

TECHNIKI ROUTINGU W SIECIACH KOMPUTEROWYCH

Routing z wykorzystaniem stanu łącza, OSPF
część 2

opracowanie na podstawie materiałów Cisco

Marcin Raniszewski

Roman Krzeszewski

Łukasz Sturgulewski

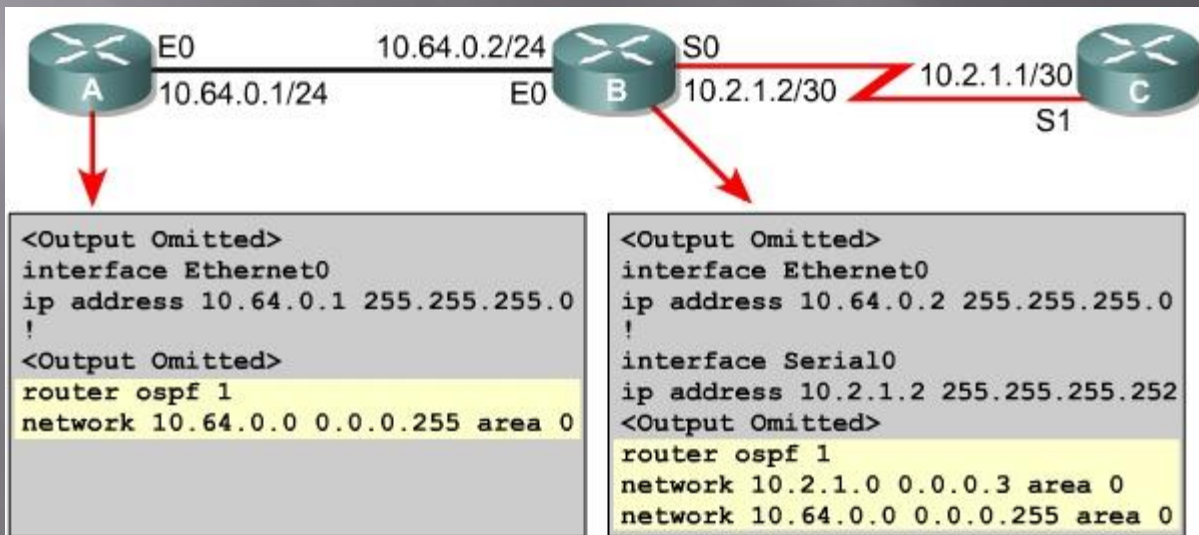
Grzegorz Nowak

Plan wykładu

- ▣ Konfigurowanie procesu routingu protokołu OSPF
- ▣ Modyfikowanie kosztu w protokole OSPF
- ▣ Konfigurowanie uwierzytelniania w protokole OSPF
- ▣ Konfigurowanie zegarów protokołu OSPF
- ▣ Propagowanie domyślnej trasy w protokole OSPF
- ▣ Sprawdzanie konfiguracji protokołu OSPF
- ▣ OSPF i sieci wielodostępowe (router desygnowany DR i desygnowany router zastępczy BDR)

Konfigurowanie procesu routingu protokołu OSPF

- Aby włączyć routing OSPF, należy użyć polecenia konfiguracji globalnej o składni:
`Router(config)#router ospf id-procesu`
- Identyfikator procesu jest liczbą używaną do identyfikacji procesu routingu OSPF na routerze.
- Na tym samym routerze **można jednocześnie uruchomić wiele procesów OSPF**.
- Liczba ta może przyjmować wartości z przedziału od 1 do 65 535.
- Większość administratorów sieci używa tego samego identyfikatora procesu w całym systemie autonomicznym, ale nie jest to obowiązkowe. W praktyce informacje o identyfikatorze procesu nie opuszczają nawet routera, dlatego dopuszcza się definiowanie różnych wartości identyfikatora w różnych routerach należących do tego samego systemu autonomicznego.



Konfigurowanie protokołu OSPF

W protokole OSPF sieci IP są ogłaszane w następujący sposób:

`Router(config-router)#network adres maska-blankietowa area id-obszaru`

Polecenie network area	Opis
adres	Może to być adres sieci, podsieci lub interfejsu. Stanowi informację dla routera, na których łączach należy oczekiwać ogłoszeń oraz na których łączach ogłaszać informacje.
maska-blankietowa	Jest to odwrotna maska, która służy do określania sposobu odczytywania adresu. Maska zawiera bity blankietowe, w których 0 oznacza dopasowanie, a 1 - nieistotność. Na przykład adres 0.0.255.255 oznacza dopasowanie dwóch pierwszych bajtów. Odpowiadająca mu maska podsieci byłaby 16-bitową maską 255.255.0.0. Maska blankietowa 0.0.0.0 jest używana do określania adresu interfejsu.
identyfikator-obszaru	Wartość ta określa obszar, który ma być powiązany z adresem. Może to być liczba lub też wartość o postaci zbliżonej do adresu IP. W przypadku obszaru szkieletowego identyfikator musi wynosić 0.

Ogólnie identyfikatory obszarów mogą przybierać wartości z przedziału od 0 do 4294967295.

Mechanizm OSPF przetwarza **identyfikator obszaru** jako 32-bitowe pole niezależne od tego, czy został on wyznaczony za pomocą jednej cyfry czy czterech wartości dziesiętnych rozdzielonych kropkami. Nic nie stoi na przeszkodzie, żeby stosować obydwa sposoby zapisu. Zaleca się jednak wybranie jednego z nich i konsekwentnie używane we wszystkich urządzeniach sieciowych.

Pojęcie kosztu – metryka w OSPF

- OSPF korzysta z tak zwanych kosztów, przypisanych do każdego łącza (czyli interfejsu) o maksymalnych wartościach z przedziału: 1...65535. **Koszt** ten domyślnie jest odwrotnie proporcjonalny do szerokości pasma na danym łączu - jest obliczany na podstawie wzoru $10^8 / \text{przepustowość}$, gdzie przepustowość jest wyrażona w b/s.

Typ łącza a przepustowość	Koszt
56-kbps Łącze szeregowo	1785
T1 1.544-Mbps Łącze szeregowo	64
E1 2.048-Mbps Łącze szeregowo	48
4-Mbps Token Ring	25
Ethernet 10 Mb/s	10
16-Mbps Token Ring	6
100-Mbps Fast Ethernet , FDDI	1

- W protokole OSPF **rutery rozpowszechniają koszty pojedynczych łączy**, a nie całych tras, tak jak to miało miejsce w RIP czy EIGRP - co za tym idzie nie ma sprecyzowanej maksymalnej wartości kosztu całej trasy.

Modyfikowanie kosztu w protokole OSPF

- ▣ Dla poprawnej pracy protokołu OSPF ważne jest, aby przepustowość interfejsu była ustalona prawidłowo.
`Router(config) #interface serial 0/0`
`Router(config-if) #bandwidth 64`
- ▣ Domyślną przepustowością interfejsów szeregowych w urządzeniach Cisco jest 1,544 Mb/s, czyli 1544 kb/s.

Modyfikowanie kosztu w protokole OSPF

- ▣ Domyślnym kosztem przypisywanym łączu 100 Mb/s jest najniższa wartość kosztu równa 1. W przypadku sieci 100 Mb/s i Gigabit Ethernet te domyślne wartości kosztu, o ile nie zostaną zmienione, mogą spowodować wybór mniej efektywnej ścieżki. Aby zmienić domyślną wartość **pasma odniesienia** należy zastosować polecenie:

```
Router(config-router)#auto-cost reference-bandwidth mbps
```

- ▣ Równie dobrze można po prostu zmienić przypisany **koszt** do danego interfejsu:

```
Router(config-if)#ip ospf cost liczba
```

Konfigurowanie uwierzytelniania w protokole OSPF

- ▣ Każdy interfejs OSPF może udostępniać **klucz uwierzytelniający**, który jest przeznaczony dla routerów wysyłających informacje OSPF do innych routerów znajdujących się w danym segmencie.
- ▣ Klucz uwierzytelniający (inaczej **hasło**) jest tajną wartością wspólną dla routerów.
- ▣ Klucz ten jest używany do generowania danych uwierzytelniających przesyłanych w nagłówku pakietu OSPF.
- ▣ Hasło może mieć długość do **ośmiu znaków**.
- ▣ Do konfigurowania **hasła uwierzytelniania** protokołu OSPF służy polecenie o następującej składni:
 - **Router(config-if)# ip ospf authentication-key hasło**
- ▣ Po skonfigurowaniu hasła należy włączyć funkcję uwierzytelniania:
 - **Router(config-router)#area numer-obszaru authentication**
- ▣ W przypadku prostego uwierzytelniania **hasło jest wysyłane tekstem jawnym**.

Konfigurowanie uwierzytelniania w protokole OSPF

- ❑ Zaleca się jednak, aby wiadomości uwierzytelniające były przesyłane w postaci zaszyfrowanej.
- ❑ W celu wysłania wiadomości uwierzytelniających w postaci zaszyfrowanej i zapewnienia większego bezpieczeństwa jest używane słowo kluczowe **message-digest**.
- ❑ Składnia polecenia konfigurowania interfejsu wygląda następująco:

```
Router(config-if)#ip ospf message-digest-key id-klucza [typ-szyfrowania] md5 klucz
```
- ❑ Słowo kluczowe **md5** określa typ algorytmu mieszającego używanego do tworzenia sygnatury wiadomości, zaś pole typu szyfrowania określa stosowaną metodę szyfrowania, gdzie 0 oznacza brak szyfrowania, zaś 7 — zastrzeżoną metodę szyfrowania.
- ❑ Podany **id-klucza** jest identyfikatorem i przybiera wartość z przedziału od 1 do 255.
- ❑ Klucz jest hasłem alfanumerycznym o długości do **szesnastu znaków**.
- ❑ Routery sąsiednie muszą używać takiego samego identyfikatora klucza o tej samej wartości.
- ❑ Następujące polecenie jest używane w trybie konfigurowania routera:

```
Router(config-router)#area id-obszaru authentication message-digest
```

Konfigurowanie uwierzytelniania w protokole OSPF

- ▣ Uruchamiając opcję uwierzytelniania w danym obszarze, trzeba włączyć jej obsługę we **wszystkich routerach należących do tego obszaru**.
- ▣ Istnieje możliwość zdefiniowania **różnych kluczy dla poszczególnych interfejsów routera** lub **jednego hasła wykorzystywanego w całej sieci**. Najważniejsze jest to, by wszystkie interfejsy należące do jednego segmentu sieci korzystały z tego samego klucza OSPF.

```
Sydney1(config-if)#ip ospf message-digest-key 1 md5
asecret
Sydney1(config-if)#exit
Sydney1(config)#router ospf 1
Sydney1(config-router)#area 0 authentication message-
digest
Sydney1(config-router)#end
Sydney1#
```

Konfigurowanie zegarów protokołu OSPF

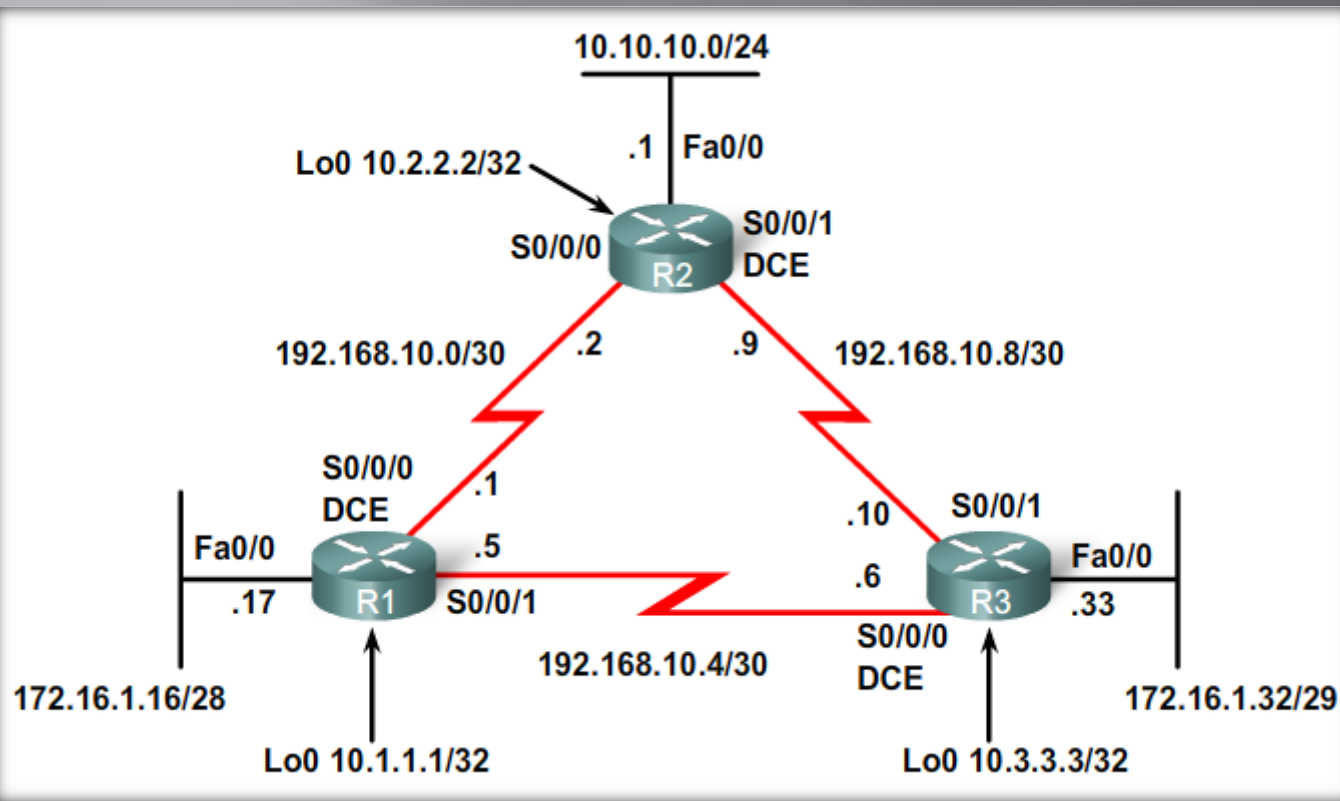
- ▣ Aby móc wymieniać informacje, routery OSPF muszą używać tych samych wartości czasu między pakietami *Hello* oraz czasu przetrzymania w ramach danego segmentu sieci.
- ▣ Domyślnie czas przetrzymania jest cztery razy większy niż czas między pakietami *Hello*. Oznacza to, że router może podjąć cztery próby wysłania pakietu *Hello*, zanim zostanie uznany za wyłączony.
- ▣ Wartości zegarów mogą być zmienione przez administratora sieci. Usprawiedliwieniem zmiany wartości zegarów może być tylko poprawa wydajności sieci OSPF. Należy tak zmieniać wartość zegarów, aby odpowiadały wartościom na sąsiednich routerach.
- ▣ Aby skonfigurować interwał pakietów *Hello* oraz czas przetrzymania, należy użyć następujących poleceń:
`Router(config-if)#ip ospf hello-interval sekundy`
`Router(config-if)#ip ospf dead-interval sekundy`

Propagowanie domyślnej trasy w protokole OSPF

Następująca instrukcja konfiguracyjna dokonuje propagacji domyślnej trasy statycznej do wszystkich routerów w danym obszarze OSPF:

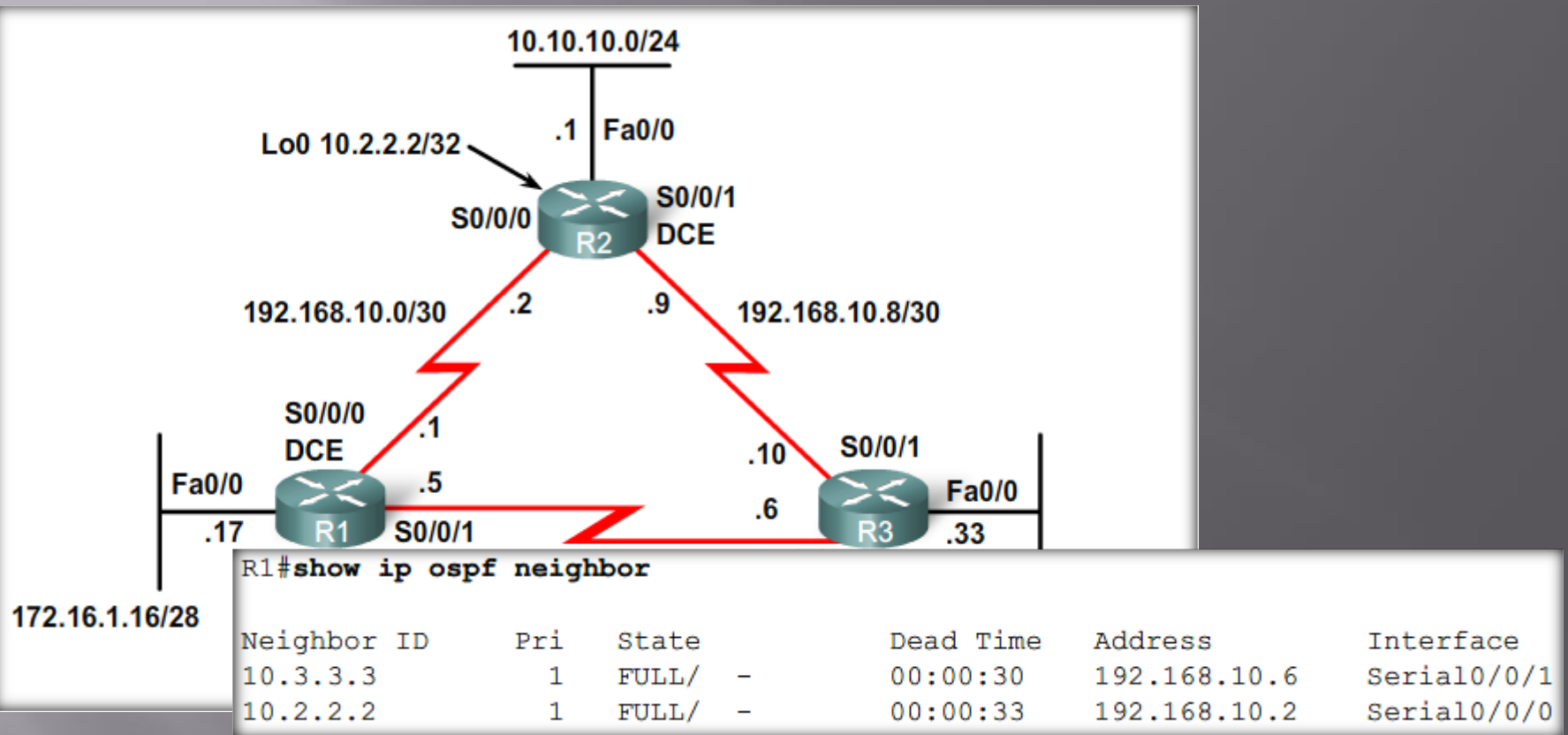
```
Router(config-router) #default-information originate
```

Sprawdzanie konfiguracji OSPF



```
Router#show ip ospf neighbor
Router#show ip protocols
Router#show ip ospf
Router#show ip ospf interface
Router#show ip route
```


Sprawdzanie konfiguracji OSPF



Router#show ip ospf neighbor

Neighbor ID - identyfikator sąsiedniego routera

PRI - priorytet interfejsu OSPF

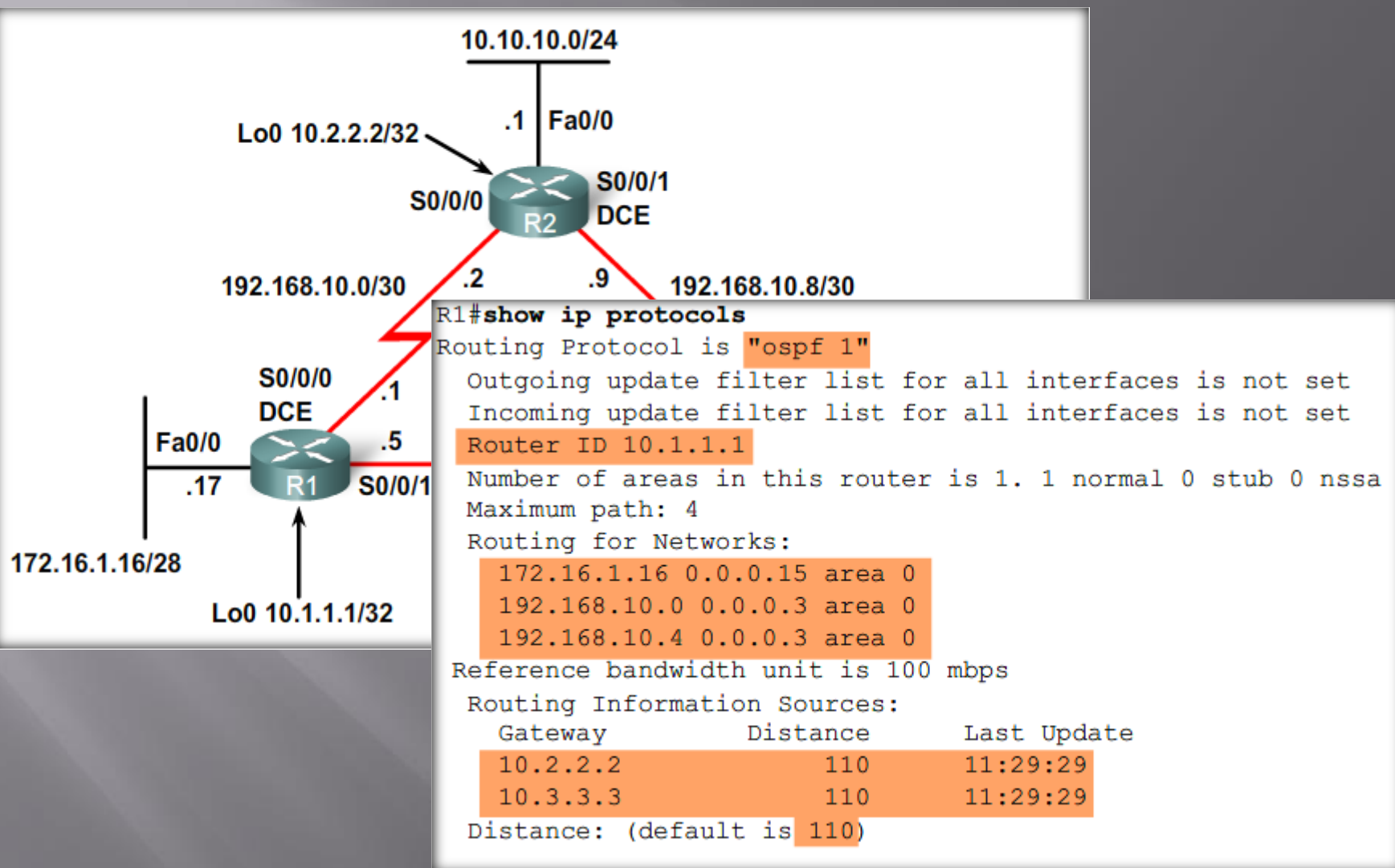
State - stan interfejsu OSPF

Dead Time - czas przetrzymania

Address - adres IP interfejsu sąsiada

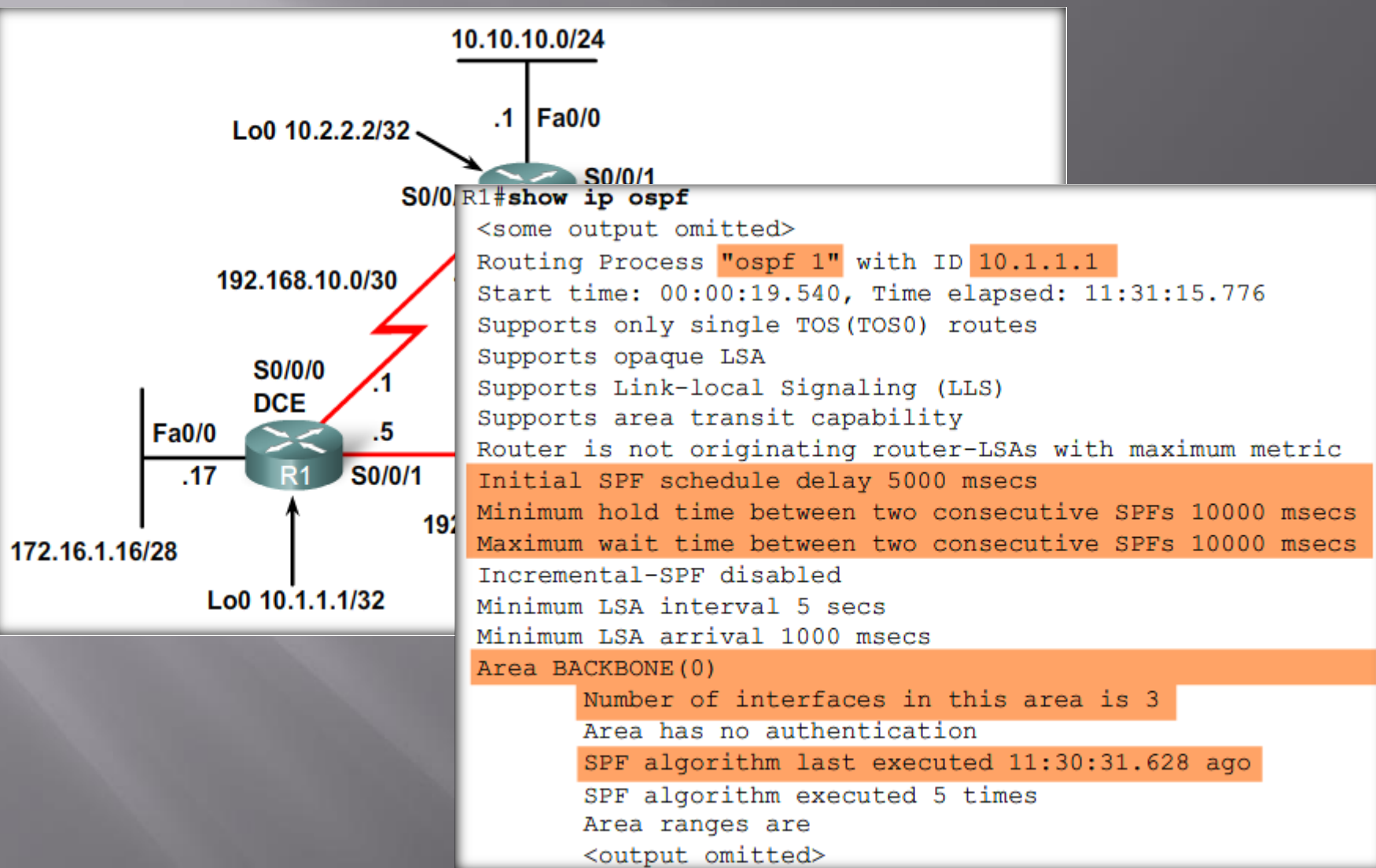
Interface - interfejs, na którym router ustanowił przyległość z sąsiadem

Sprawdzanie konfiguracji OSPF



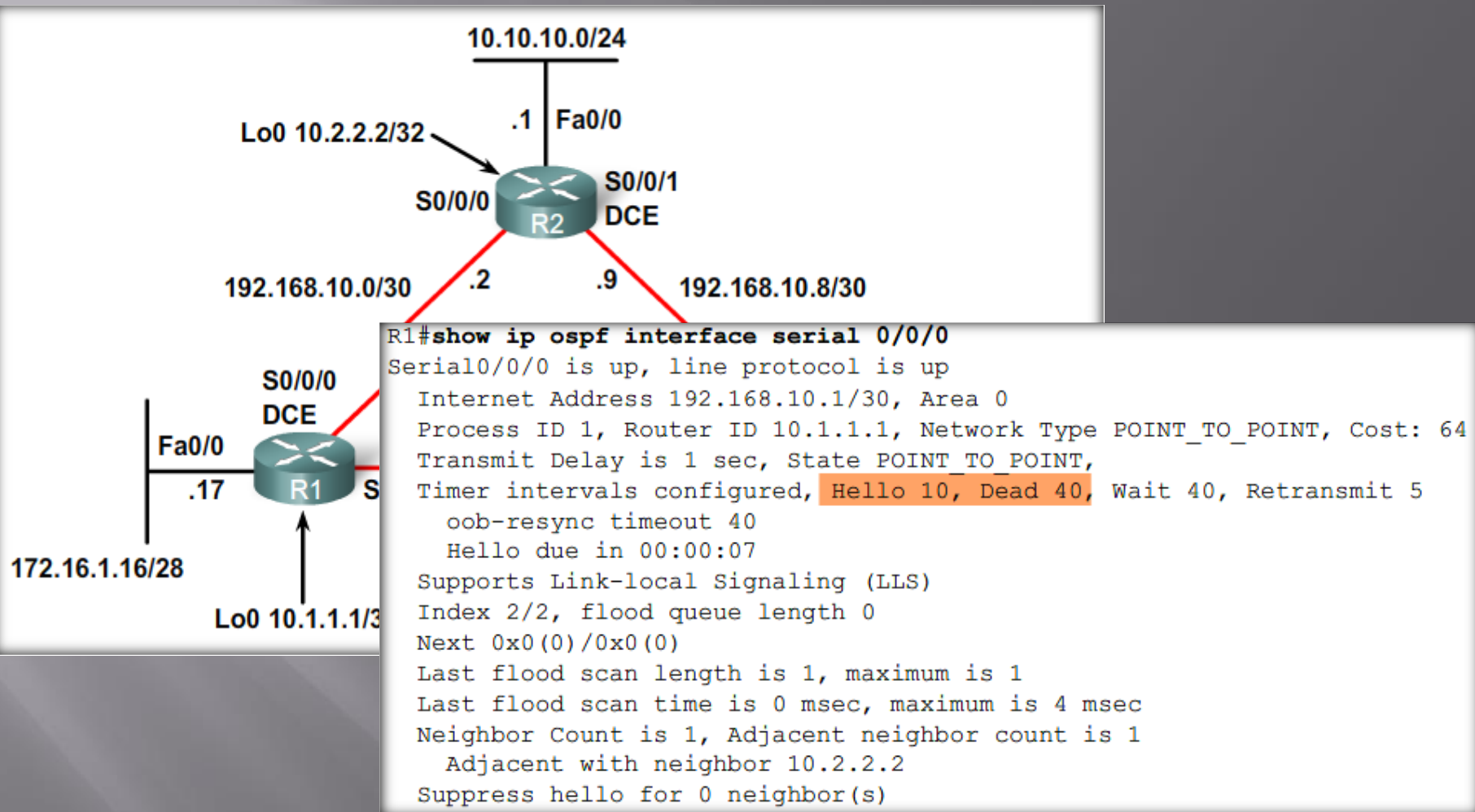
Router#show ip protocols

Sprawdzanie konfiguracji OSPF



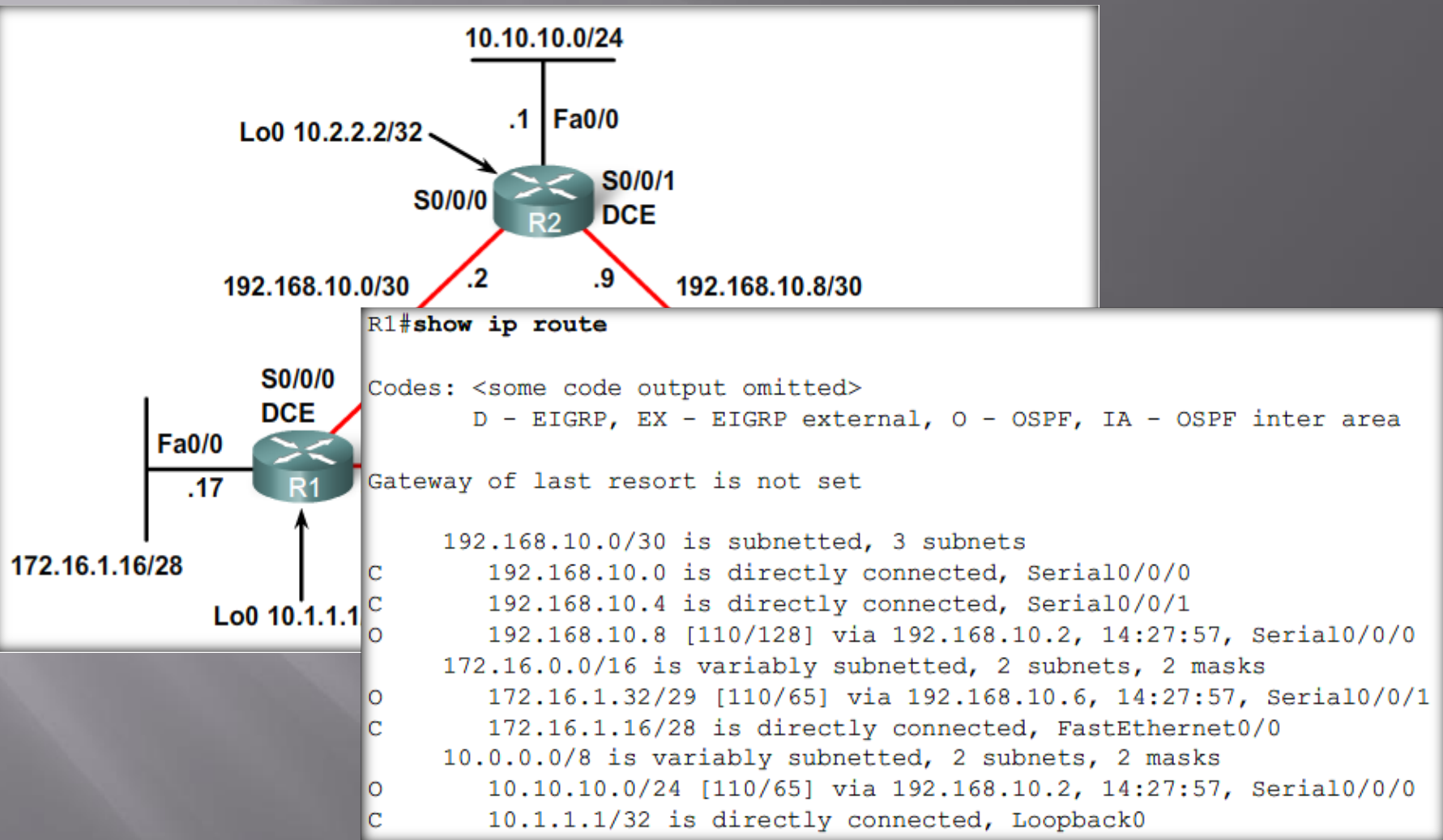
Router#show ip ospf

Sprawdzanie konfiguracji OSPF



Router#show ip ospf interface { typ numer }

Sprawdzanie konfiguracji OSPF



Router#show ip route

Uwaga: Protokół OSPF **nie wykonuje** automatycznego podsumowania na granicy klas.

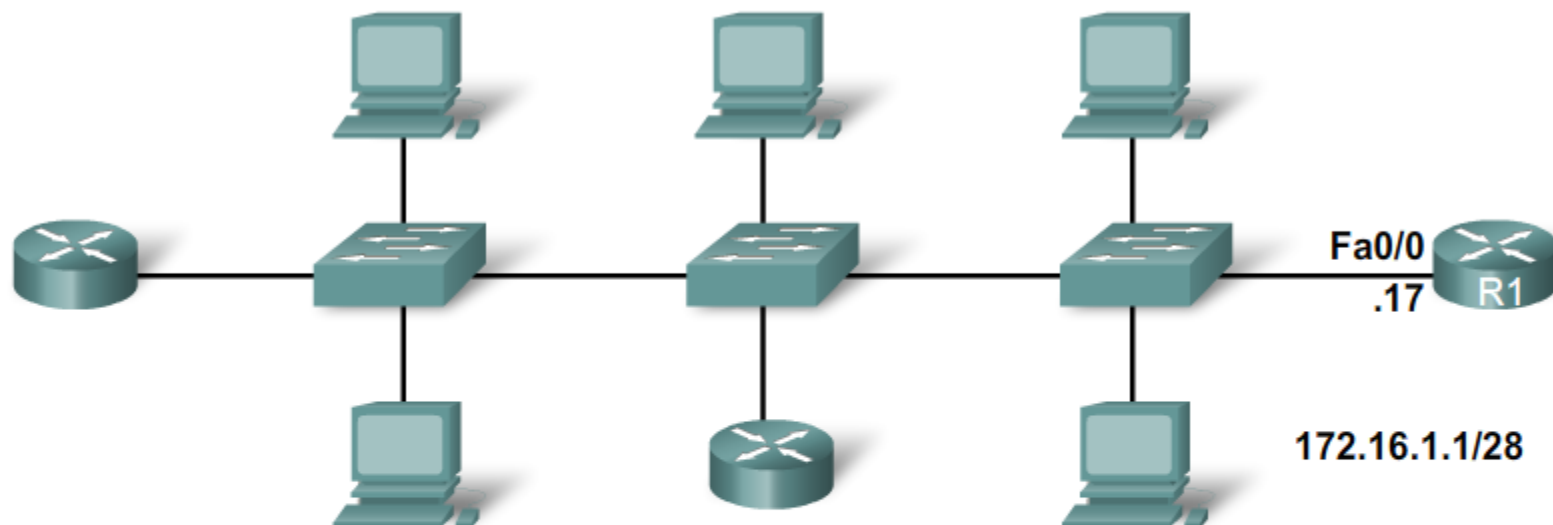
Sprawdzanie konfiguracji protokołu OSPF

<code>show ip ospf neighbor detail</code>	Służy do wyświetlania <u>szczegółowej listy sąsiadów</u> , ich priorytetów oraz stanu (na przykład init, exstart lub full).
<code>show ip ospf database</code>	Służy do wyświetlania <u>zawartości bazy danych o topologii uaktualnianej przez router</u> . Wyświetla również identyfikator routera oraz identyfikator procesu OSPF. Używając odpowiednich słów kluczowych, można wyświetlić bazy danych różnych typów. Szczegółowe informacje dotyczące słów kluczowych można znaleźć na stronie www.cisco.com .

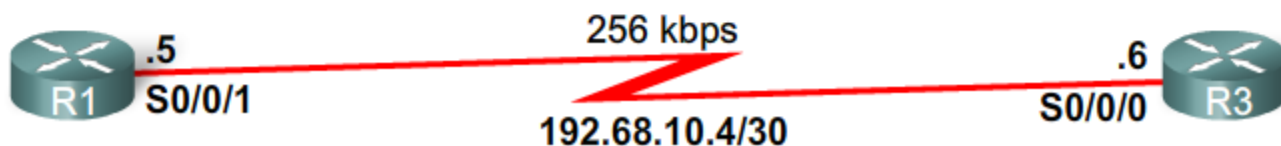
Polecenie	Opis
<code>debug ip ospf events</code>	Raportuje wszystkie zdarzenia OSPF
<code>debug ip ospf adj</code>	Raportuje zdarzenia dotyczące przylegania OSPF

OSPF i sieci wielodostępowe

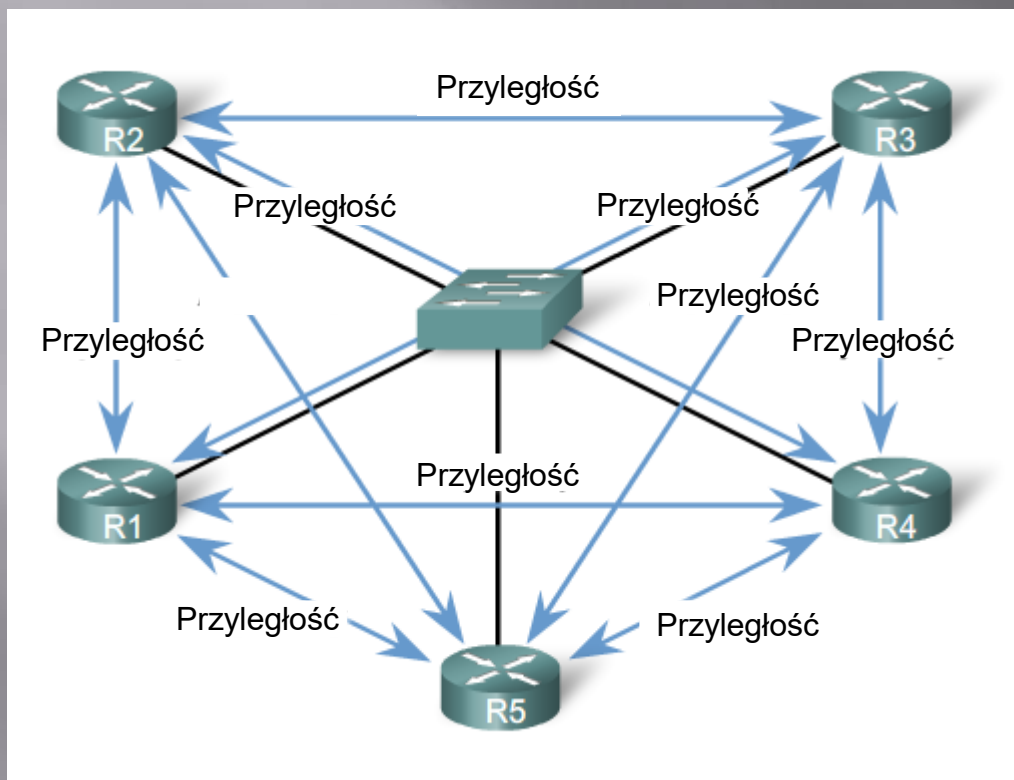
Wielodostępowa sieć rozgłoszeniowa



Sieć punkt-punkt



OSPF i sieci wielodostępowe



Ilość
routerów

n

5

10

20

100

Ilość
przyległości

$n(n-1)/2$

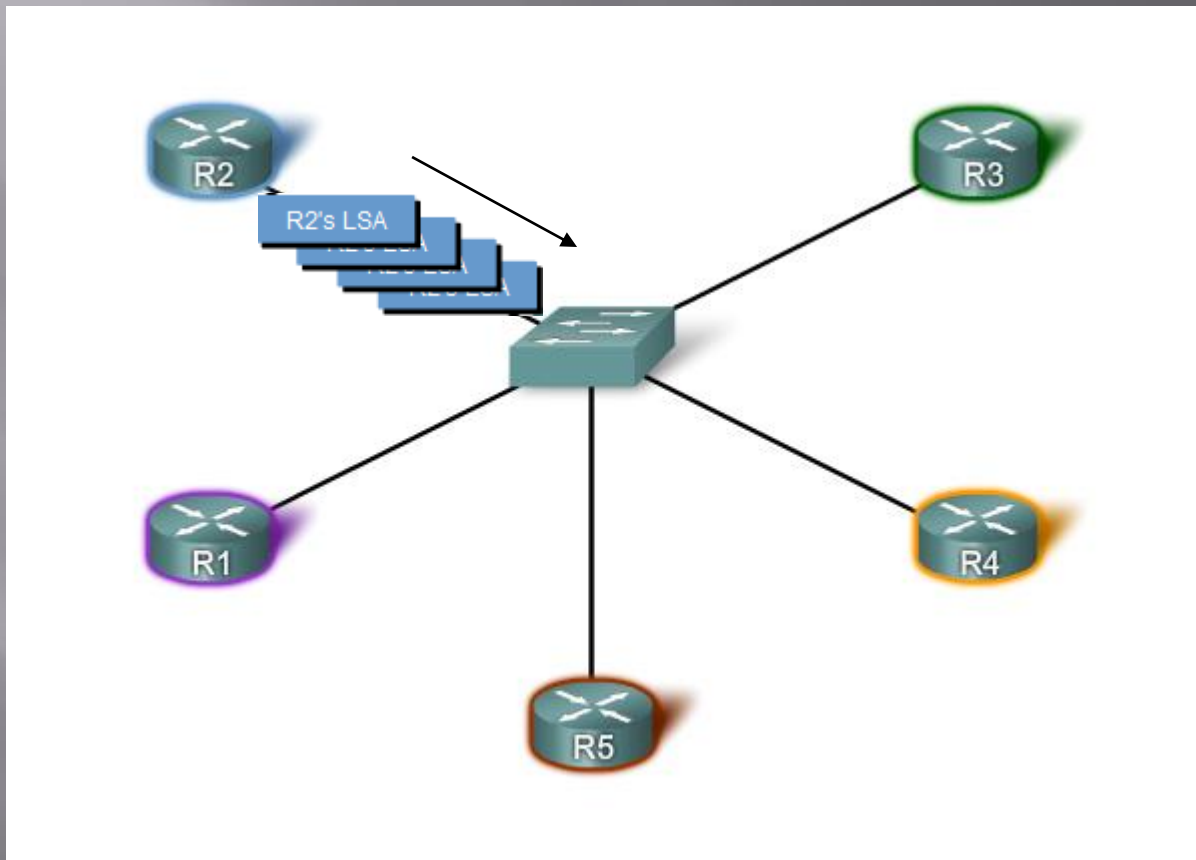
10

45

190

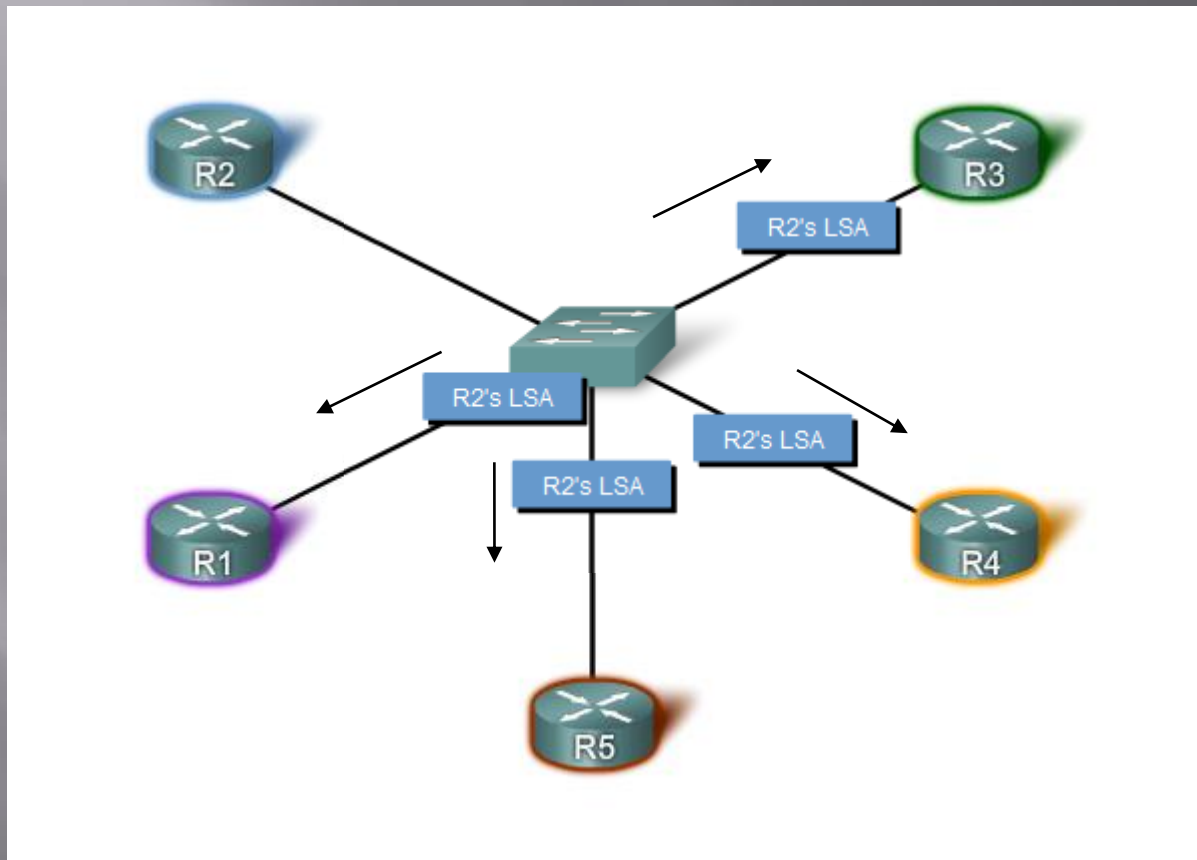
4950

OSPF i sieci wielodostępowe



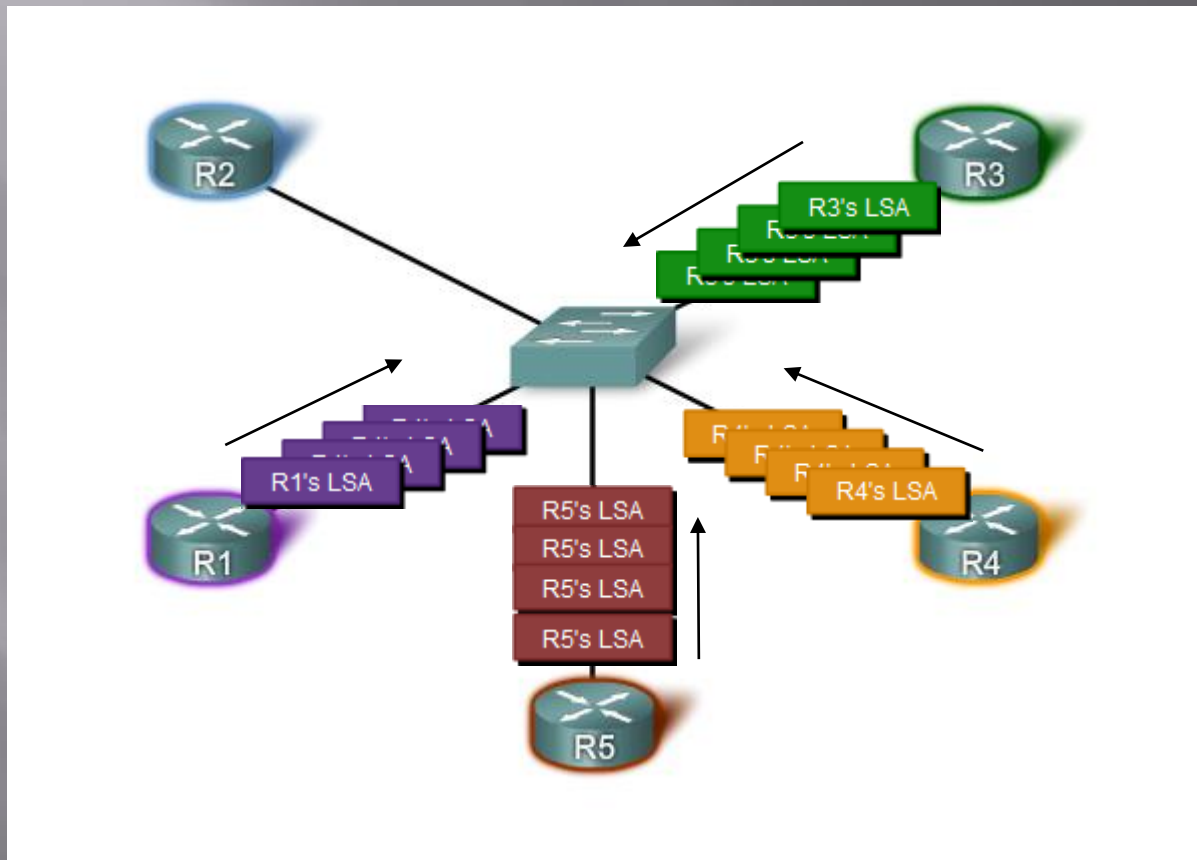
Router R2 wysyła pakiety LSA do pozostałych routerów w sieci wielodostępowej

OSPF i sieci wielodostępowe



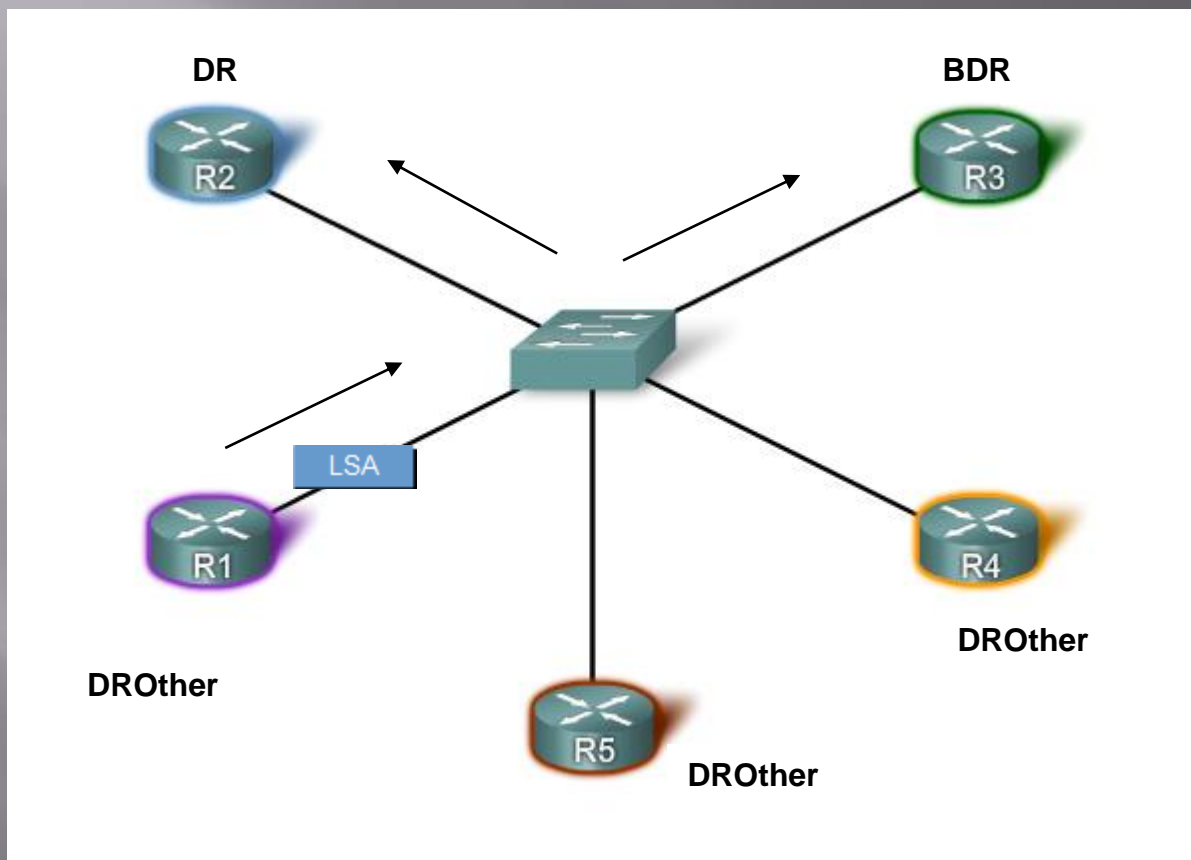
Router R2 wysyła pakiety LSA do pozostałych routerów w sieci wielodostępowej

OSPF i sieci wielodostępowe



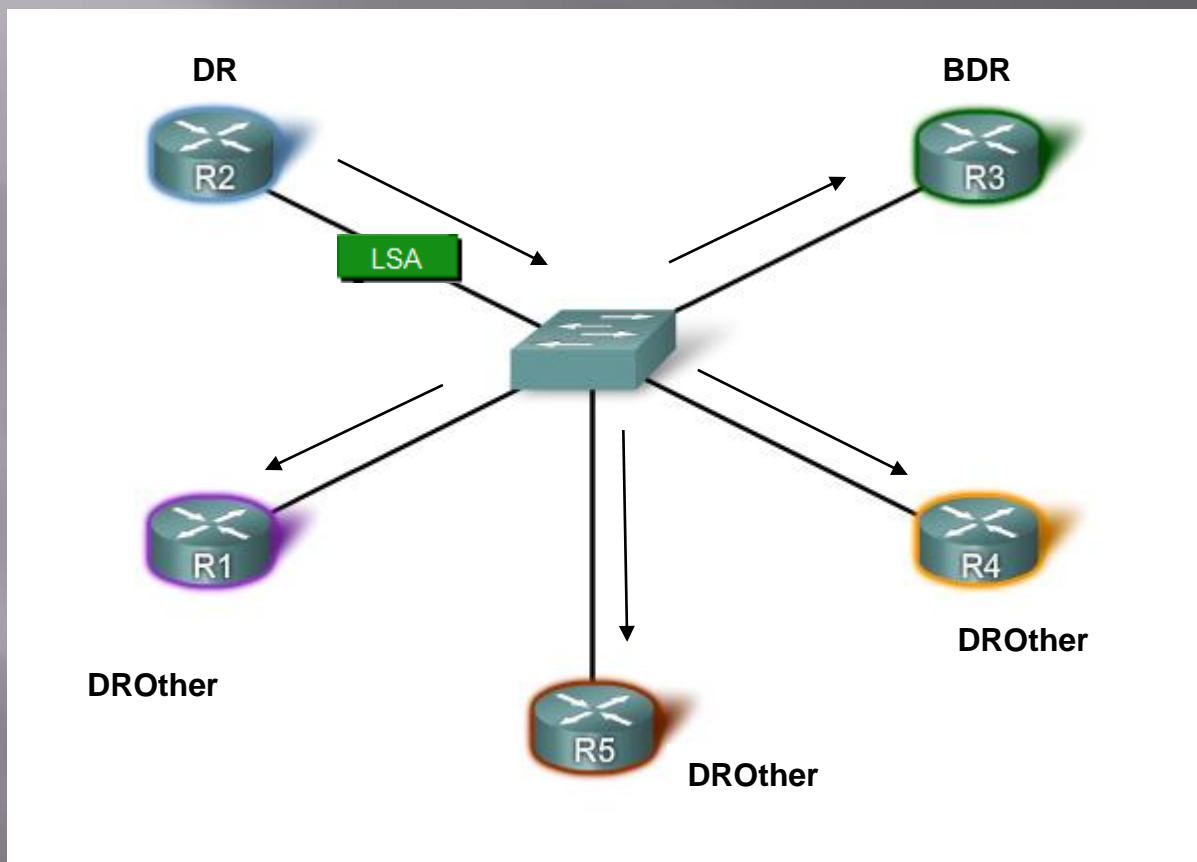
Konieczność wysłania przez wszystkie routery pakietów LSA do pozostałych routerów mogłaby spowodować **przeciążenie sieci**.

OSPF i sieci wielodostępowe



Rozwiązaniem jest zastosowanie routerów desygnowanych **DR i BDR** (*Designated Router, Backup Designated Router*), które są adresatami pakietów LSA wysyłanych przez pozostałe routery (DROther) na adres multicastowy 224.0.0.6 (ALLDRouters).

OSPF i sieci wielodostępowe



Tylko router DR zajmuje się zalewowym wysyłaniem aktualizacji LSA w sieci wielodostępowej na adres multicastowy 224.0.0.5 (AllSPFRouters).

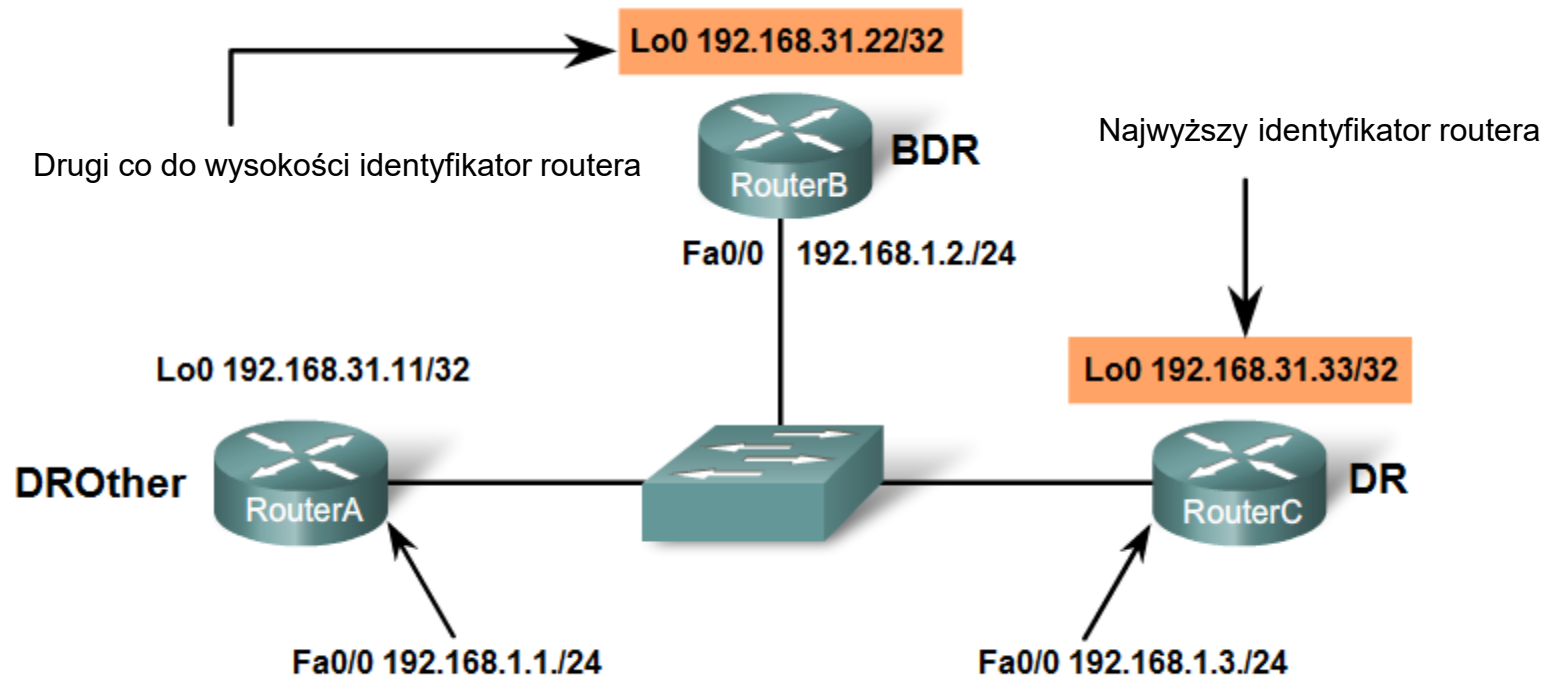
OSPF i sieci wielodostępowe

- ▣ Aby **zminimalizować ilość przesyłanych informacji** w danym segmencie sieci wielodostępowej, OSPF wybiera router, który zaczyna pełnić rolę **routera desygnowanego** (DR – *Designated Router*) i drugi router, który zaczyna pełnić rolę zastępczego desygnowanego routera (BDR – *Backup Designated Router*).
- ▣ Jak sama nazwa wskazuje: **jeśli router DR przestanie działać, to BDR przejmuje jego rolę.**
- ▣ Dzięki takiemu rozwiązaniu routery mają **centralny punkt** (router DR) z którym wymieniają informacje o sieci, zamiast wymieniać te informacje ze wszystkimi routerami w danym segmencie.
- ▣ UWAGA: Routery desygnowane mają znaczenie tylko wtedy, gdy do jednego wspólnego medium (np. segmentu Ethernet) przyłączonych jest kilka routerów OSPF.
W przypadku sieci punkt-punkt istnieją tylko dwa routery i nie jest wybierany ani router DR, ani BDR. Oba routery są w pełni przyległe do siebie.

OSPF i sieci wielodostępowe – proces wyboru routerów DR i BDR

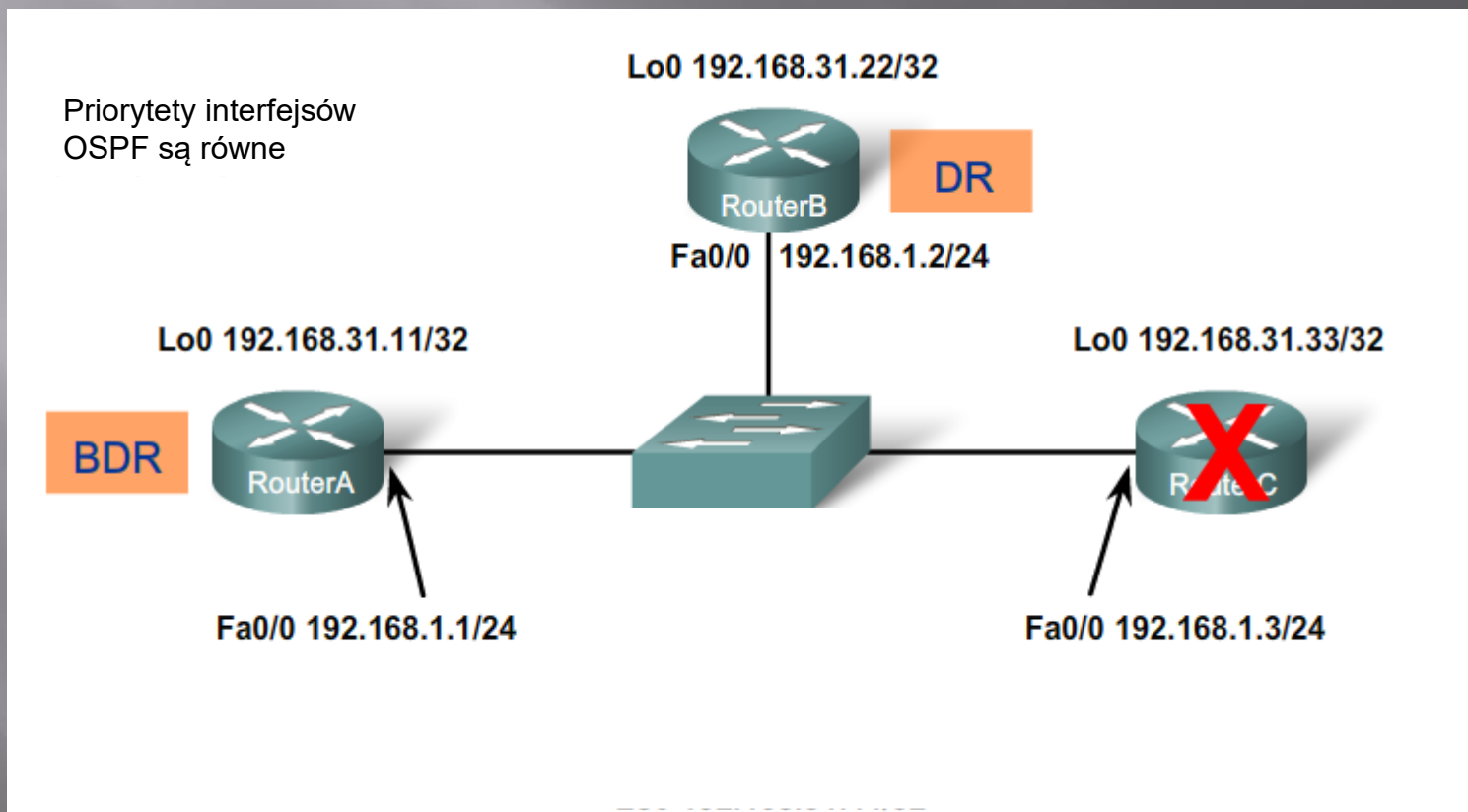
1. DR – router z najwyższym priorytetem (wartość liczbowa) interfejsu OSPF (wartością domyślną priorytetu jest 1).
`Router(config-if)#ip ospf priority {0-255}`
2. BDR – router z drugim co do wysokości priorytetem interfejsu OSPF.
3. Jeśli **priorytety** interfejsów OSPF **są równe**, wybrany zostaje router z najwyższym identyfikatorem.
4. **Identyfikator routera** jest konfigurowany poleceniem
`R1(config-router)#router-id numer-id`
5. Jeśli identyfikator routera nie jest skonfigurowany, router wybiera **najwyższy adres IP** spośród swoich **interfejsów pętli zwrotnej**, a jeśli ich nie ma to spośród **interfejsów fizycznych**.

OSPF i sieci wielodostępowe – proces wyboru routerów DR i BDR



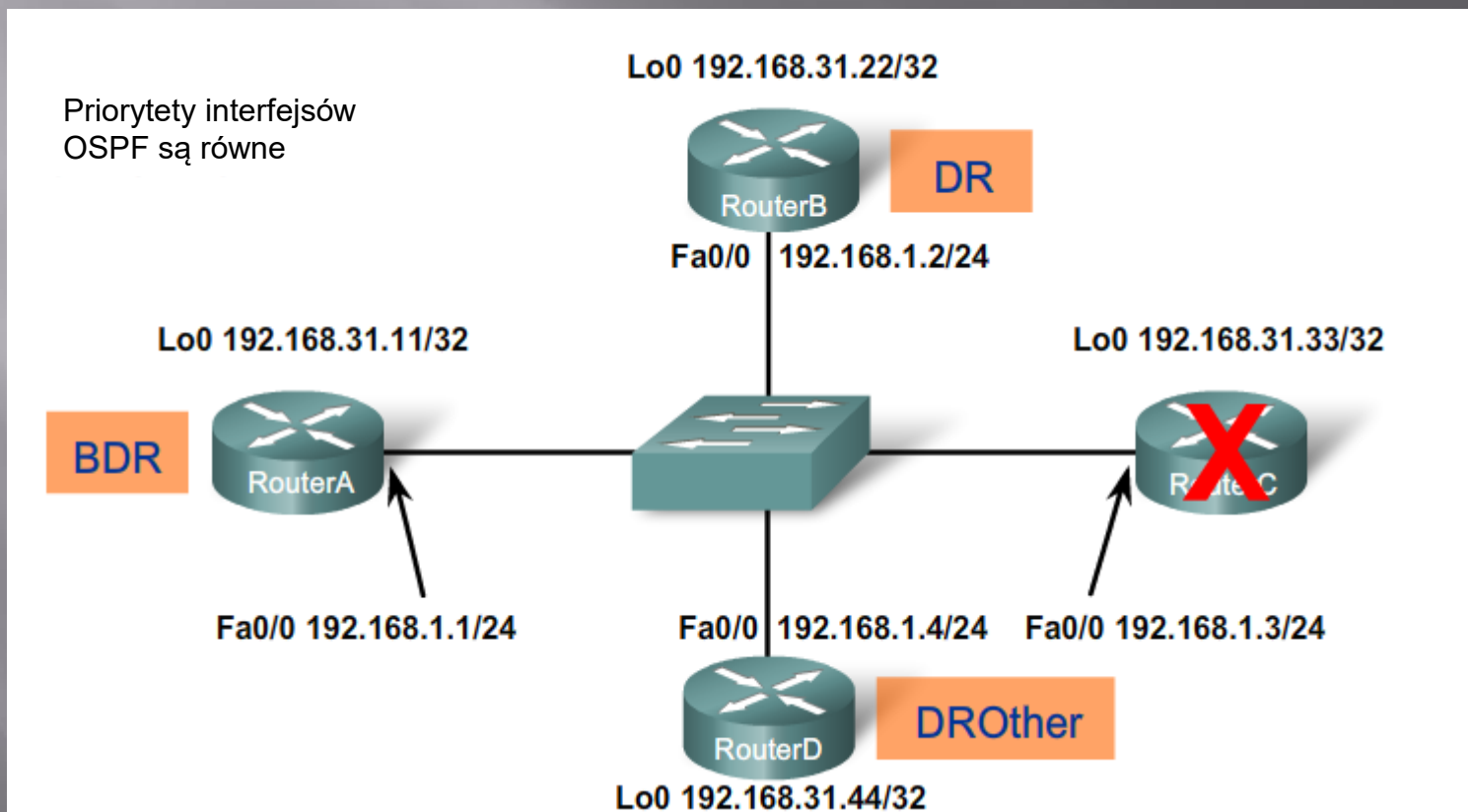
OSPF i sieci wielodostępowe – proces wyboru routerów DR i BDR

Jeśli router desygnowany DR staje się niedostępny, jego rolę przejmuje router zastępczy BDR. Wybierany jest nowy router zastępczy.



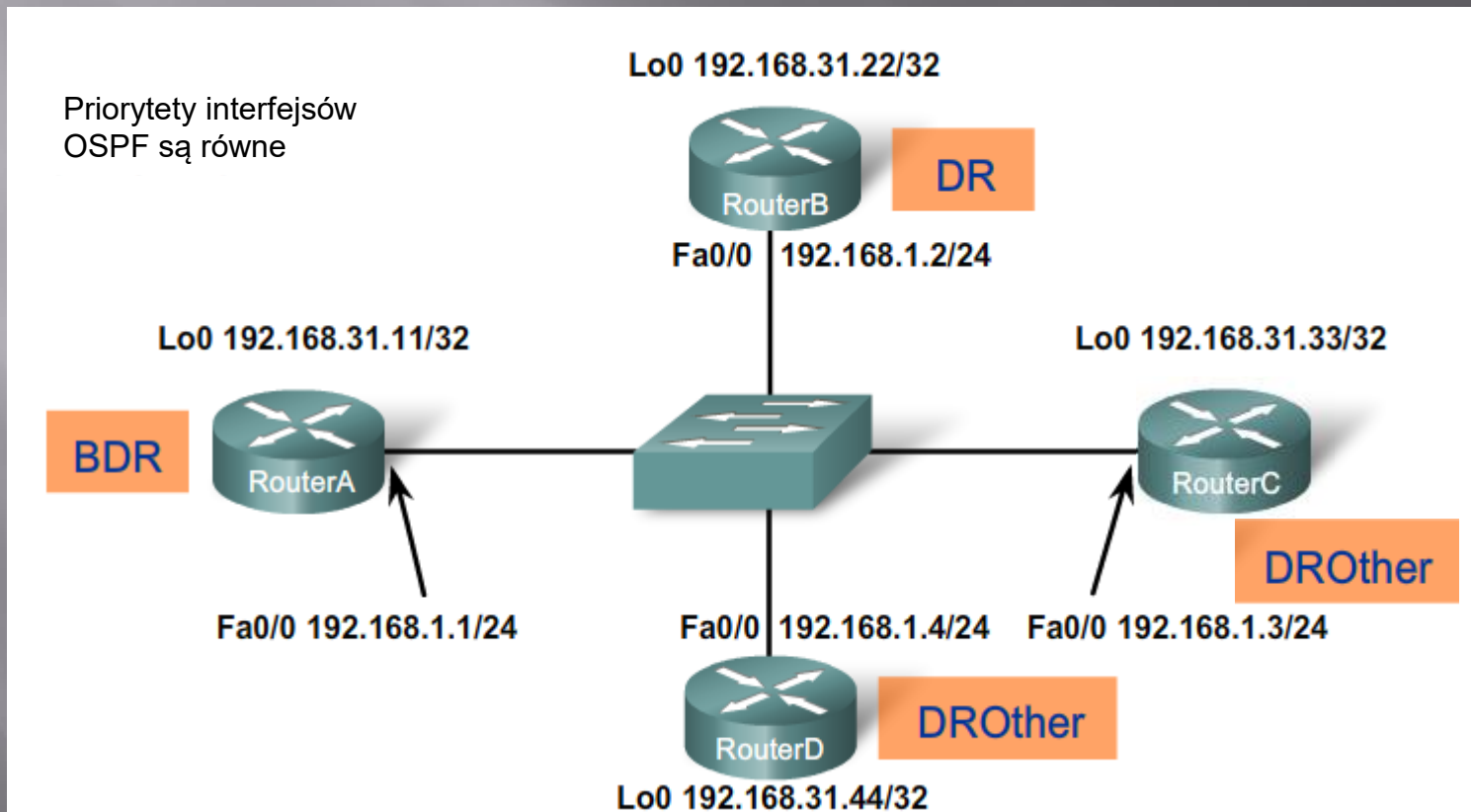
OSPF i sieci wielodostępowe – proces wyboru routerów DR i BDR

Po przyłączeniu nowego routera nie stanie się on ani DR ani BDR, nawet jeśli ma wyższy priorytet interfejsu OSPF (albo identyfikator routera) niż aktualne DR i BDR.



OSPF i sieci wielodostępowe – proces wyboru routerów DR i BDR

Podobnie, poprzedni router desygnowany nie odzyskuje swojego statusu po powrocie do sieci.



Proces wyboru routerów DR i BDR – ustalanie priorytetów

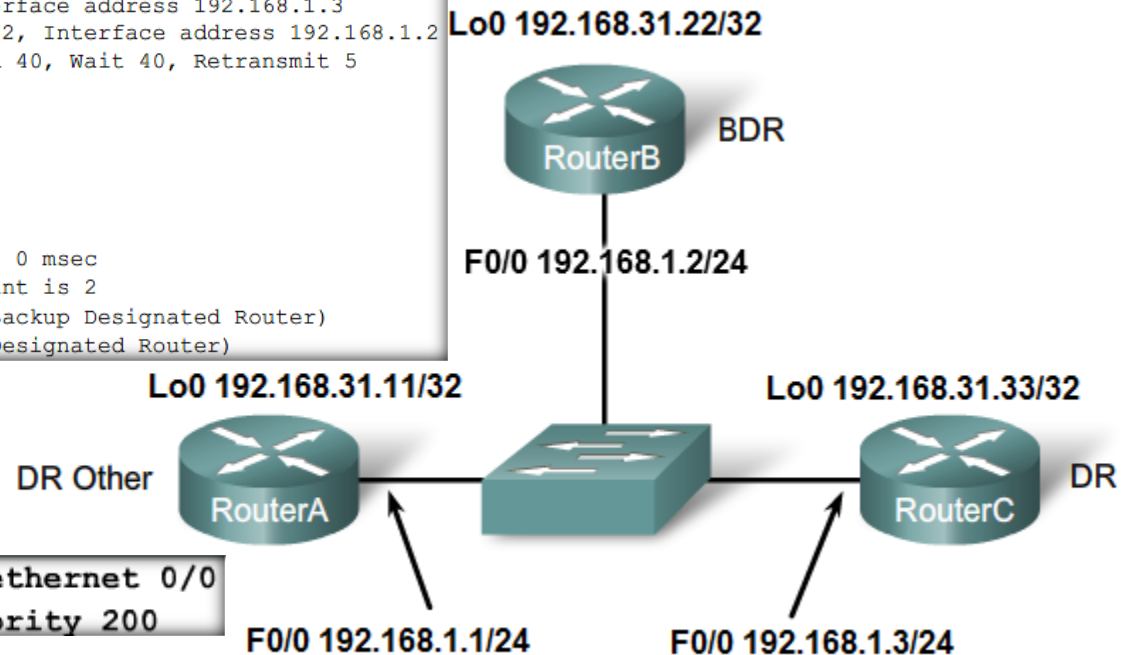
```
Router(config-if)#ip ospf priority {0 - 255}
```

```
RouterA# show ip ospf interface {typ numer}
```

```
RouterA#show ip ospf interface fastethernet 0/0
```

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.1.1/24, Area 0
Process ID 1, Router ID 192.168.31.11, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 1
Designated Router (ID) 192.168.31.33, Interface address 192.168.1.3
Backup Designated router (ID) 192.168.31.22, Interface address 192.168.1.2
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  oob-resync timeout 40
  Hello due in 00:00:06
Supports Link-local Signaling (LLS)
Index 1/1, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 0, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 2, Adjacent neighbor count is 2
  Adjacent with neighbor 192.168.31.22 (Backup Designated Router)
  Adjacent with neighbor 192.168.31.33 (Designated Router)
```

```
RouterB(config)#interface fastethernet 0/0
RouterB(config-if)#ip ospf priority 100
```



```
RouterA(config)#interface fastethernet 0/0
RouterA(config-if)#ip ospf priority 200
```

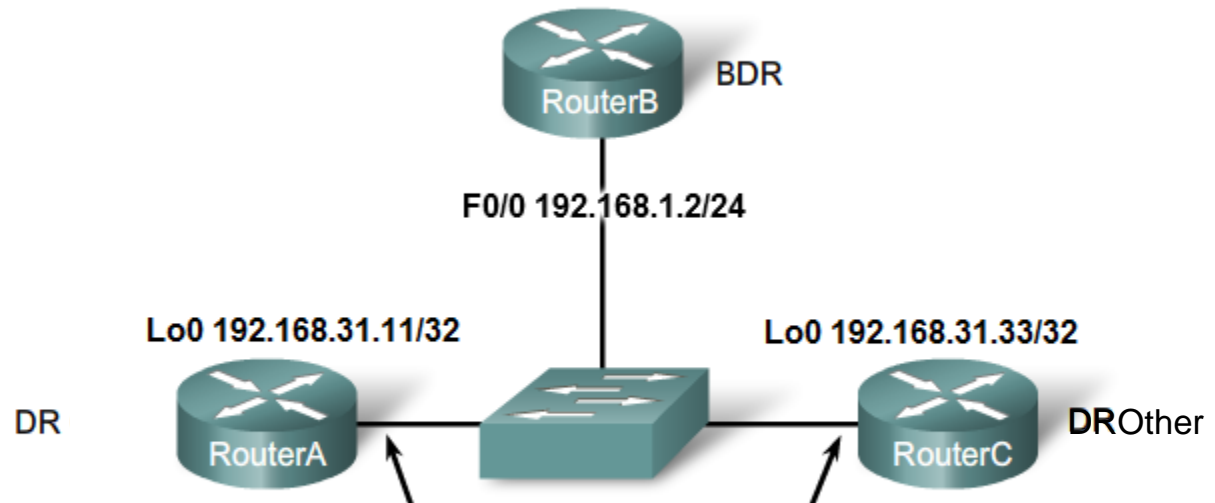

Proces wyboru routerów DR i BDR

– ustalanie priorytetów

Po zmianie priorytetów na interfejsach routerów (konieczne jest wykonanie polecenia **shutdown** i **no shutdown** na interfejsach wszystkich trzech routerów) RouterA będzie DR a RouterB BDR.

```
RouterB#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.31.11	200	FULL/DR	00:00:37	192.168.1.1	FastEthernet0/0
192.168.31.33	1	FULL/DROTHER	00:00:38	192.168.1.3	FastEthernet0/0



```
RouterA#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.31.22	100	FULL/BDR	00:00:30	192.168.1.2	FastEthernet0/0
192.168.31.33	1	FULL/DROTHER	00:00:30	192.168.1.3	FastEthernet0/0

Proces wyboru routerów DR i BDR

– ustalanie priorytetów

Po zmianie priorytetów na interfejsach routerów (konieczne jest wykonanie polecenia **shutdown** i **no shutdown** na interfejsach wszystkich trzech routerów) RouterA będzie DR a RouterB BDR.

```
RouterB#show ip ospf neighbor
```

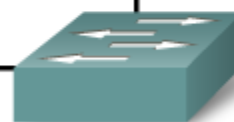
Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.31.11	200	FULL/DR	00:00:37	192.168.1.1	FastEthernet0/0
192.168.31.33	1	FULL/DROTHER	00:00:38	192.168.1.3	FastEthernet0/0



```
RouterC#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.31.22	100	FULL/BDR	00:00:32	192.168.1.2	FastEthernet0/0
192.168.31.11	200	FULL/DR	00:00:31	192.168.1.1	FastEthernet0/0

DR



DROther

```
RouterA#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.31.22	100	FULL/BDR	00:00:30	192.168.1.2	FastEthernet0/0
192.168.31.33	1	FULL/DROTHER	00:00:30	192.168.1.3	FastEthernet0/0

0 192.168.1.3/24

Podsumowanie

- ▣ Konfigurowanie procesu routingu protokołu OSPF
- ▣ Modyfikowanie kosztu w protokole OSPF
- ▣ Konfigurowanie uwierzytelniania w protokole OSPF
- ▣ Konfigurowanie zegarów protokołu OSPF
- ▣ Propagowanie domyślnej trasy w protokole OSPF
- ▣ Sprawdzanie konfiguracji protokołu OSPF
- ▣ OSPF i sieci wielodostępowe (router desygnowany DR i zastępczy BDR)