
- Globalnie unikatowy
- Adresy routowalne w Internecie
- Mogą być konfigurowane statycznie bądź dynamicznie

### Link-local

- Używany do komunikacji z innymi urządzeniami w tej samej sieci lokalnej
- Ograniczony do pojedynczego łącza i nie jest routowalny poza nim.



## Rodzaje adresów IPv6

# Adres IPv6 typu unicast (cd.)

### Pętla zwrotna (ang. loopback)

- Używany jest przez host w celu wysłania pakietu do samego siebie i nie może być przypisany do interfejsu fizycznego.
- Użyj komendy ping z adresem pętli zwrotnej, aby przetestować konfigurację TCP/IP na lokalnym hoście.
- Składa się z samych zer, z wyjątkiem ostatniego bitu, zapisywany jest jako ::1/128 lub ::1

### Adres nieokreślony

- Wszystkie bity w adresie są zerami, zapisywany jako ::/128 lub ::
- Nie może on być przypisany do żadnego interfejsu i używany jest tylko jako adres źródłowy.
- Adres nieokreślony używany jest jako adres źródłowy kiedy urządzenie nie ma jeszcze stałego adresu IPv6 lub kiedy źródło pakietu nie jest istotne dla przeznaczenia.



## Rodzaje adresów IPv6

# Adres IPv6 typu unicast (cd.)

### Unikalny adres lokalny (unique local address)

- Podobny do adresów prywatnych IPv4
- Używany jest do adresacji w ramach pojedynczej sieci lub ograniczonej liczby sieci.
- Mieści się w zakresie FC00::/7 do FDFF::/7.

### Adresy wbudowane IPv4 (nie wchodzą w zakres tego kursu)

- Używane w celu ułatwienia przejścia z IPv4 na IPv6.

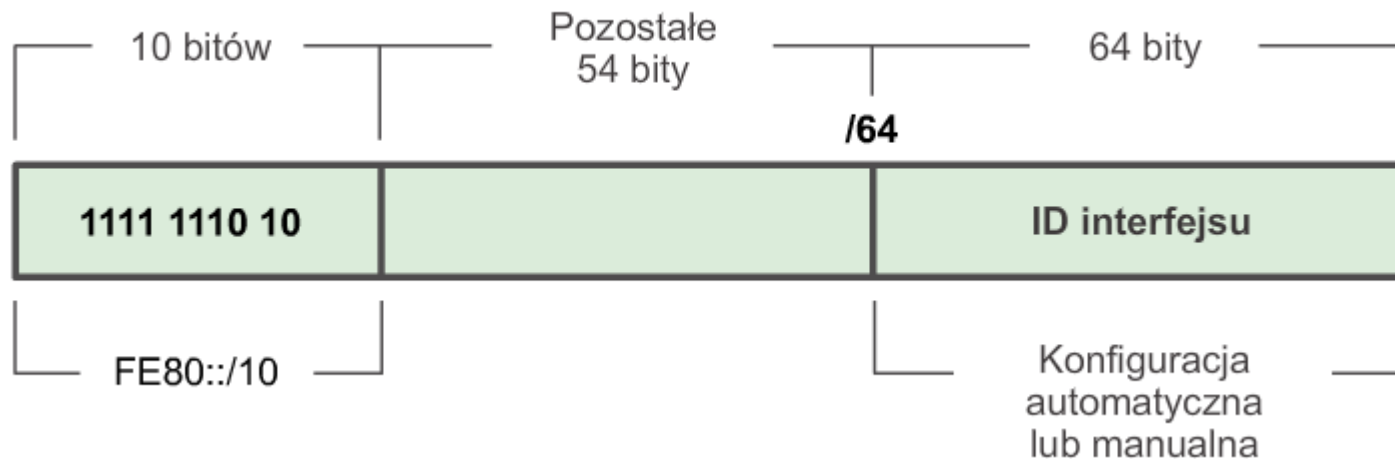




## Rodzaje adresów IPv6

# Adresy IPv6 link-local typu unicast

- Wszystkie interfejsy z włączonym protokołem IPv6 muszą mieć skonfigurowany adres IPv6 łącza lokalnego.
- Umożliwia urządzeniu komunikację z innymi urządzeniami z IPv6 w ramach tylko jednej konkretnej podsieci.
- Zakres adresów: FE80::/10 , pierwsze 10 bitów to 1111 1110 10xx xxxx
- 1111 1110 10**00 0000** (FE80) - 1111 1110 10**11 1111** (FEBF)





## Rodzaje adresów IPv6

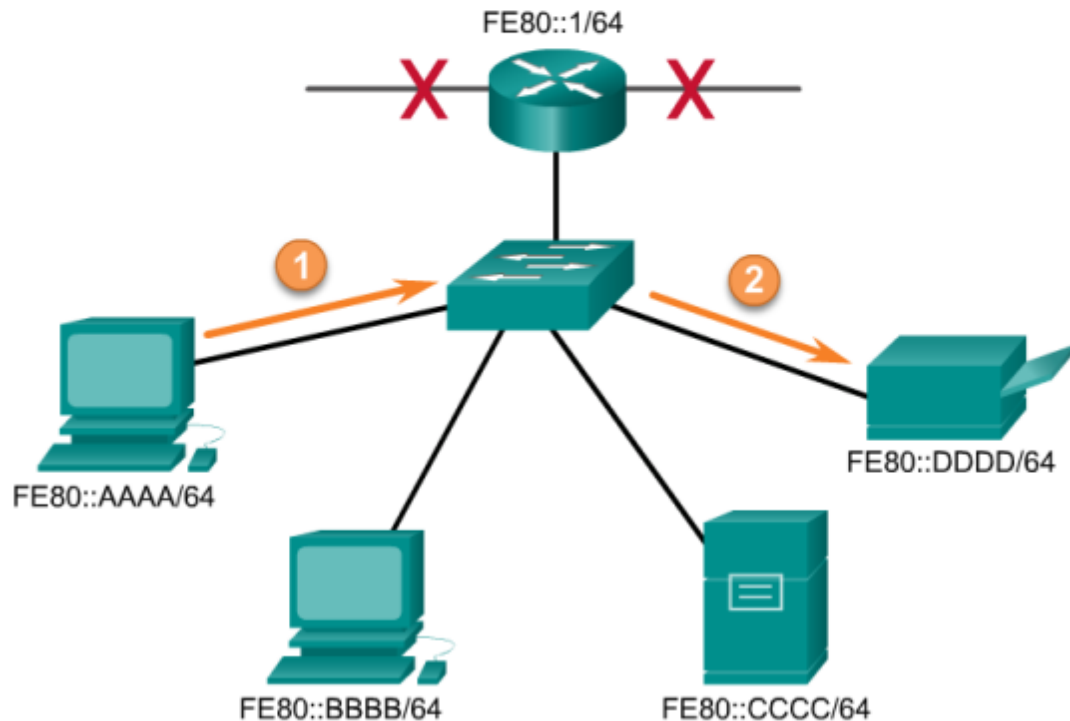
# Adresy IPv6 link-local typu unicast (cd.)

### Komunikacja IPv6 połączenia lokalnego

Pakiet IPv6

Źródłowy adres IPv6 FE80::AAAA	Docelowy adres IPv6 FE80::DDDD
-----------------------------------	-----------------------------------

Pakiety ze źródłowym lub docelowym adresem link-local (łącza lokalnego) nie mogą być przesyłane przez routery poza podsieć, z której pochodzą.





## Adresy IPv6 typu unicast

# Budowa globalnego adresu IPv6 typu unicast

- Adresy globalne IPv6 typu unicast są unikalne w skali całego Internetu i są to adresy routowalne w Internecie
- Odpowiadają one publicznym adresom IPv4
- ICANN rozdysponowuje bloki adresów IPv6 do 5 rejestrów RIR



## Adresy IPv6 typu unicast

# Budowa globalnego adresu IPv6 typu unicast (cd.)

Obecnie przekazano tylko jeden zakres adresów globalnych typu unicast, z pierwszymi bitami równymi 001 (2000::/3)



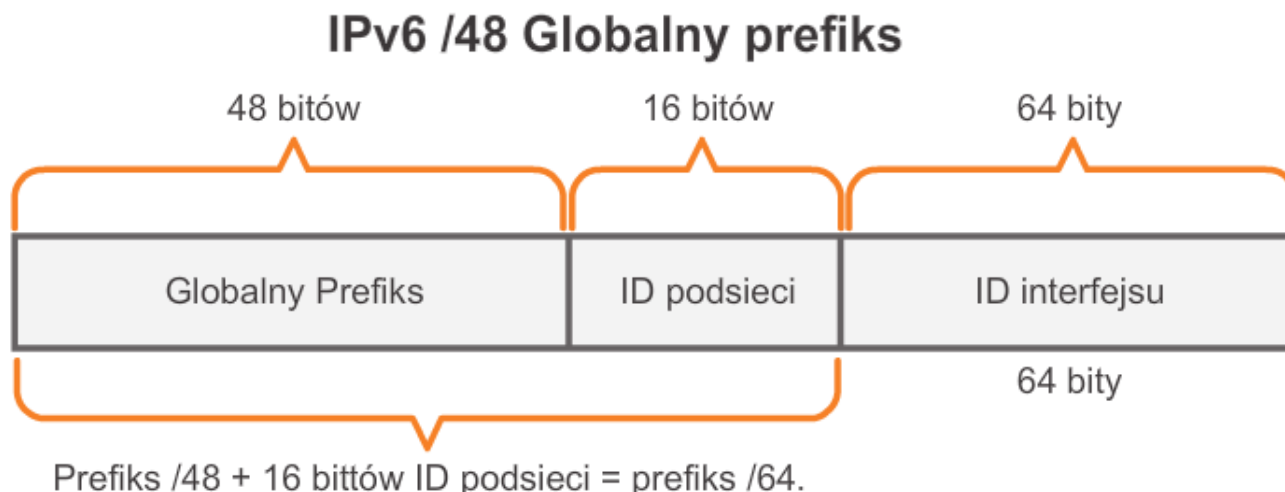


## Adresy IPv6 typu unicast

# Budowa globalnego adresu IPv6 typu unicast (cd.)

Globalny adres typu unicast składa się z trzech części: globalnego prefiksu routingu, identyfikatora podsieci i identyfikatora interfejsu.

- **Globalny prefiks to** prefiks lub część adresu przydzielana przez dostawcę usług, np. przez ISP, klientowi albo lokalizacji. Obecnie rejestry RIR przydzielają klientom prefiksy o długości /48
- Adres 2001:0DB8:ACAD::/48 posiada prefiks mówiący o tym, że pierwsze 48 bitów (2001:0DB8:ACAD) to prefiks lub część sieciowa.

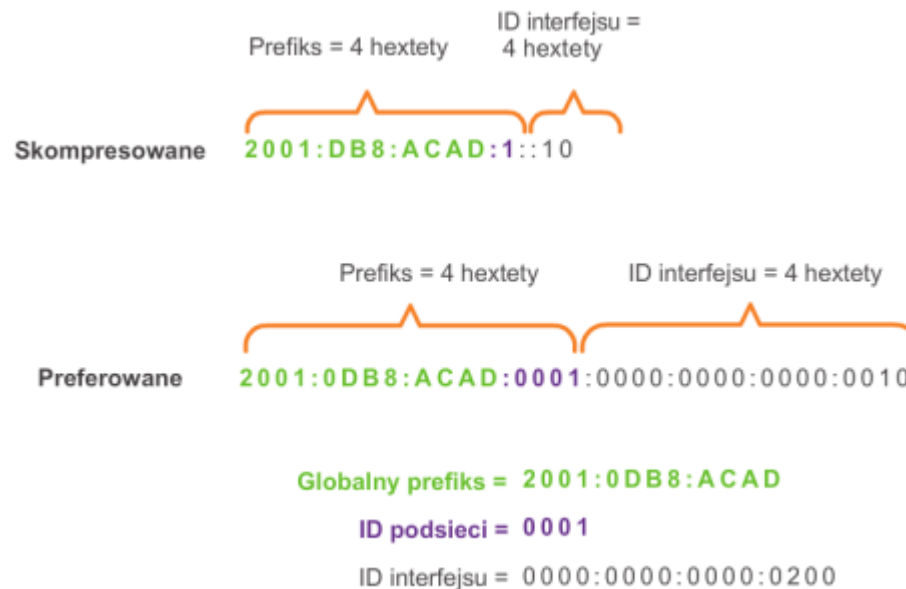




## Adresy IPv6 typu unicast

# Budowa globalnego adresu IPv6 typu unicast (cd.)

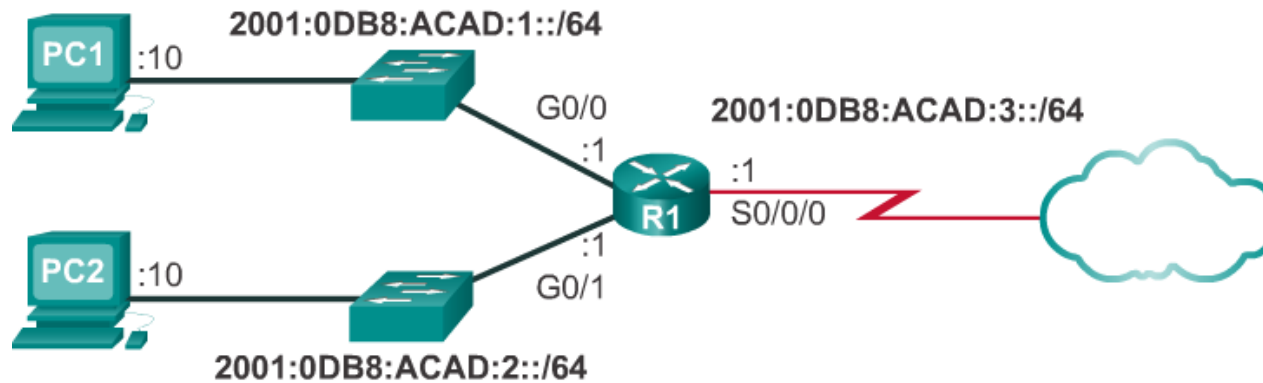
- **Identyfikator** podsieci używany jest przez klienta do rozróżnienia podsieci w swojej lokalizacji.
- **ID interfejsu**
  - Odpowiednik części identyfikującej hosta w adresie IPv4.
  - Używany, gdyż pojedynczy host może mieć wiele interfejsów, a na każdym z nich skonfigurowany jeden lub więcej adresów IPv6.





## Adresy IPv6 typu unicast

# Statyczna konfiguracja globalnego adresu unicast



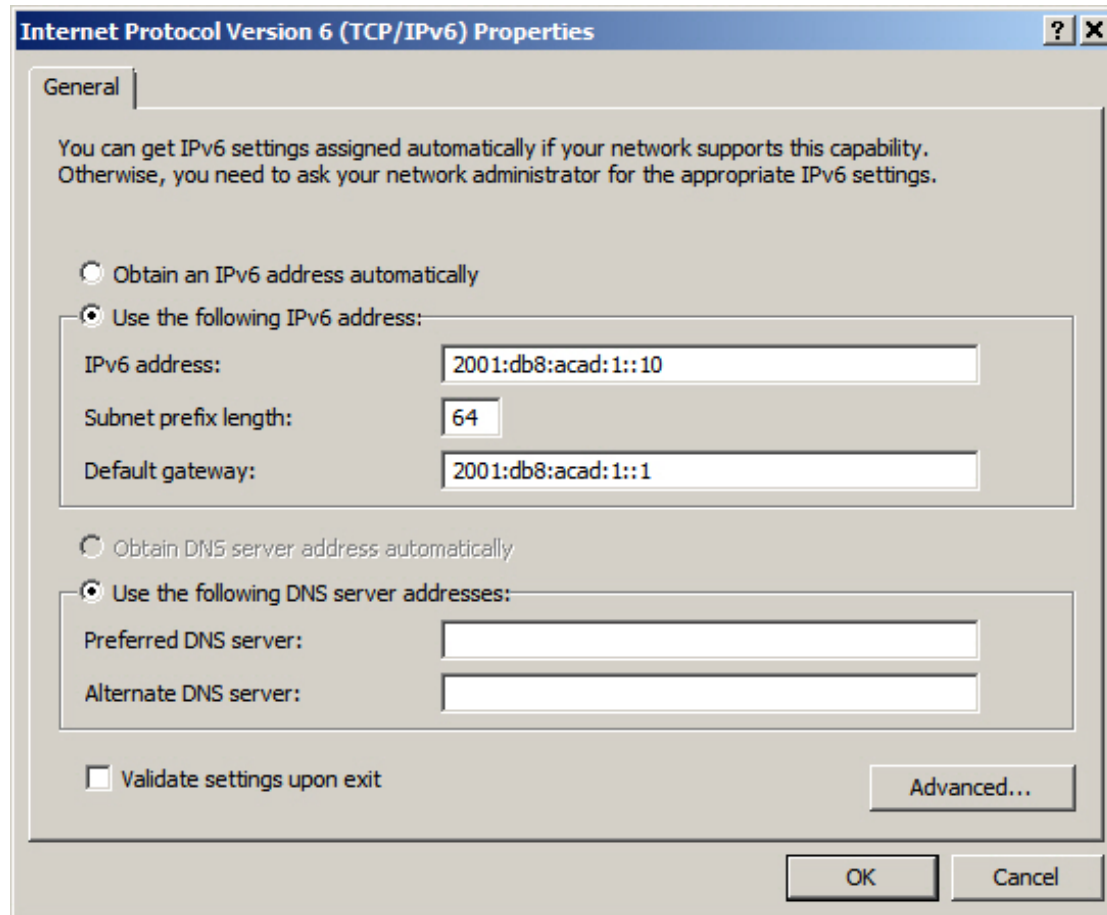
```
R1 (config)#interface gigabitethernet 0/0
R1 (config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1 (config-if)#no shutdown
R1 (config-if)#exit
R1 (config)#interface gigabitethernet 0/1
R1 (config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64
R1 (config-if)#no shutdown
R1 (config-if)#exit
R1 (config)#interface serial 0/0/0
R1 (config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:3::1/64
R1 (config-if)#clock rate 56000
R1 (config-if)#no shutdown
```



Adresy IPv6 typu unicast

# Statyczna konfiguracja globalnego IPv6 adresu unicast (cd.)

## Konfiguracja IPv6 w systemie Windows



**Internet Protocol Version 6 (TCP/IPv6) Properties**

General

You can get IPv6 settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IPv6 settings.

☐ Obtain an IPv6 address automatically

☒ Use the following IPv6 address:

IPv6 address:

Subnet prefix length:

Default gateway:

☐ Obtain DNS server address automatically

☒ Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server:

Alternate DNS server:

☐ Validate settings upon exit

Advanced...

OK Cancel





Adresy IPv6 typu unicast

# Dynamiczna konfiguracja globalnego adresu unicast z wykorzystaniem SLAAC

## Bezstanowa automatyczna konfiguracja adresu (SLAAC)

- Metoda pozwalająca urządzeniu uzyskać prefiks, długość prefiksu i bramę domyślną IPv6 od routera
- Brak potrzeby serwera DHCPv6
- Wykorzystuje komunikaty ICMPv6 Router Advertisement (RA)

## Routery IPv6

- Przekazują pakiety IPv6 pomiędzy sieciami
- Mogą mieć skonfigurowane trasy statycznie lub dynamicznie wykorzystując protokoły routingu dynamicznego IPv6,
- Wysyłają pakiety RA ICMPv6



Adresy IPv6 typu unicast

## Dynamiczna konfiguracja globalnego adresu unicast z wykorzystaniem SLAAC (cd.)

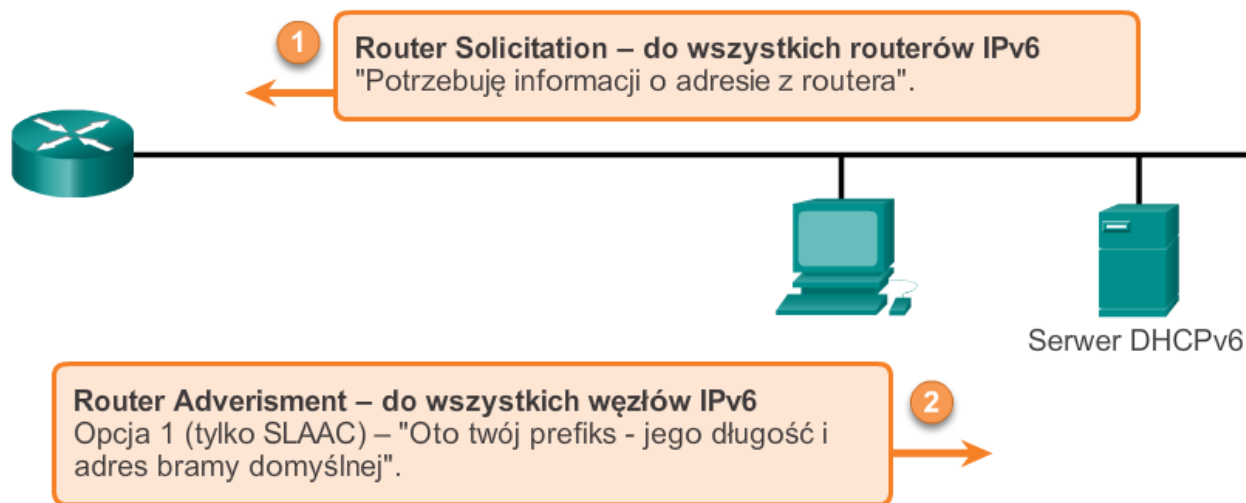
- Polecenie `ipv6 unicast-routing` włącza routing IPv6
- Komunikaty RA mogą zawierać jedną z trzech opcji:
  - tylko SLAAC – wykorzystanie wyłącznie informacji zawartych w komunikacie RA.
  - SLAAC i DHCPv6 – wykorzystanie informacji zawartych w komunikacie RA oraz skontaktowanie się z serwerem DHCPv6 po dodatkowe informacje, tzw. stateless DHCPv6 (np. celem ustalenia adresu serwera DNS)
  - tylko DHCPv6 - urządzenie nie powinno wykorzystać informacji zawartych w komunikacie RA, tzw. stateful DHCPv6.
- Routery wysyłają komunikaty ICMPv6 RA używając adresu link-local jako adresu źródłowego



Adresy IPv6 typu unicast

# Dynamiczna konfiguracja globalnego adresu unicast z wykorzystaniem SLAAC (cd.)

## Komunikaty Router Solicitation i Router Advertisement



### Opcje ogłoszeń wysyłanych przez router

**Opcja 1 (tylko SLAAC)** – "Mam wszystko, co potrzebujesz (Prefiks, długość prefiksu, adres bramy domyślnej)"

**Opcja 2 (SLAAC i DHCPv6)** – "Oto informację ode mnie, ale resztę z nich (np. adres DNS z serwera DHCPv6) musisz pozyskać gdzie indziej".

**Opcja 3 (tylko DHCPv6)** – "Nie potrafię Ci pomóc. Zapytaj serwer o informacje DHCPv6".



Adresy IPv6 typu unicast

# Konfiguracja globalnego adresu unicast z wykorzystaniem DHCPv6

## Dynamic Host Configuration Protocol dla IPv6 (DHCPv6).

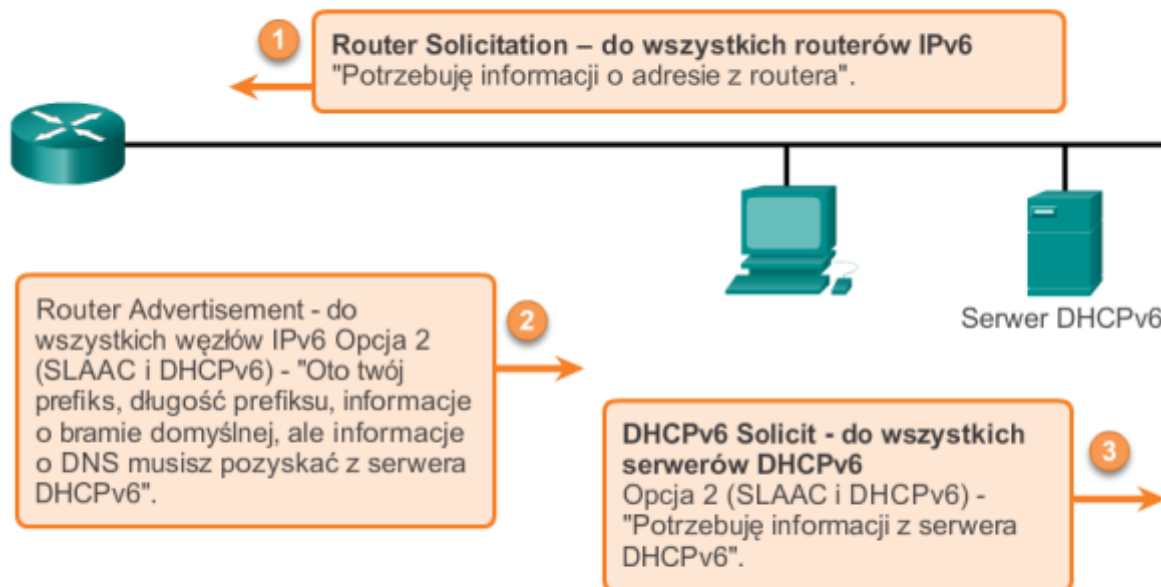
- Podobny jak w IPv4
- Stosując usługę serwera DHCPv6, urządzenie automatycznie otrzymuje informacje o adresacji na temat: globalnego adresu unicast, długości prefiksu, adresu bramy domyślnej oraz adresów serwerów DNS.
- Urządzenie może uzyskać wszystkie lub część danych konfiguracyjnych IPv6 od serwera DHCPv6 w zależności od tego, czy w komunikacie ICMPv6 RA włączona zostanie opcja 2 (SLAAC z DHCPv6), czy opcja 3 (tylko DHCPv6).
- Urządzenie może zignorować komunikat RA routera i pozyskać adres IPv6 i inne informacje konfiguracyjne bezpośrednio z serwera DHCPv6.



Adresy IPv6 typu unicast

# Konfiguracja globalnego adresu unicast z wykorzystaniem DHCPv6 (cd.)

## Komunikaty Router Solicitation i Router Advertisement



**Uwaga:** Ogłoszenie routerów w opcji 3 (tylko DHCPv6) będą wymagać istnienia klienta, aby otrzymać wszystkie informacje z serwera DHCPv6.



## Adresy IPv6 typu unicast

# Proces EUI-64

## Proces EUI-64

- Proces ten używa 48 bitowego Ethernetowego adresu MAC i wprowadza do jego środka 16 dodatkowych bitów w celu uzyskania 64 bitowego identyfikatora interfejsu.
- Zaletą stosowania tego procesu jest to, że adres MAC może być użyty do określenia identyfikatora interfejsu, oraz to że jest łatwy do prześledzenia.

**Identyfikator interfejsu EUI-64** zapisywany jest binarnie i składa się z trzech części:

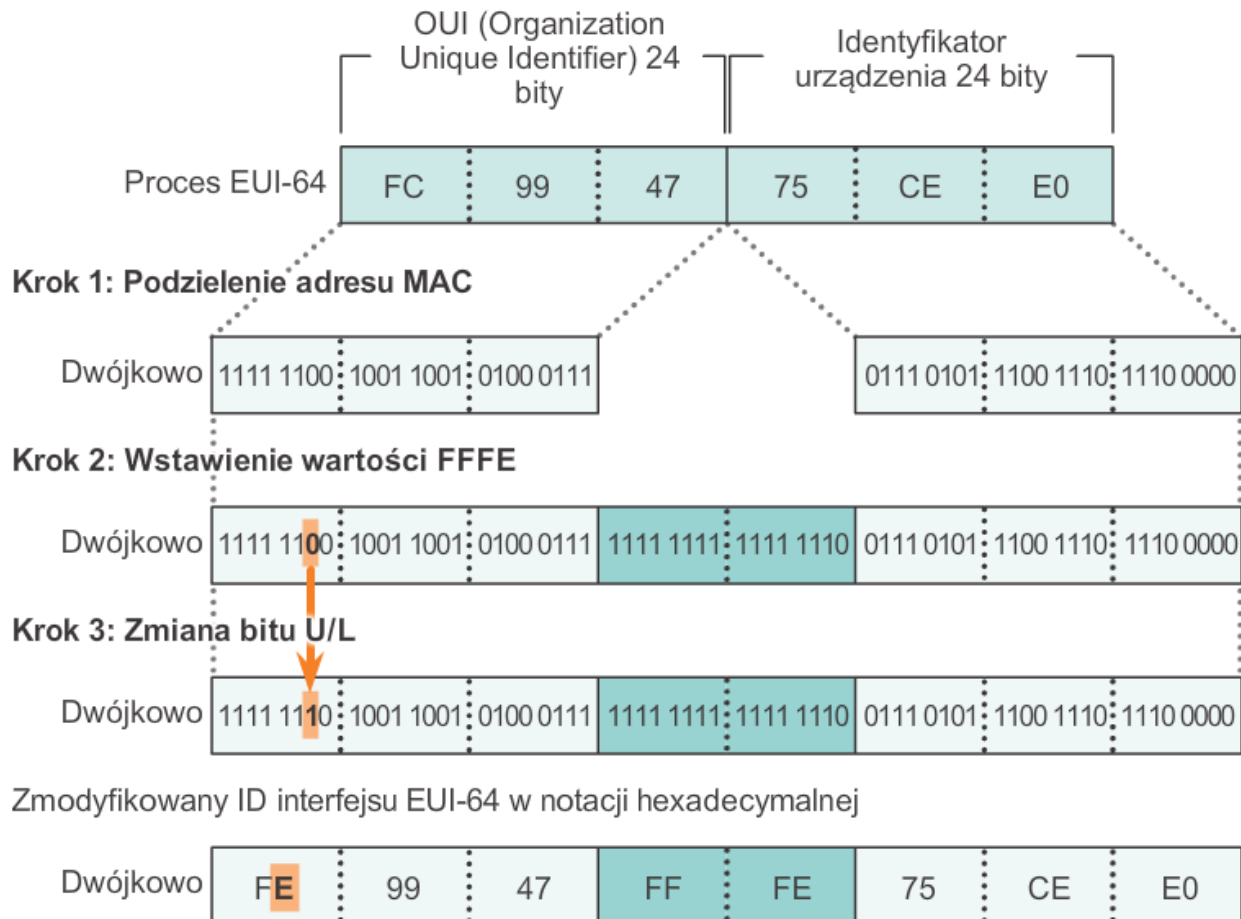
- 24 bitowego OUI z adresu MAC, ale z odwróconym siódmym bitem (U/L) - zero zamienia się w jedynkę.
- Dodanej 16-bitowej wartości FFFE
- 24-bitowego identyfikatora urządzenia uzyskanego wprost z adresu MAC.



# Adresy IPv6 typu unicast

## Proces EUI-64 (cd.)

### Proces EUI-64





## Adresy IPv6 typu unicast

# Proces EUI-64 (cd.)

```
R1#show interface gigabitethernet 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4775.c3e0
(bia fc99.4775.c3e0)
<Output Omitted>
```

```
R1#show ipv6 interface brief
```

```
GigabitEthernet0/0 [up/up]
```

```
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
```

```
2001:DB8:ACAD:1::1
```

```
GigabitEthernet0/1 [up/up]
```

```
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E1
```

```
2001:DB8:ACAD:2::1
```

```
Serial0/0/0 [up/up]
```

```
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
```

```
2001:DB8:ACAD:3::1
```

```
Serial0/0/1 [administratively down/down]
```

```
unassigned
```

```
R1#
```

Link-local addresses using  
EUI-64





## Adresy IPv6 typu unicast

# Proces EUI-64 (cd.)

### Losowo generowane identyfikatory interfejsów

- W zależności od systemu operacyjnego, urządzenie może używać identyfikatorów interfejsów generowanych losowo zamiast korzystać z adresu MAC i procesu EUI-64.
- Począwszy od systemu Windows Vista, systemy Windows używają identyfikatorów generowanych losowo, zamiast tych utworzonych za pomocą procesu EUI-64.
- Windows XP i wcześniejsze wersje systemu Windows używają procesu EUI-64.



Adresy IPv6 typu unicast

# Dynamiczne adresy link-local

## Adres typu link-local

- Po przypisaniu globalnego adresu unicast do interfejsu, urządzenie obsługujące IPv6 wygeneruje automatycznie adres typu link-local.
- Adres link-local IPv6 umożliwia urządzeniom komunikowanie się wzajemnie w tej samej podsieci.
- Host używa adresu link-local routera jako adresu swojej bramy domyślnej.
- Routery wymieniają wiadomości protokołów routingu dynamicznego używając adresów link-local.
- W tablicach routingu adresy link-local używane są jako adresy następnego przeskoku dla przesyłania pakietów IPv6.



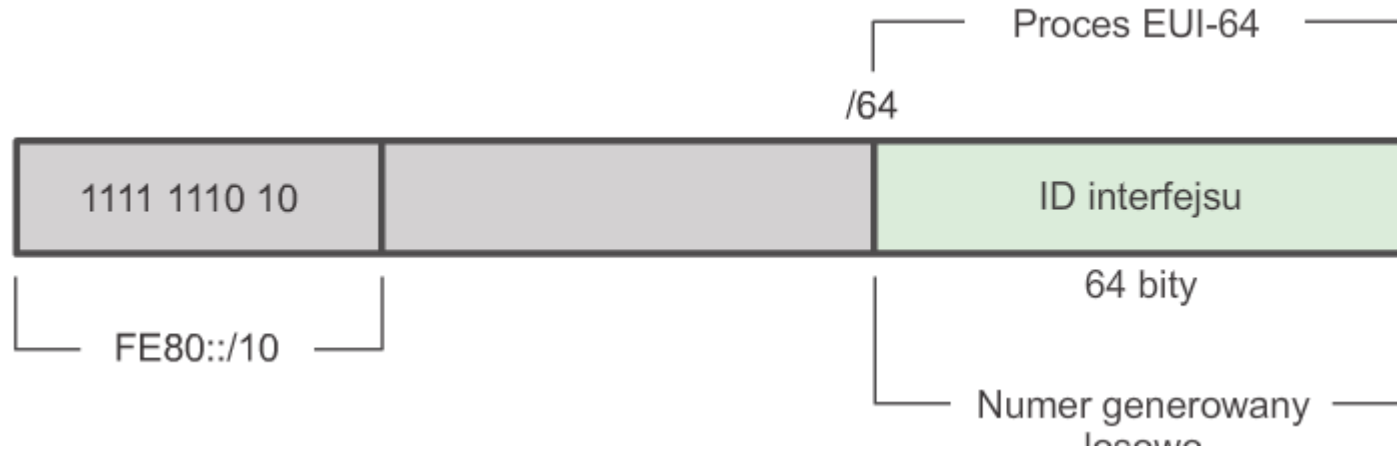
Adresy IPv6 typu unicast

# Dynamiczny adres link-local (cd.)

## Konfiguracja dynamiczna

Adres link-local tworzony jest dynamicznie przy użyciu prefiksu FE80::/10 w połączeniu z identyfikatorem interfejsu.

### Adres IPv6 połączenia lokalnego





Adresy IPv6 typu unicast

# Statyczne adresy link-local

## Konfiguracja adresów link-local

```
R1(config)#interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 ?
    link-local    Use link-local address

R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface gigabitethernet 0/1
R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#
```



Adresy IPv6 typu unicast

# Statyczne adresy link-local (cd.)

## Konfiguracja adresów link-local

```
R1#show ipv6 interface brief
```

```
GigabitEthernet0/0      [up/up]
```

```
FE80::1
```

```
2001:DB8:ACAD:1::1
```

```
GigabitEthernet0/1      [up/up]
```

```
FE80::1
```

```
2001:DB8:ACAD:2::1
```

```
Serial10/0/0            [up/up]
```

```
FE80::1
```

```
2001:DB8:ACAD:3::1
```

```
Serial10/0/1            [administratively down/down]
```

```
unassigned
```

```
R1#
```

Statically configured link-local addresses

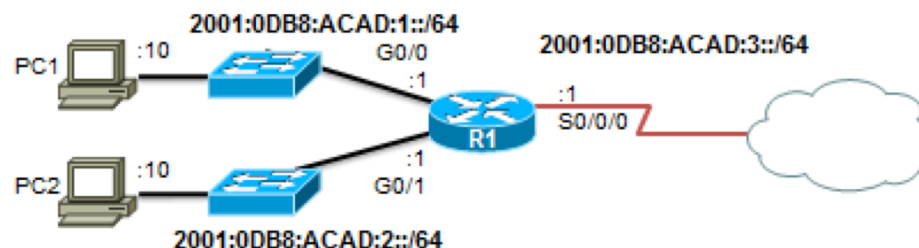


Globalne adresy IPv6 typu unicast

# Weryfikacja konfiguracji adresu IPv6

Każdy interfejs ma przypisane dwa adresy IPv6 -

1. Globalny adres typu unicast, uprzednio skonfigurowany
2. ten zaczynający się prefiksem FE80 jest dodawany automatycznie jako adres link-local typu unicast



```

R1#show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0    [up/up]
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/1    [up/up]
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E1
2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/0/0           [up/up]
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
2001:DB8:ACAD:3::1
Serial0/0/1           [administratively down/down]
unassigned
R1#
    
```



## Globalne adresy IPv6 typu unicast

# Weryfikacja konfiguracji adresu IPv6 (cd.)

```
R1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user
Static

<output omitted>

C    2001:DB8:ACAD:1::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, directly connected
L    2001:DB8:ACAD:1::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, receive
C    2001:DB8:ACAD:2::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, directly connected
L    2001:DB8:ACAD:2::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, receive
C    2001:DB8:ACAD:3::/64 [0/0]
    via Serial0/0/0, directly connected
L    2001:DB8:ACAD:3::1/128 [0/0]
    via Serial0/0/0, receive
L    FF00::/8 [0/0]
    via Null0, receive
R1#
```



Adresy IPv6 typu multicast

# Konfiguracja adresów komunikacji grupowej IPv6

- Adresy komunikacji grupowej IPv6 mają prefiks FF00::/8.
- Wyróżniamy dwa rodzaje adresów komunikacji grupowej IPv6:
  - Przypisany adres komunikacji grupowej
  - Adres solicited node multicast





## Adresy IPv6 typu multicast

# Konfiguracja adresów komunikacji grupowej IPv6 (cd.)

Dwie podstawowe grupy multicastowe IPv6 to:

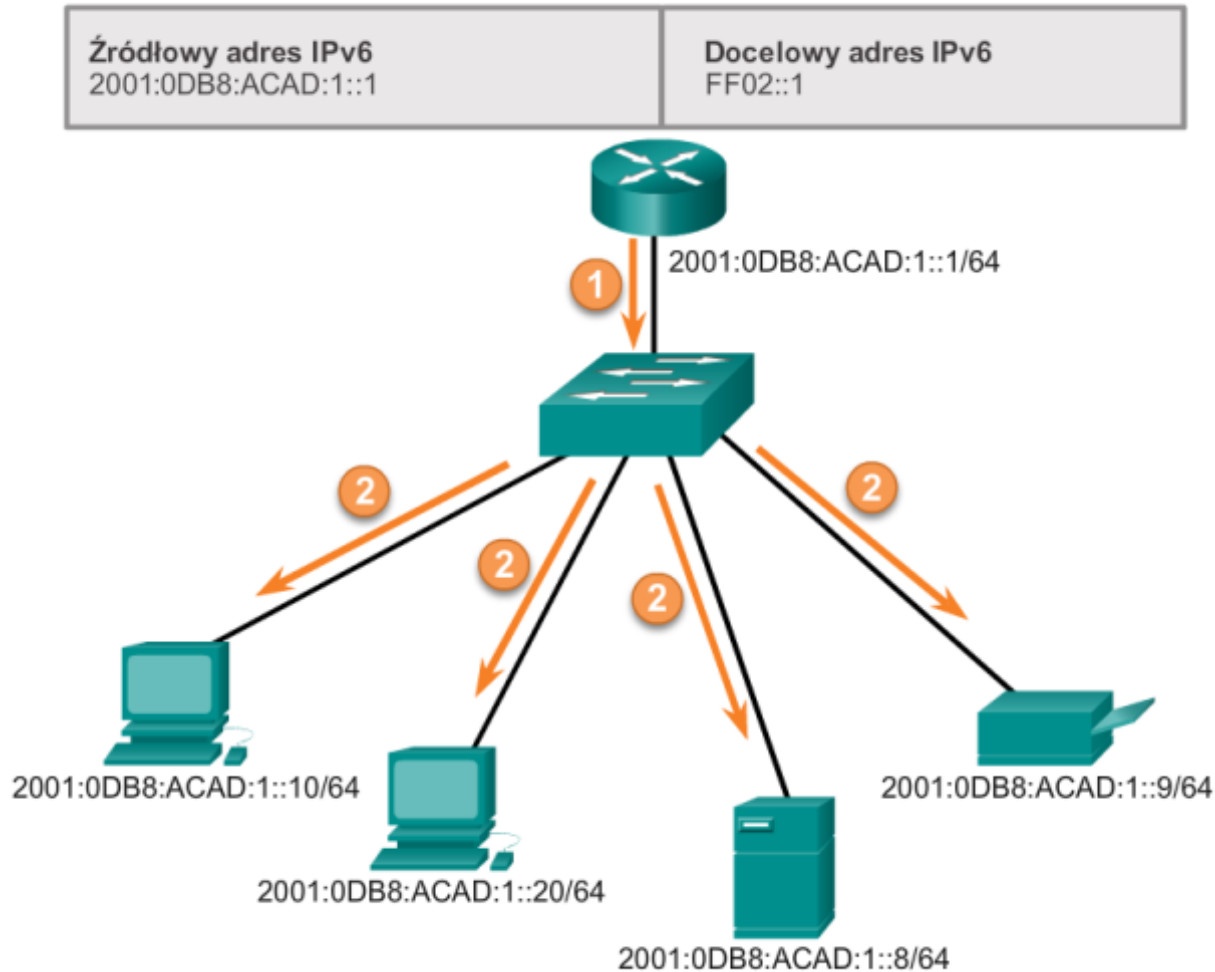
- **FF02::1 Grupa multicastowa wszystkich węzłów -**
  - Wszystkie urządzenia z włączoną obsługą IPv6
  - Uzyskuje się efekt taki sam jak w przypadku adresu rozgłoszeniowego IPv4
- **FF02::2 grupa multicast wszystkich routerów**
  - W jej skład wchodzi wszystkie routery IPv6
  - Router staje się członkiem tej grupy po wydaniu komendy `ipv6 unicast-routing` , w trybie konfiguracji globalnej.
  - Pakiet wysłany do tej grupy multicastowej jest obierany i przetwarzany przez wszystkie routery IPv6 na danym łączu lub w danej sieci.



# Adresy IPv6 typu multicast

## Konfiguracja adresów komunikacji grupowej IPv6 (cd.)

Multicastowa komunikacja do wszystkich węzłów IPv6





## Adresy IPv6 typu multicast

# Adres multicastowy Solicited-Node IPv6

- Można przyrównać go do adresu multicastowego wszystkich węzłów. Porównywane są tylko ostatnie 24 bity globalnego adresu typu unicast.
- Tworzony automatycznie w momencie skonfigurowania globalnego adresu unicast lub adresu link-local.
- Składa się ze specjalnego prefiksu `FF02:0:0:0:0:0:FF00::/104` oraz 24 najmłodszych bitów adresu unicast



Globalny adres unicastowy IPv6: 2001:0DB8:ACAD:0001:0000:0000:0000:0010

Adres grupowy Solicited Node IPv6: FF02:0:0:0:0:0:1:FF00:0010

## 8.3 Weryfikacja łączności





## ICMP

# Komunikaty ICMPv4 i ICMPv6

- Komunikaty ICMP wspólne dla ICMPv4 oraz ICMPv6 to:
  - Potwierdzenie dostępności hosta
  - Przeznaczenie lub usługa niedostępna
  - Przekroczony czas
  - Przekierowanie trasy
- Ponieważ protokół IP nie jest niezawodny, stos protokołów TCP/IP zapewnia wysłanie wiadomości za pomocą usługi ICMP, pomimo pojawiających się błędów.



## ICMP

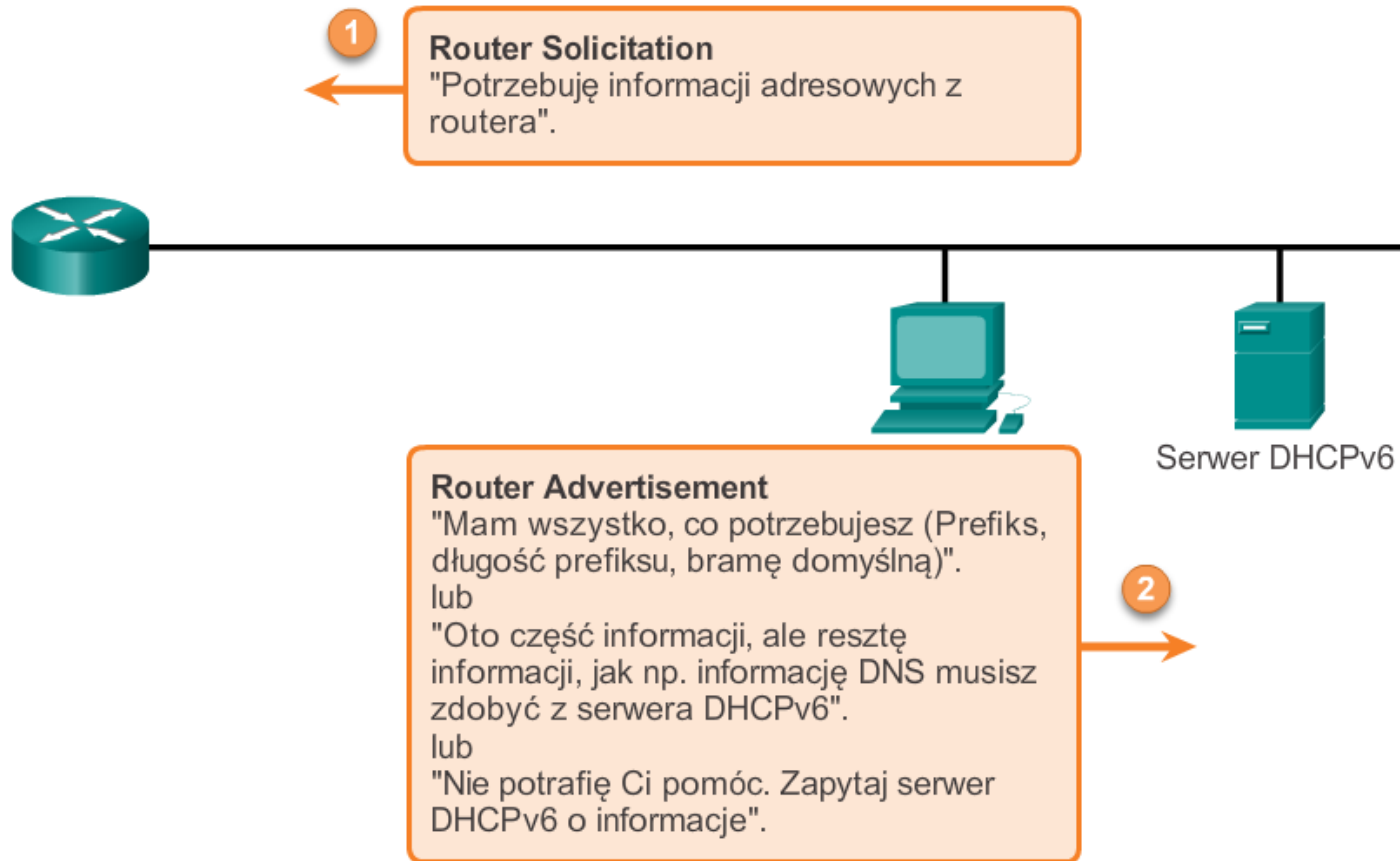
# Komunikaty ICMPv6: Router Solicitation oraz Router Advertisement

- ICMPv6 zawiera cztery nowe komunikaty wchodzące w skład protokołu Neighbor Discovery
  - Komunikat Router Solicitation
  - Komunikat Router Advertisement
  - Komunikat Neighbor Solicitation
  - Komunikat Neighbor Advertisement
- **Komunikaty Router Solicitation i Router Advertisement** są przesyłane pomiędzy hostami i routerami.
- **Komunikaty Router Solicitation** są rozgłaszane do wszystkich routerów jako wiadomości multicast.
- **Komunikaty Router Advertisement** są wysyłane przez routery celem dostarczenia informacji o adresacji.



## ICMP

# Komunikaty ICMPv6: Router Solicitation oraz Router Advertisement (cd.)





## ICMP

# Komunikaty ICMPv6: Neighbor Solicitation oraz Neighbor Advertisement

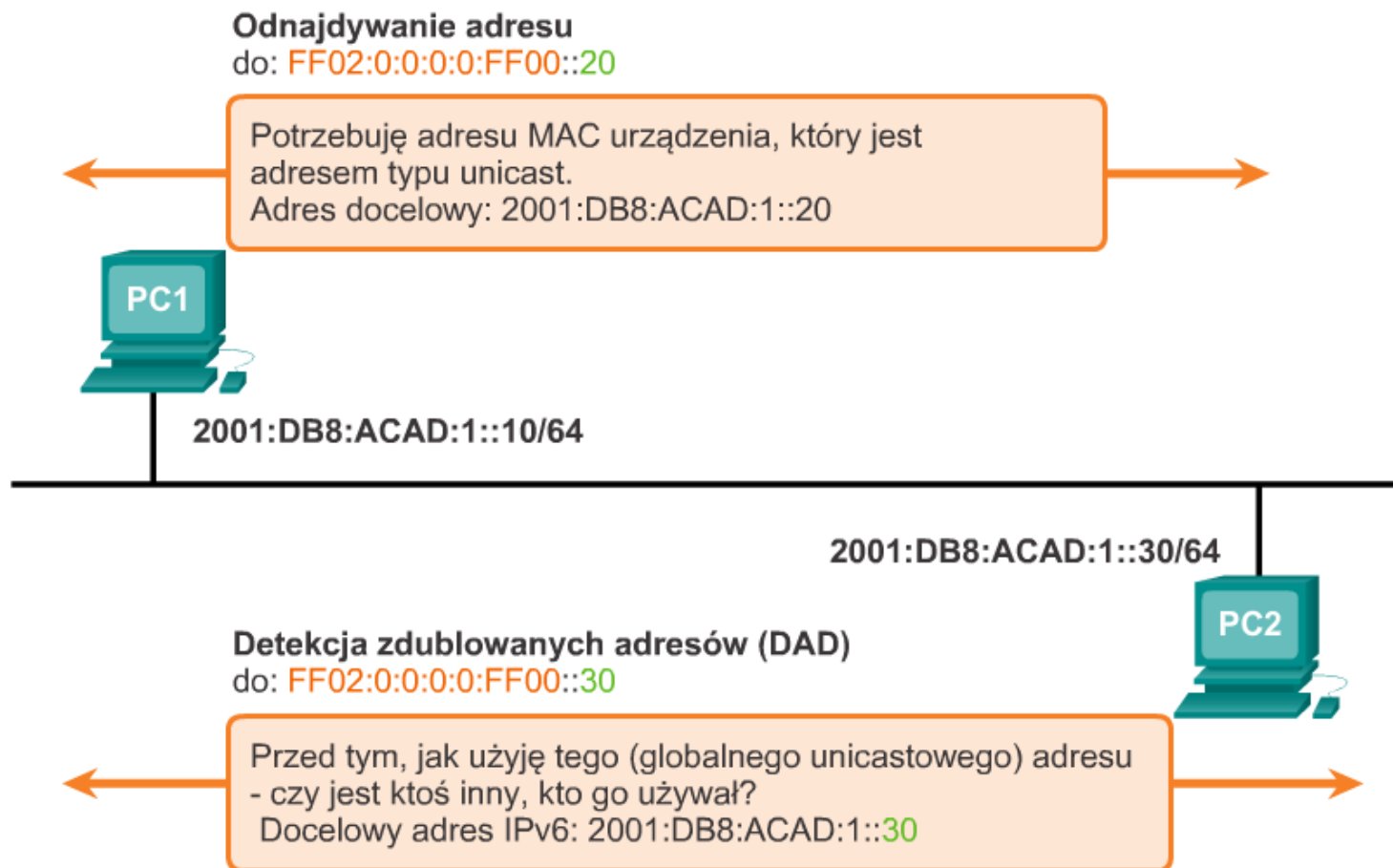
- Dwa dodatkowe rodzaje komunikatów:
  - Neighbor Solicitation (NS)
  - Neighbor Advertisement (NA)
- **Używane celem odwzorowania adresów:** w przypadku gdy urządzenie w sieci LAN zna adres unicast IPv6 urządzenia docelowego, ale nie zna jego adresu MAC.
- **Używane także celem wykrycia konfliktów adresów IP**
  - Celem sprawdzenia unikalności, wysyłane na odpowiedni adres
  - Urządzenie wyśle komunikat NS zawierający swój własny adres IPv6 jako adres docelowy.





## ICMP

# Komunikaty ICMPv6: Neighbor Solicitation oraz Neighbor Advertisement (cd.)

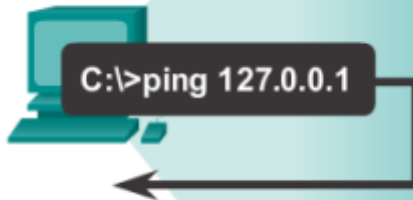




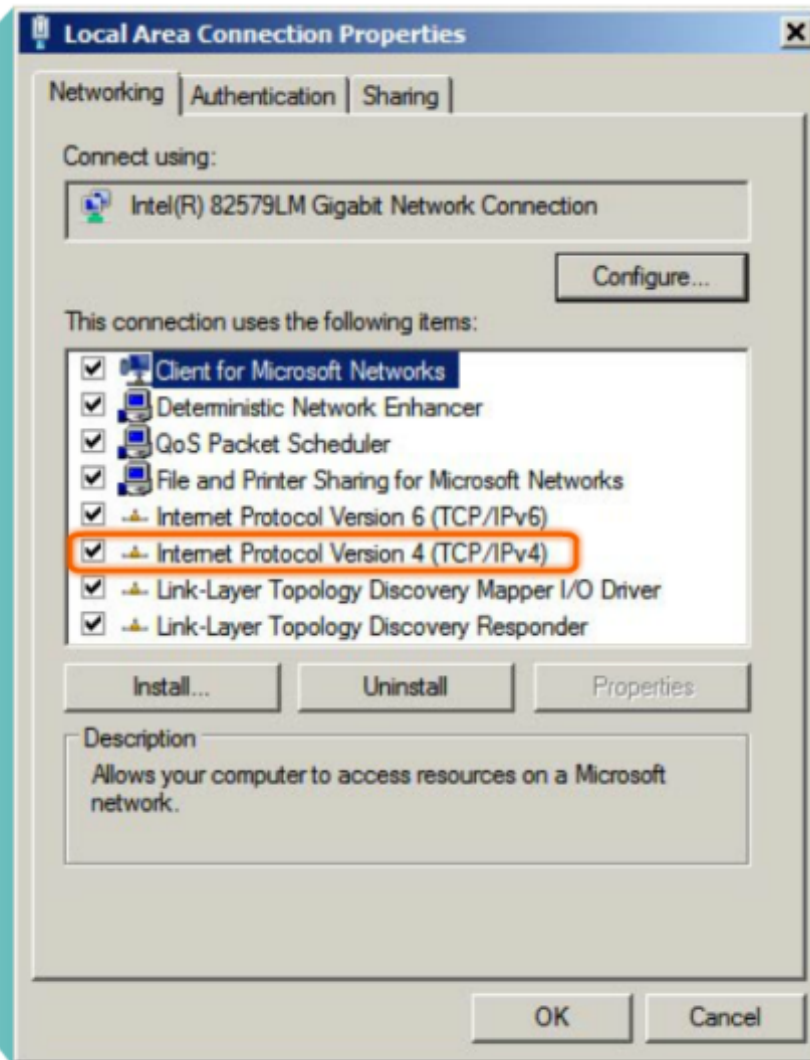
## Testowanie i weryfikacja

# Ping – sprawdzanie lokalnego stosu

Wykonanie Ping do lokalnego hosta potwierdza, że TCP/IP jest zainstalowany i działa prawidłowo na lokalnym hoście.



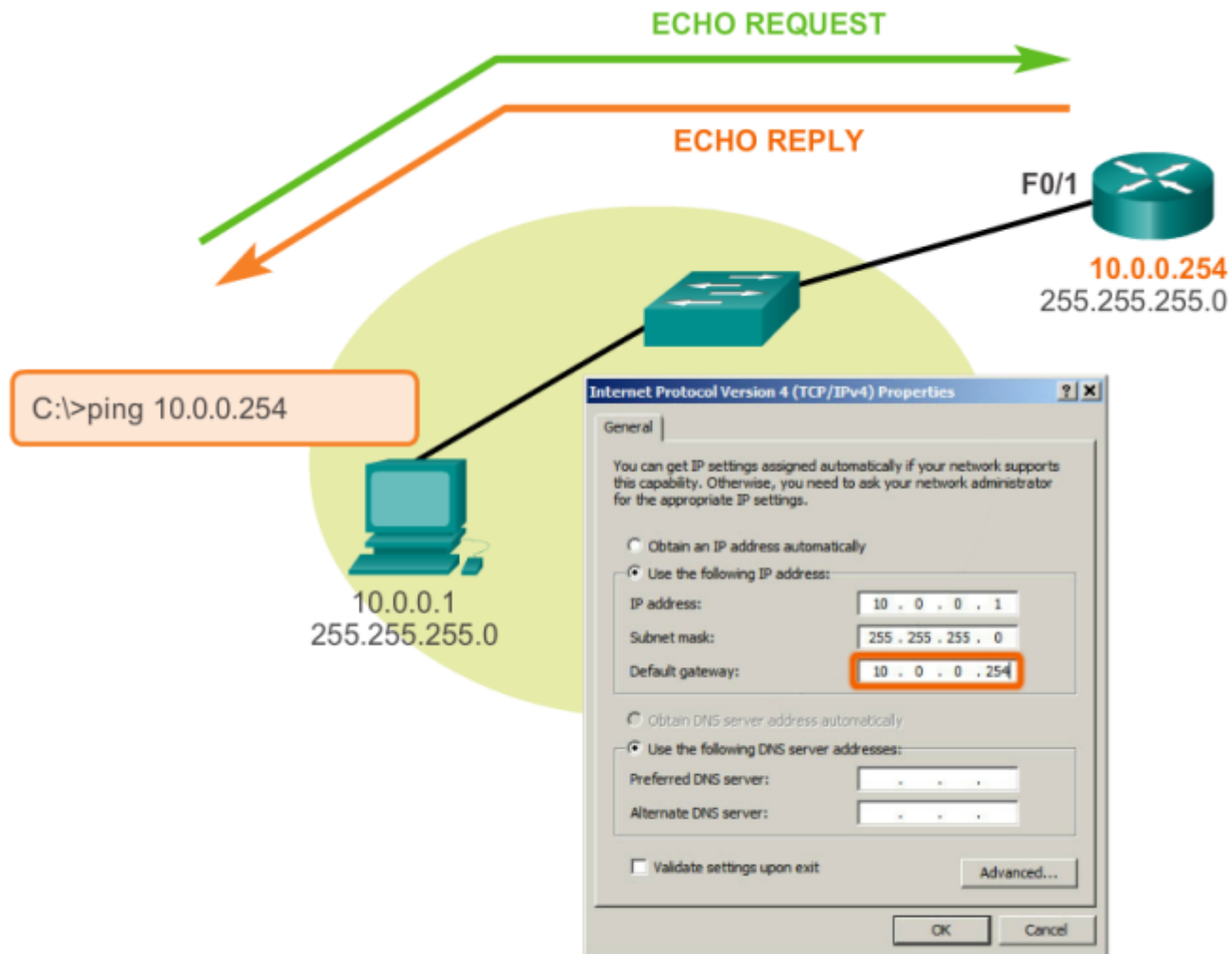
Wykonanie Ping na adres **127.0.0.1** zmusza urządzenie do sprawdzenia samego siebie.





## Testowanie i weryfikacja

# Ping - testowanie połączeń w sieci lokalnej

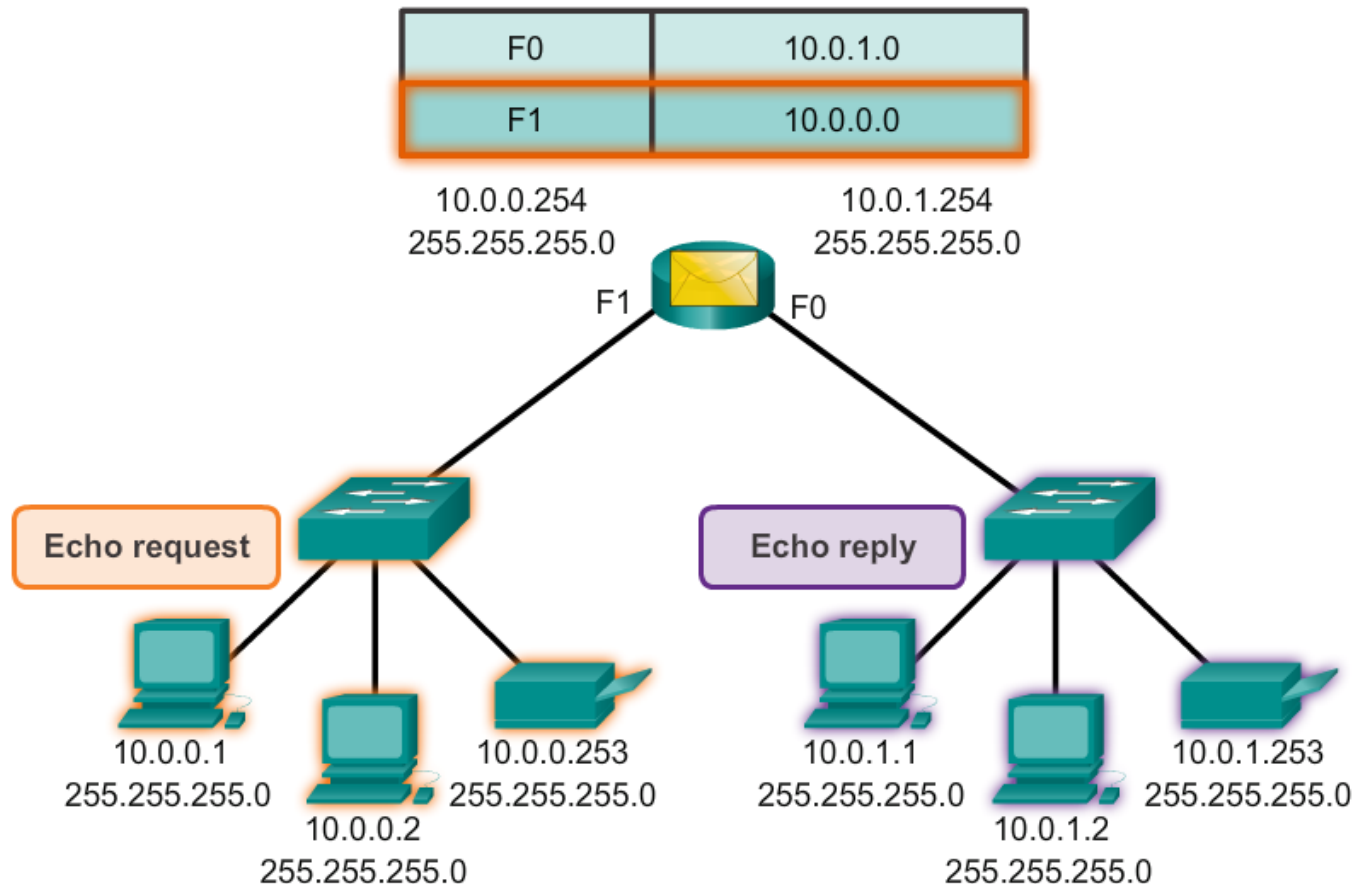




## Testowanie i weryfikacja

# Ping - testowanie połączeń zdalnych

Testowanie połączenia z odległą siecią LAN lub zdalnym hostem przy użyciu komendy ping





## Testowanie i weryfikacja

# Traceroute - testowanie ścieżki

## Traceroute

- Wyświetla listę skoków znajdujących się na drodze przesyłanego pakietu.
- Dostarcza wiele ważnych informacji diagnostycznych.
- Jeśli pakiet dotrze do celu, to lista będzie zawierać informację o interfejsie każdego routera na ścieżce między hostami.
- Jeśli dane zatrzymają się na jakimś urządzeniu, adres ostatniego routera, który odpowiedział na komendę trasowania, może wskazać miejsce, gdzie znajduje się problem albo ograniczenia związane z bezpieczeństwem.
- Pozwala na zbadanie czasu obiegu danych RTT dla każdego urządzenia leżącego na ścieżce prowadzącej do adresata.



## Adresowanie IP

# Podsumowanie

- Adres IP jest zbudowany hierarchicznie, składa się z części sieci, podsieci i hosta.
- Adres IP może przedstawiać adres sieci, konkretnego hosta lub adres rozgłoszeniowy całej sieci.
- Maski podsieci lub prefiksy są używane do określenia części sieciowej adresu IP. Po utworzeniu sieci IP należy przeprowadzić liczne testy w celu sprawdzenia jej funkcjonalności oraz jakości realizowanych usług.
- Protokół DHCP umożliwia automatyczne przyporządkowanie hostowi informacji takich jak adres IP, maska podsieci, domyślna brama oraz innych danych związanych z jego konfiguracją.



## Adresowanie IP

# Podsumowanie (cd.)

- Hosty z IPv4 mogą się komunikować na trzy różne sposoby: komunikacją pojedynczą (ang. unicast), rozgłoszeniową (ang. broadcast) i grupową (ang. multicast).
- Prywatnymi adresami IPv4 są następujące bloki: 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 oraz 192.168.0.0/16.
- Wyczerpywanie się adresów IPv4 to czynnik motywujący do przejścia na adresację IPv6.
- Każdy adres IPv6 ma 128 bitów, w odróżnieniu od 32-bitowego adresu IPv4.
- Długość prefiksu używana jest do wskazania części sieciowej adresu IPv6, zapisujemy to w postaci: adres IPv6/długość prefiksu.



## Adresowanie IP

# Podsumowanie (cd.)

- Są trzy rodzaje adresów IPv6: komunikacji jednostkowej (unicast), grupowej (multicast) i anycast.
- Adres IPv6 link-local (łącza lokalnego) umożliwia urządzeniu komunikację z innymi urządzeniami z adresem IPv6 w ramach jednej podsieci i tylko tej podsieci.
- Pakiety ze źródłowym lub docelowym adresem link-local nie mogą być przesyłane przez routery poza podsieć, z której pochodzą.
- Adres IPv6 link-local posiada prefiks FE80::/10.
- Protokół ICMP jest dostępny dla obu protokołów IPv4 oraz IPv6.



# Cisco | Networking Academy<sup>®</sup>

Mind Wide Open<sup>™</sup>