

TECHNIKI ROUTINGU W SIECIACH KOMPUTEROWYCH

Routing statyczny i wprowadzenie do
routingu dynamicznego

opracowanie na podstawie materiałów Cisco

Marcin Raniszewski

Roman Krzeszewski

Łukasz Sturgulewski

Grzegorz Nowak

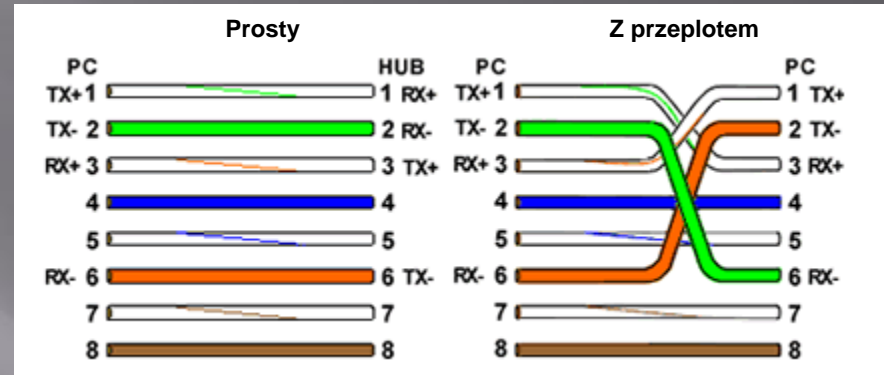
Plan wykładu

- ▣ Podłączenie interfejsu szergowego i Fast Ethernet - kable
- ▣ Konfiguracja interfejsów (szergowego i Fast Ethernet)
- ▣ Konfiguracja routingu statycznego
- ▣ Trasy sumaryczne
- ▣ Trasa domyślna
- ▣ Wprowadzenie do routingu dynamicznego
 - Klasowe i bezklasowe protokoły routingu
 - Metryki
 - Rozkładanie obciążenia (*load balancing*)
 - Odległość administracyjna
 - Zbieżność
 - Pętle routingu

Kable ethernetowe

Kable proste

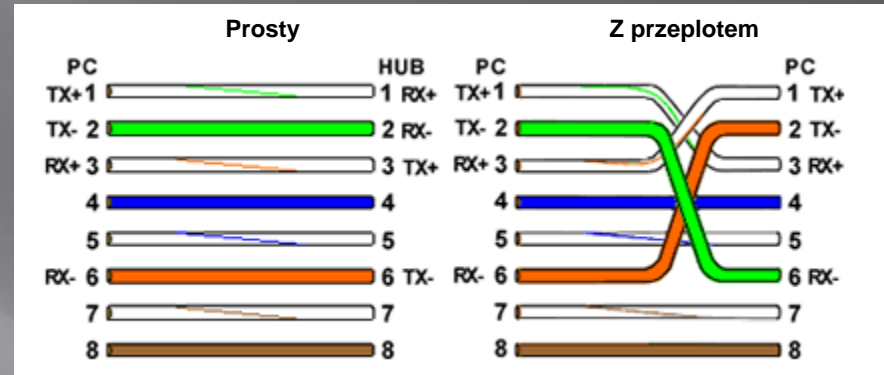
Kable z przeplotem



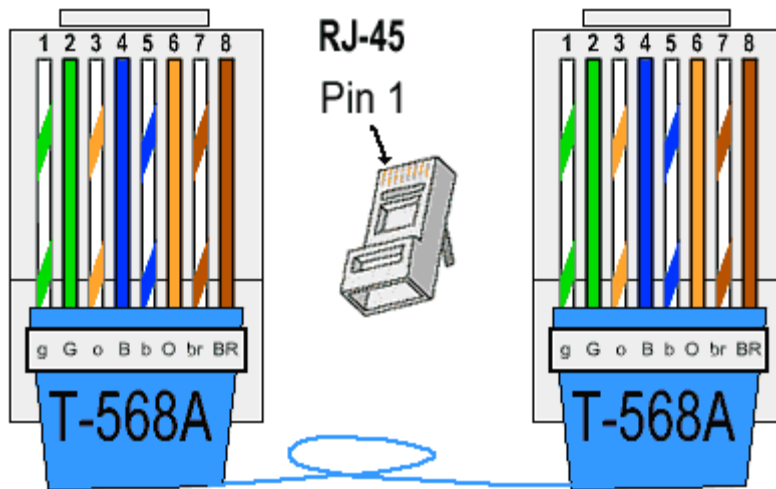
Kable ethernetowe

Kable proste

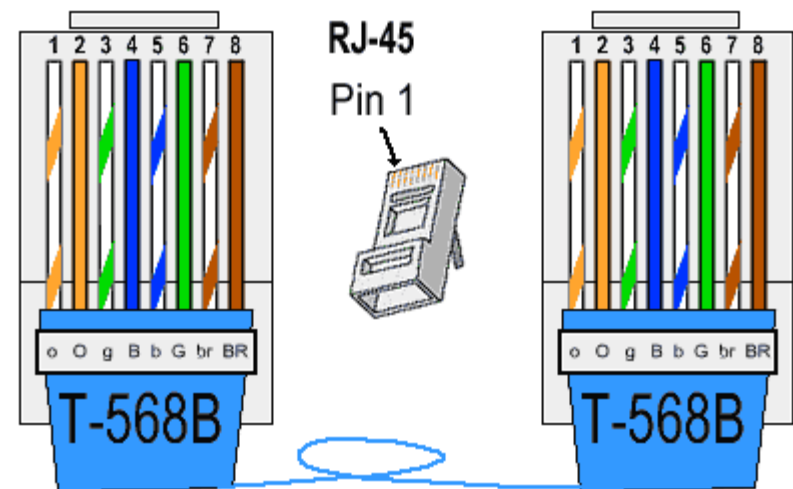
Kable z przeplotem



T-568A Straight-Through



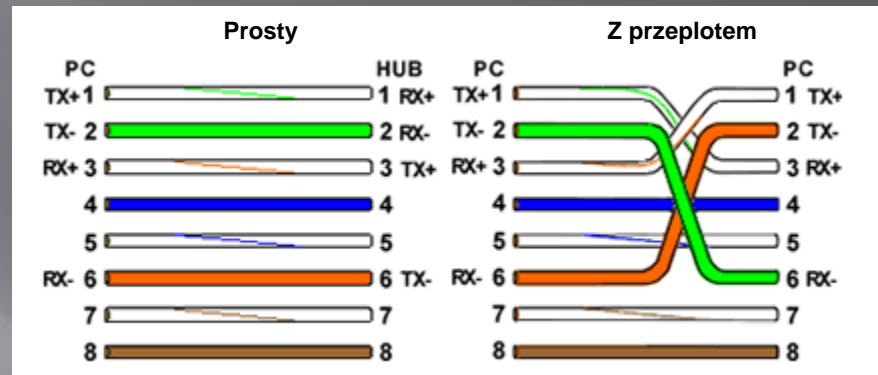
T-568B Straight-Through



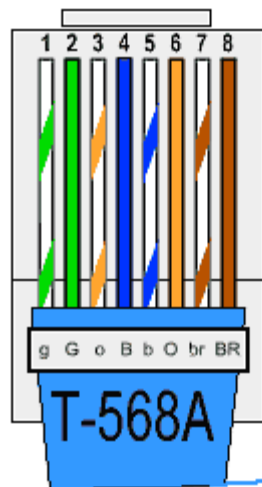
Kable ethernetowe

Kable proste

Kable z przeplotem



T-568A Straight-Through

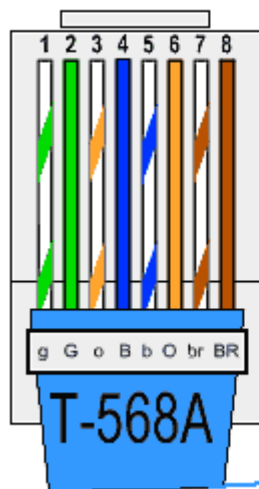


RJ-45

Pin 1



RJ-45 Crossover

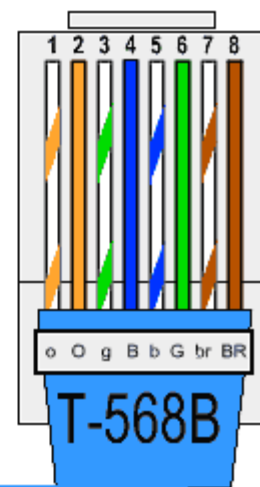
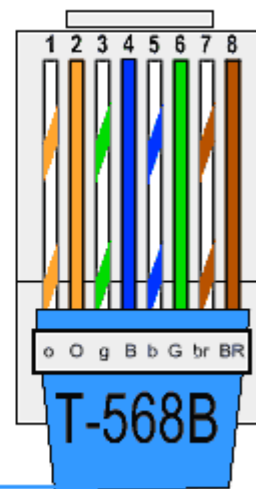


RJ-45

Pin 1



T-568B Straight-Through



Kable proste i kable z przeplotem – wykaz właściwych połączeń urządzeń w sieci

- ▣ Kabli prostych należy używać przy wykonywaniu następujących połączeń:
 - przełączniki z routerem
 - przełącznika z komputerem
 - huba z komputerem
- ▣ Kabli z przeplotem (cross-over) należy używać przy wykonywaniu połączeń:
 - przełącznika z przełącznikiem
 - przełącznika z hubem
 - huba z hubem
 - routera z routerem
 - komputera z komputerem
 - routera z komputerem

Kable szeregowo



DTE Smart serial DB60

DCE Smart serial DB60



Konfigurowanie interfejsu szeregowego

Aby skonfigurować interfejs szeregowy, należy wykonać następujące czynności:

1. Przejść do trybu konfiguracji globalnej.
2. Przejść do trybu interfejsu.
3. Podać adres interfejsu i maskę podsieci.
4. Jeśli podłączony jest kabel DCE, ustawić częstotliwość zegara. Pomiąć tę czynność, jeśli podłączony jest kabel DTE.
5. Włączyć interfejs.

Konfigurowanie interfejsu szeregowego

- ▣ Każdy podłączony interfejs szeregowy musi mieć zdefiniowany adres IP i maskę podsieci, aby mógł przesyłać pakiety IP. Adres IP konfiguruje się za pomocą następujących poleceń:

```
Router (config) #interface serial 0/0/0
```

```
Router (config-if) #ip
```

```
address <adres_ip> <maska_podsieci>
```

Konfigurowanie interfejsu szeregowego



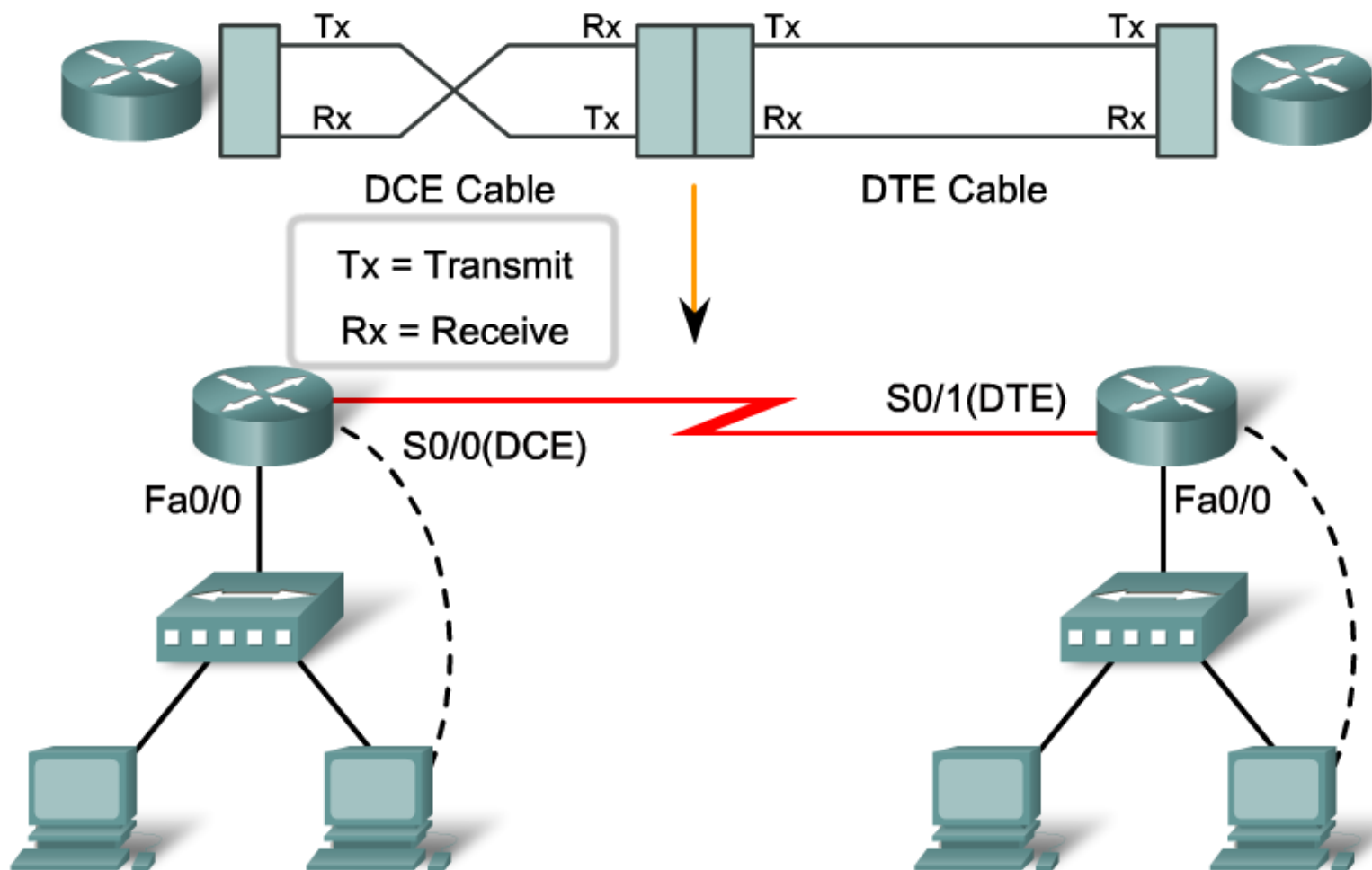
```
Router(config)#interface Serial 0/0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.11.1 255.255.255.252
Router(config-if)#clock rate 56000
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

Konfigurowanie interfejsu szeregowego

- ❑ Interfejsy szeregowe wymagają sygnału zegarowego sterującego komunikacją.
- ❑ W większości środowisk sygnału zegarowego dostarcza urządzenie DCE.
- ❑ Domyślnie routery Cisco są urządzeniami DTE, ale można je skonfigurować jako urządzenia DCE.



Konfigurowanie interfejsu szeregowego



Konfigurowanie interfejsu szeregowego

- ▣ W przypadku bezpośrednio połączonych ze sobą łączy szeregowych, jedna ze stron musi być traktowana jako urządzenie DCE i dostarczać sygnału zegarowego.
- ▣ Polecenie **clock rate** powoduje włączenie zegara i określenie jego szybkości. Dostępne szybkości w bitach na sekundę to: 1200, 2400, 9600, 19 200, 38 400, 56 000, 64 000, 72 000, 125 000, 148 000, 500 000, 800 000, 1 000 000, 1 300 000, 2 000 000 i 4 000 000. W przypadku niektórych interfejsów szeregowych pewne szybkości mogą nie być dostępne.

Konfigurowanie interfejsu szeregowego

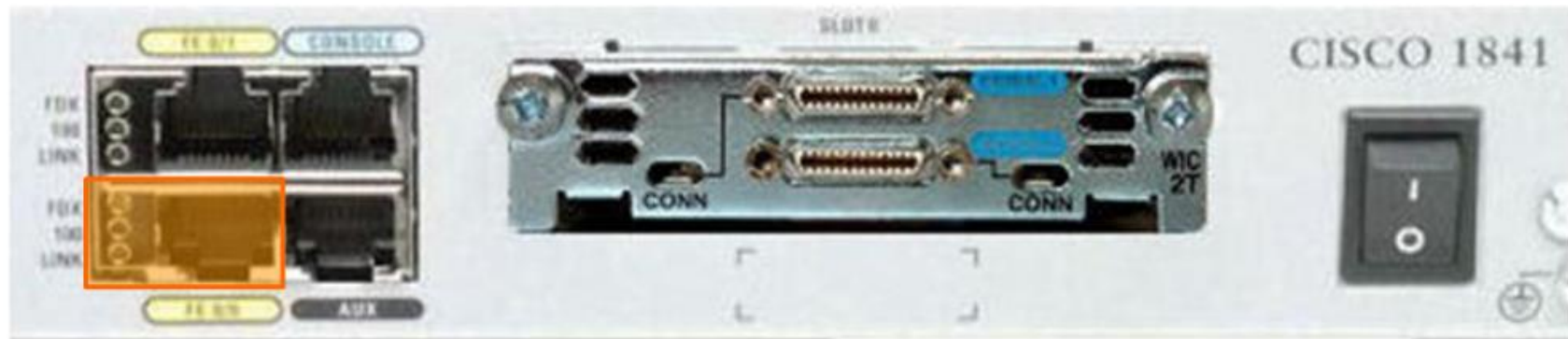
- ▣ Domyślnie interfejsy są wyłączone lub nieaktywne.
- ▣ Aby włączyć lub uaktywnić interfejs, należy użyć polecenia **no shutdown**.
- ▣ Jeśli zachodzi potrzeba administracyjnego wyłączenia interfejsu w celu przeprowadzenia czynności serwisowych lub rozwiązania problemu, należy użyć polecenia **shutdown**.

```
Router(config)#interface serial 0/0/0  
Router(config-if)#clock rate 56000  
Router(config-if)#no shutdown
```


Konfigurowanie interfejsu Ethernet

- ▣ Każdy interfejs Ethernet musi mieć zdefiniowany adres IP i maskę podsieci, aby mógł przesyłać pakiety IP.
- ▣ Aby skonfigurować interfejs Ethernet, należy wykonać następujące czynności:
 1. Przejść do trybu konfiguracji globalnej.
 2. Przejść do trybu konfigurowania interfejsu.
 3. Podać adres interfejsu i maskę podsieci.
 4. Włączyć interfejs.

Konfigurowanie interfejsu Ethernet



```
Router(config)#interface FastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

Sprawdzanie stanu interfejsów

▣ show interfaces

```
R1#show interfaces fastethernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is AmdFE, address is 000c.3010.9260 (bia 000c.3010.9260)
  Internet address is 172.16.3.1/24
  <output omitted>
R1#
```

▣ show ip interface brief

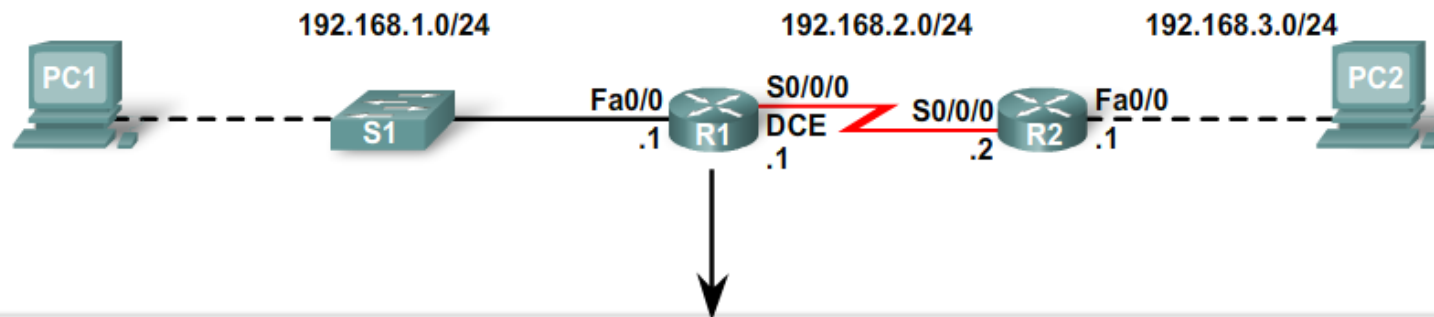
```
R1#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	172.16.3.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

```
R1#
```

▣ show running config

Sieci bezpośrednio dołączone



```
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
```

Routing statyczny – konfiguracja

Aby skonfigurować trasę statyczną na routerze należy zastosować polecenie **ip route** o następującej składni (*uproszczona wersja składni*):

```
ip route <adres sieciowy> <maska> {<interfejs> | <adres-  
nastepnego-przeskoku>} [odległość administracyjna]
```

- ▣ **Adres sieciowy** – docelowy adres zdalnej sieci, który ma się znaleźć w tablicy routingu.
- ▣ **Maska podsieci** – maska podsieci zdalnej sieci.
- ▣ **Adres IP następnego przeskoku** lub interfejs wyjściowy – używane do wysyłania pakietów w kierunku sieci docelowej.
- ▣ **Odległość administracyjna** to parametr, wykorzystywany przez router podczas wybierania jednej z kilku tras prowadzących do samego celu (wybierana jest trasa prowadząca do danej sieci o najmniejszej wartości tego parametru).

Jeżeli dla danej trasy nie została określona wartość odległości, router automatycznie przyjmie wartość 1.

Routing statyczny – konfiguracja

```
Router#conf term
```

```
Router(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 10.35.6.1 2
```

```
Router(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 10.35.7.2 2
```

```
Router(config)#end
```

- Choć może się wydawać, że pojawia się **konflikt** między wymienionymi wpisami (sieć 172.16.3.0/24 zawiera się w sieci 172.16.0.0/16), to w rzeczywistości nie ma on miejsca, gdyż stosowana jest **zasada najdłuższego dopasowania**.
- Router użyje dokładniej zdefiniowanej trasy nawet jeżeli odległość administracyjna jest większa niż w innych przypadkach.
- Odległość administracyjna jest brana pod uwagę jeżeli dwie trasy będą miały maskę o tej samej długości:

```
Router#conf term
```

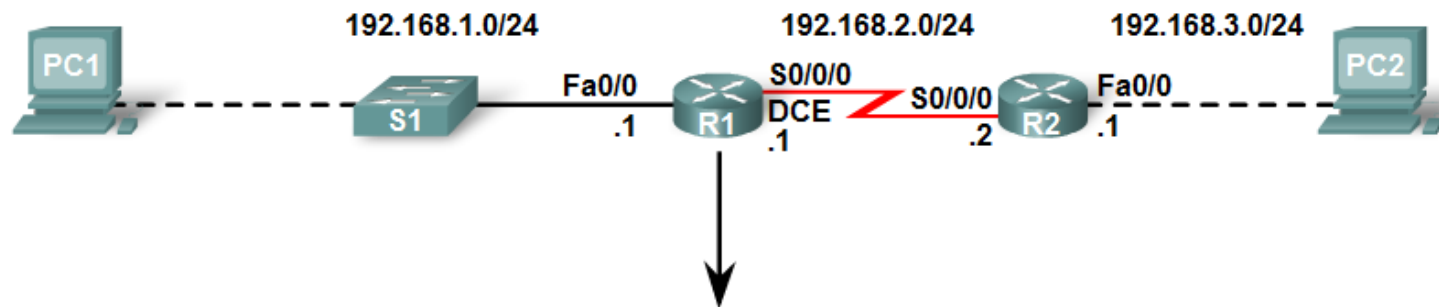
```
Router(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 10.35.6.1 2
```

```
Router(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 10.35.7.2 5
```

```
Router(config)#end
```

- Przy takiej konfiguracji router będzie wybierał pierwszy z wpisów. Trasa o wyższym współczynniku zostanie wybrana tylko wtedy, gdy „lepszy” router stanie się niedostępny.

Routing statyczny i sieci bezpośrednio dołączone



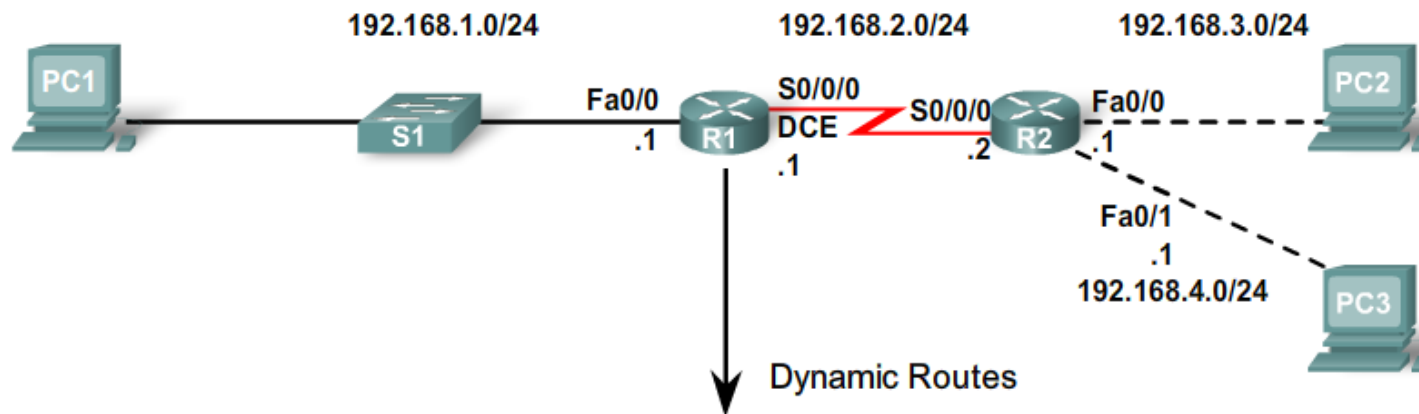
```
R1#show ip route
```

```
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
```

Routing dynamiczny, statyczny i sieci bezpośrednio dołączone



```
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
```

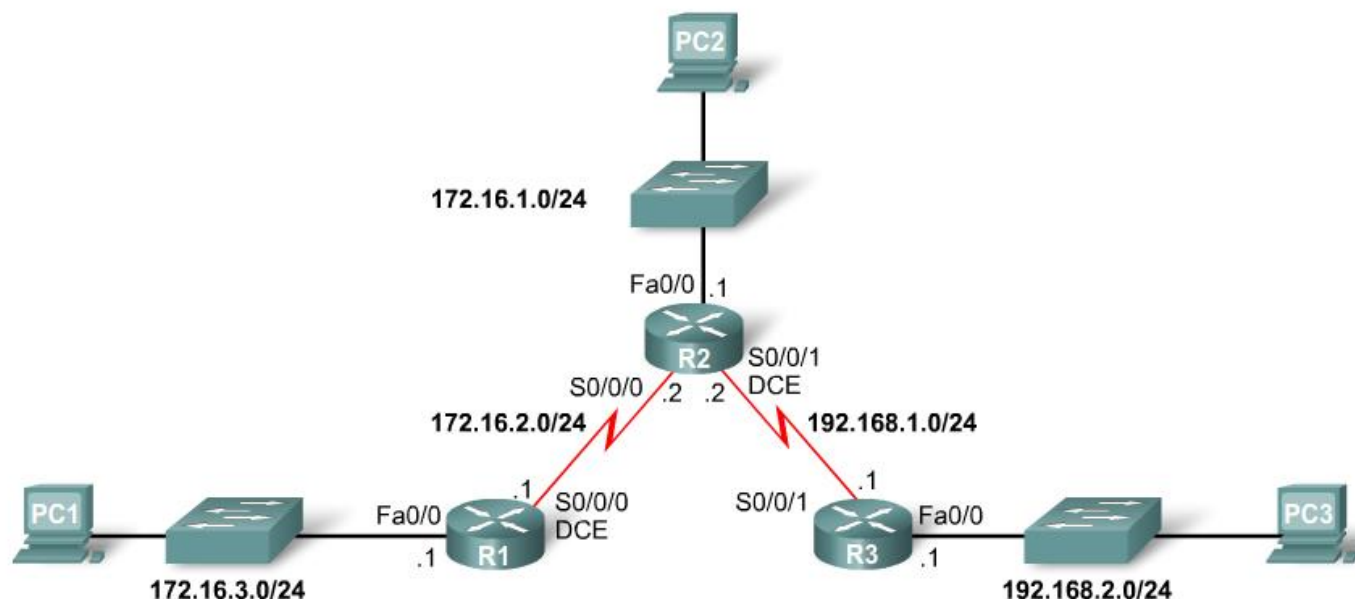
```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
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
```

```
R    192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:20, Serial0/0/0
```


Ustalanie interfejsu wyjściowego za pomocą rekurencyjnego wyszukiwania trasy



```
R1#show ip route
<output omitted>
  172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S    172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S    192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
```

Krok 2

Krok 1

Trasy statyczne z interfejsami

Trasy statyczne z interfejsami są sposobem na unikanie rekurencyjnego wyszukiwania adresu IP następnego skoku

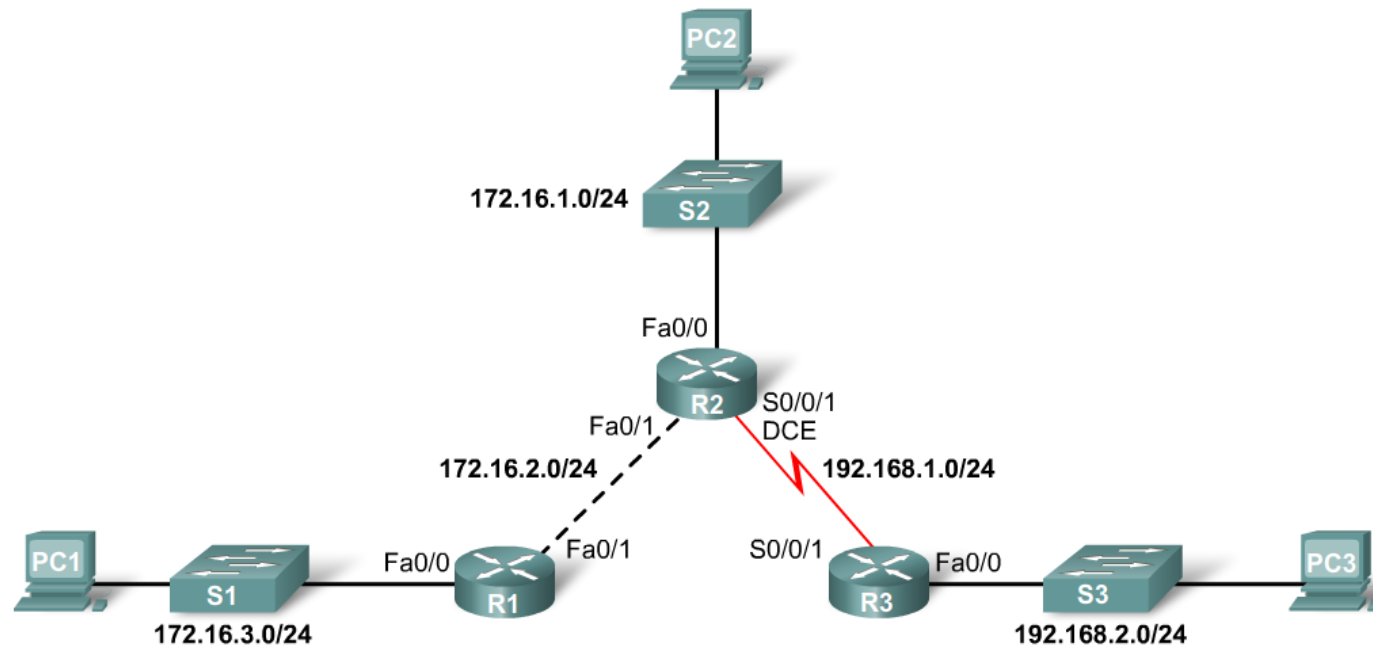
```
R1(config)#no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 serial 0/0/0
R1(config)#end
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       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

    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S       172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S     192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
S     192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

Trasy statyczne z interfejsami

W odróżnieniu od interfejsu szeregowego (jednoznacznie identyfikująca podłączony router), przy interfejsie FastEthernet musimy oprócz numeru podać adres IP następnego skoku.



```
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 FastEthernet 0/1 172.16.2.2
```

Trasy summaryczne

- ▣ Przeszukiwanie mniejszych tablic routingu jest bardziej wydajne.
- ▣ W tablicy routingu jeden adres sieciowy może reprezentować wiele podsieci używających tego samego interfejsu wyjściowego lub tego samego adresu IP następnego skoku.
- ▣ Np. sieci

10.0.0.0 /16

10.1.0.0 /16

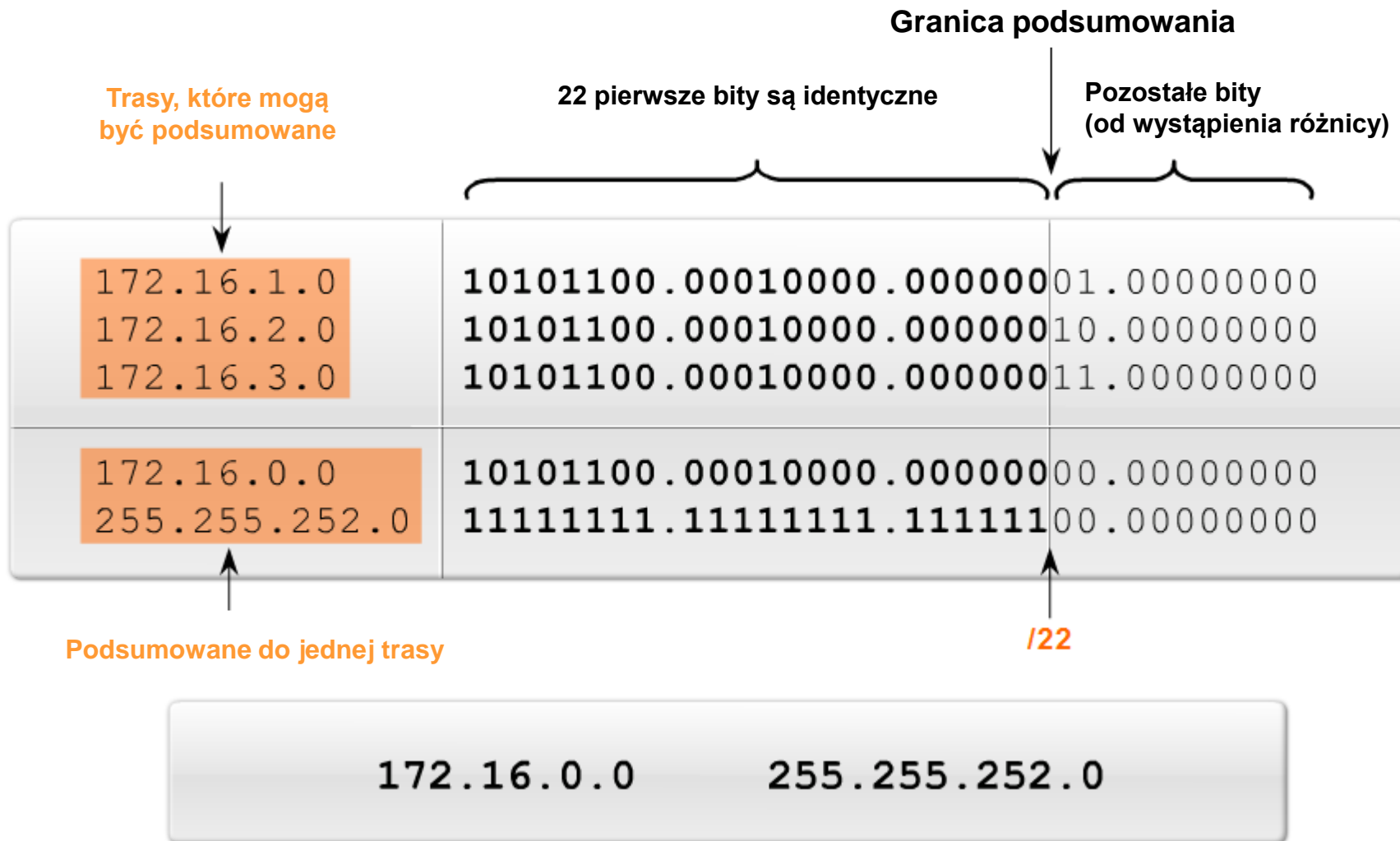
...

10.254.0.0 /16

10.255.0.0 /16

mogą być reprezentowane przez jeden adres
sieciowy 10.0.0.0 /8

Trasy sumaryczne



Trasa domyślna - konfiguracja

Aby zdefiniować trasę domyślną należy użyć następującego polecenia:

Router(config)#**ip route 0.0.0.0**

0.0.0.0 {<interfejs> | <adres-nastepnego-przeskoku>}

```
R1#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
```

```
S    172.16.1.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
S    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
S    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
R1# config term
```

```
R1(config)# Ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial 0/0/0
```

```
R1#show ip route
```

```
<some codes omitted>
```

```
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
```

```
P - periodic downloaded static route
```

```
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

```
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
S* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
R1#
```

Najdłuższe dopasowanie

Docelowy adres IP może pasować do kilku tras w tablicy routingu.

```
172.16.0.0 /24 is subnetted, 1 subnets
```

```
S      172.16.1.0 is directly connected, Serial 0/0/0
```

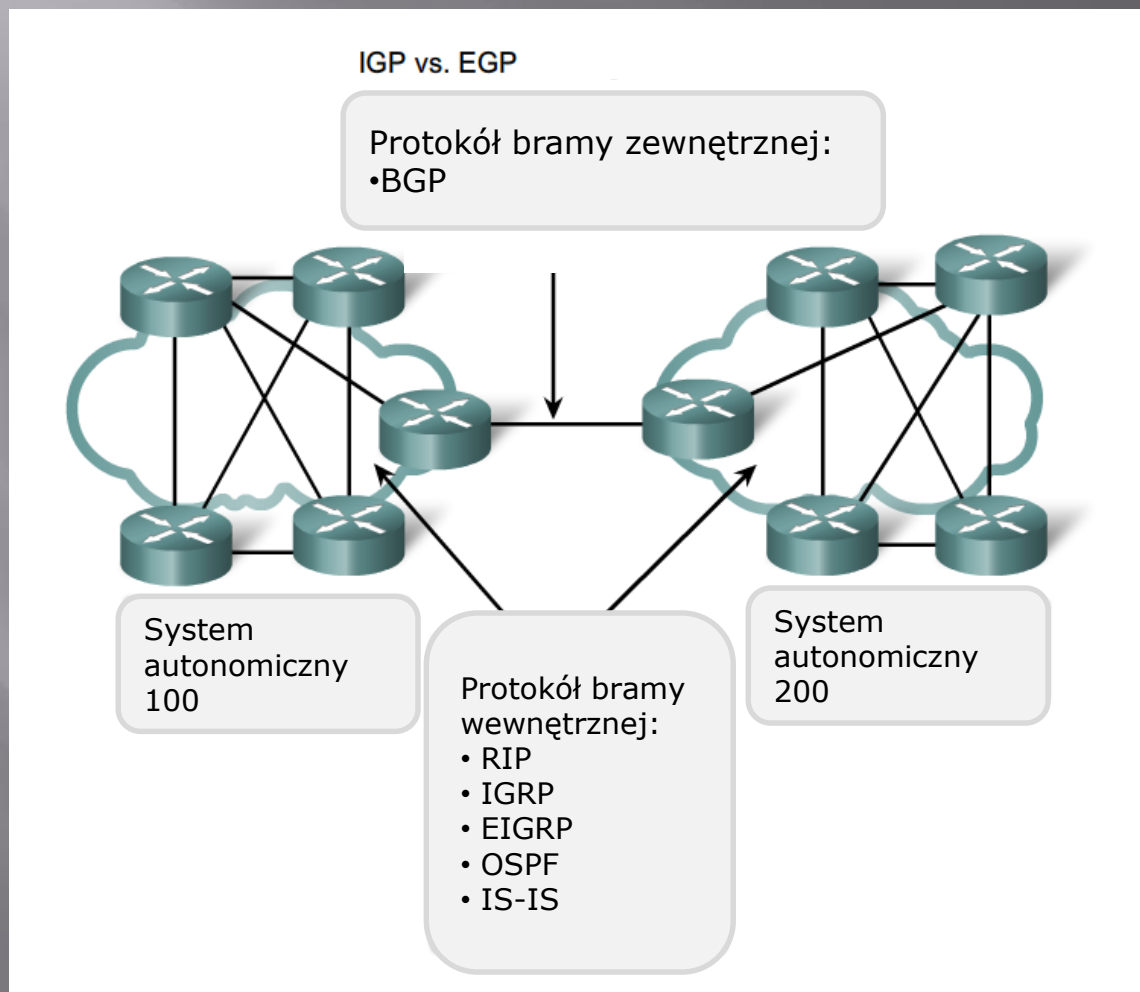
```
S 172.16.0.0/16 is directly connected, Serial 0/0/1
```

Dla IP: 172.16.1.10

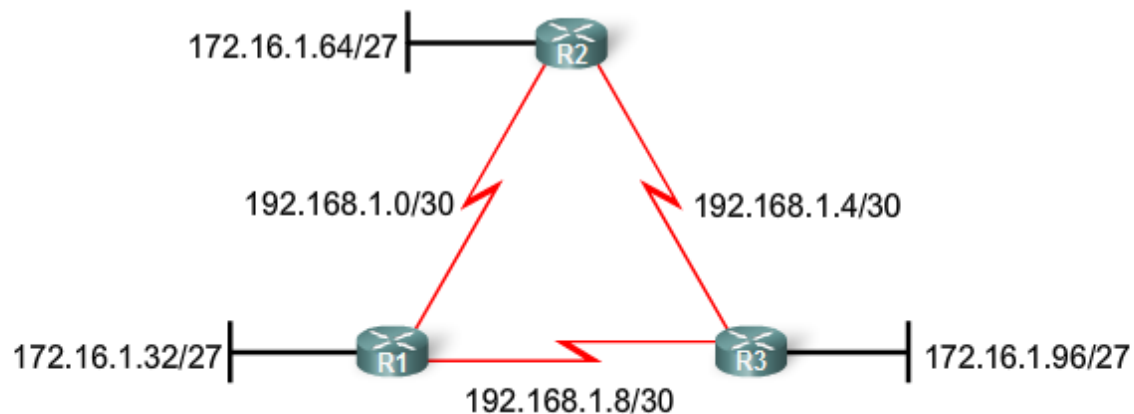
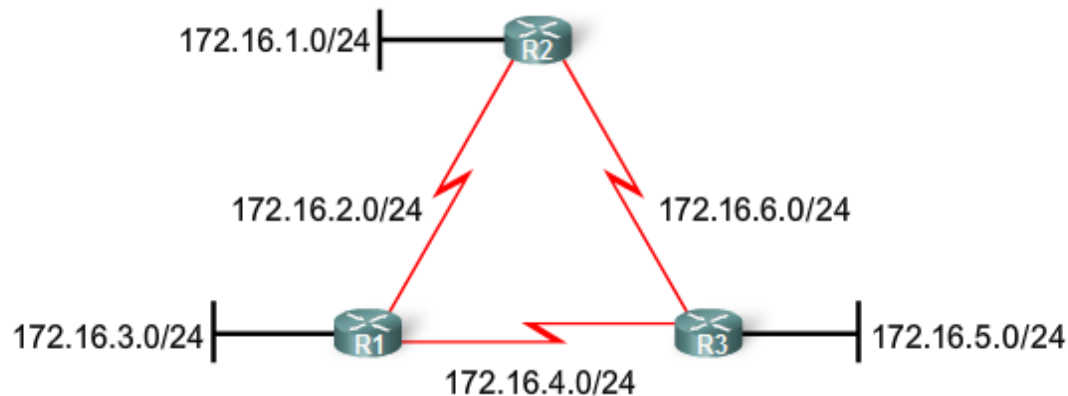
Użyta zostanie pierwsza trasa statyczna, ponieważ do trasy 172.16.1.0/24 pasują 24 bity, zaś do trasy 172.16.0.0/16 pasuje tylko 16 bitów.

Jest to **zasada najdłuższego dopasowania**.

Wprowadzenie do routingu dynamicznego

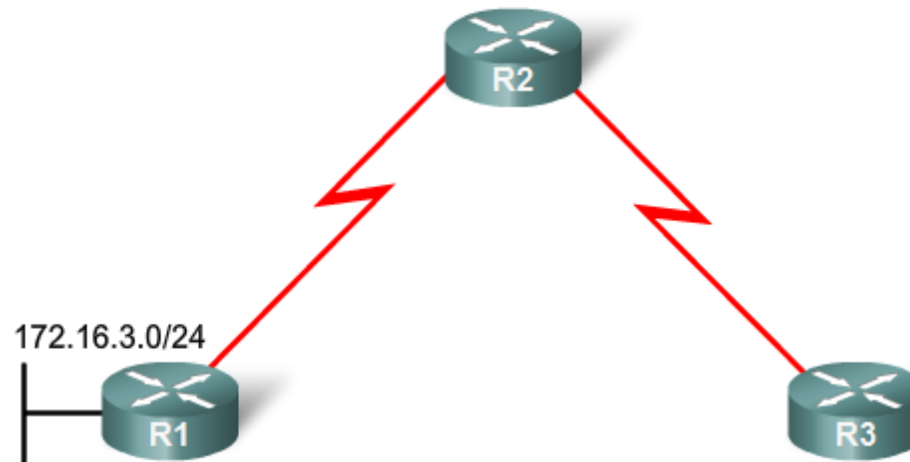


Klasowe i bezklasowe protokoły routingu



Metryki

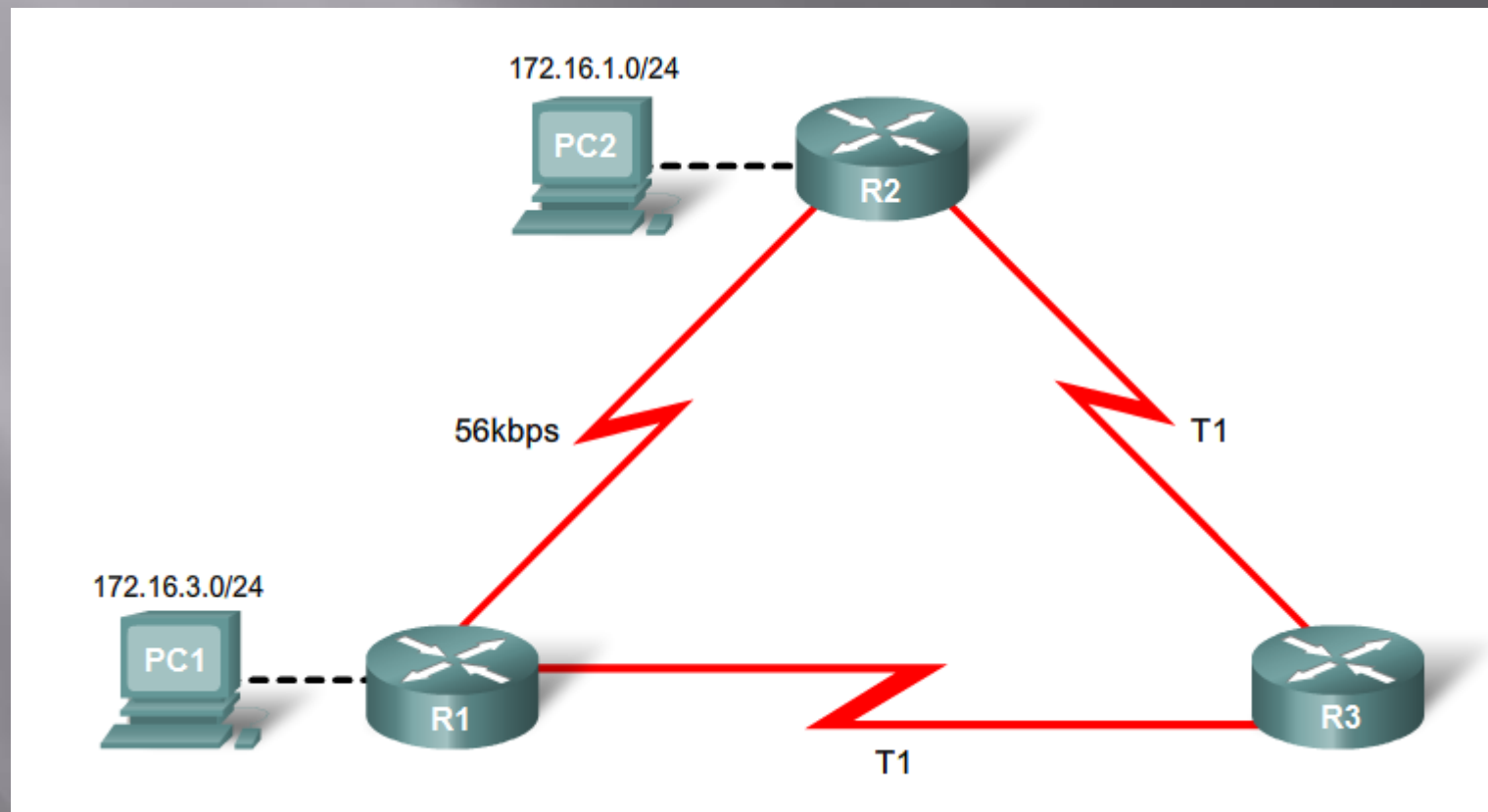
Net	Hops
172.16.3.0	1



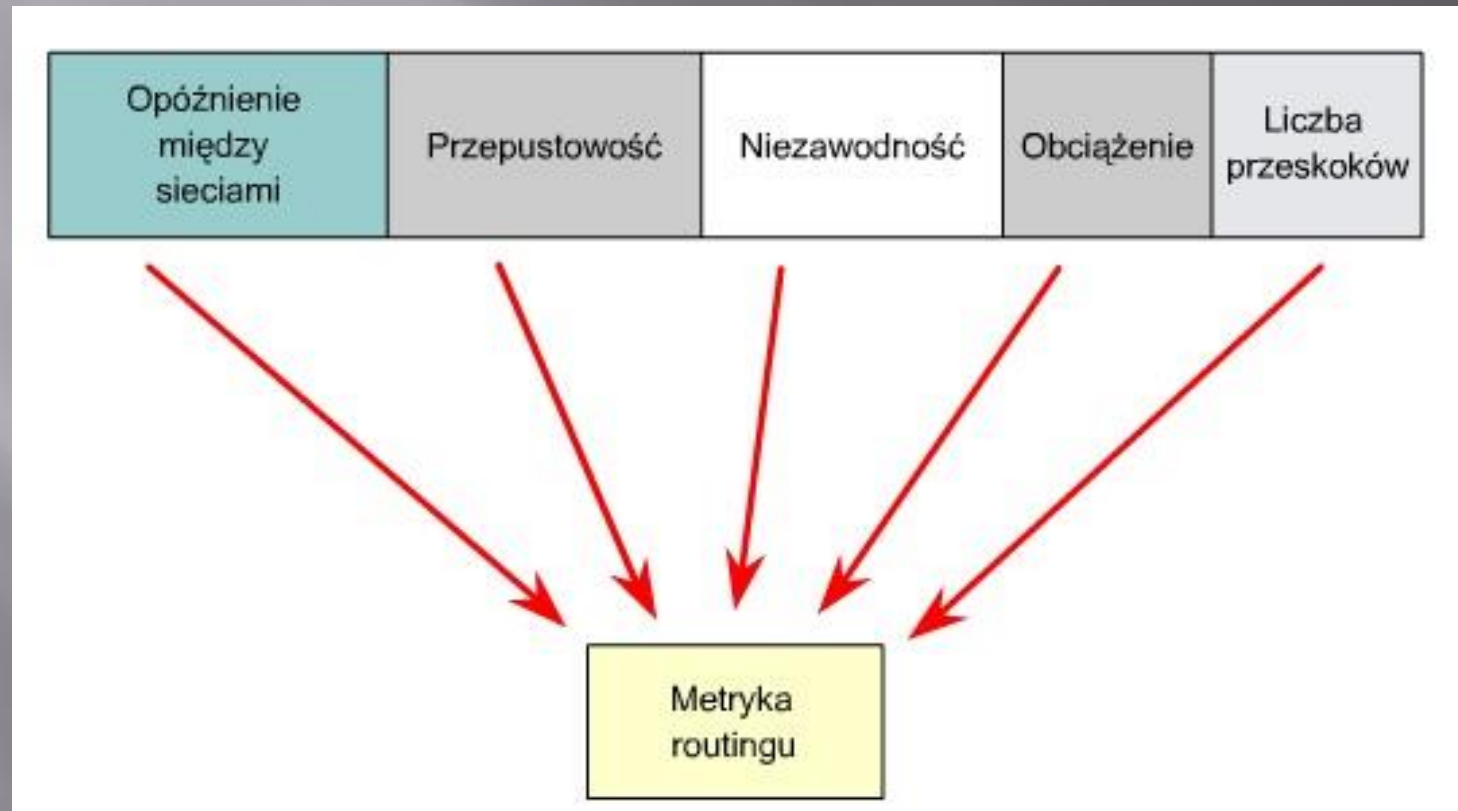
Net	Hops
172.16.3.0	0

Net	Hops
172.16.3.0	2

Metryki



Metryki w routingu z wykorzystaniem wektora odległości



Metryka w tablicy routingu

```
R2#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
Gateway of last resort is not set
```

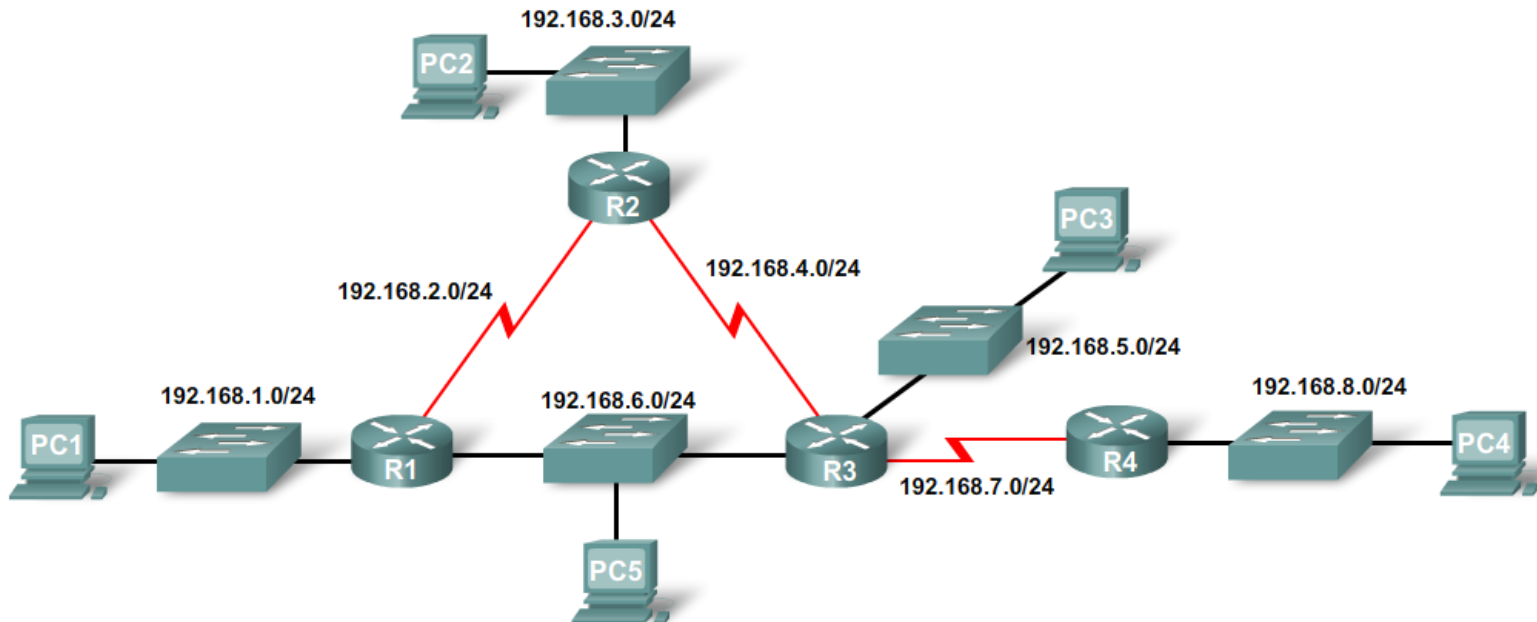
```
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/1
R    192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.6.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
                        [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
```

Rozkładanie obciążenia (*load balancing*)

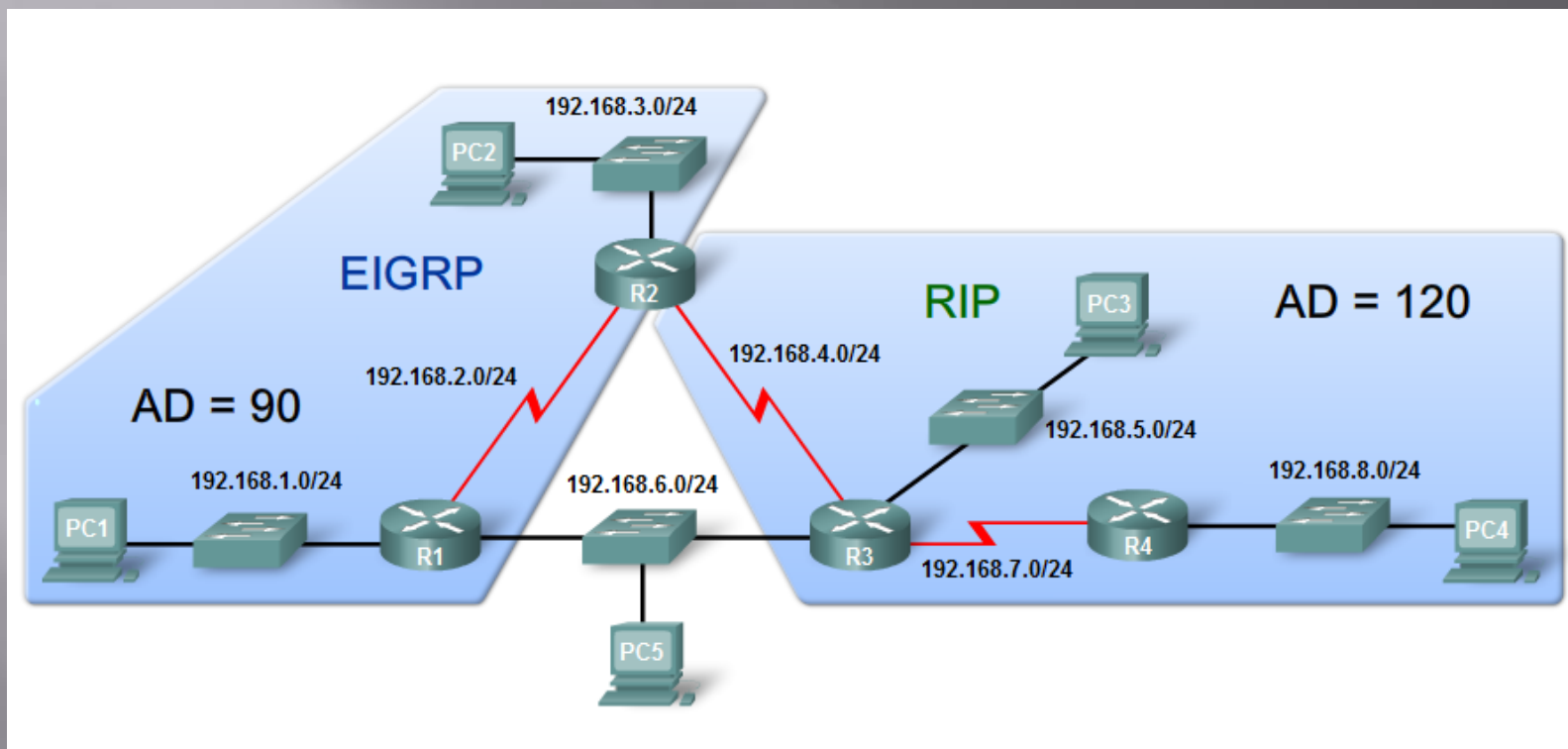
```
R2#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
R    192.168.6.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0  
      [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/0/1
```



Odległość administracyjna



Odległość administracyjna określa pierwszeństwo źródła routingu. Służy do wyboru źródła informacji o trasie, jeśli informacja ta pochodzi z różnych źródeł (z różnych protokołów). Jest to liczba całkowita z przedziału 0-255 (im niższa, tym wyższy priorytet źródła). Najwyższy priorytet ma tylko sieć bezpośrednio połączona: odległość administracyjna równa 0. Dla tras statycznych wartość ta jest równa 1. Trasy z wartością 255 nie są instalowane w tablicy routingu.

Odległość administracyjna

```
R2#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
D    192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R    192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
D    192.168.6.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
R    192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
R    192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
```

```
R2#show ip rip database
```

```
192.168.3.0/24    directly connected, FastEthernet0/0
192.168.4.0/24    directly connected, Serial0/0/1
192.168.5.0/24
    [1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.6.0/24
    [1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.7.0/24
    [1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.8.0/24
    [2] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
```

Odległość administracyjna

Odległość administracyjną protokołów działających na routerze można sprawdzić za pomocą polecenia

```
show ip protocols
```

Route Source	Administrative Distance
Connected	0
Static	1
EIGRP summary route	5
External BGP	20
Internal EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
External EIGRP	170
Internal BGP	200

Protokoły routingu wektora odległości i stanu łącza

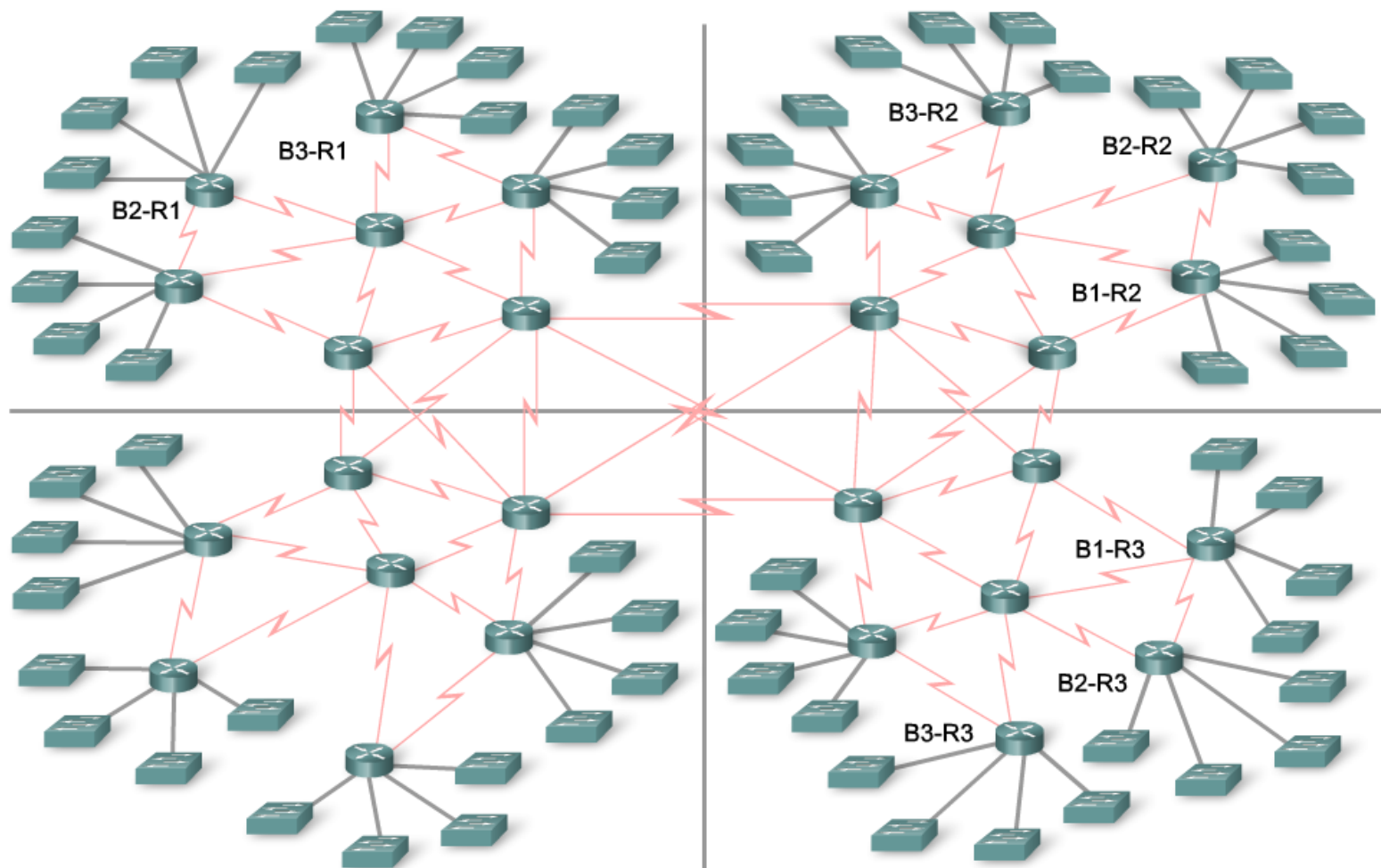
- ▣ **Wektor odległości** (*ang. distance vector*) oznacza, że trasy ogłaszane są jako wektory odległości i kierunku. Odległość definiuje się za pomocą metryki takiej jak liczba skoków, kierunek to router następnego skoku albo interfejs wyjściowy.

(Drogowskazy – Informacja o kierunku i odległości)

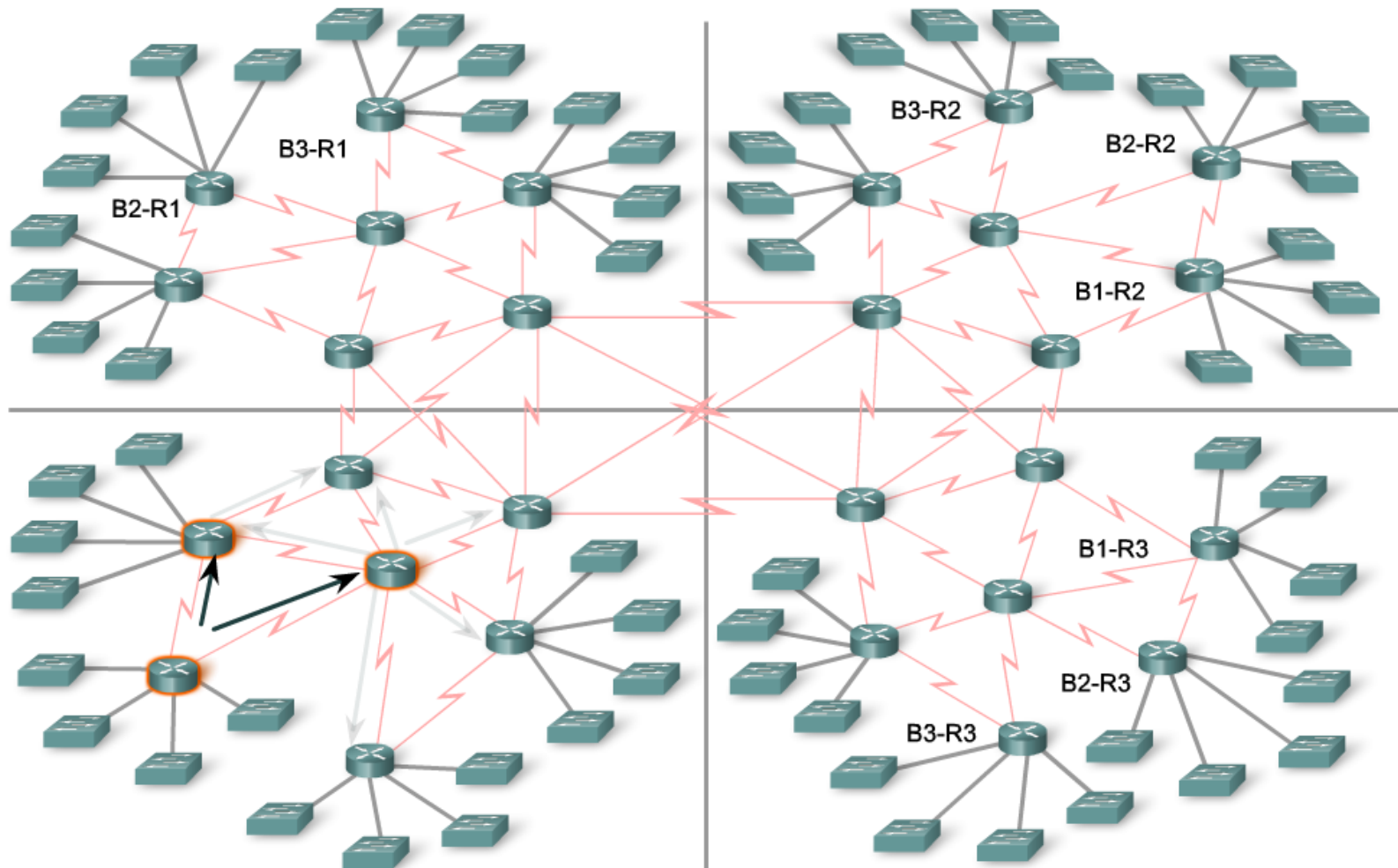
- ▣ **Stan łącza** (*ang. link state*) – routery przesyłają wzajemnie informację o stanie swoich łączy. Tworzą pełną topologię sieci na podstawie informacji zebranych od pozostałych routerów.

(Mapa – można porównać możliwe trasy i wybrać najlepszą)

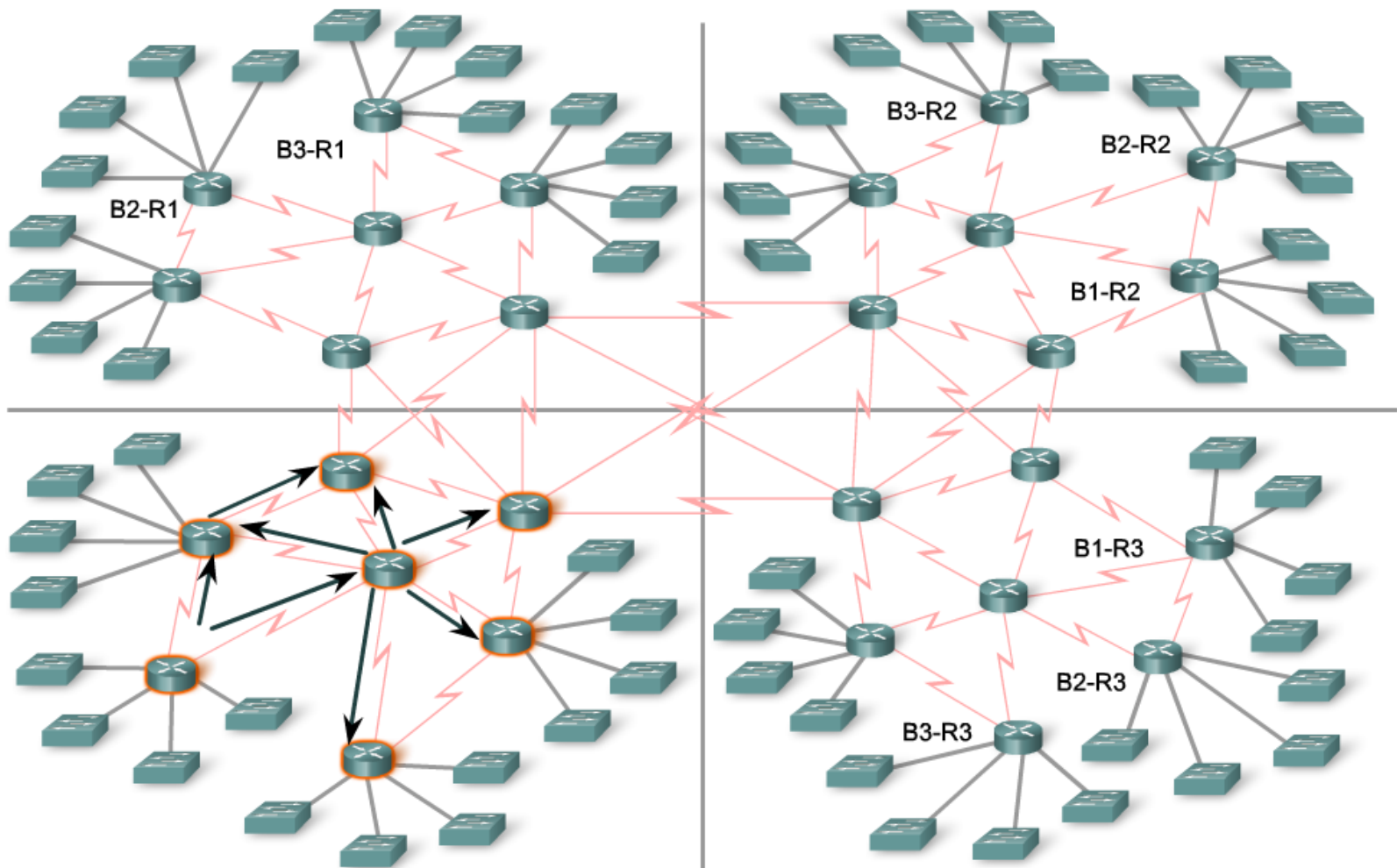
Zbieżność



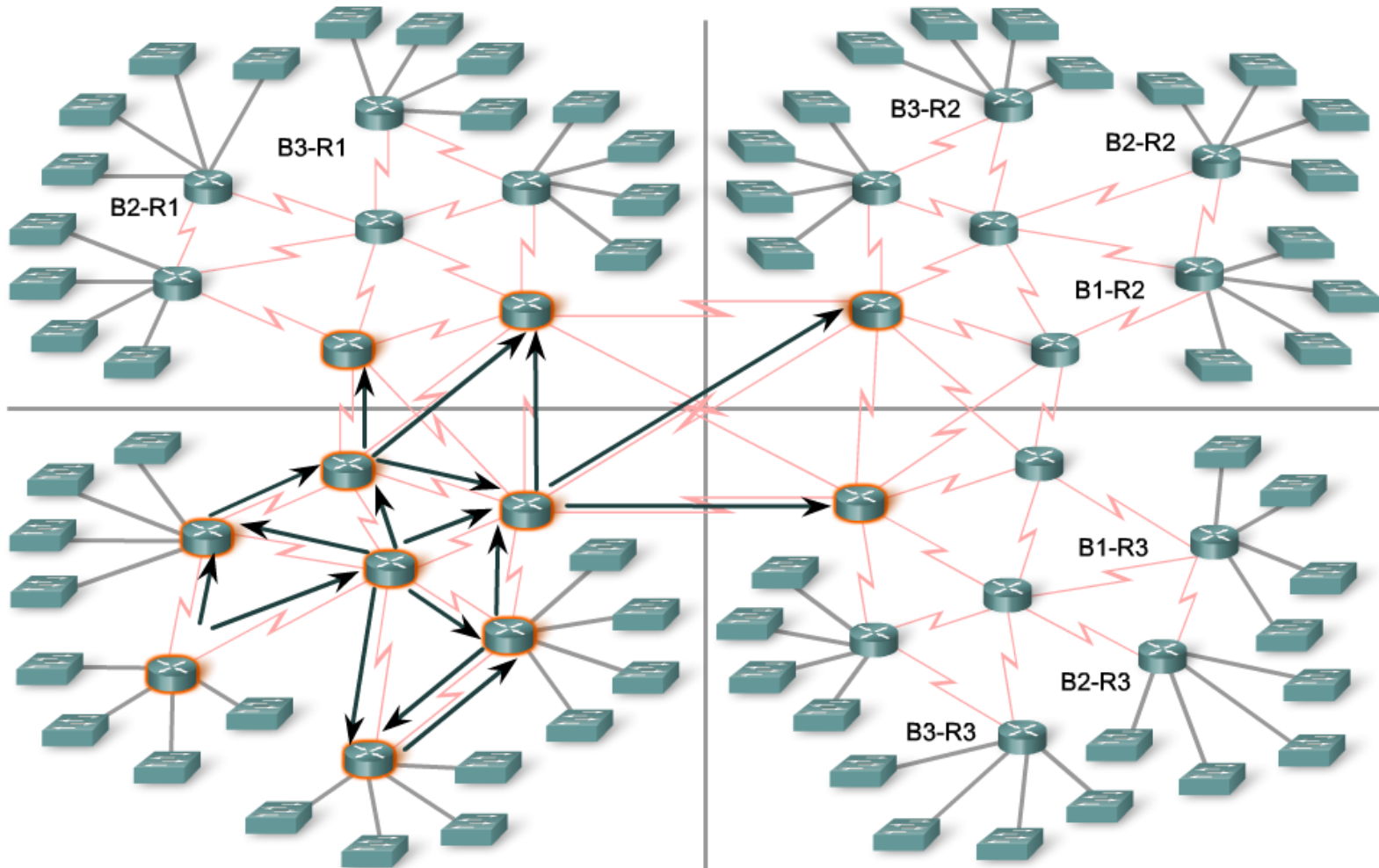
Zbieżność



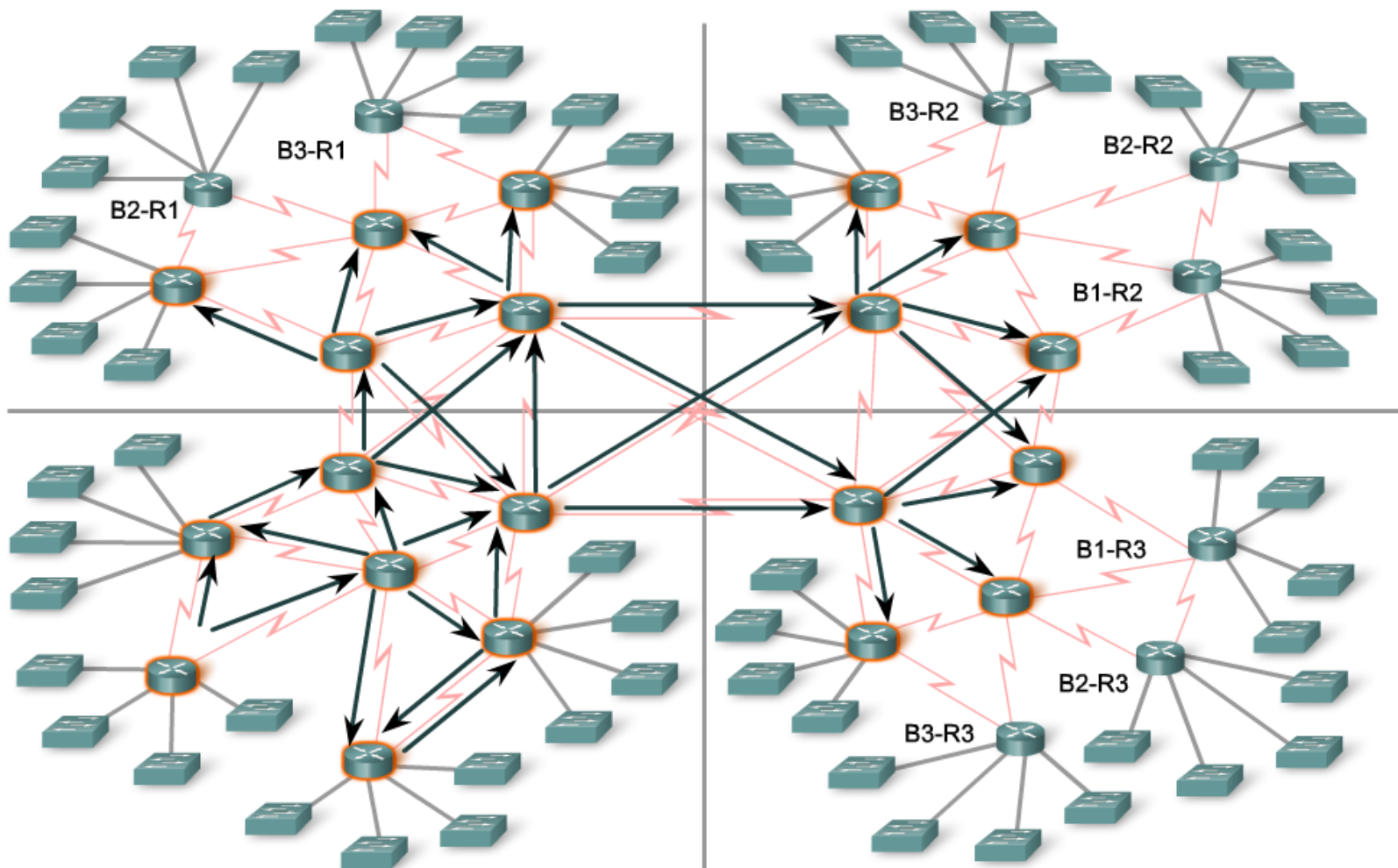
Zbieżność



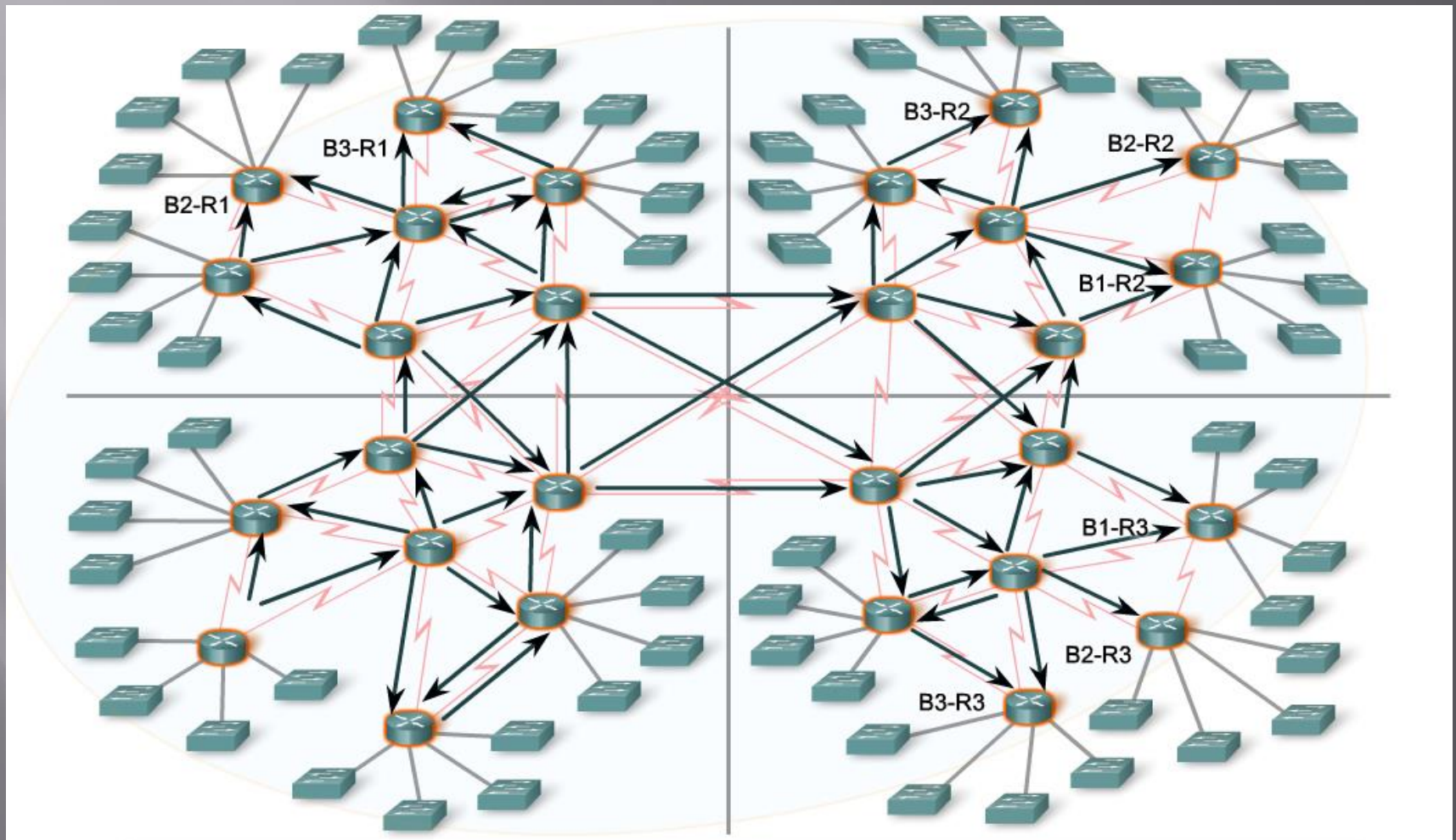
Zbieżność



Zbieżność



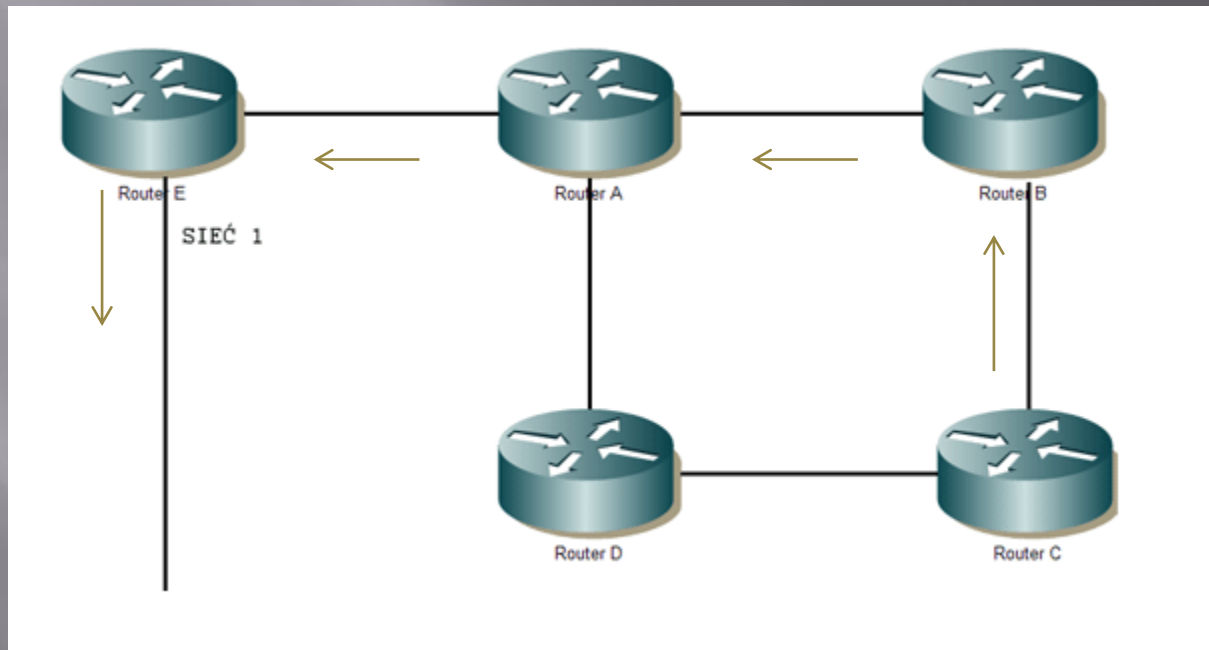
Zbieżność



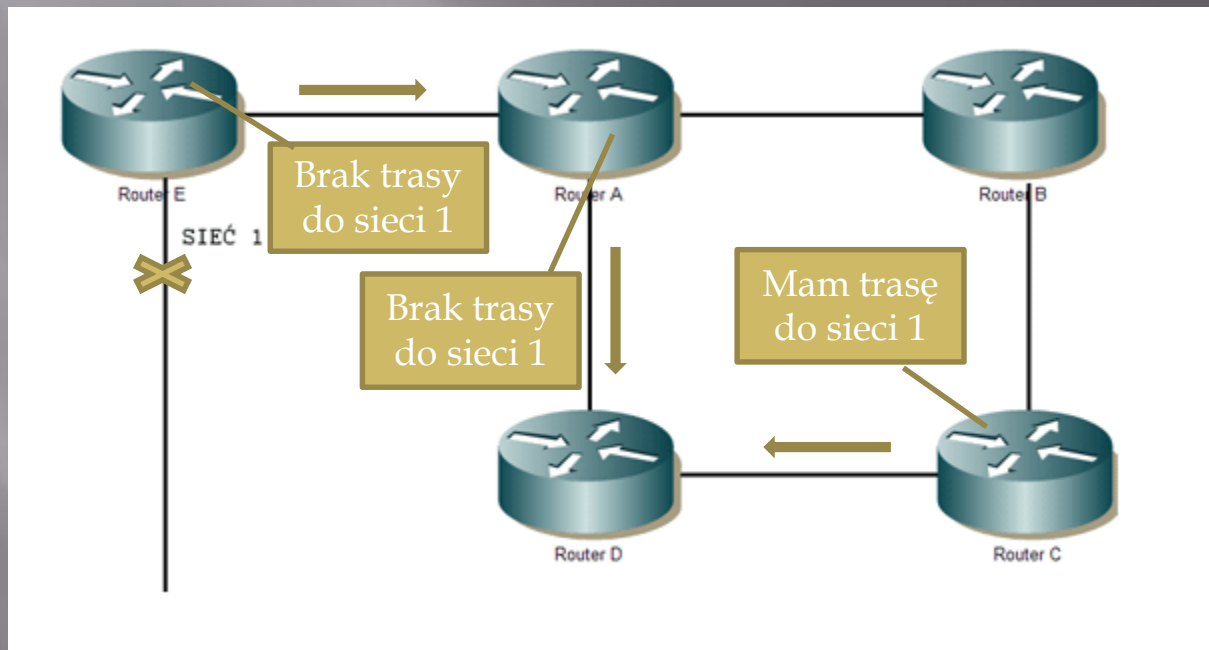
Zbieżność

- ▣ Na szybkość osiągnięcia zbieżności ma wpływ:
 - **Tempo rozgłaszania zmian** w topologii w aktualizacjach routingu wysyłanych do swoich sąsiadów
 - **Szybkość obliczania najlepszych** tras za pomocą nowych zebranych informacji o routingu

Pętle routingu



Pętle routingu



Podsumowanie

- ▣ Podłączenie interfejsu szeregowego i Fast Ethernet – kable
- ▣ Konfiguracja interfejsów (szeregowego i Fast Ethernet)
- ▣ Konfiguracja routingu statycznego
- ▣ Trasy sumaryczne
- ▣ Trasa domyślna
- ▣ Wprowadzenie do routingu dynamicznego
 - Klasowe i bezklasowe protokoły routingu
 - Metryki
 - Rozkładanie obciążenia (*load balancing*)
 - Odległość administracyjna
 - Zbieżność
 - Pętle routingu