

Rozdział 4: Podstawy routingu



Routing & Switching



Rozdział 4

4.0 Koncepcje routingu

4.1 Wstępna konfiguracja routera

4.2 Decyzje routingu

4.3 Działanie routera

4.4 Podsumowanie



Rozdział 4: Cele

- Skonfigurowanie routera w taki sposób, aby kierował wieloma bezpośrednio związanymi sieciami.
- Opisać najważniejsze funkcje i właściwości routera.
- Wyjaśnienie, w jaki sposób routery wykorzystują informacje zawarte w pakietach danych do podejmowania decyzji w przekierowywaniu w sieci w małych i średnich przedsiębiorstwach.
- Wyjaśnienie procesów enkapsulacji i dekapulacji wykorzystywanych przez routery podczas przełączania pakietów pomiędzy interfejsami.



Rozdział 4: Cele (cd.)

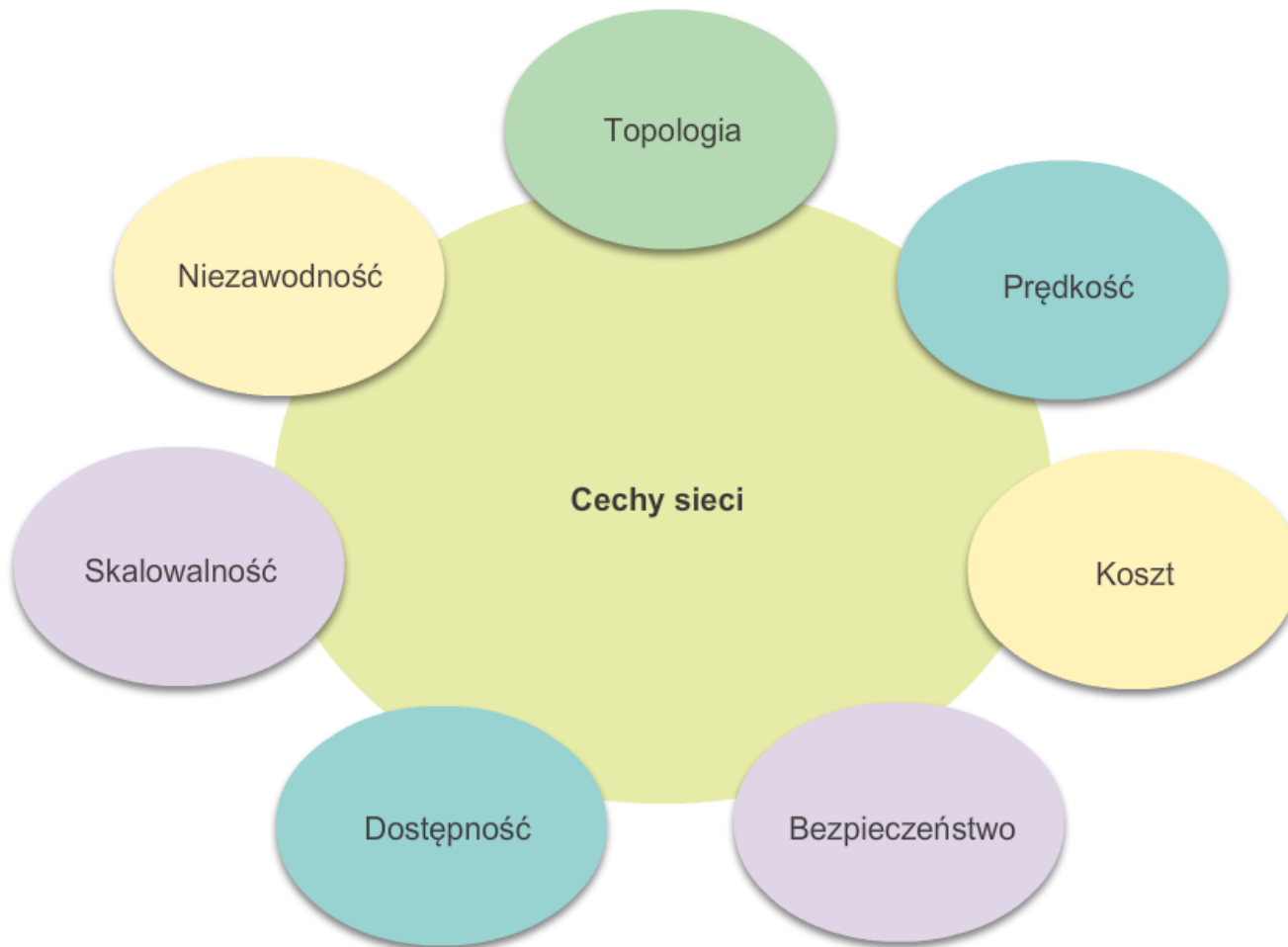
- Porównanie sposobów, w jaki router buduje tablicę routingu podczas pracy w sieci w małych i średnich przedsiębiorstwach.
- Wyjaśnienie znaczenia wpisów w tabeli routingu dla urządzeń bezpośrednio przyłączonych sieci.
- Wyjaśnienie, jak router konstruuje tablicę routingu dla urządzeń bezpośrednio przyłączonych sieci.
- Wyjaśnienie, jak router konstruuje tablicę routingu z wykorzystaniem tras statycznych.
- Wyjaśnienie, jak router konstruuje tablicę routingu za pomocą protokołu routingu dynamicznego.



Funkcje routera

Charakterystyka sieci

Cechy sieci

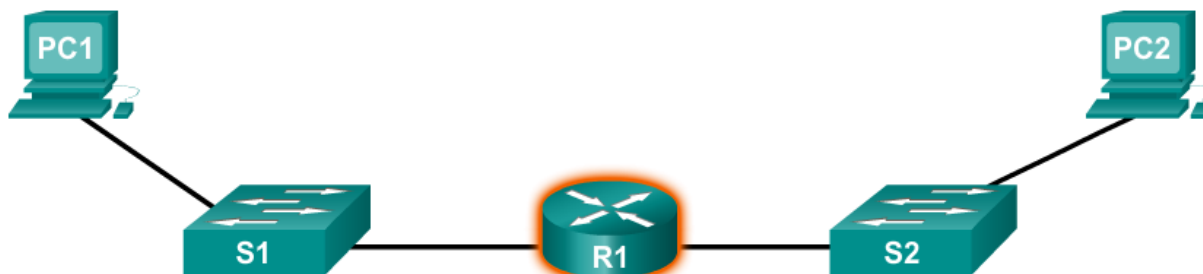


Funkcje routera

Dlaczego routing?

Router jest odpowiedzialny za przekierowywanie ruchu pomiędzy sieciami.

Routery przekierowują pakiety



```
R1# 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    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
```

Interfejs linii komend Cisco IOS (CLI) może być użyty do podejrzania tablicy routingu.



Funkcje routera

Routery jako komputery

Routery to wyspecjalizowane komputery zawierające następujące elementy wymagane do pracy:

- procesor,
- system operacyjny (OS) - routery wykorzystują Cisco IOS,
- pamięć wewnętrzna oraz pamięć masowa (RAM, ROM, NVRAM, Flash, dysk twardy).

Pamięć	Ulotna / Nieulotna	Przechowuje
Pamięć RAM	Ulotna	• Uruchomiony IOS • Plik konfiguracji bieżącej (running-config) • Tablice routingu i tablice ARP • Bufor pakietów
Pamięć ROM	Nieulotna	• Instrukcje procesu rozruchu • Podstawowe oprogramowanie diagnostyczne • Ograniczony funkcjonalnie IOS
NVRAM	Nieulotna	• Plik konfiguracji startowej
Pamięć flash	Nieulotna	• IOS • Pozostałe pliki systemowe

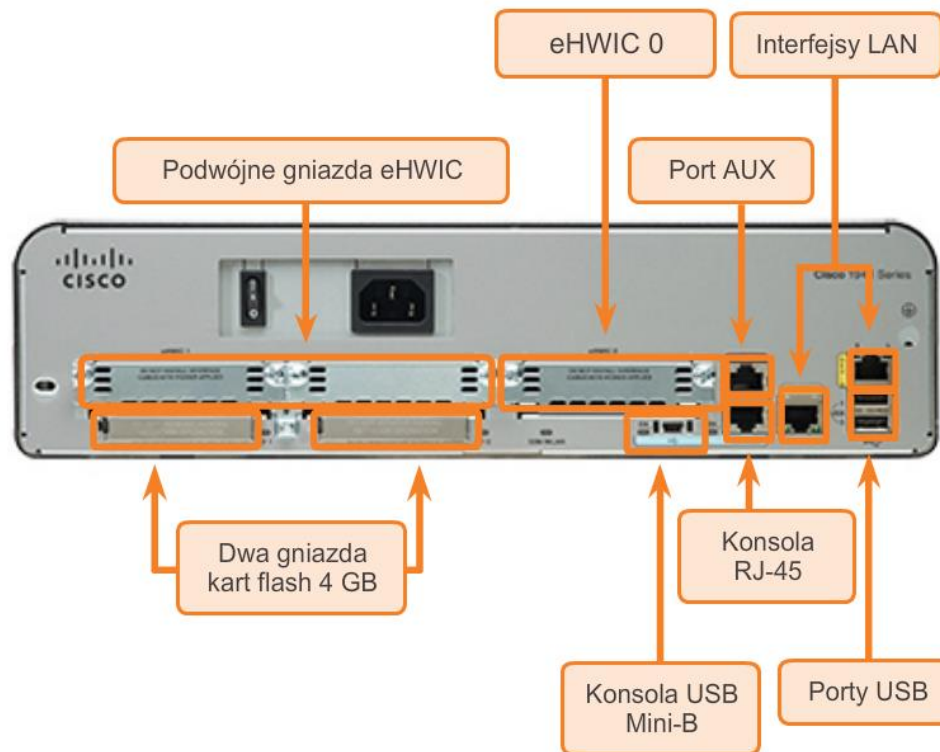


Funkcje routera

Routery jako komputery

Routery mają wyspecjalizowane porty oraz karty interfejsów sieciowych do łączenia urządzeń z innymi sieciami.

Tylny panel routera

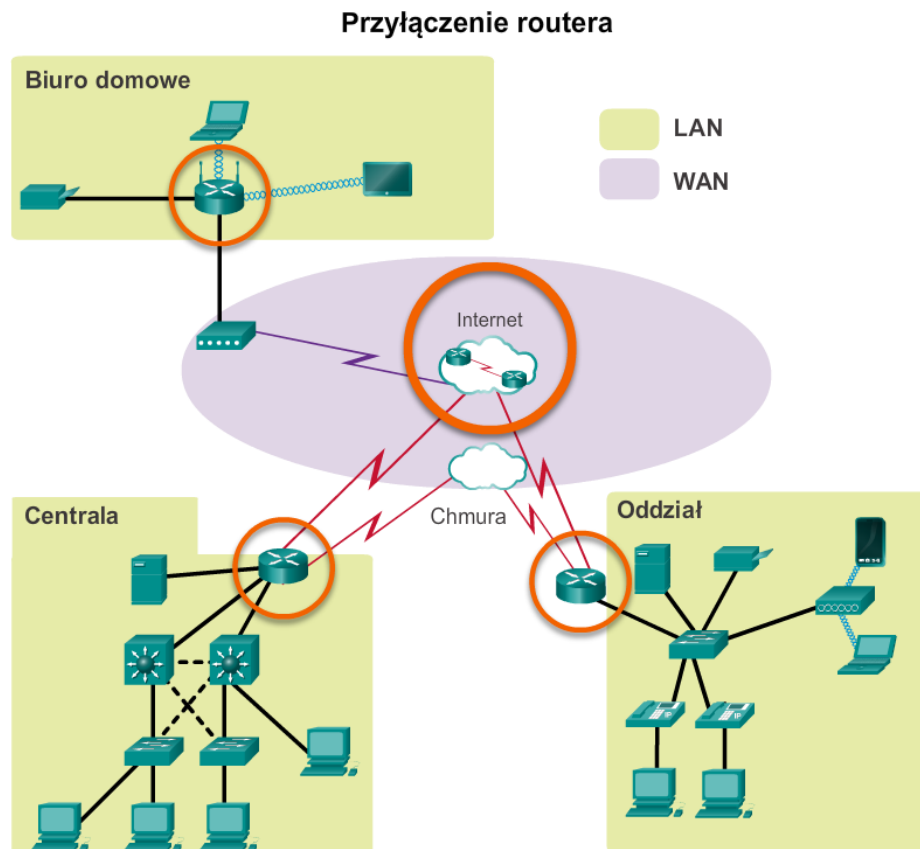




Funkcje routera

Routery sieci interconnect

- Routery służą do łączenia wielu sieci.
- Routery mają wiele interfejsów należących do innej sieci IP.





Funkcje routera

Routery wybierają najlepsze ścieżki dostępu

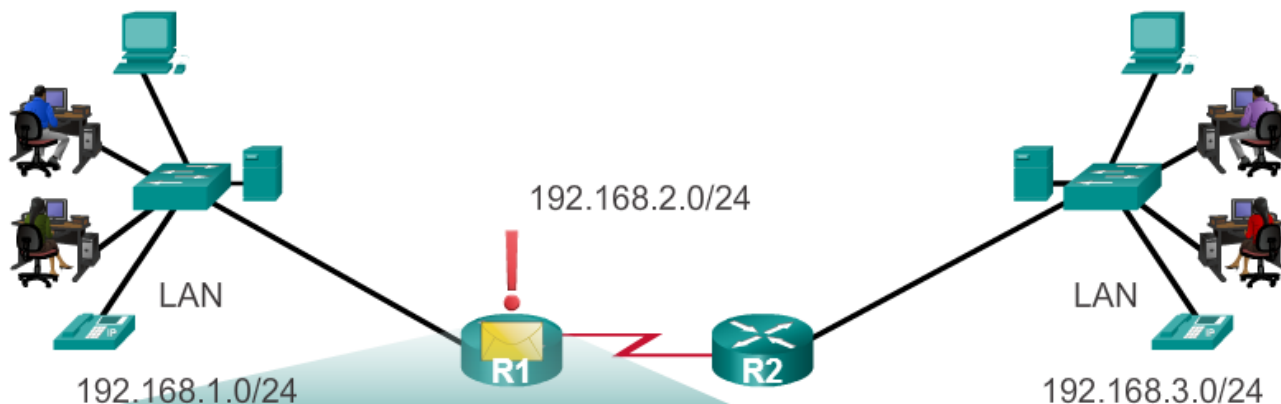
- Routery wykorzystują do budowania swoich tablic routingu i do pozyskiwania wiedzy o zdalnych sieciach ścieżki statyczne oraz protokoły routingu dynamicznego.
- Routery korzystają z tablic routingu do określenia najlepszej ścieżki do wysłania pakietów.
- Routery enkapsulują pakiet i przesyłają go dalej do interfejsu podanego w tablicy routingu.



Funkcje routera

Routery wybierają najlepsze ścieżki dostępu

Jak działa router



R1# **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 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S 192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2

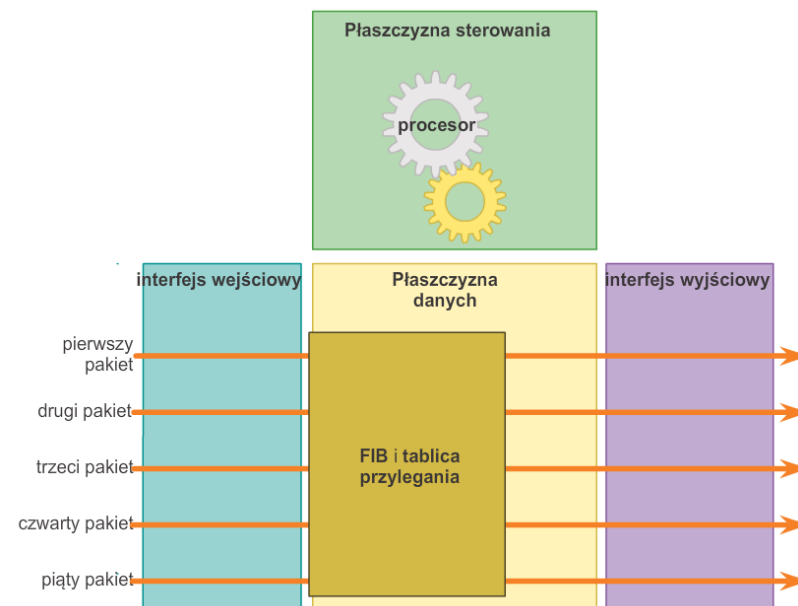
Routery używają tablic routingu jak map, do ustalenia najlepszej ścieżki do danej sieci.

Metody przekazywania pakietów (ang. Packet Forwarding Methods)

- **Process switching** - Reprezentuje starszy mechanizm przekazywania pakietów, wciąż dostępny na routerach Cisco.
- **Fast switching** - Jest powszechnym mechanizmem przekazywania pakietów, wykorzystującym szybko przełączającą pamięć podręczną do przechowywania informacji o następnym skoku.
- **Cisco Express Forwarding (CEF)** - CEF jest najnowszym i zalecanym mechanizmem Cisco IOS do przekazywania pakietów. Wpisy w tabeli nie są dokonywane z chwilą nadejścia pakietu, jak w przypadku szybkiego przełączania.



Cisco Express Forwarding

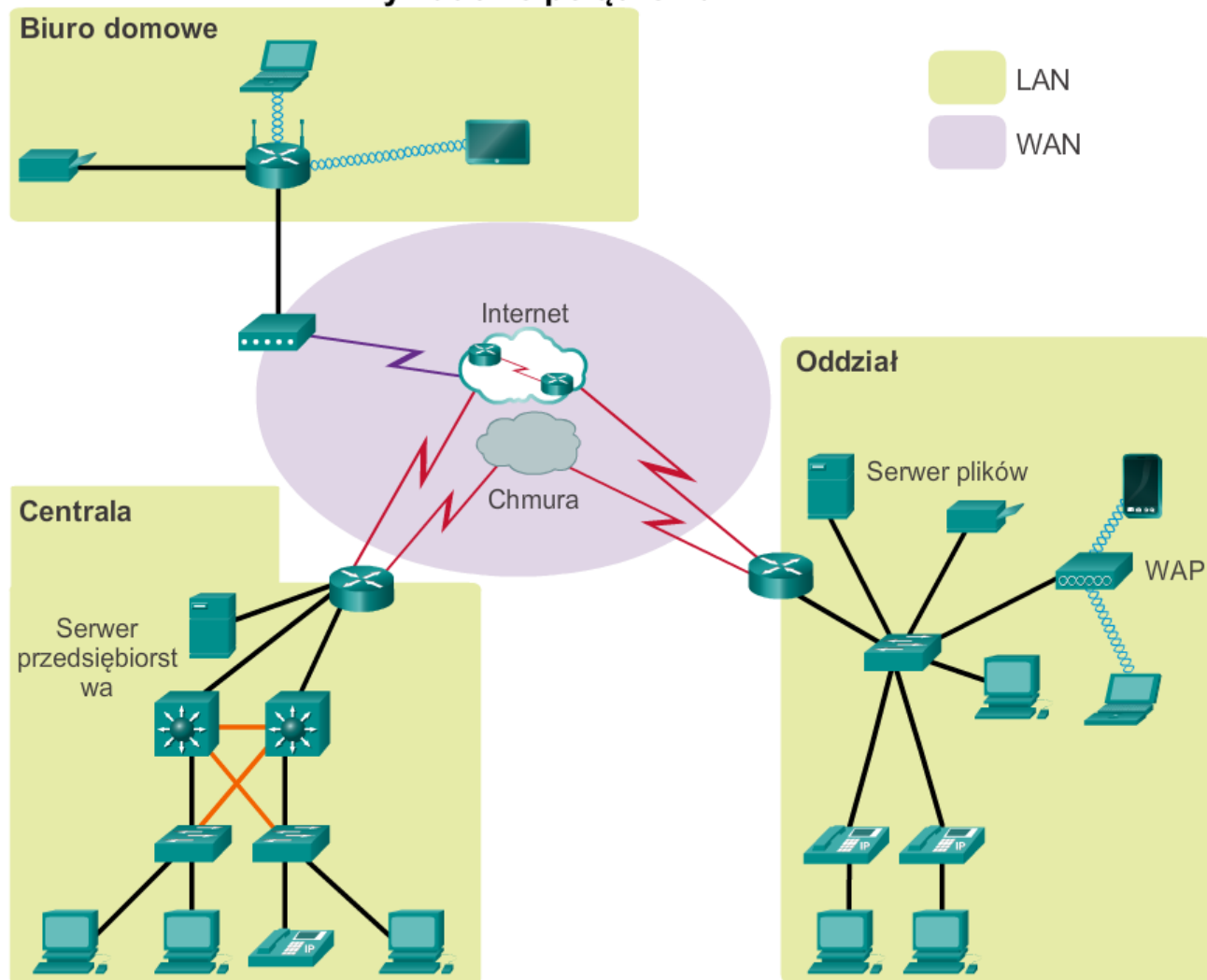




Podłączanie urządzeń

Podłączenie do sieci

Przykładowe połączenia LAN i WAN





Podłączanie urządzeń

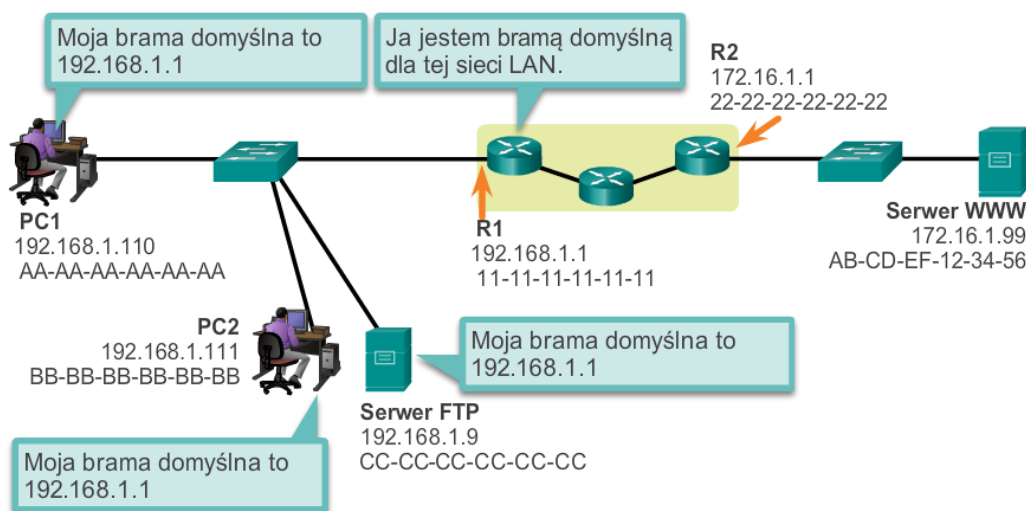
Bramy domyślne

Aby umożliwić dostęp do sieci, muszą zostać skonfigurowane adresy IP urządzeń, pozwalające na określenie następujących danych:

- **Adres IP** - Identyfikuje unikatowy host w sieci lokalnej.
- **Maska podsieci** - Identyfikuje maskę podsieci hosta.
- **Brama domyślna** - Identyfikuje router, do którego należy wysłać pakiety, gdy cel transmisji nie znajduje się w tej samej podsieci.

Kierowanie poszczególnych części do odpowiedniej sieci

Docelowy adres MAC	Źródłowy adres MAC	Źródłowy adres IP	Docelowy adres IP	Dane
11-11-11-11-11-11	AA-AA-AA-AA-AA-AA	192.168.1.110	172.16.1.99	



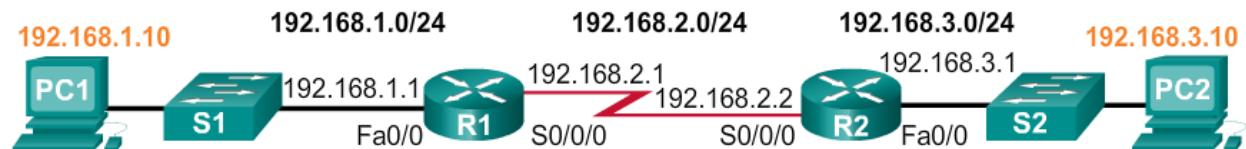


Podłączanie urządzeń

Dokumentacja adresacji sieci

Dokumentacja sieci powinna zawierać co najmniej następujące dane w diagramie topologii i adresowania tabeli:

- nazwy urządzeń,
- interfejsy,
- adresy IP i maskę podsieci,
- bramy domyślne.



Urządzenie	Interfejs	Adres IP	Maska podsieci	Brama domyślna
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	nie dotyczy
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	nie dotyczy
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	nie dotyczy
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	nie dotyczy
PC1	nie dotyczy	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	nie dotyczy	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1



Podłączanie urządzeń

Włączenie IP na gości

Przypisany statycznie adres IP – host ma ręcznie przypisany adres IP, maskę podsieci oraz bramę domyślną. Można także skonfigurować adres IP serwera DNS.

- Statycznie przypisanych adresów używa się zwykle do identyfikowania konkretnych zasobów sieciowych, takich jak serwery i drukarki.
- Można ich także używać w mniejszych sieciach zawierających kilka hostów.

Dynamicznie przydzielony adres IP - adres IP jest przydzielany przez serwer z wykorzystaniem Protokołu Dynamicznej Konfiguracji Komputera DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).

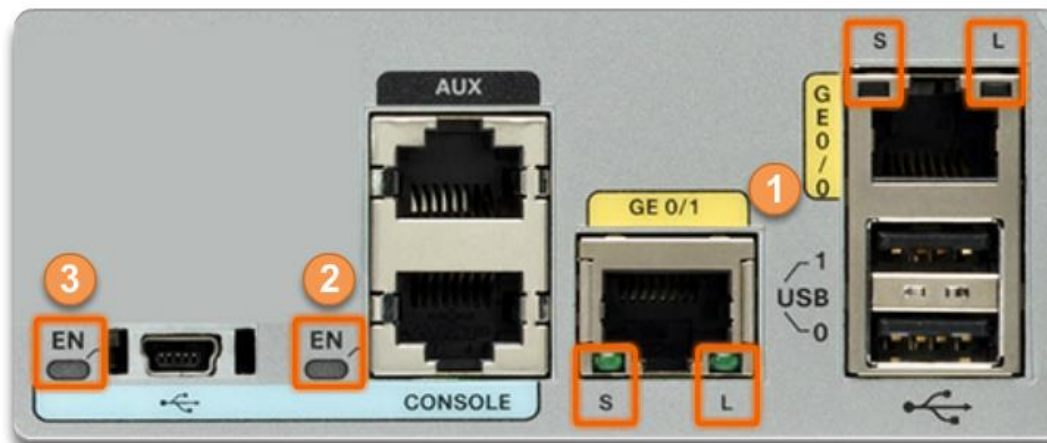
- W większości przypadków hosty pobierają informacje o adresach IP przez DHCP.
- Usługi DHCP mogą być świadczone przez routery firmy Cisco.



Podłączanie urządzeń

Diody LED urządzenia

Diody routera CISCO 1941



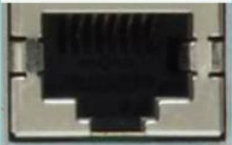
#	Port	LED	Kolor	Opis
1	GE0/0 oraz GE0/1	S (Szybkość)	1 mrugnięcie + pauza	Port działający z szybkością 10 Mb/s
			2 mrugnięcia + pauza	Port działający z szybkością 100 Mb/s
			3 mrugnięcia + pauza	Port działający z szybkością 1000 Mb/s
		L (Łącze)	Zielony	Łącze jest aktywne
			Wyłączony	Łącze jest nieaktywne
2	Konsola	EN	Zielony	Port jest aktywny
			Wyłączony	Port jest nieaktywny
3	USB	EN	Zielony	Port jest aktywny
			Wyłączony	Port jest nieaktywny



Podłączanie urządzeń

Dostęp do konsoli wymaga:

- kabla konsolowego - kabel konsolowy RJ-45-to-DB-9,
- oprogramowania do emulacji terminali - Tera Term, PuTTY, HyperTerminal.

Port na komputerze	Wymagany kabel	Port na ISR	Emulacja terminala
 Port szeregowy	 Kabel konsolowy	 Port konsoli RJ-45	 Tera Term
 USB typ portu A	 Adapter USB-do-RS-232 portu szeregowego Kabel konsolowy	 Port konsoli RJ-45	 PuTTY
	 Kabel USB typu A do USB typu B (Mini-B)	 Port konsoli USB Type-B (Mini-B USB)	

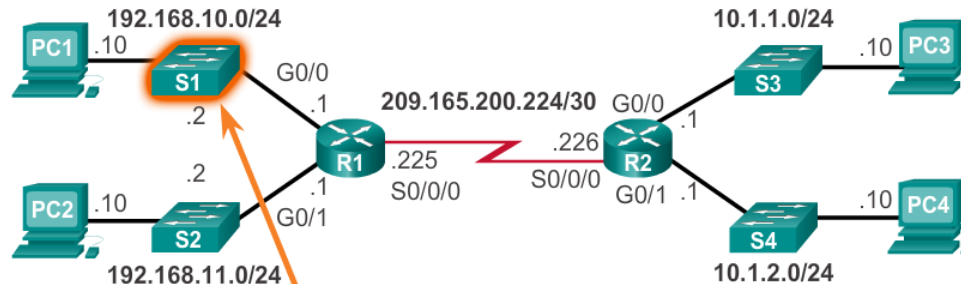


Podłączanie urządzeń

Włączenie IP na przełączniku

- Urządzenia infrastruktury sieciowej wymagają skonfigurowania adresów IP, aby umożliwić zdalne zarządzanie nimi.
- Na przełączniku zarządzający adres IP jest przypisany do wirtualnego interfejsu.

Konfiguracja interfejsu zarządzania przełącznikiem



```

S1(config)# interface vlan 1
S1(config-if)# ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
S1(config-if)# no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up
S1(config-if)# exit
S1(config)#
S1(config)# ip default-gateway 192.168.10.1
S1(config)#

```



Konfigurowanie podstawowych ustawień routera

Podstawowe zadania, które powinny być skonfigurowane jako pierwsze na routerze i przełączniku firmy Cisco:

- **nazwij urządzenie** – odróżni to urządzenie od innych routerów,
- **zabezpiecz dostęp do zarządzania** – zabezpiecza to tryby EXEC, dostęp Telnet oraz szyfruje hasła na najwyższym możliwym poziomie,

```
R1(config)# enable secret class
R1(config)#
R1(config)# line console 0
R1(config-line)# password cisco
R1(config-line)# login
R1(config-line)# exit
R1(config)#
R1(config)# line vty 0 4
R1(config-line)# password cisco
R1(config-line)# login
R1(config-line)# exit
R1(config)#
R1(config)# service password-encryption
R1(config)#
```

- **skonfiguruj baner** – stanowi to prawne ostrzeżenie przed nieautoryzowanym dostępem,
- **zapisz konfigurację.**

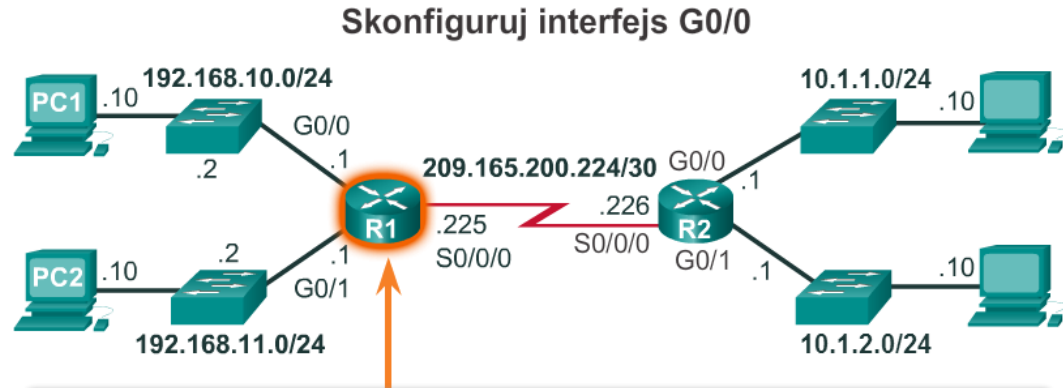


Podstawowe ustawienia na routerze

Konfigurowanie interfejsu IPv4 routera

Aby być aktywnym, interfejs routera musi być:

- skonfigurowany z adresem i maską podsieci,
- musi być aktywowany za pomocą polecenia no shutdown. Interfejsy LAN oraz WAN routera domyślnie są wyłączone,
- koniec kabla szeregowego oznaczony jako DCE musi być skonfigurowany z poleceniem clock rate,
- może być dodany opcjonalny opis katalogu.



```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)# description Link to LAN 1
R1(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)#
*Jan 30 22:04:47.551: %LINK-3-UPDOWN: Interface
GigabitEthernet0/0, changed state to down
R1(config)#
*Jan 30 22:04:50.899: %LINK-3-UPDOWN: Interface
GigabitEthernet0/0, changed state to up
*Jan 30 22:04:51.899: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on
Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
R1(config)#
```



Podstawowe ustawienia na routerze

Konfigurowanie interfejsu IPv6 routera

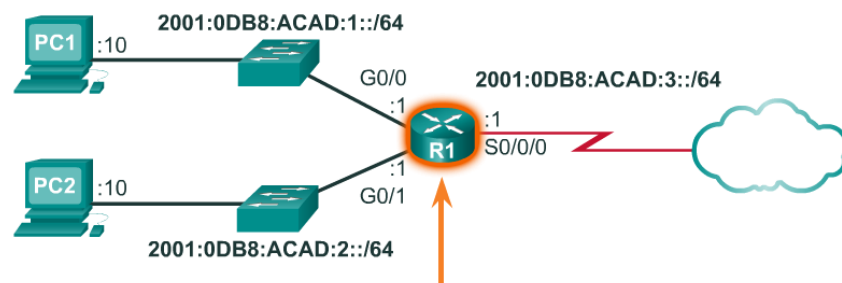
Aby skonfigurować interfejs z adresem IPv6 i maską podsieci:

- użyj polecenia adresu `ipv6 address/ipv6-length` [link-local | eui-64] w trybie konfiguracji interfejsu,
- aktywuj interfejs za pomocą polecenia `no shutdown`.

Aby interfejsy IPv6 mogły obsługiwać więcej niż jeden adres:

- skonfiguruj określony global unicast - `ipv6-address/ipv6-length`,
- skonfiguruj globalny adres IPv6 z identyfikatorem interfejsu (ID) w 64 bitach niskiego rzędu - `ipv6-address/ipv6-length eui-64`,
- skonfiguruj adres lokalny - `ipv6-address/ipv6-length` łączy lokalne.

Skonfiguruj interfejs G0/0 na R1



```
R1(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R1(config-if)#description Link to LAN 1
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#
*Feb 3 21:38:37.279: %LINK-3-UPDOWN: Interface
GigabitEthernet0/0, changed state to down
*Feb 3 21:38:40.967: %LINK-3-UPDOWN: Interface
GigabitEthernet0/0, changed state to up
*Feb 3 21:38:41.967: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on
Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
R1(config)#
```



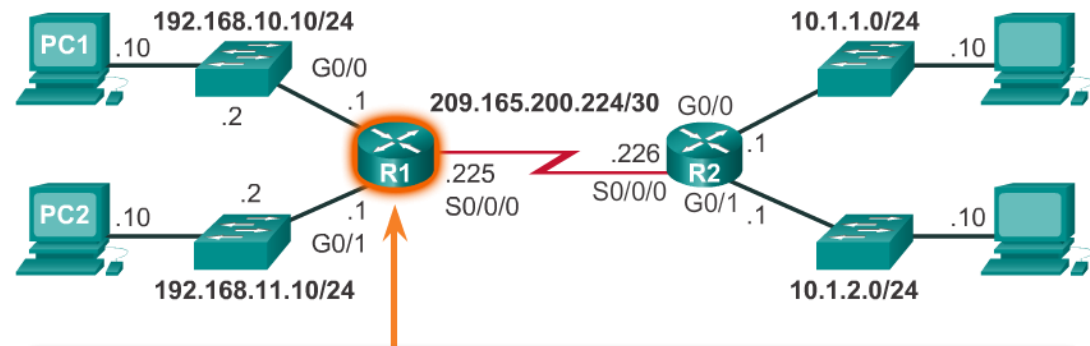
Podstawowe ustawienia na routerze

Konfigurowanie interfejsu pętli loopback

Interfejs pętli loopback jest logicznym interfejsem zdefiniowanym lokalnie dla routera.

- Nie jest przypisany do żadnego portu fizycznego, stąd uznaje się, że program interfejsu jest w stanie automatycznego UP.
- Interfejs pętli loopback jest przydatny do testowania.
- Jest to ważne w procesie routingu OSPF.

Konfiguracja interfejsu Loopback0



```
R1(config)# interface loopback 0
R1(config-if)# ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
R1(config-if)# exit
R1(config)#
*Jan 30 22:04:50.899: %LINK-3-UPDOWN: Interface loopback0,
changed state to up
*Jan 30 22:04:51.899: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on
Interface loopback0, changed state to up
```



Sprawdzenie połączeń z bezpośrednio połączonymi sieciami

Weryfikacja ustawień interfejsu

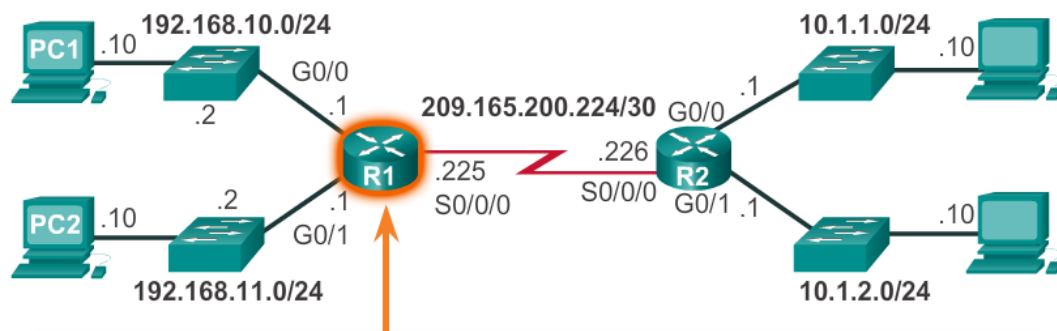
Przedstawione polecenia są używane w celu sprawdzenia działania i konfiguracji interfejsu:

- **show ip interfaces brief,**
- **show ip route,**
- **show running-config.**

Przedstawione polecenia są używane do zbierania szczegółowych informacji o interfejsie:

- **show interfaces,**
- **show ip interfaces.**

Sprawdź tablicę routingu



```

R1# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - m

Gateway of last resort is not set

    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

```



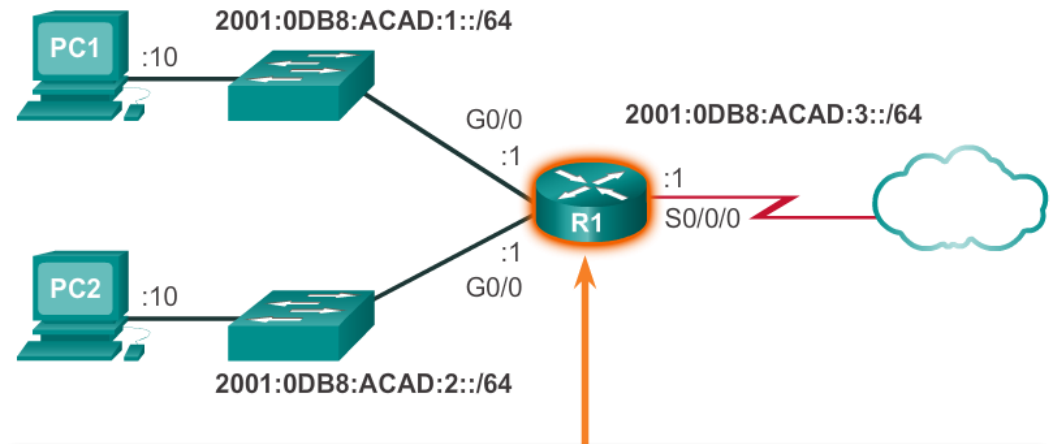
Sprawdzenie połączeń z bezpośrednio połączonymi sieciami

Weryfikacja ustawień interfejsu

Niektórymi z typowych poleceń do sprawdzania konfiguracji interfejsu IPv6 są:

- **show ipv6 interface brief** - wyświetla podsumowanie dla każdego z interfejsów,
- **show ipv6 interface gigabitethernet 0/0** - wyświetla status interfejsu i wszystkie adresy IPv6 dla tego interfejsu,
- **show ipv6 route** - weryfikuje, czy sieci IPv6 i konkretne adresy interfejsu IPv6 zostały zainstalowane w tabeli routingu IPv6.

Zweryfikuj status interfejsu routera R1



```
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
```



Sprawdzenie połączeń z bezpośrednio połączonymi sieciami

Wyjście polecenia filtru show

Wyjście polecenia show może być zarządzane za pomocą następującego polecenia i filtrów:

- użyj polecenia **terminal length number** do określenia liczby wierszy do wyświetlenia. Wartość parametru 'liczba' ustawiona na 0 całkowicie zapobiega wstrzymywaniu wyświetlania wyniku na ekranie;
- aby przefiltrować określone wyjście z polecenia użyj znaku '|' po wyświetleniu polecenia. Parametry filtrujące, które mogą być skonfigurowane po znaku '|':
section, include, exclude, begin.

```
R1#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status
Embedded-Service-Engine0/0 unassigned      YES unset  admini
GigabitEthernet0/0       192.168.10.1    YES manual  up
GigabitEthernet0/1       192.168.11.1    YES manual  up
Serial0/0/0              209.165.200.225 YES manual  up
Serial0/0/1              unassigned      YES unset  admini

R1#show ip interface brief | exclude unassigned
Interface                IP-Address      OK? Method Status
GigabitEthernet0/0       192.168.10.1    YES manual  up
GigabitEthernet0/1       192.168.11.1    YES manual  up
Serial0/0/0              209.165.200.225 YES manual  up
```

```
R1#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status
Embedded-Service-Engine0/0 unassigned      YES unset  administ
GigabitEthernet0/0       192.168.10.1    YES manual  up
GigabitEthernet0/1       192.168.11.1    YES manual  up
Serial0/0/0              209.165.200.225 YES manual  up
Serial0/0/1              unassigned      YES unset  administ
R1#
R1#show ip interface brief | include up
GigabitEthernet0/0       192.168.10.1    YES manual  up
GigabitEthernet0/1       192.168.11.1    YES manual  up
Serial0/0/0              209.165.200.225 YES manual  up
R1#
```



Sprawdzenie połączeń z bezpośrednio połączonymi sieciami

Funkcja przechowywania historii poleceń

Funkcja przechowywania historii poleceń pozwala na tymczasowe przechowywanie wykonanych komend, w celu ich przywołania:

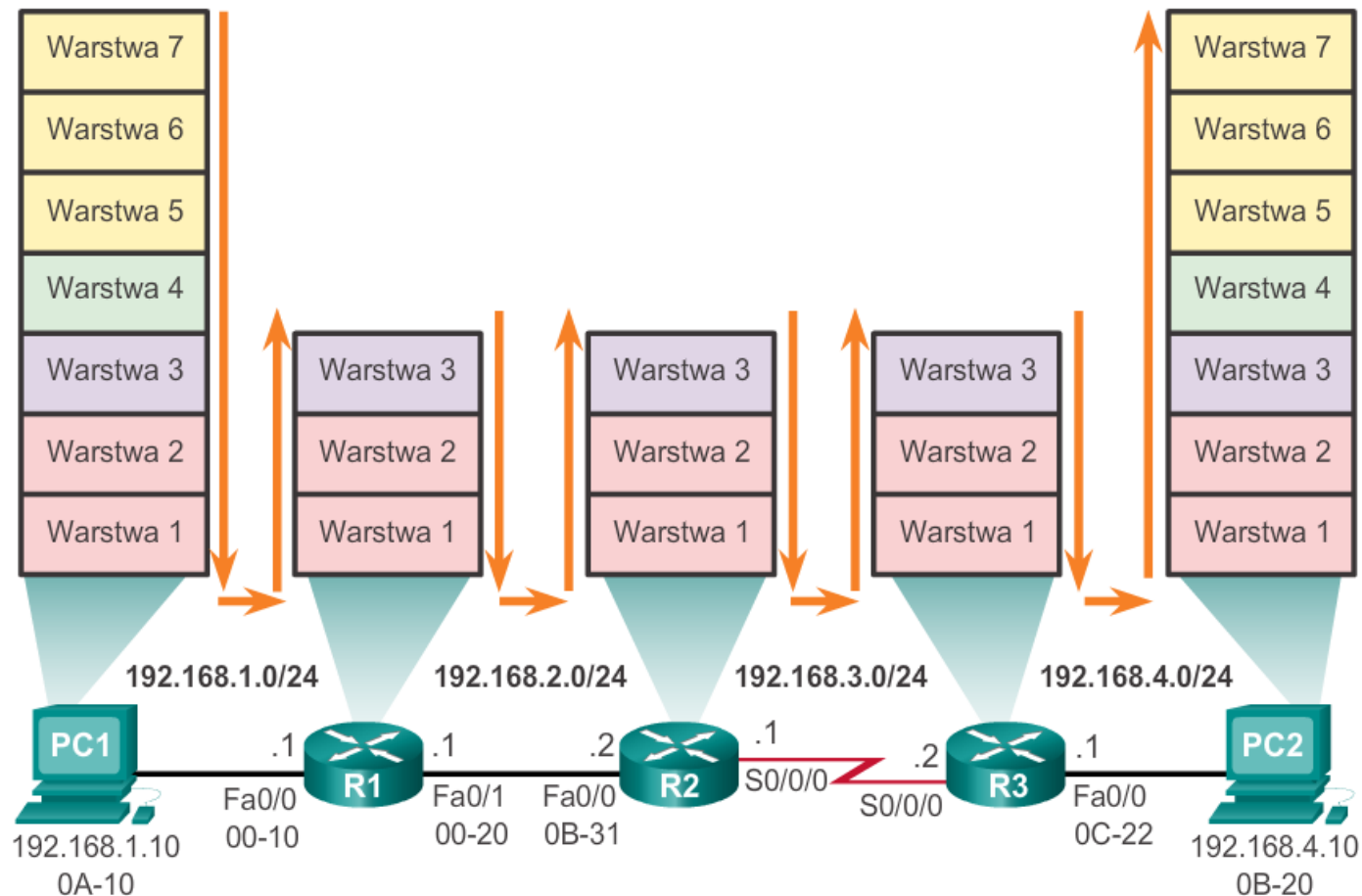
- aby przywołać polecenia naciśnij **Ctrl+P** lub **strzałkę w górę**,
- aby powrócić do nowszych poleceń, należy nacisnąć **Ctrl-N** lub **strzałkę w dół**,
- historia komend jest aktywowana domyślnie, przy czym system przechowuje w buforze historii jedynie ostatnich 10 linii komend; użyj polecenia uprzywilejowanego trybu EXEC **show history** do wyświetlenia zawartości bufora,
- użyj polecenia uprzywilejowanego EXEC **terminal history size** do zwiększenia lub zmniejszenia rozmiaru bufora.



Przełączanie pakietów między sieciami

Funkcje przełączania routera

Enkapsulacja i dekapulacja pakietów



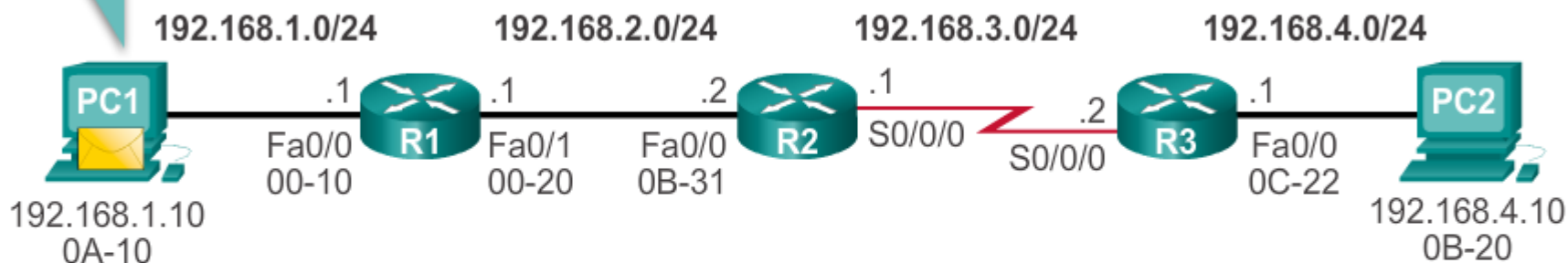


Przełączanie pakietów między sieciami

Wysyłanie pakietu

PC1 wysyła pakiet do PC2.

Ponieważ PC2 jest w innej sieci, dokonam enkapsulacji pakietu i wyślę go do routera w sieci MY. Poszukam adresu MAC... .



Ramka warstwy 2 (łącza danych)

Dane pakietu warstwy 3

Docelowy MAC 00-10	Źródłowy MAC 0A-10	Typ 0x800	Źródłowy IP 192.168.1.10	Docelowy IP 192.168.4.10	Pola IP	Dane	Stopka
--------------------	--------------------	-----------	--------------------------	--------------------------	---------	------	--------

Wpis w pamięci podręcznej ARP hosta PC1 dla R1

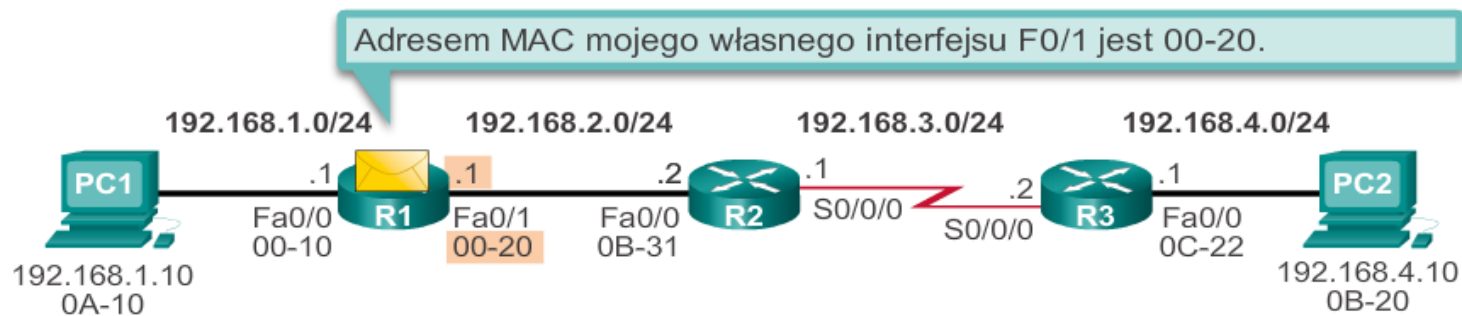
Adres IP	Adres MAC
192.168.1.1	00-10



Przełączanie pakietów między sieciami

Przekazanie do następnego przeskoku

R1 przekierowuje pakiet do PC2



Ramka warstwy 2 (łącza danych)

Dane pakietu warstwy 3

Docelowy adres MAC	Źródłowy adres MAC	Typ ramki	Źródłowy adres IP	Docelowy adres IP	Pola IP	Dane	Stopka
0B-31	00-20	0x800	192.168.1.10	192.168.4.10			

Tablica routingu routera R1

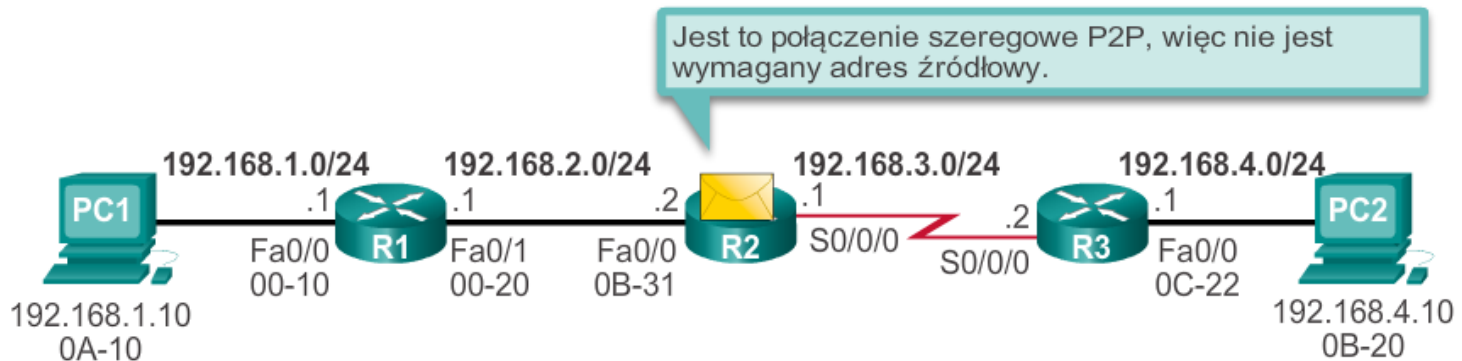
Sieć	Liczba przeskoku w	Adres następnego przeskoku	Interfejs wyjściowy
192.168.1.0/24	0	Bezpośrednio podłączona	Fa0/0
192.168.2.0/24	0	Bezpośrednio podłączona	Fa0/1
192.168.3.0/24	1	192.168.2.2	Fa0/1
192.168.4.0/24	2	192.168.2.2	Fa0/1



Przełączanie pakietów między sieciami

Routing pakietów

R2 przesyła pakiet do R3



Ramka warstwy 2 (łącza danych) Dane pakietu warstwy 3

Adres 0x8F	Pole kontrolne 0x00	Typ 0x800	Źródłowy IP 192.168.1.10	Docelowy IP 192.168.4.10	Pola IP	Dane	Stopka
------------	---------------------	-----------	--------------------------	--------------------------	---------	------	--------

Tablica routingu routera R2

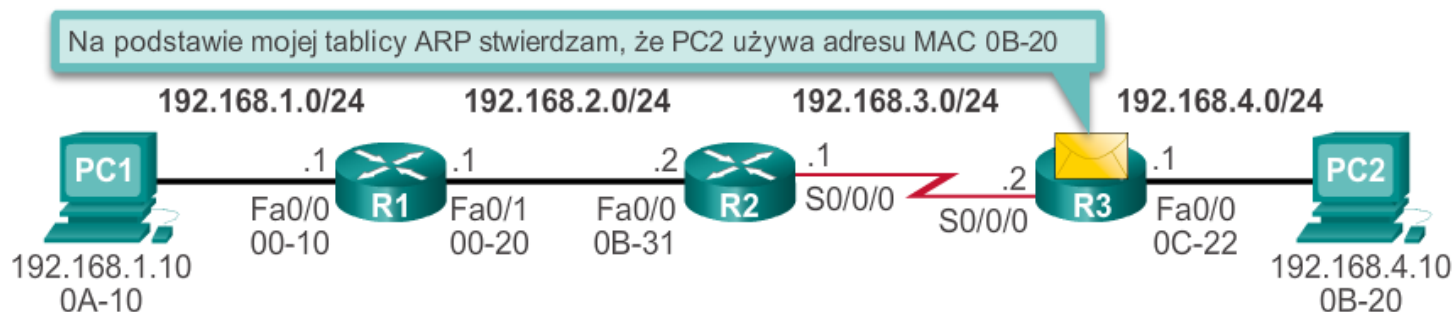
Sieć	Liczba przeskoków	Adres następnego przeskoku	Interfejs wyjściowy
192.168.1.0/24	1	192.168.3.1	Fa0/0/0
192.168.2.0/24	0	Bezpośrednio połączona	Fa0/0/0
192.168.3.0/24	0	Bezpośrednio połączona	S0/0/0
192.168.4.0/24	1	192.162.3.2	S0/0/0



Przełączanie pakietów między sieciami

Dotarcie do miejsca docelowego

R3 przekierowuje pakiet do PC2



Ramka warstwy 2 (łącza danych)

Dane pakietu warstwy 3

Docelowy adres MAC 0B-20	Źródłowy adres MAC 0C-22	Typ ramki 0x800	Źródłowy adres IP 192.168.1.10	Docelowy adres IP 192.168.4.10	Pola IP	Dane	Stopka
-----------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---------	------	--------

Pamięć podręczna ARP w routerze R3

Adres IP	Adres MAC
192.168.4.10	0B-20

Tablica routingu routera R3

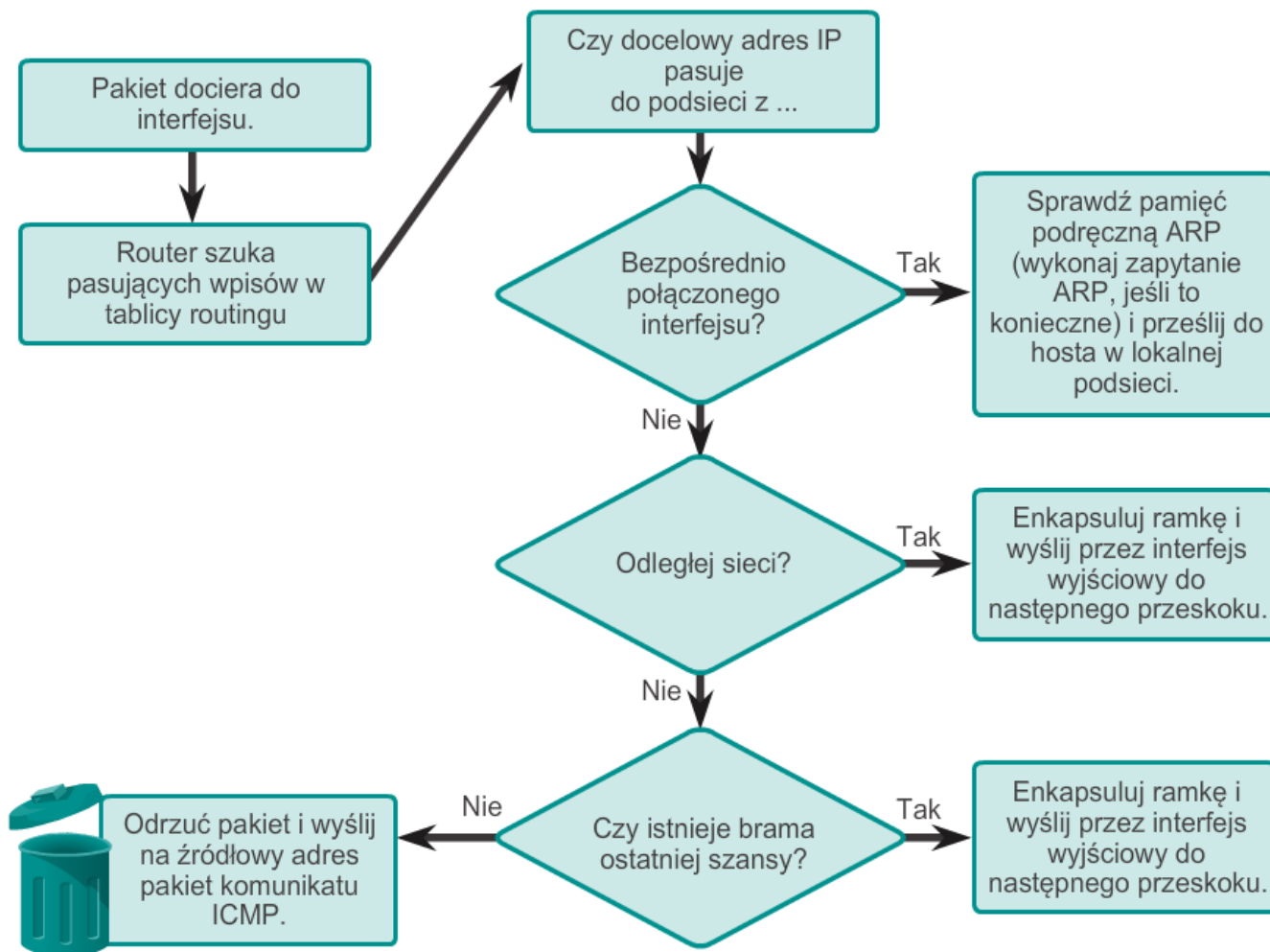
Warstwa sieci	Liczba przeskoków	Adres następnego przeskoku	Interfejs wyjściowy
192.168.1.0/24	2	192.168.3.1	S0/0/0
192.168.2.0/24	1	192.168.3.1	S0/0/0
192.168.3.0/24	0	Bezpośrednio podłączona	S0/0/0
192.168.4.0/24	0	Bezpośrednio podłączona	Fa0/0



Wyznaczanie ścieżek

Decyzje routingu

Proces decyzyjny podczas przesyłania pakietów





Wyznaczanie ścieżek

Najlepsza ścieżka

Najlepsza ścieżka jest wybierana przez protokół routingu na podstawie wartości, czyli metryki używanej do ustalenia odległości do sieci.

- Metryka to ilościowa wartość wskazująca odległość do danej sieci.
- Najlepszą ścieżką do danej sieci jest ścieżka z najniższą metryką.

Protokoły routingu dynamicznego z reguły używają własnych reguł i metryk do budowania i aktualizacji tablic routingu:

- Routing Information Protocol (RIP) - liczba przeskoków;
- Open Shortest Path First (OSPF) - skumulowany koszt od źródła do celu, zdefiniowany przez Cisco jako pochodzący od pasma;
- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) - przepustowość, opóźnienia, obciążenia, niezawodność.



Wyznaczanie ścieżki

Równoważenie obciążenia

Kiedy router ma dwie lub więcej ścieżki o identycznych metrykach, prowadzące do tego samego celu, wówczas będzie przekazywać pakiety obiema ścieżkami po równo.

- Jednakowe koszty równoważenia obciążenia mogą zwiększyć wydajność sieci.
- Do rozkładania obciążenia na trasy równorzędne można wykorzystywać zarówno protokoły routingu dynamicznego, jak i trasy statyczne.
- RIP, OSPF oraz EIGRP wspierają jednakowe równoważenie obciążenia kosztów.



Wyznaczanie ścieżki dla routingu

Dystans administracyjny

Jeżeli istnieje wiele ścieżek do tego samego miejsca docelowego, to router wybierze ścieżkę o najmniejszym dystansie administracyjnym (AD).

- Statyczna trasa mająca AD równą 1 jest bardziej wiarygodna niż trasa ustalona przez EIGRP posiadająca AD równą 90.
- Bezpośrednio podłączona trasa z AD równą 0 jest bardziej wiarygodna niż trasa statyczna z AD równą 1.

Domyślne dystanse administracyjne

Źródło trasy	Dystans administracyjny
Bezpośrednio dołączona	0
Trasa statyczna	1
Zsumaryzowana trasa EIGRP	5
Zewnętrzna trasa BGP	20
Wewnętrzna trasa EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
Zewnętrzna trasa EIGRP	170
Wewnętrzna trasa BGP	200

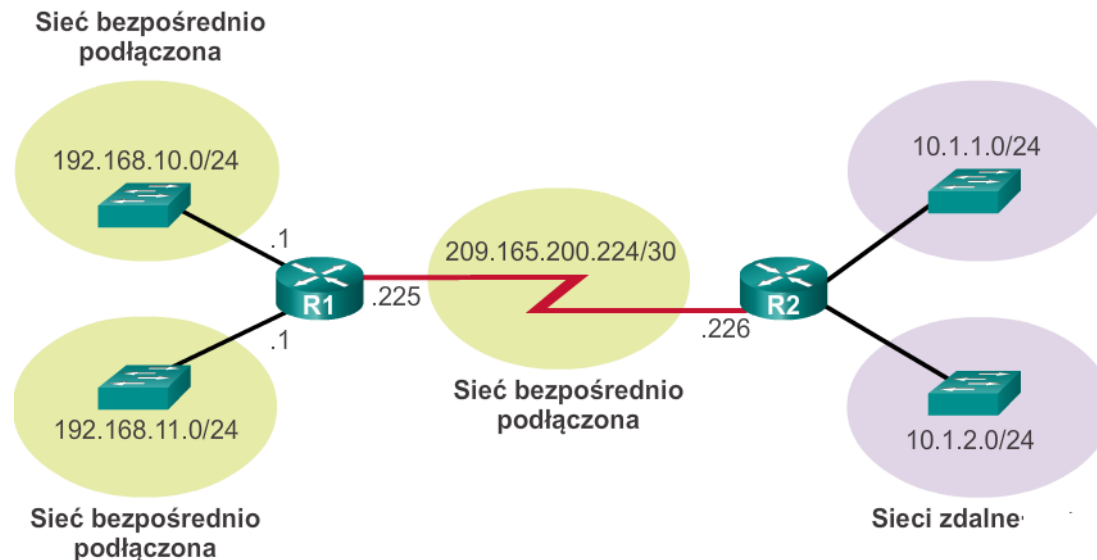


Tablica routingu

Tablica routingu

Tablica routingu jest plikiem przechowywanym w pamięci RAM, który zawiera informacje na temat:

- bezpośrednio przyłączonych tras,
- tras zdalnych,
- sieci lub następnych przeskoków.





Tablica routingu

Źródła tablic routingu

Polecenie **show ip route** służy do wyświetlania zawartości tabeli routingu:

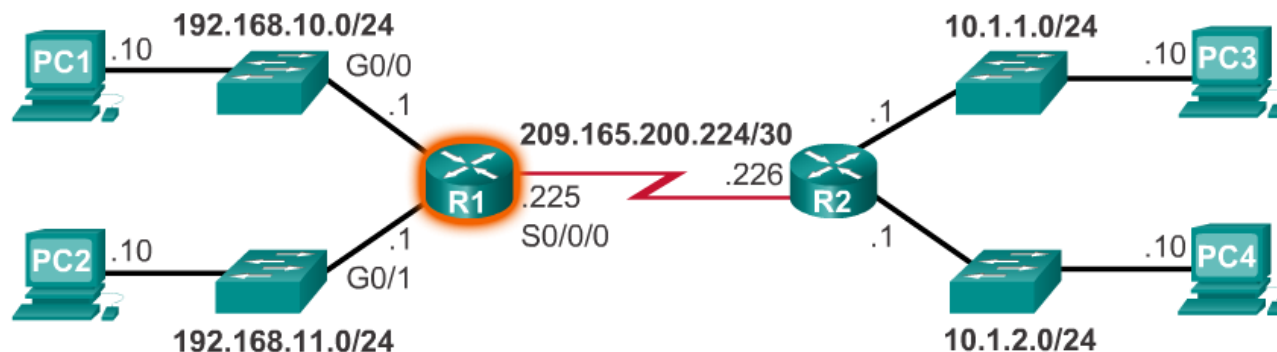
- **interfejsy tras lokalnych** - dodawane do tablicy routingu, kiedy interfejs jest skonfigurowany (wyświetlane w IOS 15 lub nowszym);
- **bezpośrednio związane interfejsy** - dodawane do tablicy routingu, kiedy interfejs jest skonfigurowany i aktywny;
- **trasy statyczne** - dodawane, kiedy trasa jest skonfigurowana ręcznie, a interfejs wyjściowy jest aktywny;
- **protokół routingu dynamicznego** - dodawany, kiedy do wykrywania sieci zastosowane są protokoły routingu, takie jak EIGRP lub OSPF.



Tablica routingu

Źródła tablic routingu

Tablica routingu rutera R1



```
R1# show ip route
```

Codes: L - local, C - connected, S - static, 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

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

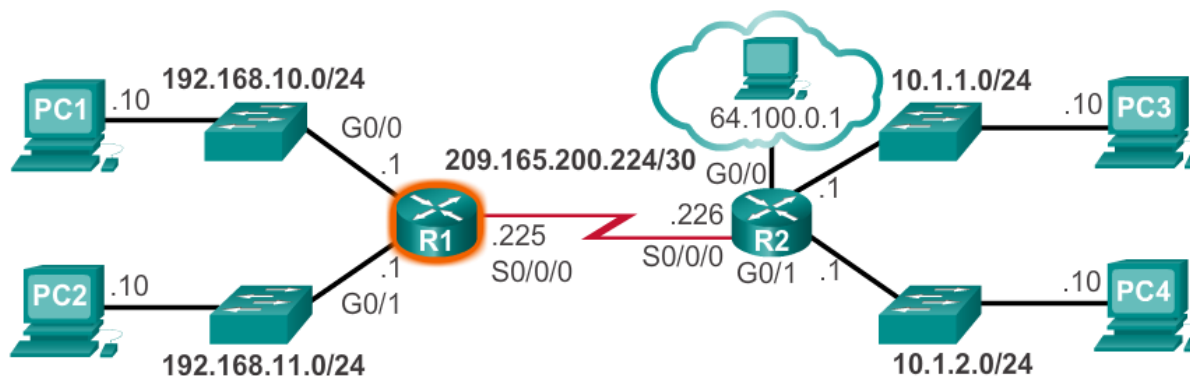
D 10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05,

Tablica routingu

Wpisy routingu dla sieci zdalnych

Interpretacja wpisów w tablicy routingu

Identyfikatory wpisów dla sieci zdalnych



D	10.1.1.0/24	[90/2170112]	via	209.165.200.226,	00:00:05,	Serial0/0/0
---	-------------	---------------	-----	------------------	-----------	-------------

Opis

- Określa, w jaki sposób router dowiedział się o trasie do sieci.
- Identyfikuje sieć docelową.
- Identyfikuje dystans administracyjny reprezentujący wiarygodność źródła trasy.
- Identyfikuje wartość określającą metrykę trasy prowadzącej do sieci zdalnej.
- Identyfikuje adres IP następnego przeskoku prowadzącego do sieci zdalnej.
- Identyfikuje czas, który upłynął od wykrycia danej sieci.
- Określa interfejs wyjściowy na routerze, który prowadzi do sieci docelowej.

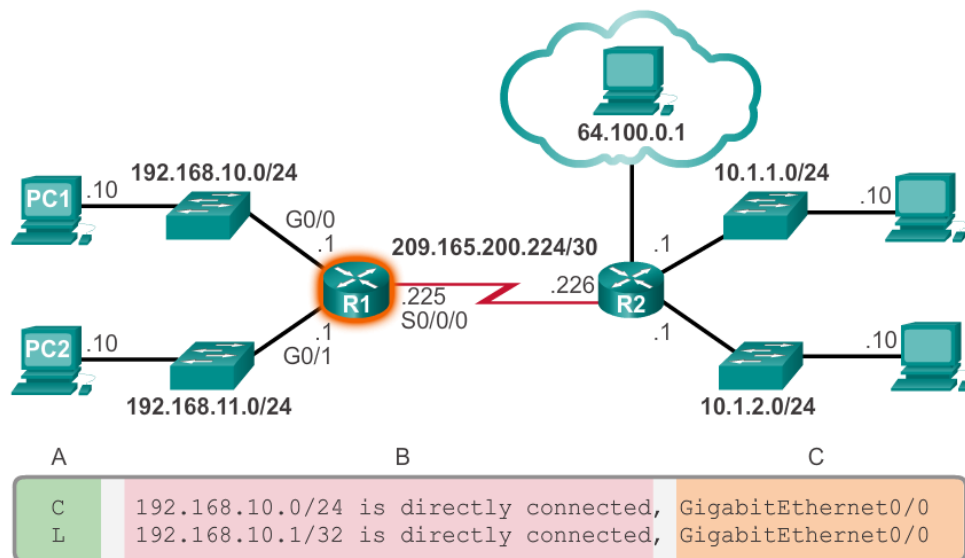
Bezpośrednio połączone trasy

Bezpośrednio połączone interfejsy

Tablica routingu w nowo uruchomionym routerze, niemającym jeszcze skonfigurowanych interfejsów, jest pusta. Aktywny, skonfigurowany i bezpośrednio podłączony interfejs w rzeczywistości tworzy dwa wpisy w tablicy routingu:

- łącze lokalne (L);
- połączone bezpośrednio. (C)

Identyfikatory wpisów dla sieci bezpośrednich



Legenda

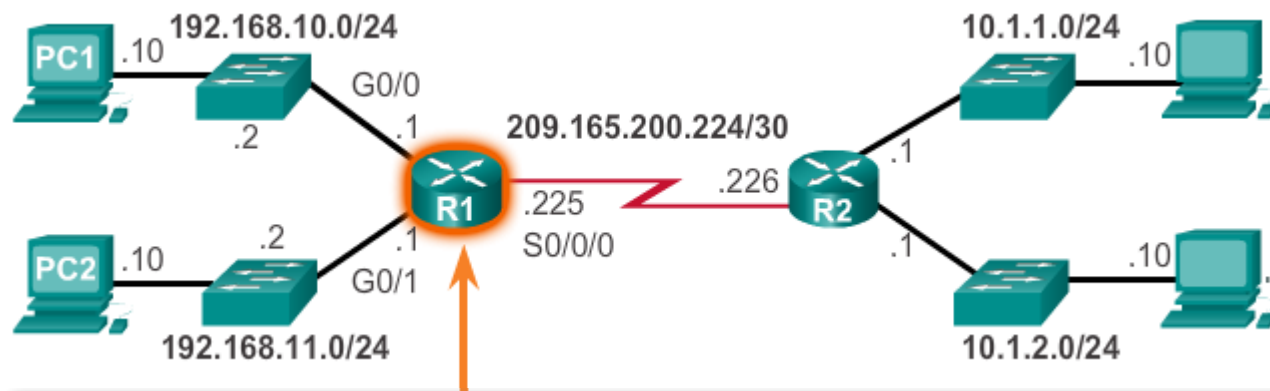
- Opisuje, w jaki sposób router dowiedział się o trasie do sieci.
- Identyfikuje sieć docelową oraz sposób, w jaki jest ona dostępna.
- Identyfikuje interfejs routera podłączony do sieci docelowej.



Bezpośrednio połączone trasy

Połączone bezpośrednio. Przykład

Tablica routingu z bezpośrednio przyłączonymi, skonfigurowanymi i aktywowanymi interfejsami R1.



```
R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is not set

      192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2
masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected,
GigabitEthernet0/0
L       192.168.10.1/32 is directly connected,
GigabitEthernet0/0
      192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2
masks
C       192.168.11.0/24 is directly connected,
GigabitEthernet0/1
L       192.168.11.1/32 is directly connected,
GigabitEthernet0/1
```

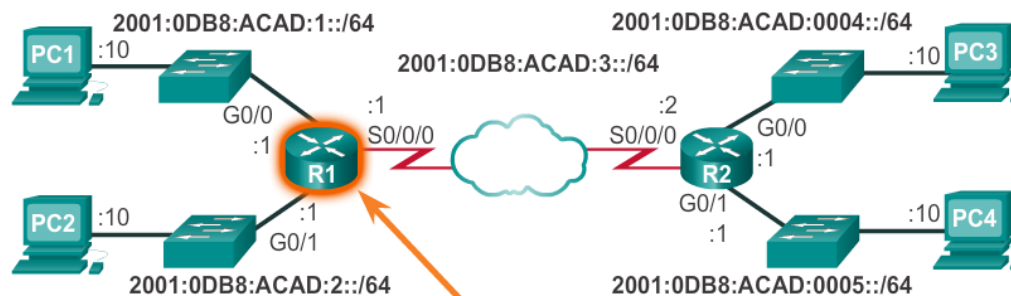


Bezpośrednio połączone trasy

Bezpośrednio połączone IPv6. Przykład

Polecenie **show ipv6 route** pokazuje sieci ipv6 i trasy zainstalowane w tablicy routingu.

Pokaż tablicę routingu IPv6



```
R1# show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 5 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static,
        U - Per-user Static route, B - BGP, R - RIP
        H - NHRP, I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2
        IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, D - EIGRP
        EX - EIGRP external, ND - ND Default
        NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr - Redirect
        O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1
        OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1
        ON2 - OSPF NSSA ext 2
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
```



Trasy zdefiniowane statycznie

Trasy statyczne

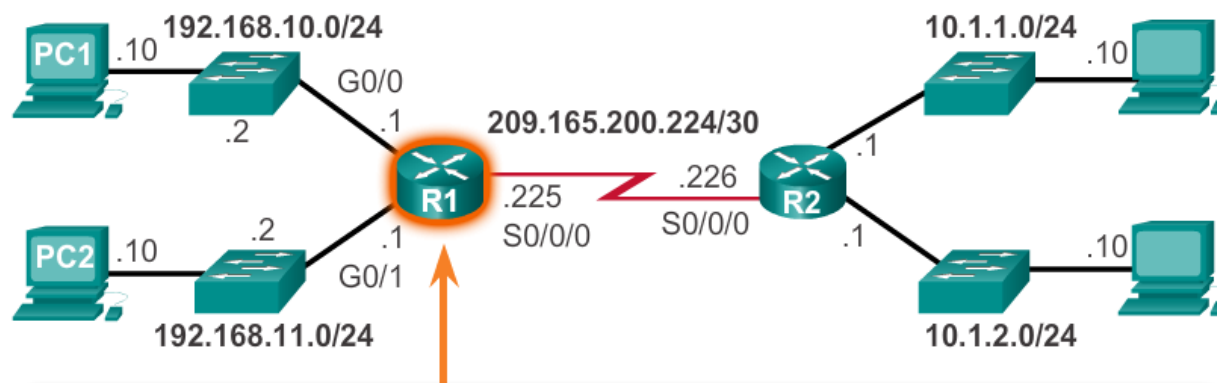
Trasy statyczne i domyślne trasy statyczne mogą być wprowadzone po tym, jak do tablicy routingu dodane są bezpośrednio połączone interfejsy.

- Statyczne trasy są konfigurowane ręcznie.
- Definiują one jawnie ścieżkę pomiędzy dwoma urządzeniami sieciowymi.
- Trasy statyczne muszą być ręcznie aktualizowane, jeśli zmienia się topologia.
- Ich zalety to poprawa bezpieczeństwa i kontrola zasobów.
- Skonfigurować trasę statyczną do konkretnej sieci za pomocą polecenia ***ip route network mask {next-hop-ip | exit-intf}***.
- Domyślna trasa statyczna jest używana, gdy tabela routingu nie zawiera ścieżki do sieci docelowej.
- Skonfigurować domyślną trasę statyczną można za pomocą polecenia ***ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {exit-intf | next-hop-ip}***.

Trasy zdefiniowane statycznie

Domyślnie trasy statyczne. Przykład

Wprowadzanie i weryfikacja domyślnej trasy statycznej



```
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial0/0/0
R1(config)# exit
R1#
*Feb 1 10:19:34.483: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console
by console

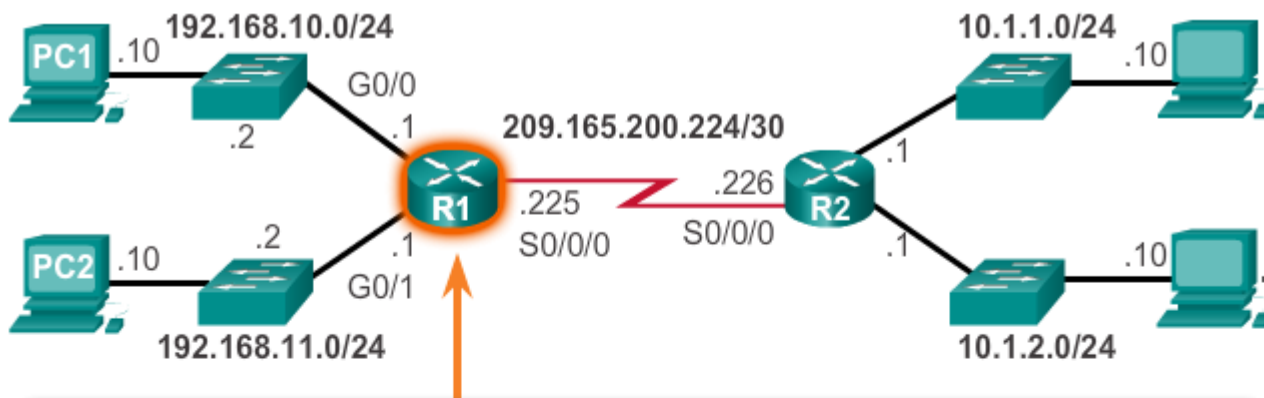
R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

S* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0
  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L   192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
  192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
```



Trasy zdefiniowane statycznie

Trasy statyczne. Przykład



```
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial0/0/0
R1(config)# exit
R1#
*Feb 1 10:19:34.483: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console
by console

R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

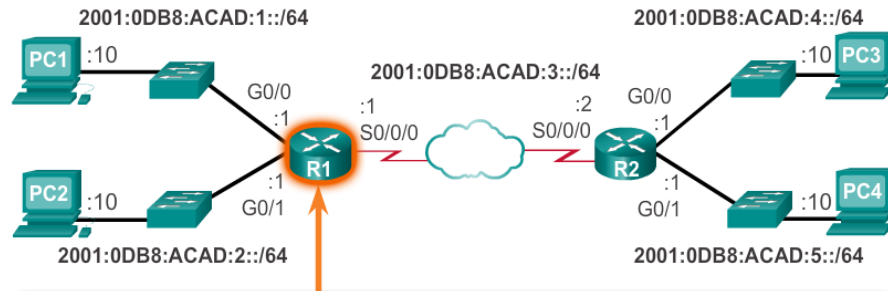
S* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0
  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
  192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
```



Trasy zdefiniowane statycznie

Statyczne trasy IPv6. Przykład

Wprowadzanie i weryfikacja domyślnej statycznej trasy IPv6



```
R1(config)# ipv6 route ::/0 s0/0/0
R1(config)# exit
R1#
```

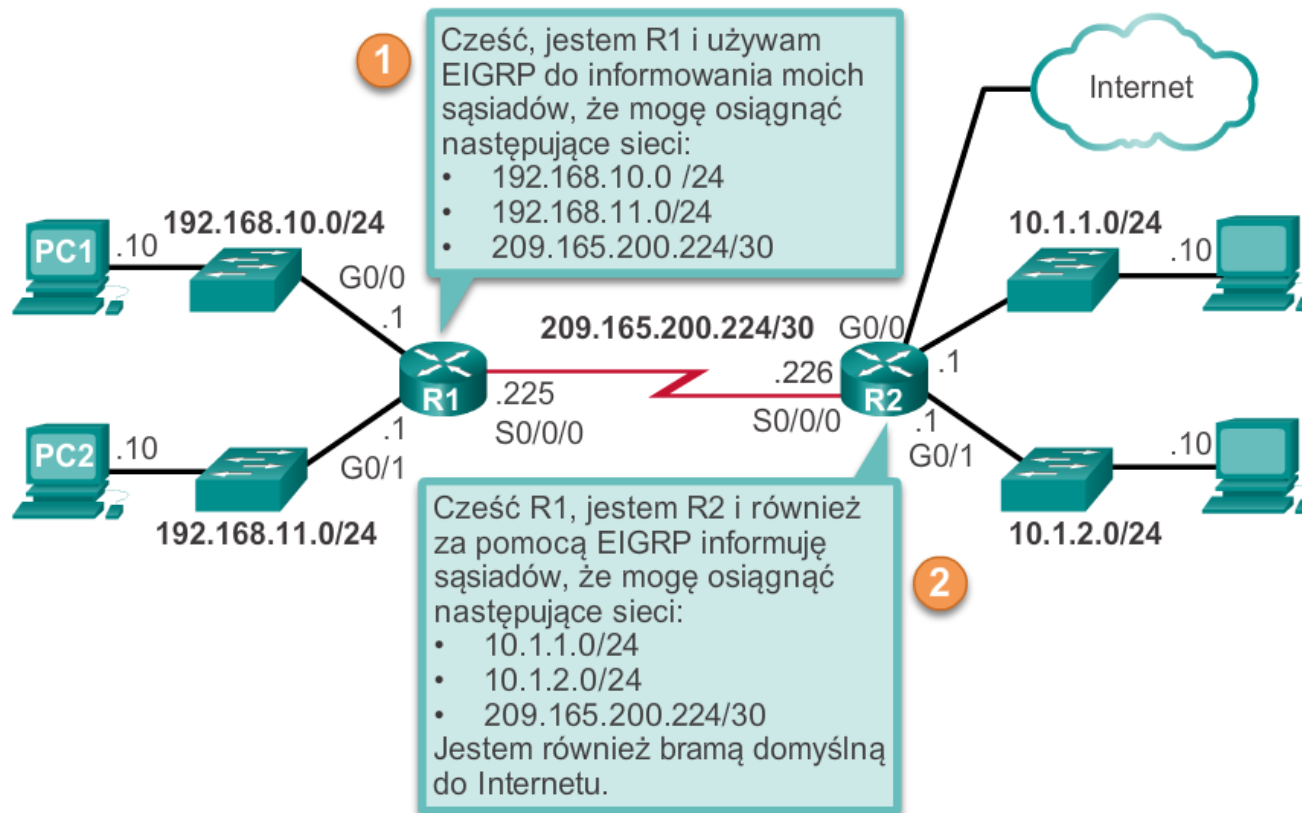
```
R1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static,
       U - Per-user Static route
       B - BGP, R - RIP, H - NHRP, I1 - ISIS L1
       I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary,
       D - EIGRP
       EX - EIGRP external, ND - ND Default, NDP - ND Prefix,
       DCE - Destination
       NDR - Redirect, O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter,
       OE1 - OSPF ext 1
       OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1,
       ON2 - OSPF NSSA ext 2
S    ::/0 [1/0]
    via Serial0/0/0, directly connected
C    2001:DB8:ACAD:1::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, directly connected
```



Protokoły dynamicznego routingu

Dynamiczny routing

Routing dynamiczny jest używany przez routery do wymiany informacji o dostępności i statusie sieci zdalnych. Realizuje on wykrywanie sieci i utrzymuje tablice routingu.





Protokoły routingu dynamicznego

Protokoły routingu IPv4

Routery Cisco ISR mogą obsługiwać wiele protokołów routingu dynamicznego IPv4, wliczając w to:

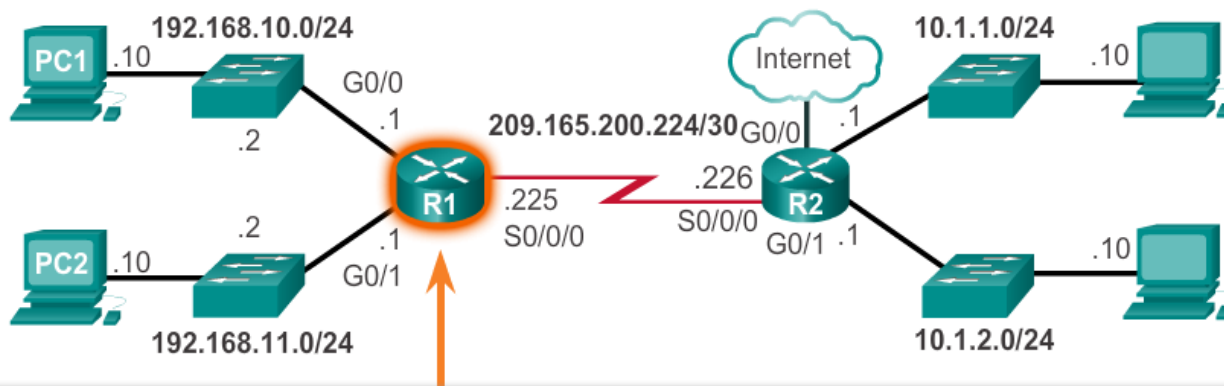
- **EIGRP** – Enhanced Interior Gateway Routing Protocol;
- **OSPF** – Open Shortest Path First;
- **IS-IS** – Intermediate System-to-Intermediate System;
- **RIP** – Routing Information Protocol.



Protokoły routingu dynamicznego

Protokoły routingu IPv4

Weryfikacja dynamicznych tras routingu



```
R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is 209.165.200.226 to network 0.0.0.0

D*EX 0.0.0.0/0 [170/2297856] via 209.165.200.226, 00:07:29, Serial0/0/0
      10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
D      10.1.1.0 [90/2172416] via 209.165.200.226, 00:07:29, Serial0/0/0
D      10.1.2.0 [90/2172416] via 209.165.200.226, 00:07:29, Serial0/0/0
      192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L      192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
      192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L      192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
      209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
L      209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0
R1#
```



Protokoły routingu dynamicznego

Protokoły routingu IPv6

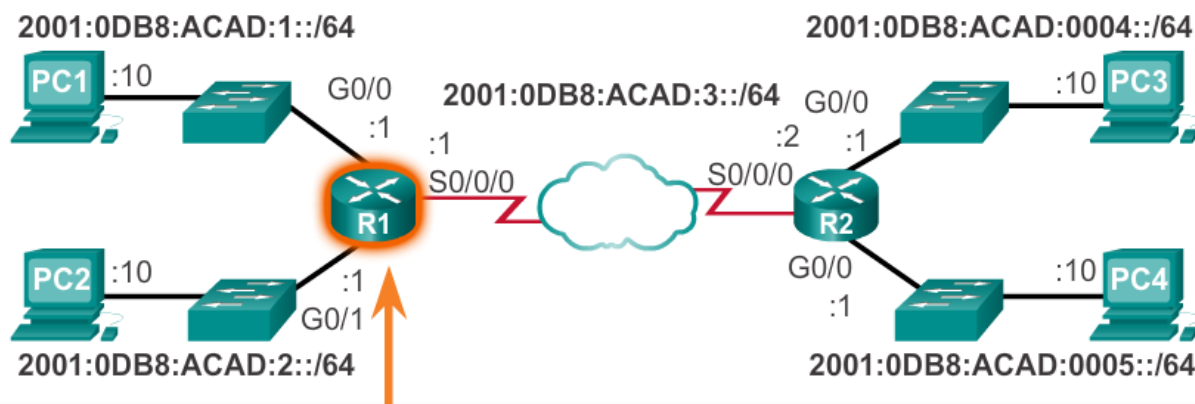
Routery Cisco ISR mogą obsługiwać wiele protokołów routingu dynamicznego IPv4, wliczając w to:

- **RIPng** - RIP nowej generacji;
- **OSPFv3**;
- **EIGRP** dla IPv6;
- **MP-BGP4** - Multicast Protocol-Border Gateway Protocol.

Protokoły routingu dynamicznego

Protokoły routingu IPv6

Weryfikacja dynamicznych tras routing



```
R1# show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 9 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route
       B - BGP, R - RIP, H - NHRP, I1 - ISIS L1
       I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, D - EIGRP
       EX - EIGRP external, ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE -
Destination
       NDr - Redirect, O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1
       OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
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]
```



Rozdział 4: Podsumowanie

- Istnieje wiele kluczowych struktur i parametrów wydajnościowych używanych w odniesieniu do sieci: topologia, szybkość, bezpieczeństwo, dostępność, skalowalność i niezawodność.
- Routery i przełączniki Cisco mają wiele podobieństw. Pracują z podobnym systemem operacyjnym, podobną strukturą komend i mają wiele identycznych komend.
- Jedną z cech odróżniających przełączniki od routerów jest typ interfejsów w każdym z nich.
- Głównym zadaniem routera jest łączenie ze sobą wielu sieci i przekazywanie pomiędzy nimi pakietów. Oznacza to, że z reguły router ma wiele interfejsów. Każdy interfejs jest członkiem, czyli hostem w innej sieci IP.



Rozdział 9: Podsumowanie (cd.)

- Tablica routingu jest listą sieci znanych routerowi.
- Sieć zdalna to taka, do której można dotrzeć, jedynie przekazując pakiet do innego routera.
- Sieci zdalne dodaje się do tablicy routingu na dwa sposoby: administrator sieci ręcznie konfiguruje trasy statyczne albo implementuje protokół routingu dynamicznego.
- Trasy statyczne wymagają mniej zasobów niż protokoły routingu dynamicznego, jeśli jednak topologia często się zmienia albo jest niestabilna, administrator ma więcej pracy.
- Protokoły routingu dynamicznego automatycznie dostosowują się do zmian, nie wymagając interwencji administratora sieci. Protokoły routingu dynamicznego bardziej absorbują procesor, a także zajmują pewną część pojemności łącza na aktualizacje i komunikaty routingu.



Rozdział 4: Podsumowanie (cd.)

- Routery podejmują najważniejsze decyzje o przekazywaniu w warstwie 3, czyli warstwie sieci. Jednak router uczestniczy też w procesach warstw 1, 2 i 3. Pakiety IP warstwy 3 są enkapsulowane w ramkę łącza danych w warstwie 2 i kodowane na bity w warstwie 1.
- Interfejsy routera uczestniczą w procesach warstwy 2 związanych z ich enkapsulacją. Na przykład ethernetowy interfejs routera uczestniczy w procesie ARP tak jak inne hosty w danej sieci lokalnej.
- Składowe tablice routingu IPv6 są bardzo podobne do tabeli routingu IPv4. Na przykład jej treść stanowią interfejsy bezpośrednie, trasy statyczne oraz pozyskane dynamicznie.

Cisco | Networking Academy[®]

Mind Wide Open[™]