

# informatyka+

## **Kuźnia Talentów Informatycznych: Sieci komputerowe**

Konfiguracja protokołów routingu  
statycznego i dynamicznego

*Dariusz Chaładyniak*

*Józef Wacnik*

Człowiek – najlepsza inwestycja



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WARSZAWSKA  
WYŻSZA SZKOŁA  
INFORMATYKI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego
- Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego
- Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2
- Konfiguracja protokołu routingu IGRP
- Konfiguracja protokołu routingu EIGRP
- Konfiguracja protokołu routingu OSPF

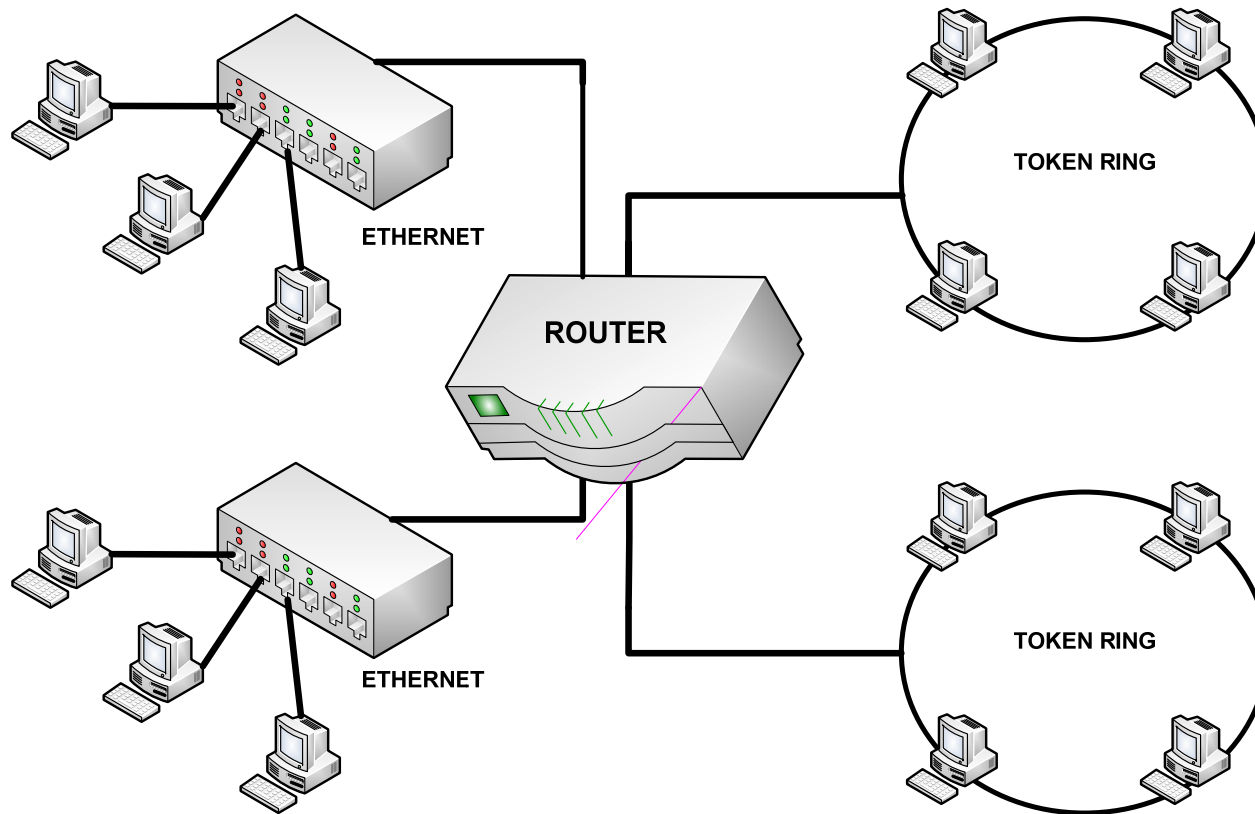
# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego
- Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego
- Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2
- Konfiguracja protokołu routingu IGRP
- Konfiguracja protokołu routingu EIGRP
- Konfiguracja protokołu routingu OSPF

# Wprowadzenie (1)

- Router to specjalizowany komputer
- Posiada typowe podzespoły co komputery
- Łączy ze sobą różne sieci LAN
- Wymaga systemu operacyjnego

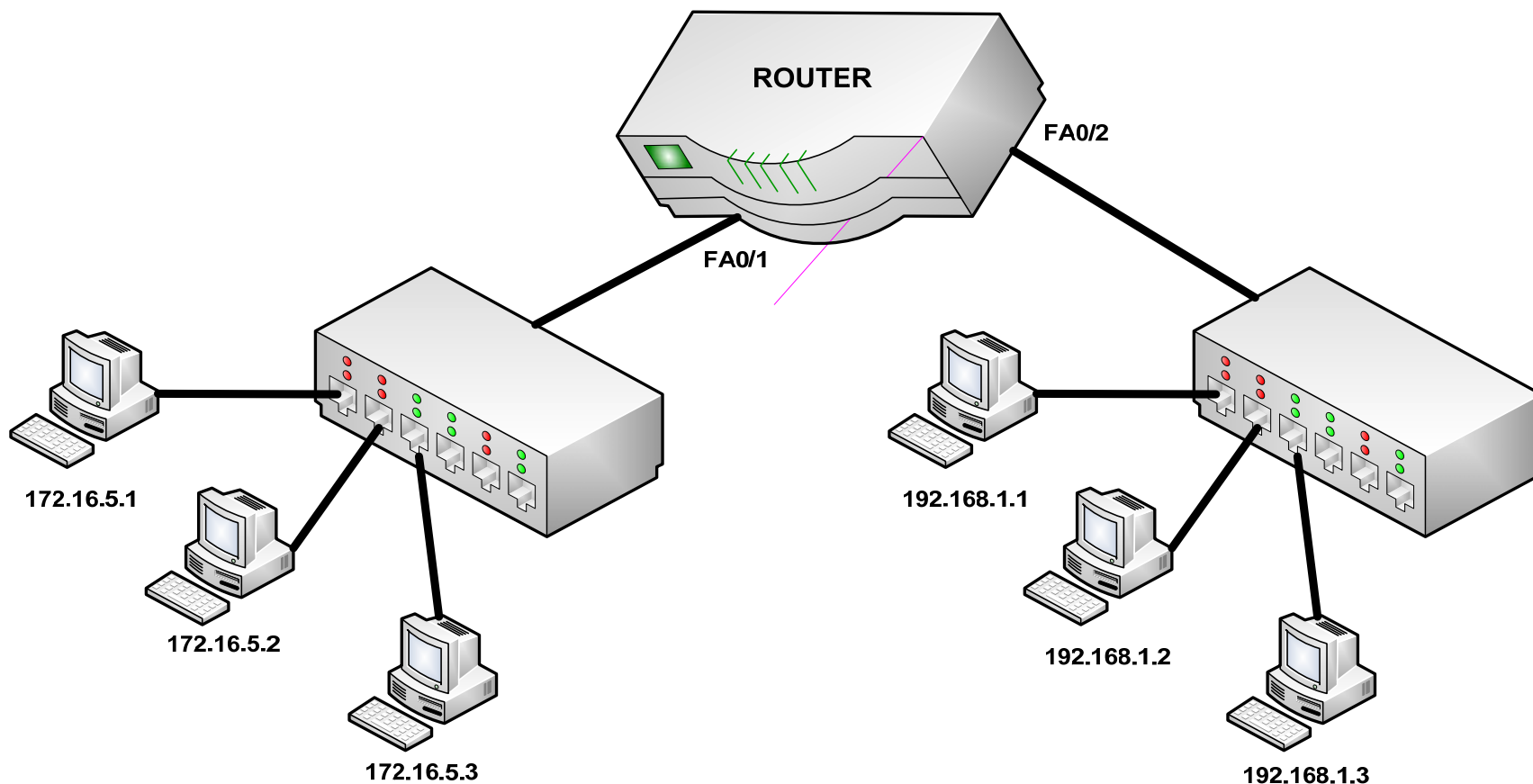
# Wprowadzenie (2)



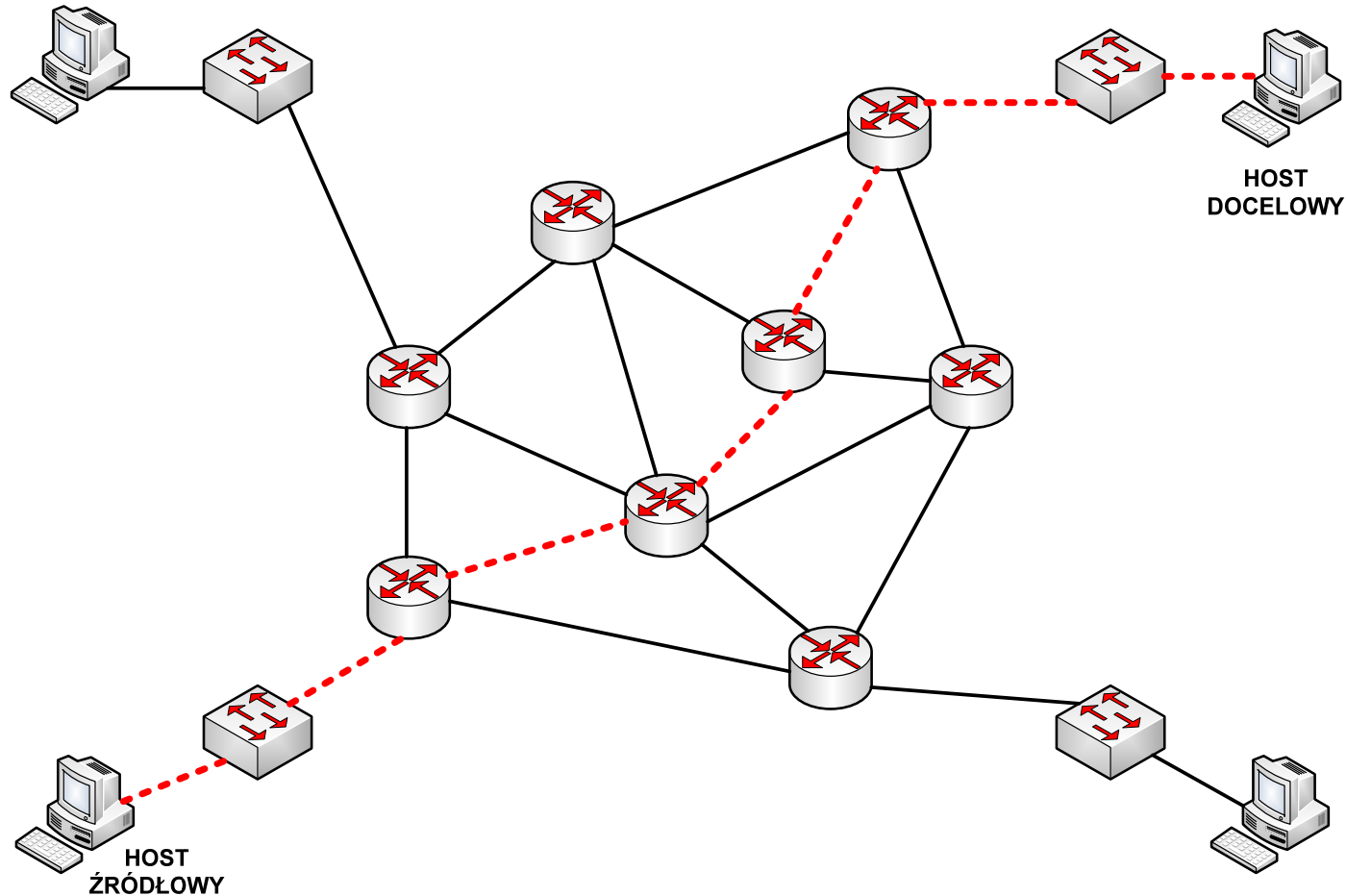
- Urządzenie warstwy sieci
- Łączy różne sieci o dowolnej architekturze
- Zawiera tablicę routingu

# Wprowadzenie (3)

TABLICA ROUTINGU	
SIEĆ	INTERFEJS
172.16.0.0/16	FA0/1
192.168.1.0/24	FA0/2

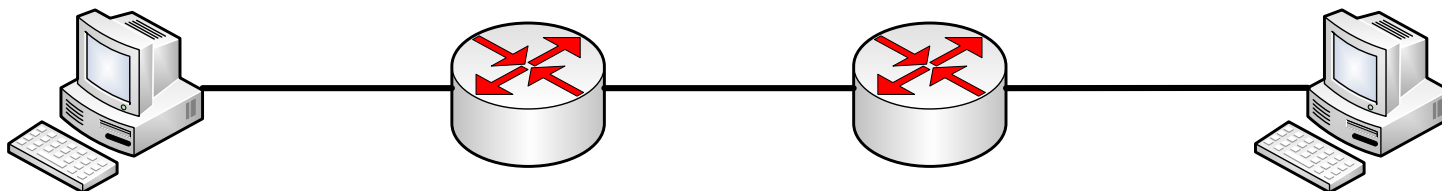


# Wybór najlepszej ścieżki dla pakietów



- Wybór najlepszych ścieżek na podstawie tablic routingu
- Metody statyczne i dynamiczne

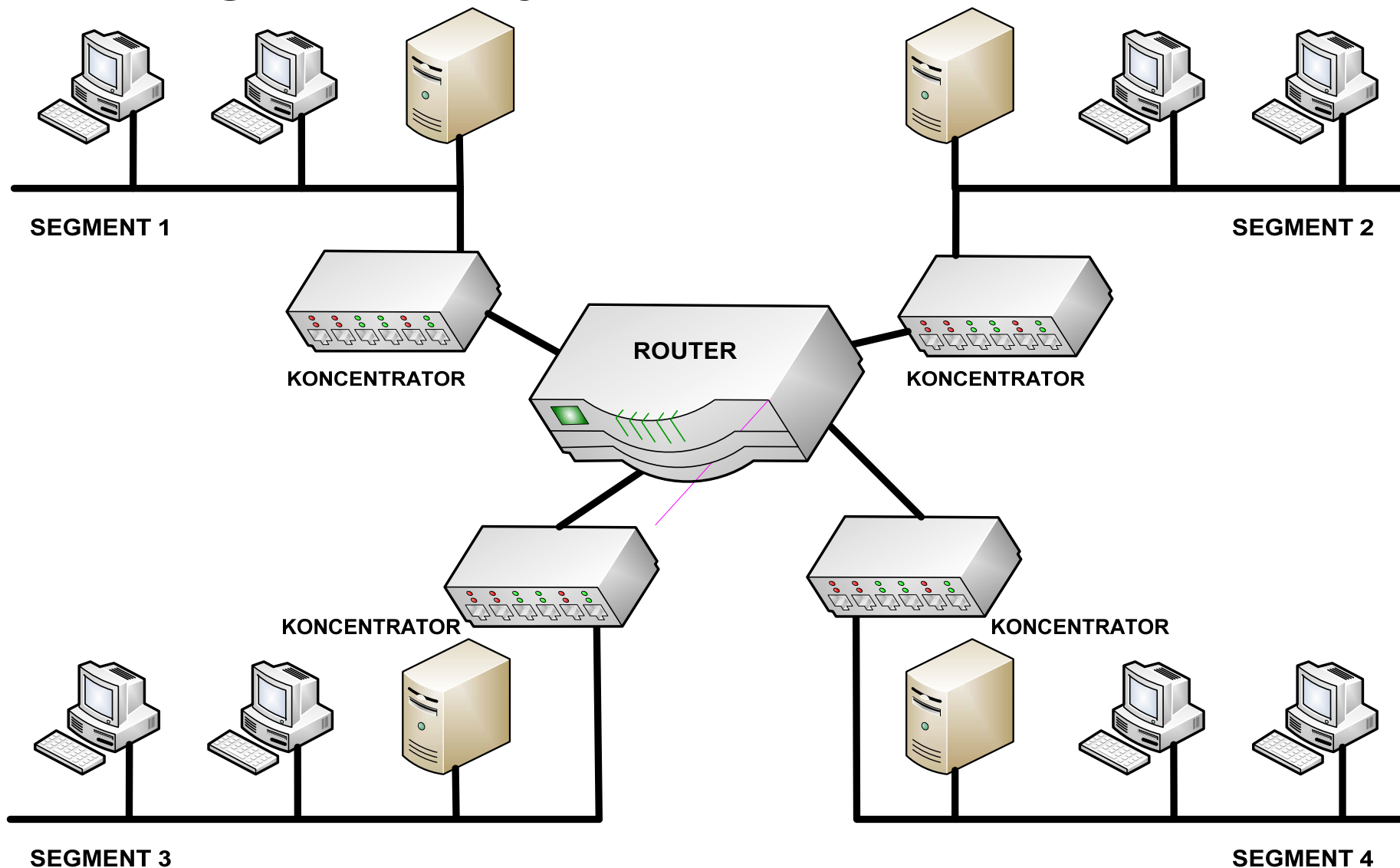
# Routery na tle modelu ISO/OSI



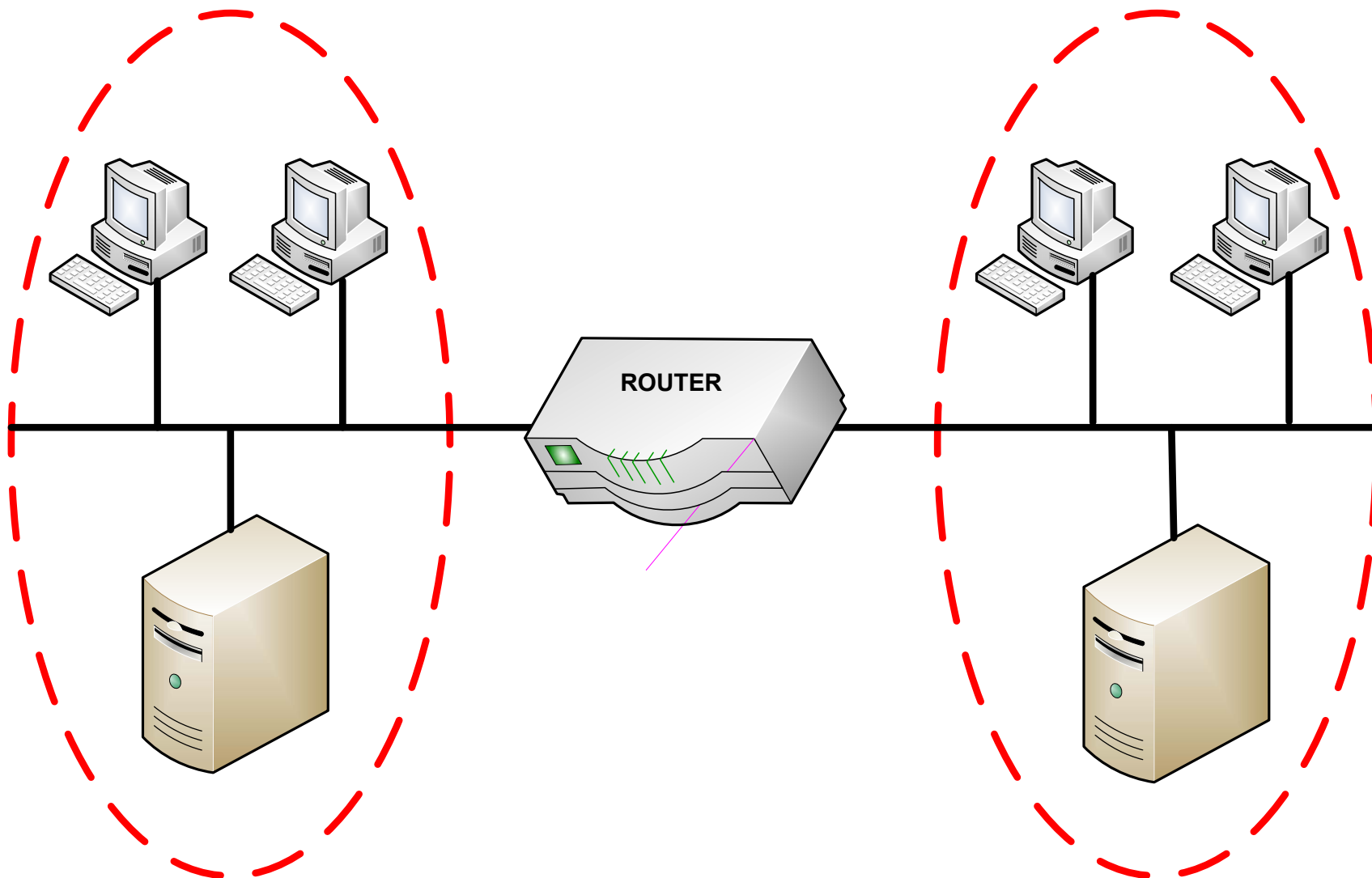
- Routery pracują w warstwie sieci modelu ISO/OSI



# Segmentacja za pomocą routera



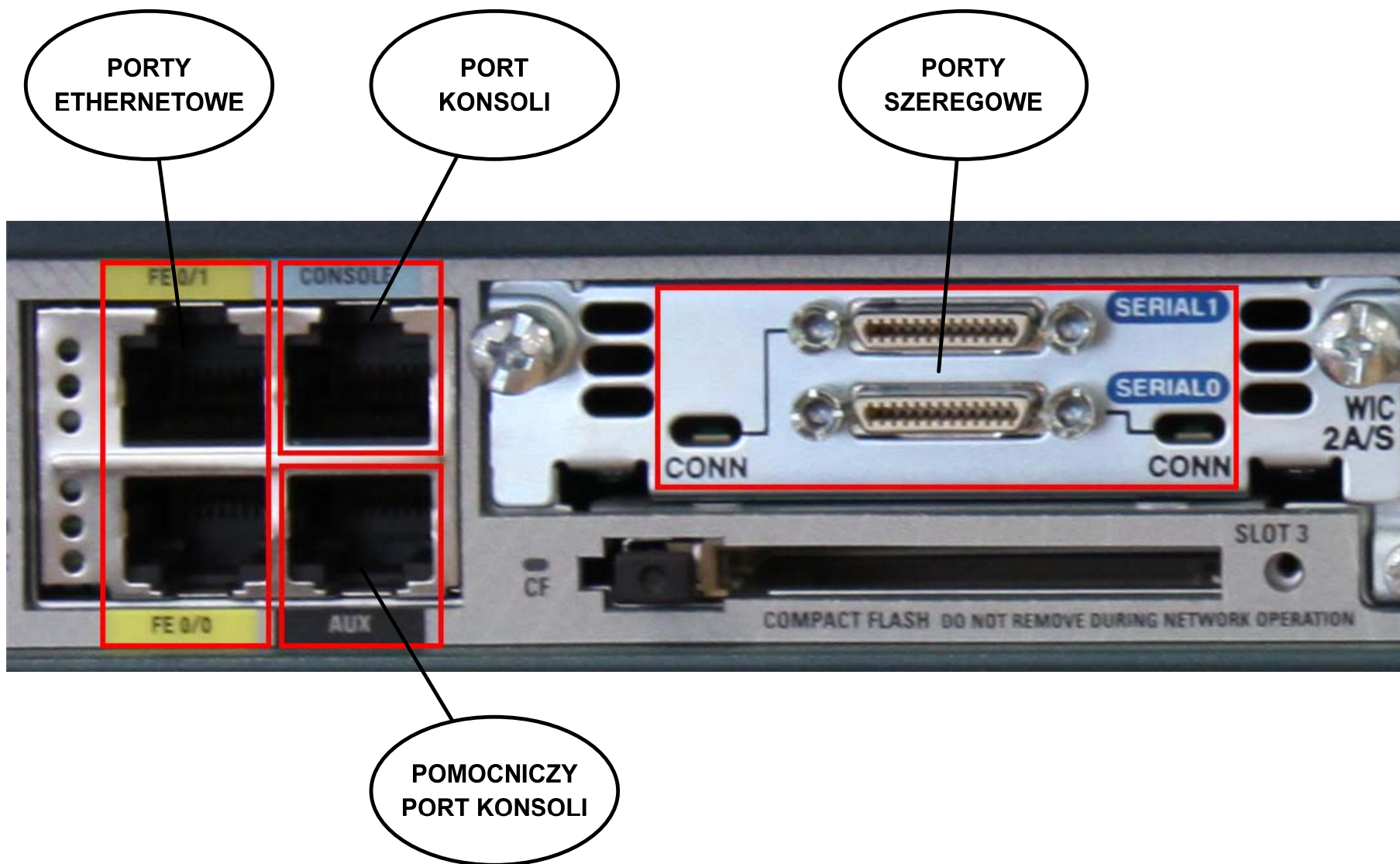
# Router – nie przenosi kolizji



# Rodzaje pamięci routera

- Pamięć RAM
- Pamięć NVRAM
- Pamięć flash
- Pamięć ROM

# Porty routera

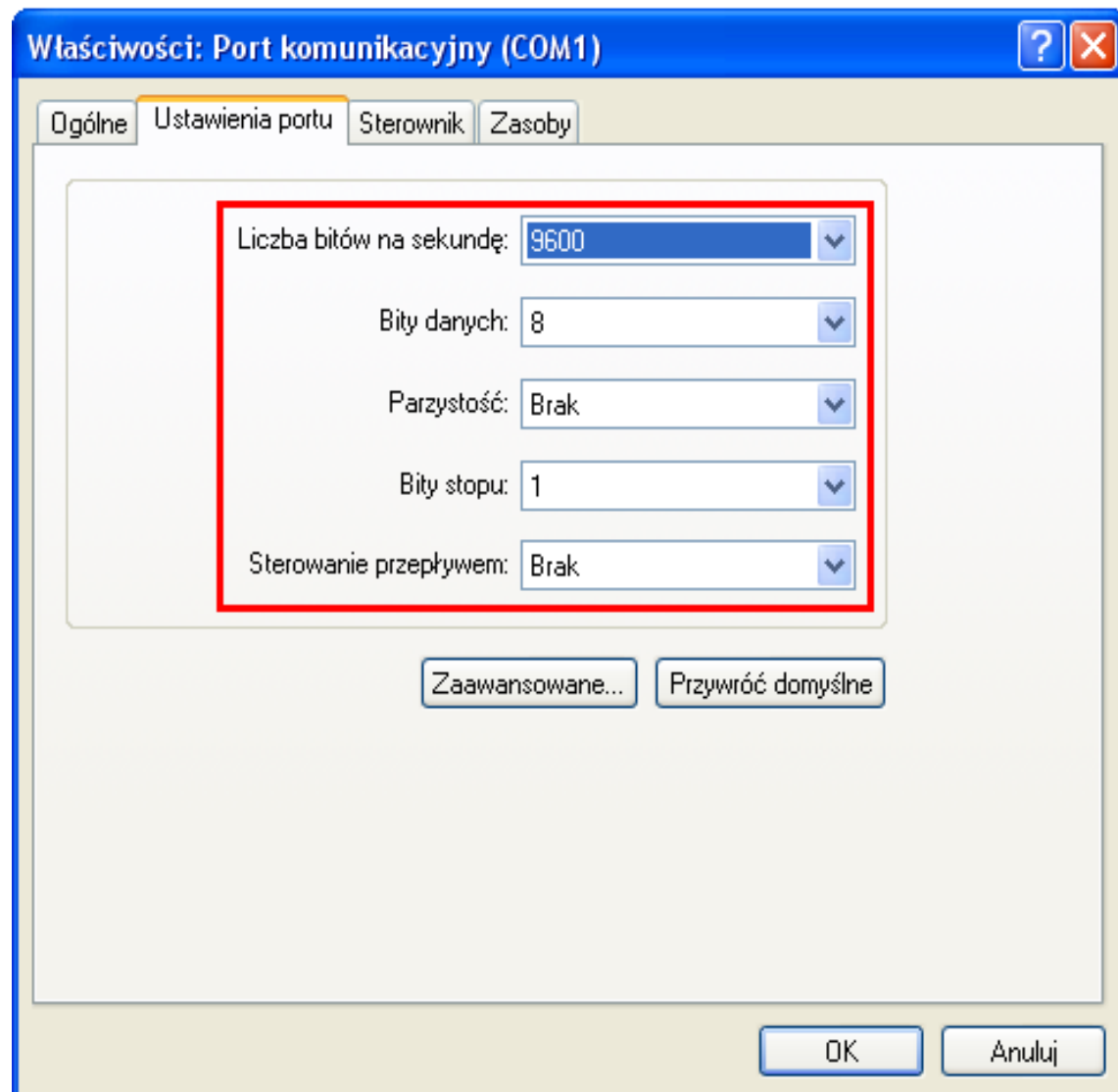


# Połączenia portu konsoli

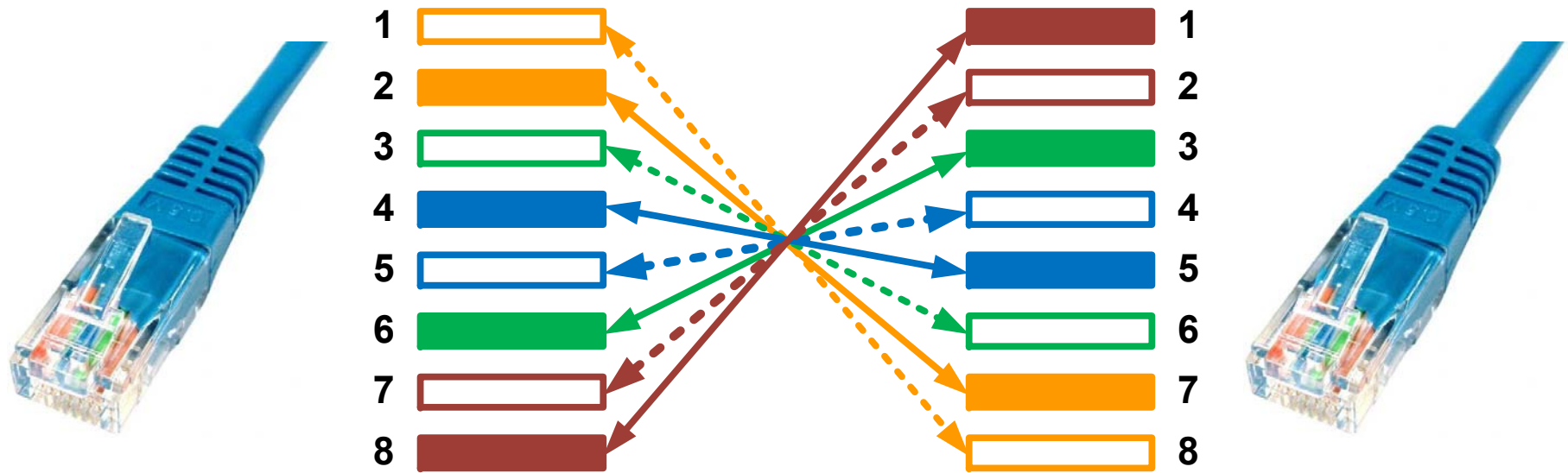


# Konfiguracja portu konsoli

- Odpowiedni port szeregowy
- Liczba bitów danych na sekundę
- Ilość bitów danych
- Kontrola parzystości
- Ilość bitów stopu
- Sterowanie przepływem



# Kabel konsolowy



- Wykorzystywany w połączeniach:
- komputer PC – router (port konsoli)
- komputer PC – przełącznik (port konsoli)

# Interfejs wiersza poleceń

- Istnieje kilka metod dostępu do wiersza poleceń:
  - sesja konsolowa – za pomocą portu konsoli
  - sesja telefoniczna – za pomocą pomocniczego portu konsoli
  - sesja Telnet – za pomocą wirtualnego terminala



# Tryby pracy na routerze

- W interfejsie CLI jest używana struktura hierarchiczna
- System IOS udostępnia usługę interpretacji poleceń o nazwie EXEC
- W celu zapewnienia bezpieczeństwa w IOS występują dwa poziomy dostępu do sesji EXEC
  - Tryb EXEC użytkownika – ograniczony zestaw podstawowych poleceń
  - Tryb EXEC uprzywilejowany – dostęp do wszystkich poleceń

# Przełączanie pomiędzy trybami EXEC

Router con0 is now available.

Press RETURN to get started.

User Access Verification

Password:

**Router>**



Tryb EXEC użytkownika

Router> enable

Password:

**Router#**



Tryb EXEC uprzywilejowany

Router# disable

Router>

Router> exit

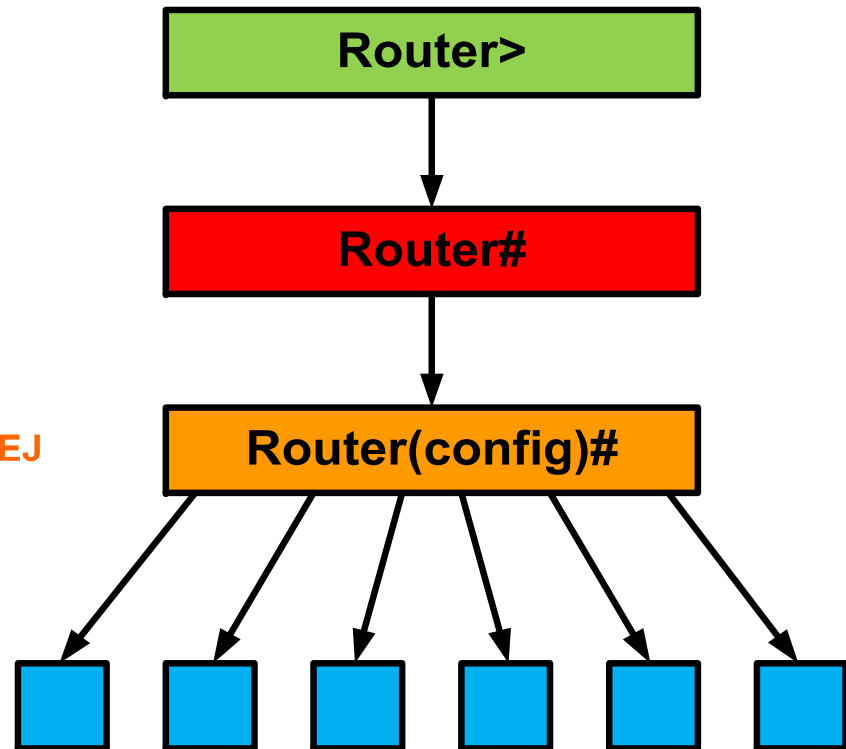
# Tryby konfiguracji IOS

TRYB UŻYTKOWNIKA

TRYB UPRZYWILEJOWANY

TRYB KONFIGURACJI GLOBALNEJ

POSZCZEGÓLNE TRYBY  
KONFIGURACJI



- Tryb użytkownika
- Tryb uprzywilejowany
- Tryb konfiguracji globalnej
- Poszczególne tryby konfiguracji

# Lista poleceń w trybie użytkownika

Router> ?

Exec Commands:

access-enable	Creates a temporary access list entry
atmsig	Executes ATM signaling commands
cd	Changes current device
clear	Resets functions
connect	Opens a terminal connection
dir	Lists files on a given device
disable	Turns off privileged commands
disconnect	Disconnects an existing network connection
enable	Turns on privileged commands
exit	Exits EXEC
help	Gets a description of the interactive help system
lat	Opens a LAT connection
lock	Locks the terminal
login	Logs in as a particular user
logout	Exits from EXEC mode
mrinfo	Requests neighbor and version information from a multicast router

--More--

# Lista poleceń w trybie uprzywilejowanym

```
Router> ena
Password:
Router# ?
access-enable          Creates a temporary access list entry
access-template       Creates a temporary access list entry
appn                  Sends a command to the APPN subsystem
atmsig                Executes ATM signaling commands
bfe                   Sets manual emergency modes
calendar              Manages the hardware calendar
cd                     Changes the current device
clear                 Resets functions
clock                 Manages the system clock
cmt                   Starts or stops FDDI connection management functions
configure             Enters configuration mode
connect               Opens a terminal connection
copy                  Copies configuration or image data
debug                 Uses debugging functions (see also undebug)
delete                Deletes a file
dir                   Lists files on a given device
```

# Pola w nazwie pliku obrazu IOS

**C1800-js-l\_138-2.bin**

**C1800** – platforma sprzętowa routera

**js** – zestaw dostępnych funkcji systemu IOS

**l** – format pliku (np. skompresowany)

**13.82** – numer wersji systemu IOS

# Praca z systemem IOS

Środowisko operacyjne	Symbol zachęty	Wykorzystanie
Tryb ROM monitor	> lub ROMMON>	Awaria lub odzyskiwanie hasła
Tryb Boot ROM	Router(boot)>	Aktualizacja obrazu systemu operacyjnego IOS w pamięci FLASH
System operacyjny IOS	Router>	Normalna praca

- Istnieją trzy środowiska operacyjne (tryby) urządzeń z systemem IOS:
  - Tryb ROM monitor
  - Tryb Boot ROM
  - IOS

# Nazwa routera

**Router>**

**Router> enable**

**Password:**

**Router#**

**Router# configure terminal**

**Router(config)# hostname Darek**

**Darek(config)#**

- Polecenie wydawane w trybie konfiguracji globalnej
- Zmienia nazwę z domyślnej na dowolną



# Hasło dla konsoli routera

**Router>**

**Router> enable**

**Password:**

**Router#**

**Router# configure terminal**

**Router(config)# line console 0**

**Router(config-line)# password Darek**

**Router(config-line)# login**

- Polecenie wydawane w trybie konfiguracji globalnej
- Powyższe polecenie ustawia hasło „Darek” dla konsoli

# Hasło dla terminala wirtualnego

**Router>**

**Router> enable**

**Password:**

**Router#**

**Router# configure terminal**

**Router(config)# line vty 0 4**

**Router(config-line)# password Olek**

**Router(config-line)# login**

- Polecenie wydawane w trybie konfiguracji globalnej
- Powyższe polecenie ustawia hasło „Olek” dla wirtualnego terminala

# Hasła dla trybu uprzywilejowanego

**Router>**

**Router> enable**

**Password:**

**Router#**

**Router# configure terminal**

**Router(config)# enable password Warszawa**

**Router(config)# enable secret Wroclaw**

- Polecenia wydawane w trybie konfiguracji globalnej
- Powyższe polecenia ustawiają hasło jawne „Warszawa” oraz hasło szyfrowane „Wroclaw”.

# Szyfrowanie haseł

Router>

Router> enable

Password:

Router#

Router# configure terminal

**Router(config)# service password-encryption**

**Router(config)# no service password-encryption**

- Polecenia wydawane w trybie konfiguracji globalnej
- **service password-encryption** – włącza szyfrowanie haseł
- **no service password-encryption** – wyłącza szyfrowanie haseł

# Polecenia „show”

- Mogą być wydawane zarówno w trybie użytkownika jak i w trybie uprzywilejowanym
- W trybie użytkownika – niektóre
- W trybie uprzywilejowanym – wszystkie
- Polecenie show ? – wyświetla listę dostępnych poleceń show

# Wybrane polecenia „show”

- show controllers
- show clock
- show hosts
- show users
- show history
- show arp
- show protocols

# Polecenie „show version”

- wersja Cisco IOS,
- wersja programu bootstrap ROM,
- czas pracy routera,
- ostatni sposób restartu routera,
- nazwa pliku obrazu IOS i jego lokalizację,
- platforma routera i ilość pamięci RAM
- fizyczne interfejsy routera,
- ilość pamięci NVRAM,
- ilość pamięci flash,
- ustawienie rejestru konfiguracji

```
Cisco#show version
```

```
Cisco Internetwork Operating System Software  
IOS (tm) C2600 Software (C2600-JK8S-M), Version  
12.2(12c), RELEASE SOFTWARE (fcl)
```

```
Copyright (c) 1986-2003 by cisco Systems, Inc.  
Compiled Wed 05-Feb-03 16:36 by kellythw  
Image text-base: 0x8000808C, data-base: 0x8156F2AC
```

```
ROM: System Bootstrap, Version 11.3(2)XA4, RELEASE  
SOFTWARE (fcl)
```

```
R2 uptime is 4 weeks, 2 days, 17 hours, 9 minutes
```

```
System returned to ROM by reload
```

```
System image file is "flash:c2600-jk8s-mz.122-12c.bin"
```

```
cisco 2620 (MPC860) processor (revision 0x102) with  
59392K/6144K bytes of memory
```

```
Processor board ID JAB04210736 (3772949214)
```

```
M860 processor: part number 0, mask 49
```

```
Bridging software.
```

```
X.25 software, Version 3.0.0.
```

```
SuperLAT software (copyright 1990 by Meridian Technology  
Corp).
```

```
TN3270 Emulation software.
```

```
Basic Rate ISDN software, Version 1.1.
```

```
1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
```

```
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
```

```
1 ISDN Basic Rate interface(s)
```

```
32K bytes of non-volatile configuration memory.
```

```
16384K bytes of processor board System flash  
(Read/Write)
```

```
Configuration register is 0x2102
```

# Polecenie „show flash”

```
BHM#show flash
```

```
PCMCIA flash directory:
```

File	Length	Name/status
1	6007232	c1700-bnsy-1.212-11.p

```
[6007296 bytes used, 284160 available, 6291456 total]
```

```
6144K bytes of processor board PCMCIA flash (Read ONLY)
```

```
BHM#
```

- zawartość pamięci flash
- wolna pamięć do wczytania nowego obrazu IOS



# Polecenie „show interfaces”

```
R1#show interfaces
```

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up (connected)
```

```
Hardware is Lance, address is 0007.eca7.1511 (bia 00e0.f7e4.e47e)
Description: R1 LAN
Internet address is 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec, rely 255/255, load 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
  Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
  0 input packets with dribble condition detected
  0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
  0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
  0 lost carrier, 0 no carrier
  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up (connected)
```

```
Hardware is HD64570
Description: Link to R2
Internet address is 192.168.2.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set, keepalive set (10 sec)
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
```

- Dane statystyczne interfejsu FastEthernet

- Dane statystyczne interfejsu szeregowego

# Polecenie „show ip interface brief”

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

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.1.1	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	manual	administratively down	down
Serial10/0/0	192.168.2.1	YES	manual	up	up
Serial10/0/1	unassigned	YES	manual	administratively down	down
Vlan1	unassigned	YES	manual	administratively down	down

Powyższe polecenie wyświetla:

- typ interfejsu
- adres IP interfejsu
- stan interfejsu

# Polecenie „show startup-config”

```
R1#show startup-config
```

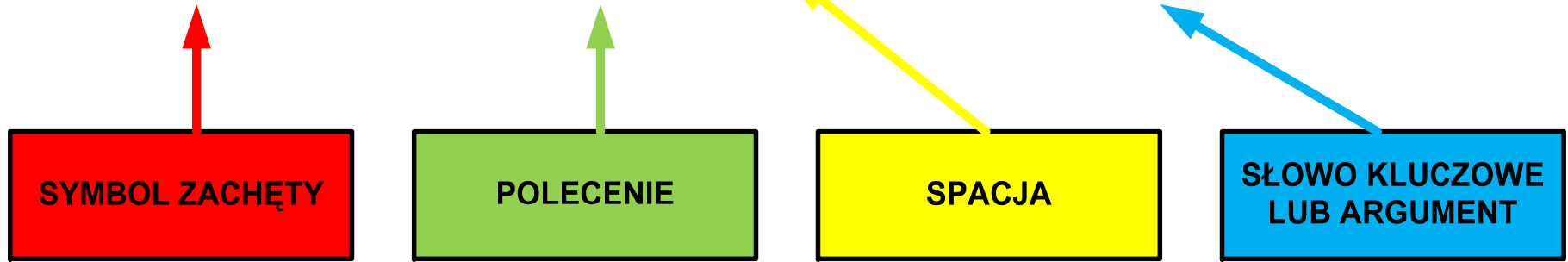
```
Using 728 bytes // ilość bajtów konfiguracji zapisanej w pamięci NVRAM
!
version 12.3
!
hostname R1
!
interface FastEthernet0/0
  description R1 LAN
  ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0/0/0
  description Link to R2
  ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
  clock rate 64000
!
banner motd ^C
*****
WARNING!! Unauthorized Access Prohibited!!
*****
^C
line con 0
  password cisco
  login
line vty 0 4
  password cisco
  login
!
end
```

# Polecenie „show running-config”

```
R1#show running-config
!
version 12.3
!
hostname R1
!
interface FastEthernet0/0
  description R1 LAN
  ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0/0/0
  description Link to R2
  ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
  clock rate 64000
!
banner motd ^C
*****
WARNING!! Unauthorized Access Prohibited!!
*****
^C
!
line con 0
  password cisco
  login
line vty 0 4
  password cisco
  login
!
end
```

# Podstawowa struktura poleceń IOS

**Router> telnet 192.168.17.129**



- Każda komenda w IOS ma specyficzny format i składnię:
  - symbol zachęty
  - polecenie
  - spacja
  - słowo kluczowe lub argument

# Korzystanie z pomocy wiersza poleceń

- Przykład sekwencji poleceń korzystających z pomocy kontekstowej wiersza poleceń:

- wyjaśnienie poleceń
- komunikaty o niekompletnym poleceniu
- komunikaty o niewłaściwym parametrze
- zmieniająca się składnia

```
Cisco#cl?  
clear clock  
Cisco#clock ?  
    set  Set the time and date  
Cisco#clock set  
% Incomplete command.  
Cisco#clock set ?  
    hh:mm:ss  Current Time  
Cisco#clock set 19:50:00  
% Incomplete command.  
Cisco#clock set 19:50:00 ?  
    <1-31>  Day of the month  
    MONTH  Month of the year  
Cisco#clock set 19:50:00 25 6  
                                     ^  
Invalid input detected at '^' marker.  
Cisco#clock set 19:50:00 25 June  
% Incomplete command.  
Cisco#clock set 19:50:00 25 June ?  
    <1993-2035>  Year  
Cisco#clock set 19:50:00 25 June 2007  
Cisco#
```

# Funkcje edycyjne systemu IOS

POLECENIE	OPIS POLECENIA
<b>CTRL-A</b>	Przeniesienie kursora na początek linii poleceń
<b>ESC-B</b>	Przeniesienie kursora o jedno słowo do tyłu
<b>CTRL-B</b>	Przeniesienie kursora o jeden znak do tyłu
<b>CTRL-E</b>	Przeniesienie kursora na koniec linii poleceń
<b>CTRL-F</b>	Przeniesienie kursora o jeden znak do przodu
<b>ESC-F</b>	Przeniesienie kursora o jedno słowo do przodu

- **terminal no editing** – wyłączenie zaawansowanego trybu edycji poleceń
- **terminal editing** – włączenie zaawansowanego trybu edycji poleceń

# Historia poleceń w systemie IOS

POLECENIE	OPIS POLECENIA
CTRL-P lub klawisz ze strzałką do góry	Przywołanie ostatniego (poprzedniego) polecenia
Router# show history	Wyświetla zawartość bieżącego bufora historii poleceń
Router# no terminal editing	Wyłączenie zaawansowanego trybu edycji poleceń
Router# terminal editing	Włączenie zaawansowanego trybu edycji poleceń
<TAB>	Kompletowanie wprowadzanych poleceń

- Funkcji historii poleceń można używać do:
  - ustawiania wielkości bufora historii,
  - przywoływania poleceń,
  - wyłączania funkcji historii poleceń.



# Konfiguracja interfejsu ethernetowego

**Router>**

**Router> enable**

**Password:**

**Router#**

**Router# configure terminal**

**Router(config)# interface fastethernet 0/0**

**Router(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0**

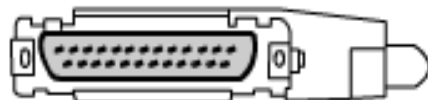
**Router(config-if)# no shutdown**

- Aby skonfigurować interfejs Ethernet, należy:
  - przejść do trybu konfiguracji globalnej
  - przejść do trybu konfigurowania interfejsu
  - podać adres interfejsu i maskę podsieci
  - włączyć interfejs.

# Szeregowe złącza WAN

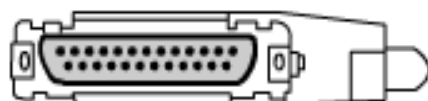
- **EIA/TIA-232**

EIA/TIA-232 męskie



- **EIA/TIA-449/530**

EIA/TIA-232 żeńskie



- **EIA/TIA-612/613**

X.21 męskie



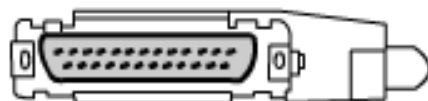
- **V.35**

X.21 żeńskie

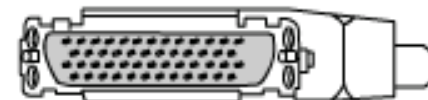


- **X.21**

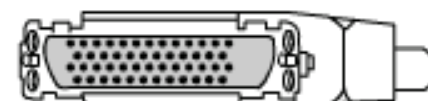
EIA-530 męskie



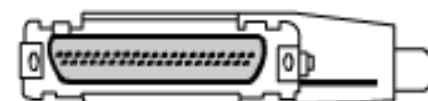
v.35 męskie



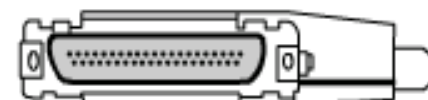
v.35 żeńskie



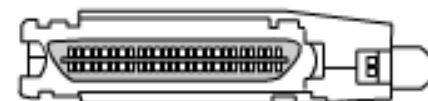
EIA/TIA-449 męskie



EIA/TIA-449 żeńskie



EIA-613 HSSI męskie



# Konfiguracja interfejsu szeregowego

**Router>**

**Router> enable**

**Password:**

**Router#**

**Router# configure terminal**

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

**Router(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0**

**Router(config-if)# clock rate 56000**

**Router(config-if)# no shutdown**

- Aby skonfigurować interfejs szeregowy, należy:
  - przejść do trybu konfiguracji globalnej
  - przejść do trybu konfigurowania interfejsu
  - podać adres interfejsu i maskę podsieci
  - ustawić częstotliwość zegara taktującego synchronizację
  - włączyć interfejs.

# Opis interfejsów routera

Router>

Router> enable

Password:

Router#

Router# configure terminal

Router(config)# interface fastethernet 0/0

Router(config-if)# description Podłączenie do pracowni komputerowej 111

- Opis interfejsu może zawierać:
  - nazwę podłączonego urządzenia
  - nazwę podłączonej sieci komputerowej
  - numer obwodu WAN (dla interfejsów szeregowych)

# Komunikat logowania

- Aby utworzyć komunikat dnia należy:  
LAB\_A con0 is now available  
Press RETURN to get started.
- przejść do trybu konfiguracji globalnej  
This is a secure system. Authorized Access ONLY!!!  
User Access Verification
- wpisać polecenie ***banner motd # <komunikat dnia>***  
password:  
LAB\_A>enable  
Password:
- zapisać zmiany w pliku startup-config  
LAB\_A#

# Odwzorowanie nazw hostów

**Router>**

**Router> enable**

**Password:**

**Router#**

**Router# configure terminal**

**Router(config)# ip host Warszawa 192.168.10.15**

**Router(config)# ip host Wroclaw 192.168.30.49**

**Router(config)# ip host Torun 192.168.70.36**

**Router(config)# ip host Krakow 192.168.90.53**

- Odwzorowanie nazw hostów tworzymy w trybie konfiguracji globalnej
- Kojarzymy nazwę hosta z adresem IP
- Lista nazw hostów i powiązanych z nimi adresów IP nosi nazwę tablicy hostów.

# Zapisywanie plików konfiguracyjnych

```
Router#copy running-config tftp
Remote host []? 131.108.2.155
Name of configuration file to write[tokyo-config]?tokyo.2
Write file tokyo.2 to 131.108.2.155? [confirm] y
Writing tokyo.2 !!!!!!! [OK]
```

- Aby zapisać plik konfiguracyjny na serwerze TFTP należy wykonać następujące kroki:
  - wpisać polecenie `copy running-config tftp`
  - wpisać adres IP hosta, na którym będzie przechowywany plik konfiguracji
  - wpisać nazwę pliku konfiguracyjnego
  - odpowiedzieć `yes`, aby potwierdzić wprowadzone dane.

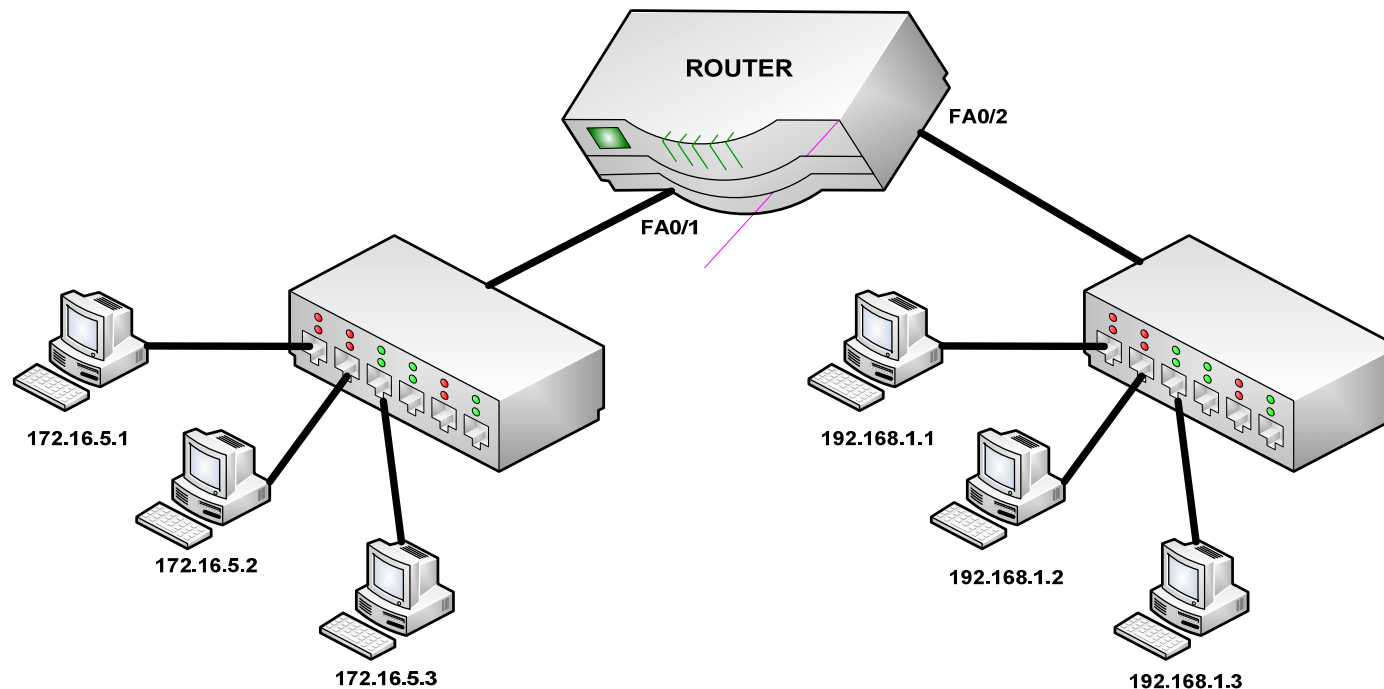
# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- **Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego**
- Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego
- Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2
- Konfiguracja protokołu routingu IGRP
- Konfiguracja protokołu routingu EIGRP
- Konfiguracja protokołu routingu OSPF



# Wprowadzenie do routingu

TABLICA ROUTINGU	
SIEĆ	INTERFEJS
172.16.0.0/16	FA0/1
192.168.1.0/24	FA0/2



- Routing statyczny
- Routing dynamiczny

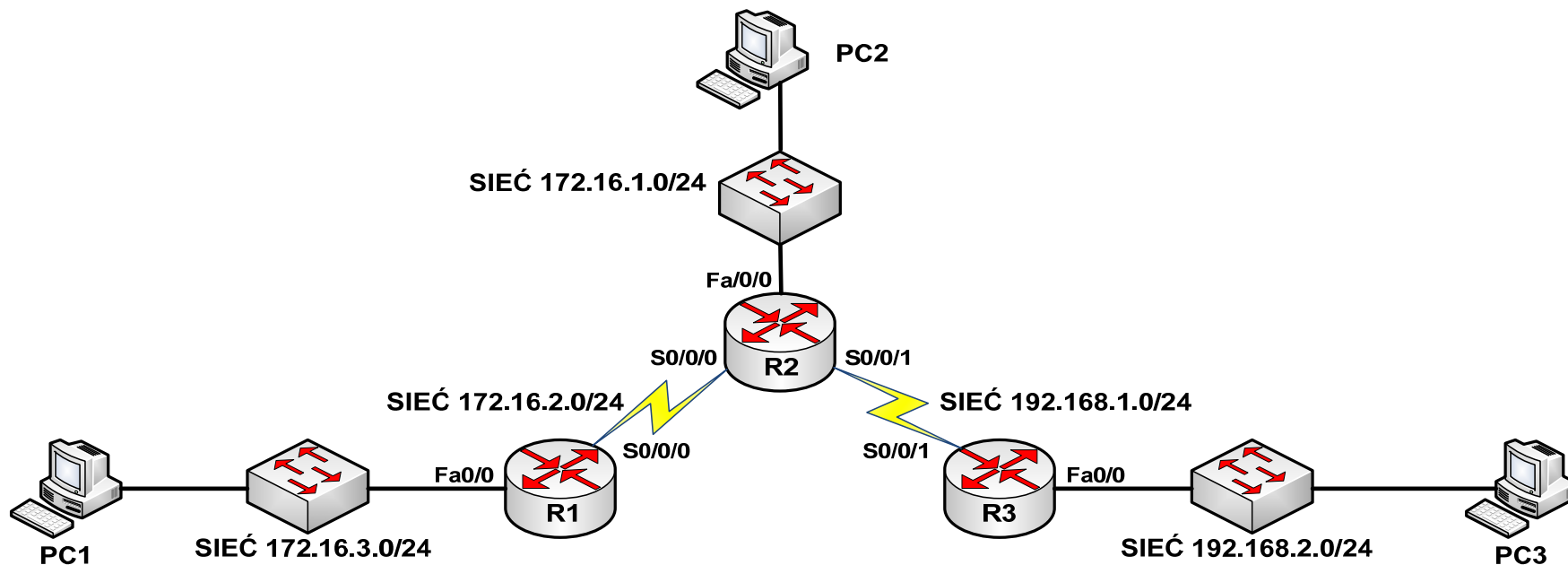
# Routing statyczny

- Trasy podane ręcznie przez administratora
- Podstawowe zalety:
  - mniejsze obciążenie procesora i pamięci
  - brak deformacji podczas zaniku działania routingu dynamicznego na sąsiednich routerach
  - mniejsza zajętość dostępnego pasma
- Rozwiązanie dobre dla małych sieci
- Zapewnia konfigurację tras domyślnych

# Konfigurowanie tras statycznych (1)

- Aby skonfigurować trasy statyczne, należy wykonać następujące czynności:
  1. Określ sieci docelowe, ich maski podsieci oraz bramy.
  2. Przejdź do trybu konfiguracji globalnej.
  3. Wpisz polecenie **ip route** z adresem i maską sieci oraz adresem bramy.
  4. Powtórz krok 3 dla wszystkich sieci docelowych zdefiniowanych w kroku 1.
  5. Opuść tryb konfiguracji globalnej.
  6. Za pomocą polecenia **copy running-config startup-config** zapisz aktywną konfigurację w pamięci NVRAM.

# Konfigurowanie tras statycznych (2)



URZĄDZENIE SIECIOWE	INTERFEJS	ADRES IP	MASKA PODSIECI	BRAMA DOMYŚLNA
ROUTER R1	Fa0/0 S0/0/0	172.16.3.1 172.16.2.1	255.255.255.0 255.255.255.0	
ROUTER R2	Fa0/0 S0/0/0 S0/0/1	172.16.1.1 172.16.2.2 192.168.1.2	255.255.255.0 255.255.255.0 255.255.255.0	
ROUTER R3	Fa0/0 S0/0/1	192.168.2.1 192.168.1.1	255.255.255.0 255.255.255.0	
HOST PC1	Karta sieciowa	172.16.3.10	255.255.255.0	172.16.3.1
HOST PC2	Karta sieciowa	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
HOST PC3	Karta sieciowa	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.1

# Sieci połączone bezpośrednio

```
R1#show ip route
```

```
(**output omitted**)
```

```
    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
```

```
R2#show ip route
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets  
C       172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0  
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0  
C     192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
R3#show ip route
```

```
C     192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1  
C     192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

- Sieci połączone bezpośrednio sprawdzamy poleceniem – ***show ip route***

# Konfiguracja na routerze R1

(z wykorzystaniem adresu IP następnego skoku)

```
R1(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2
```

```
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
```

```
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 [1/0] via 172.16.2.2
```



# Konfiguracja na routerze R2 i R3 (z wykorzystaniem adresu IP następnego skoku)

R2>

R2> enable

Password:

R2#

R2# configure terminal

```
R2(config)# ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.2.1
```

```
R2(config)# ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.1
```

R3>

R3> enable

Password:

R3#

R3# configure terminal

```
R3(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.1.2
```

```
R3(config)# ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 192.168.1.2
```

```
R3(config)# ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 192.168.1.2
```

# Sprawdzanie zmian w tablicy routingu

```
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
```

```
R2#show ip route
```

```
***output omitted***
```

```
    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C       172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
S       172.16.3.0 [1/0] via 172.16.2.1
C     192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
S     192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1
```

```
R3#show ip route
```

```
***output omitted***
```

```
    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S       172.16.1.0 [1/0] via 192.168.1.2
S       172.16.2.0 [1/0] via 192.168.1.2
S       172.16.3.0 [1/0] via 192.168.1.2
C     192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C     192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```



# Weryfikacja połączeń

```
R1#ping 172.16.1.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.1, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/28/32 ms
```

```
R1#ping 192.168.1.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.1, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/56/56 ms
```

```
R1#ping 192.168.1.2
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.2, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/29/32 ms
```

```
R1#ping 192.168.2.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.1, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/56/56 ms
```

```
R1#
```

# Konfiguracja na routerze R1 (z wykorzystaniem interfejsu wyjściowego)

```
R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 serial 0/0/0  
R1(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 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
```

# Konfiguracja na routerze R2 i R3 (z wykorzystaniem interfejsu wyjściowego)

R2>

R2> enable

Password:

R2#

R2# configure terminal

R2(config)# ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 serial 0/0/0

R2(config)# ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 serial 0/0/1

R3>

R3> enable

Password:

R3#

R3# configure terminal

R3(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 serial 0/0/1

R3(config)# ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 serial 0/0/1

R3(config)# ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 serial 0/0/1

# Sprawdzanie zmian w tablicy routingu

```
R1#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
    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
```

```
R2#show ip route
```

```
<output omitted>
```

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

```
R3#show ip route
```

```
<output omitted>
```

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

# Sprawdzenie zmian w tablicy routingu

```
R3#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, Serial0/0/1
```

```
S      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
S      172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
C      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
R3#show ip route
```

```
***output omitted***
```

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

```
172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
```

```
S      172.16.0.0 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/1
```

```
C      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

# Weryfikacja połączeń po sumaryzacji tras

```
R3#ping 172.16.1.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.1, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/29/32 ms
```

```
R3#ping 172.16.2.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.2.1, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/56/60 ms
```

```
R3#ping 172.16.3.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.3.1, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!!
```

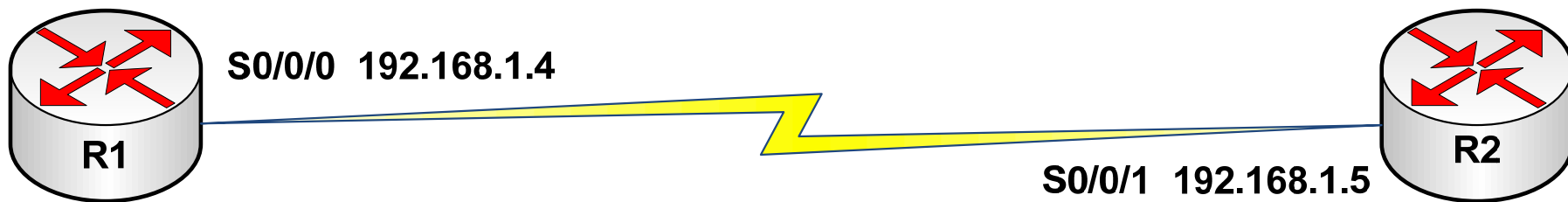
```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/56/60 ms
```

```
R3#
```

# Trasy statyczne a odległość administracyjna

- Trasa statyczna używająca adresu IP następnego skoku ma odległość administracyjną równą 1
- Trasa statyczna używająca interfejsu wyjściowego ma odległość administracyjną równą 1
- Sieć podłączona bezpośrednio ma odległość administracyjną równą 0

# Konfigurowanie trasy domyślnej



```
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.5
LUB
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S0/0/0
```

- Aby skonfigurować trasy domyślne, należy:
  - przejść do trybu konfiguracji globalnej
  - wpisać polecenie **ip route**, podając *0.0.0.0* jako adres sieci i *0.0.0.0* jako maskę
  - opuścić tryb konfiguracji globalnej
  - za pomocą polecenia **copy running-config startup-config** zapisać aktywną konfigurację w pamięci NVRAM.



# Sprawdzenie zmian w tablicy routingu

```
R1#show ip route
```

PRZED

```
***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, Serial10/0/0
```

```
C 172.16.2.0 is directly connected, Serial10/0/0
```

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

```
S 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial10/0/0
```

```
S 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial10/0/0
```

```
R1#
```

```
R1#show ip route
```

```
* - 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, Serial10/0/0
```

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

```
S* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial10/0/0
```

```
R1#
```

PO

# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego
- **Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego**
- Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2
- Konfiguracja protokołu routingu IGRP
- Konfiguracja protokołu routingu EIGRP
- Konfiguracja protokołu routingu OSPF

# Protokoły routingu

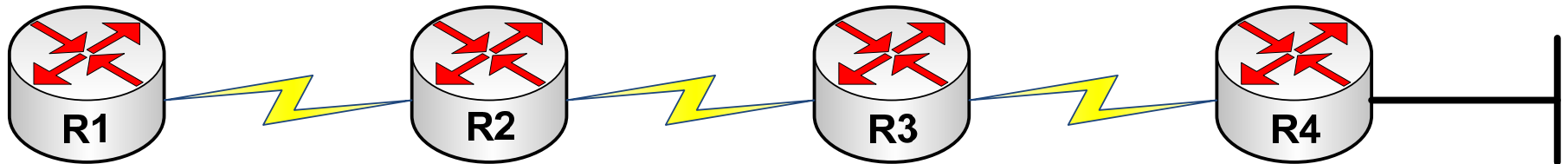
- Protokół routingu - metoda komunikacji pomiędzy routerami, umożliwiającą wybór najlepszej ścieżki
- Przykłady protokołów routingu:
  - protokół RIP (ang. Routing Information Protocol),
  - protokół IGRP (ang. Interior Gateway Routing Protocol),
  - protokół EIGRP (ang. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol),
  - protokół OSPF (ang. Open Shortest Path First).

# Protokoły routowane

- Protokół routowany służy do kierowania ruchem użytkowym,
- Przykłady protokołów routowanych:
  - IP (ang. Internet Protocol),
  - IPX (ang. Internetwork Packet Exchange),
  - DECnet (ang. Digital Equipment Corporation network)
  - AppleTalk,
  - Banyan VINES,
  - XNS (ang. Xerox Network Systems).

# Protokoły routingu wektora odległości

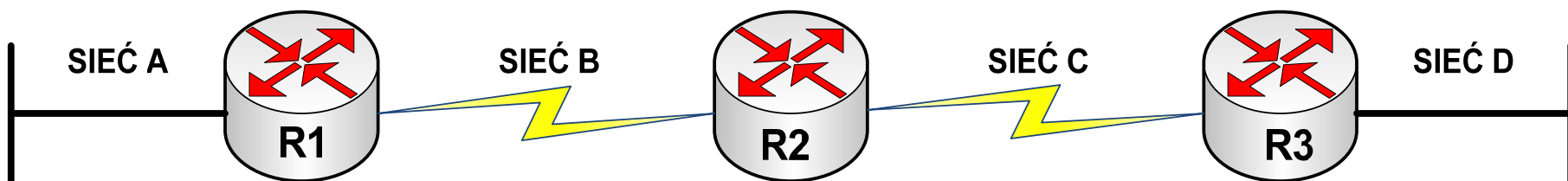
ODLEGŁOŚĆ = JAK DALEKO DO  
MIEJSCA DOCELOWEGO?



WEKTOR = W KTÓRYM KIERUNKU?

- Algorytm routingu działający na podstawie wektora odległości znany jest jako ***algorytm Bellmana-Forda***

# Działanie protokołu routingu wektora odległości

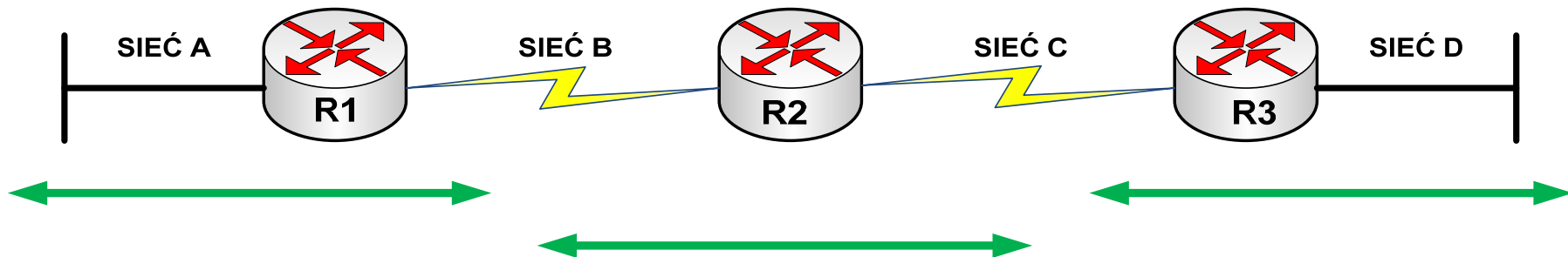


TABLICA ROUTINGU R1		
A	←	0
B	→	0
C	→	1
D	→	2

TABLICA ROUTINGU R2		
B	←	0
C	→	0
D	→	1
A	←	1

TABLICA ROUTINGU R3		
C	←	0
D	→	0
A	←	1
B	←	2

# Działanie protokołu routingu stanu łącza



**TABLICA ROUTINGU R1**

A	←	0
B	→	0

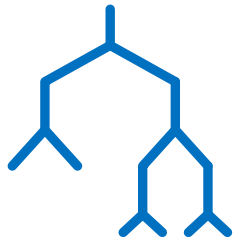
**TABLICA ROUTINGU R2**

B	←	0
C	→	0

**TABLICA ROUTINGU R3**

C	←	0
D	→	0

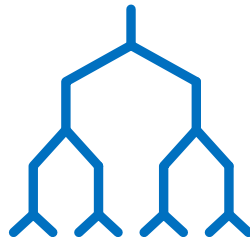
BAZA DANYCH TOPOLOGII SPF



DRZEWO SPF

TABLICA ROUTINGU R1

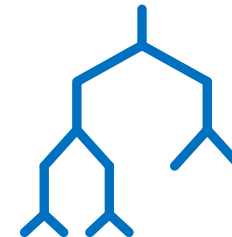
BAZA DANYCH TOPOLOGII SPF



DRZEWO SPF

TABLICA ROUTINGU R2

BAZA DANYCH TOPOLOGII SPF



DRZEWO SPF

TABLICA ROUTINGU R3

# Odległość administracyjna trasy

Źródło trasy odległości administracyjnej	Odległość domyślna
DOŁĄCZONY BEZPOŚREDNIO INTERFEJS	0
TRASA STATYCZNA	1
SKONSOLIDOWANA TRASA PROTOKOŁU EIGRP	5
ZEWNĘTRZNA TRASA PROTOKOŁU BGP	20
WEWNĘTRZNA TRASA PROTOKOŁU EIGRP	90
PROTOKÓŁ IGRP	100
PROTOKÓŁ OSPF	110
PROTOKÓŁ IS-IS	115
PROTOKÓŁ RIP	120
ZEWNĘTRZNA TRASA PROTOKOŁU EIGRP	170
WEWNĘTRZNA TRASA PROTOKOŁU BGP	200
TRASA NIEZNANA	255



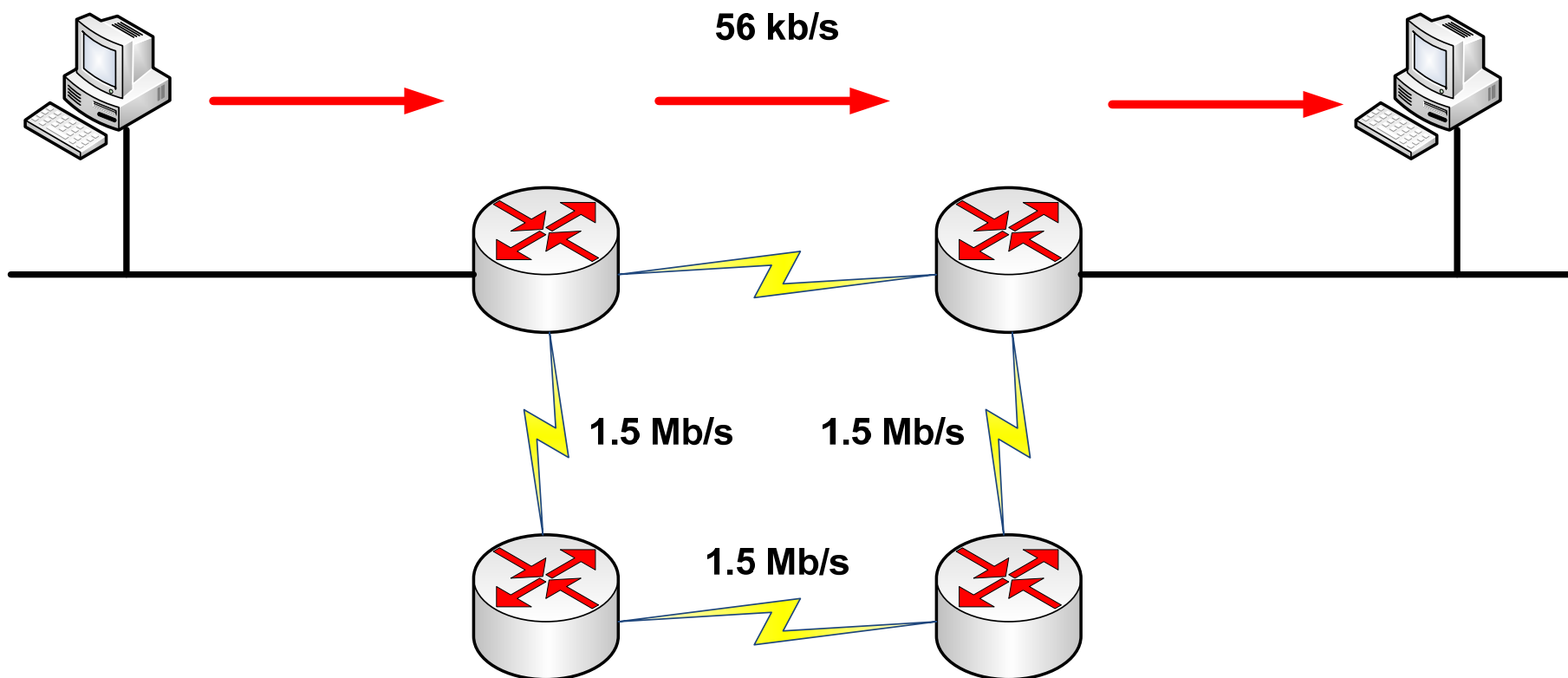
# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego
- Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego
- **Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2**
- Konfiguracja protokołu routingu IGRP
- Konfiguracja protokołu routingu EIGRP
- Konfiguracja protokołu routingu OSPF

# Protokół routingu RIP

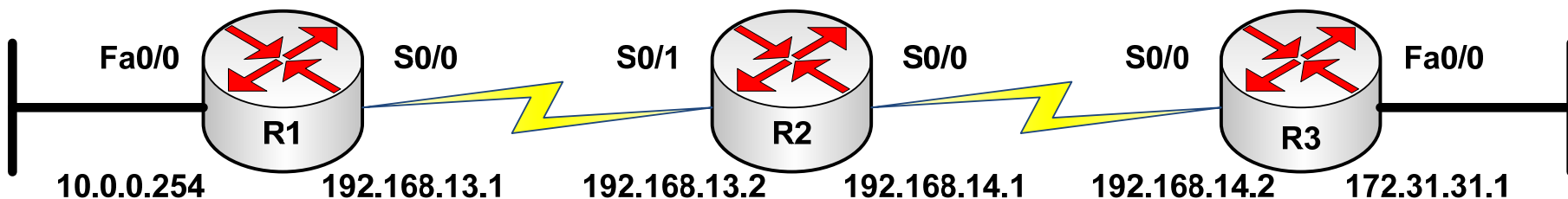
- Protokół działający w oparciu o algorytm wektora odległości
- Podstawowe jego cechy:
  - jako metryka przy wyborze ścieżki używana jest liczba przeskoków;
  - jeśli liczba przeskoków przekroczy wartość 15, pakiet zostaje odrzucony;
  - domyślnie aktualizacje tras są rozsyłane co 30 sekund.

# Działanie protokołu RIP



- Protokół RIP przy wyborze ścieżki, kieruje się przede wszystkim liczbą przeskoków pomiędzy routerami od źródła do celu

# Konfigurowanie protokołu RIPv1



```
R1(config)# router rip
```

```
R1(config-router)# network 10.0.0.0
```

```
R1(config-router)# network 192.168.13.0
```

```
R2(config)# router rip
```

```
R2(config-router)# network 192.168.14.0
```

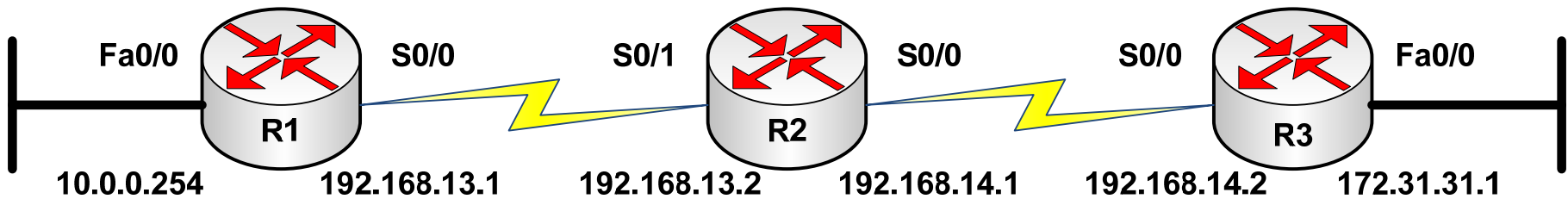
```
R2(config-router)# network 192.168.13.0
```

```
R3(config)# router rip
```

```
R3(config-router)# network 192.168.14.0
```

```
R3(config-router)# network 172.31.0.0
```

# Konfigurowanie protokołu RIPv2

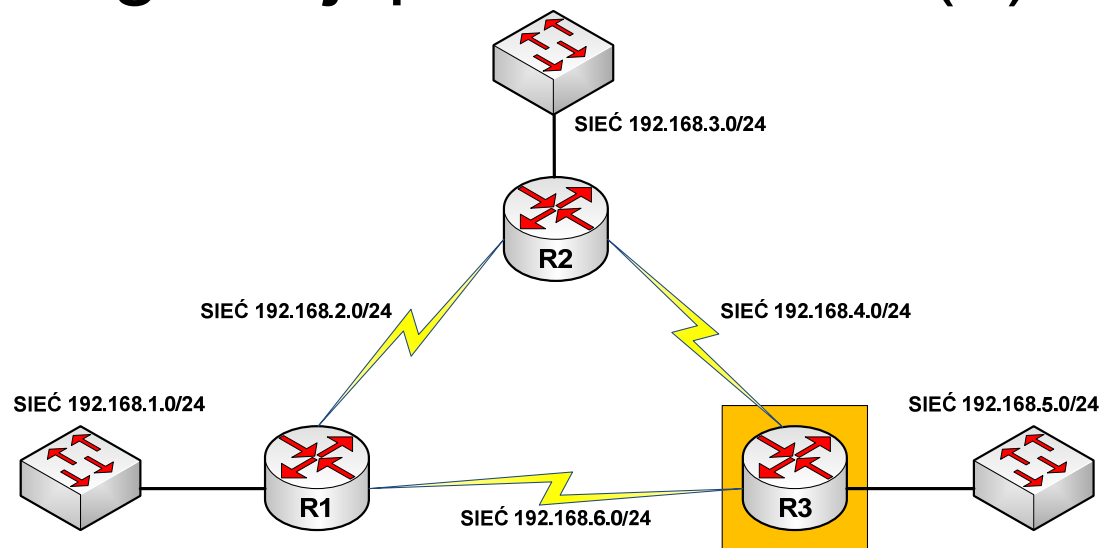


```
R1(config)# router rip
R1(config-router)# version 2
R1(config-router)# network 10.0.0.0
R1(config-router)# network 192.168.13.0
```

```
R2(config)# router rip
R2(config-router)# version 2
R2(config-router)# network 192.168.14.0
R2(config-router)# network 192.168.13.0
```

```
R3(config)# router rip
R3(config-router)# version 2
R3(config-router)# network 192.168.14.0
R3(config-router)# network 172.31.0.0
```

# Weryfikowanie konfiguracji protokołu RIP (1)



**R3#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

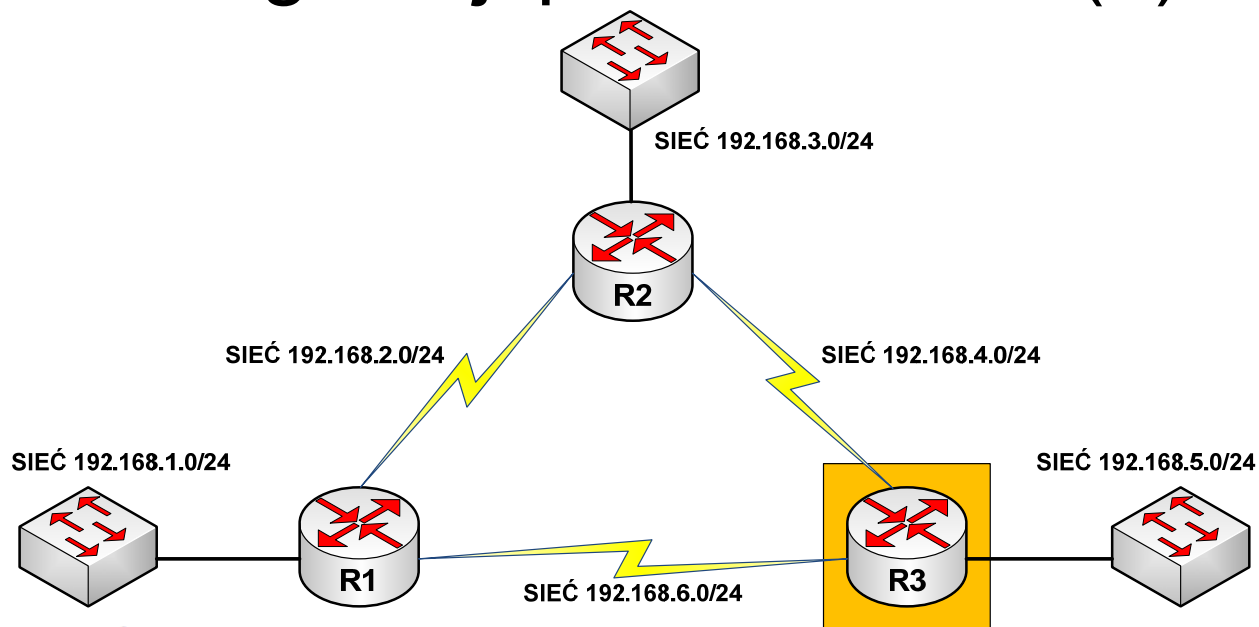
```
R   192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.6.2, 00:00:05, Serial0/0/0
R   192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.6.2, 00:00:05, Serial0/0/0
                          [120/1] via 192.168.4.2, 00:00:05, Serial0/0/1
R   192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.4.2, 00:00:05, Serial0/0/1
C   192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C   192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C   192.168.6.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

# Weryfikowanie konfiguracji protokołu RIP (2)

```
R3#show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "rip"  
(**output omitted**)
```

```
Redistributing: rip  
Default version control: send version 1, receive any version  
Interface          Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain  
FastEthernet0/0    1     1 2  
Serial0/0/0        1     1 2  
Serial0/0/1        1     1 2  
Automatic network summarization is in effect  
Routing for Networks:  
  192.168.4.0  
  192.168.5.0  
  192.168.6.0  
Routing Information Sources:  
Gateway            Distance  Last Update  
192.168.6.2        120      00:00:10  
192.168.4.2        120      00:00:18  
Distance: (default is 120)
```



# Weryfikowanie konfiguracji protokołu RIP (3)

```
R2#debug ip rip
```

```
RIP protocol debugging is on
```

```
RIP: received v1 update from 192.168.2.1 on Serial0/0/0  
192.168.1.0 in 1 hops
```

```
RIP: received v1 update from 192.168.4.1 on Serial0/0/1  
192.168.5.0 in 1 hops
```

```
RIP: sending v1 update to 255.255.255.255 via FastEthernet0/0 (192.168.3.1)
```

```
RIP: build update entries
```

```
network 192.168.1.0 metric 2  
network 192.168.2.0 metric 1  
network 192.168.4.0 metric 1  
network 192.168.5.0 metric 2
```

```
RIP: sending v1 update to 255.255.255.255 via Serial0/0/1 (192.168.4.2)
```

```
RIP: build update entries
```

```
network 192.168.1.0 metric 2  
network 192.168.2.0 metric 1  
network 192.168.3.0 metric 1
```

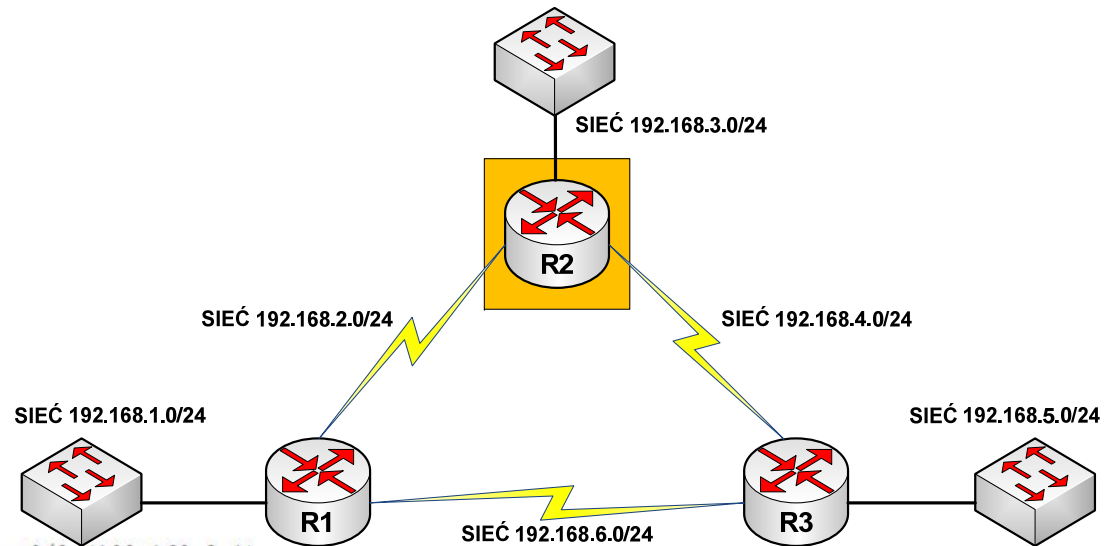
```
RIP: sending v1 update to 255.255.255.255 via Serial0/0/0 (192.168.2.2)
```

```
RIP: build update entries
```

```
network 192.168.3.0 metric 1  
network 192.168.4.0 metric 1  
network 192.168.5.0 metric 2
```

```
R2#undebug all
```

```
All possible debugging has been turned off
```





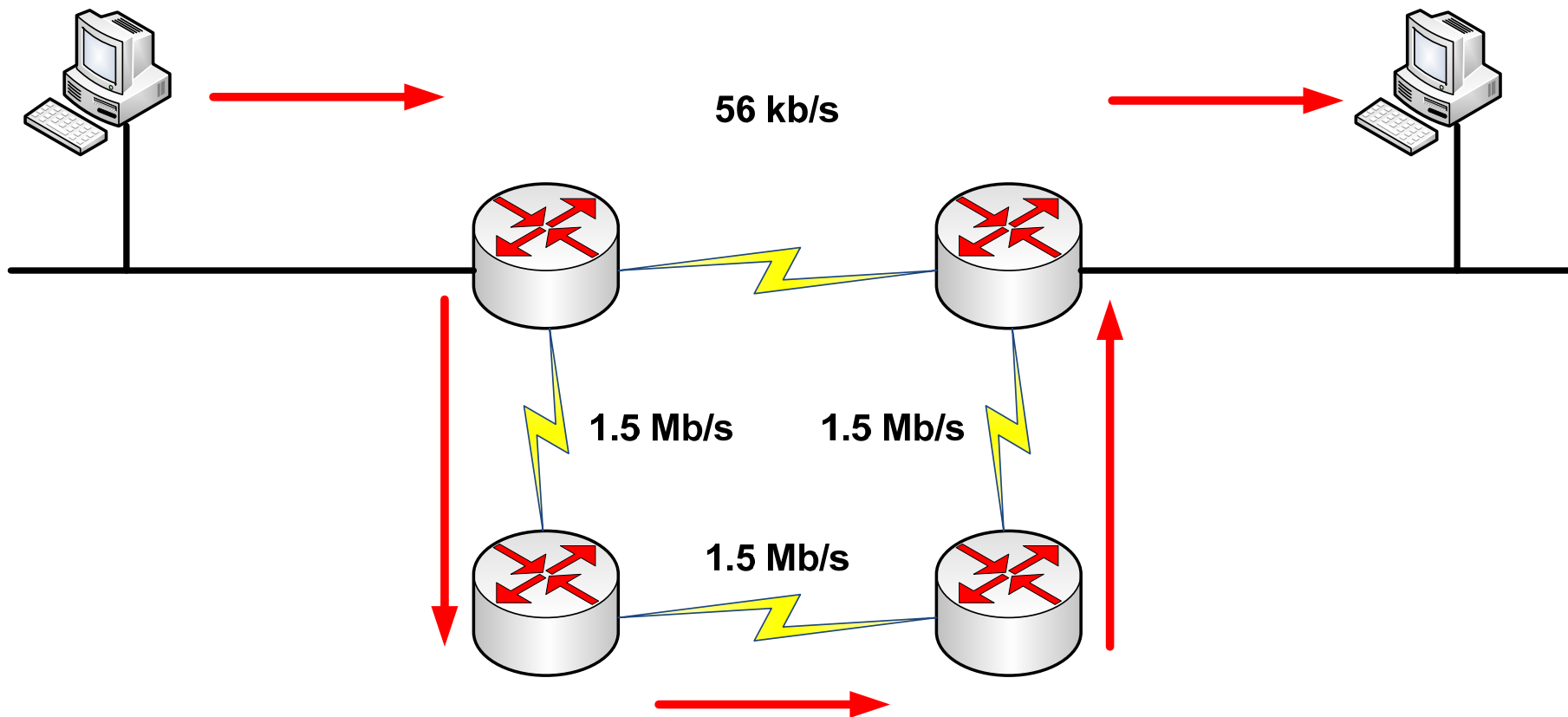
# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego
- Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego
- Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2
- **Konfiguracja protokołu routingu IGRP**
- Konfiguracja protokołu routingu EIGRP
- Konfiguracja protokołu routingu OSPF

# Protokół routingu IGRP

- Protokół działający w oparciu o algorytm wektora odległości
- Protokół IGRP ma następujące cechy:
  - łatwość automatyzacji w przypadku niezdefiniowanych, złożonych topologii;
  - elastyczność wymagana w przypadku segmentów o różnych przepustowościach i charakterystykach opóźnień;
  - skalowalność umożliwiająca pracę w wielkich sieciach;
  - obsługuje tylko routing klasowy.

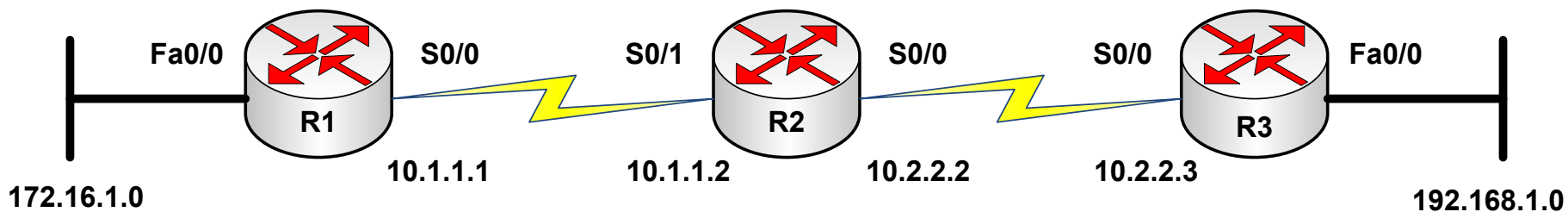
# Działanie protokołu IGRP



- Ścieżka jest wybierana na podstawie złożonej metryki
- Najważniejszym czynnikiem jest szybkość transmisji danych

# Konfigurowanie protokołu IGRP

## SYSTEM AUTONOMICZNY 300



```
R1(config)# router igrp 300
```

```
R1(config-router)# network 172.16.0.0
```

```
R1(config-router)# network 10.0.0.0
```

```
R2(config)# router igrp 300
```

```
R2(config-router)# network 10.0.0.0
```

```
R3(config)# router igrp 300
```

```
R3(config-router)# network 192.168.1.0
```

```
R3(config-router)# network 10.0.0.0
```

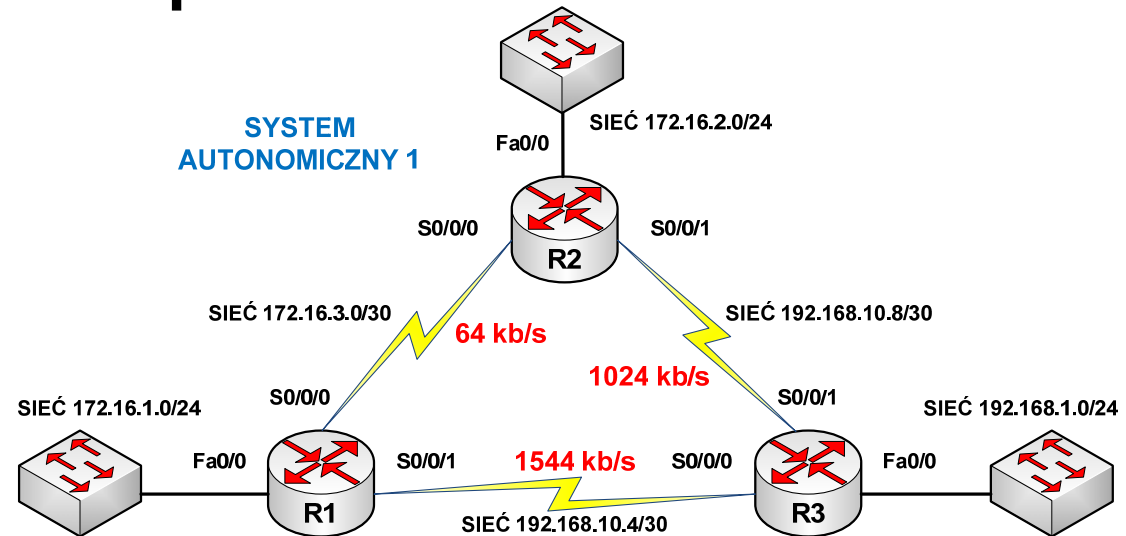
# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego
- Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego
- Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2
- Konfiguracja protokołu routingu IGRP
- **Konfiguracja protokołu routingu EIGRP**
- Konfiguracja protokołu routingu OSPF

# Protokół routingu EIGRP

- EIGRP to zaawansowany protokół routingu wykorzystujący wektor odległości.
- Działa on jednak również jako protokół stanu łącza, ponieważ w podobny sposób wysyła aktualizacje do sąsiednich urządzeń i przechowuje informacje o routingu.
- Podstawowe zalety protokołu EIGRP:
  - szybsze osiągnięcie zbieżności,
  - lepsze wykorzystanie pasma,
  - obsługa techniki VLSM i protokołu CIDR,
  - obsługa wielu warstw sieci,
  - niezależność od protokołów routowanych.

# Konfigurowanie protokołu EIGRP

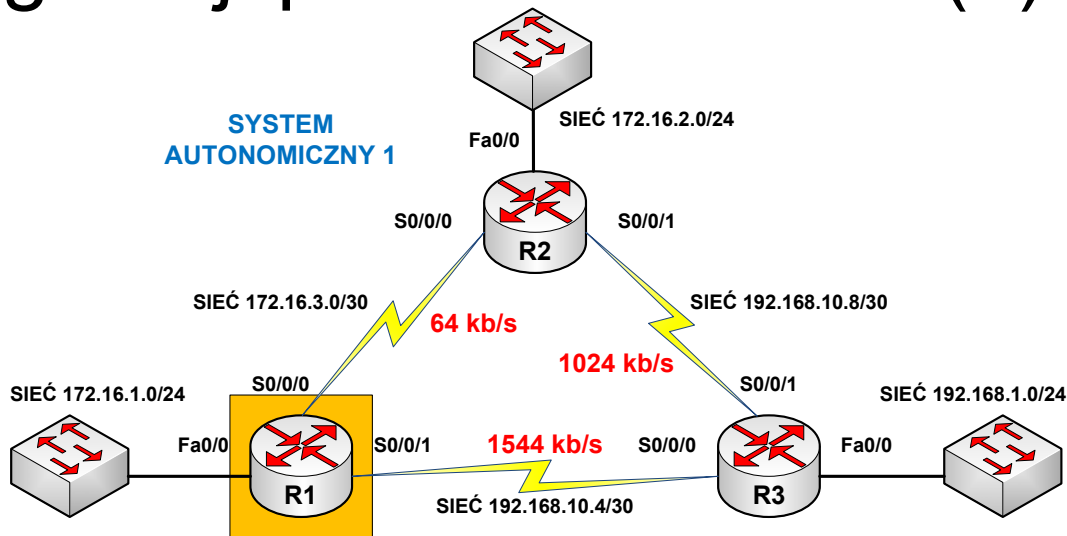


```
R1(config)# router eigrp 1
R1(config-router)# network 172.16.0.0
R1(config-router)# network 192.168.10.0
```

```
R2(config)# router eigrp 1
R2(config-router)# network 172.16.0.0
R2(config-router)# network 192.168.10.8
```

```
R3(config)# router eigrp 1
R3(config-router)# network 192.168.10.0
R3(config-router)# network 192.168.1.0
```

# Weryfikowanie konfiguracji protokołu EIGRP (1)



```
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  
<Output omitted>
```

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

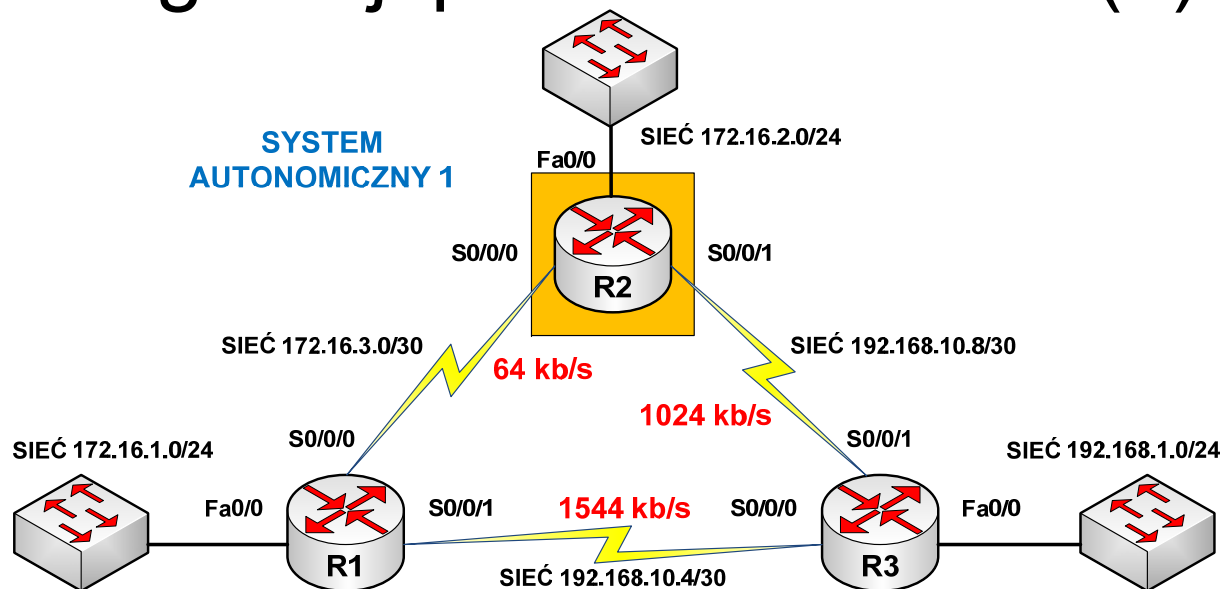
```
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks  
D 192.168.10.0/24 is a summary, 00:03:50, Null0  
C 192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/1  
D 192.168.10.8/30 [90/2681856] via 192.168.10.6, 00:02:43, Serial0/0/1  
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks  
D 172.16.0.0/16 is a summary, 00:10:52, Null0  
C 172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0  
D 172.16.2.0/24 [90/2172416] via 172.16.3.2, 00:10:47, Serial0/0/0  
C 172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0  
D 192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.6, 00:02:31, Serial0/0/1
```



# Weryfikowanie konfiguracji protokołu EIGRP (2)

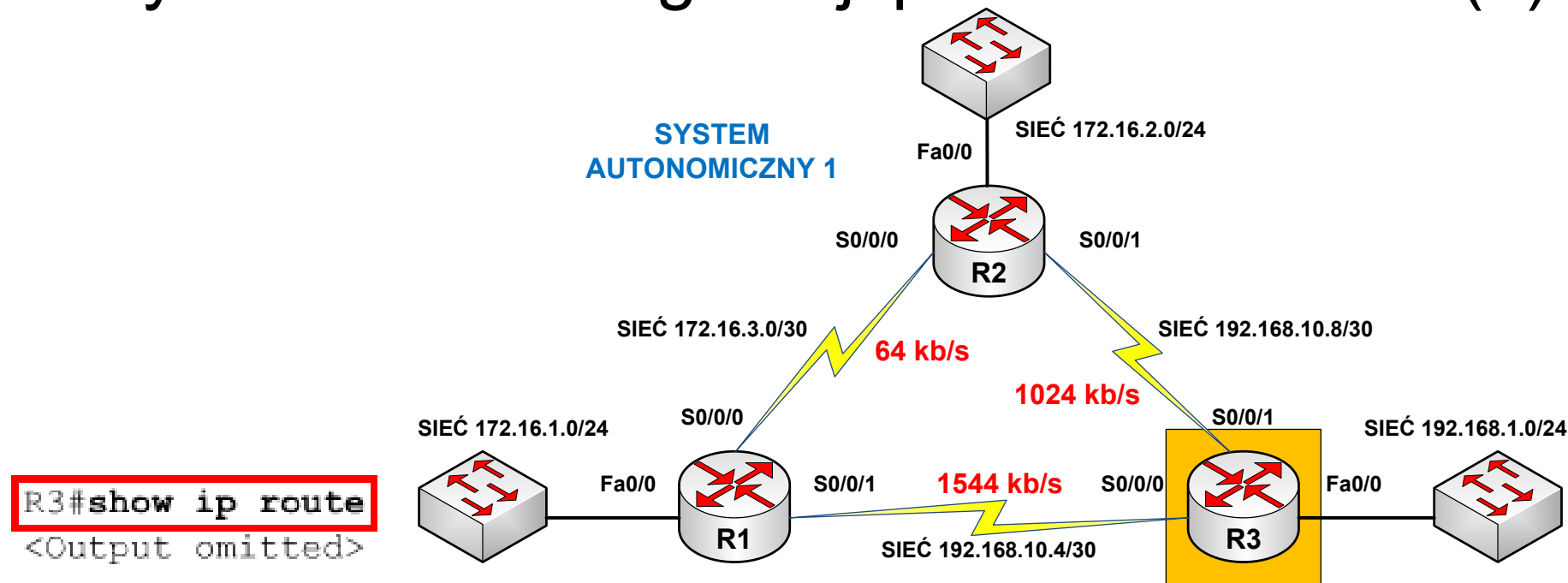
```
R2#show ip route  
<Output omitted>
```

Gateway of last resort is not set



```
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks  
D    192.168.10.0/24 is a summary, 00:04:13, Null0  
D    192.168.10.4/30 [90/2681856] via 192.168.10.10, 00:03:05, Serial0/0/1  
C    192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1  
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks  
D    172.16.0.0/16 is a summary, 00:04:07, Null0  
D    172.16.1.0/24 [90/2172416] via 172.16.3.1, 00:11:11, Serial0/0/0  
C    172.16.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0  
C    172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0  
10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets  
C    10.1.1.0 is directly connected, Loopback1  
D    192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.10, 00:02:54, Serial0/0/1
```

# Weryfikowanie konfiguracji protokołu EIGRP (3)



```
R3#show ip route  
<Output omitted>
```

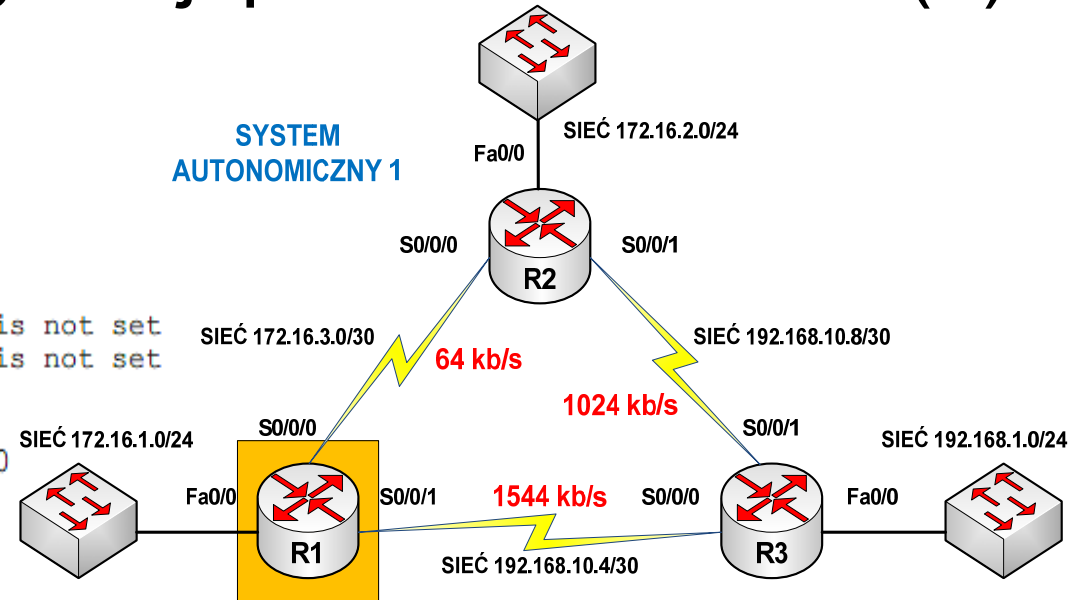
```
Gateway of last resort is not set
```

```
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks  
D    192.168.10.0/24 is a summary, 00:03:11, Null0  
C    192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/0  
C    192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1  
D    172.16.0.0/16 [90/2172416] via 192.168.10.5, 00:03:23, Serial0/0/0  
      [90/2172416] via 192.168.10.9, 00:03:23, Serial0/0/1  
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

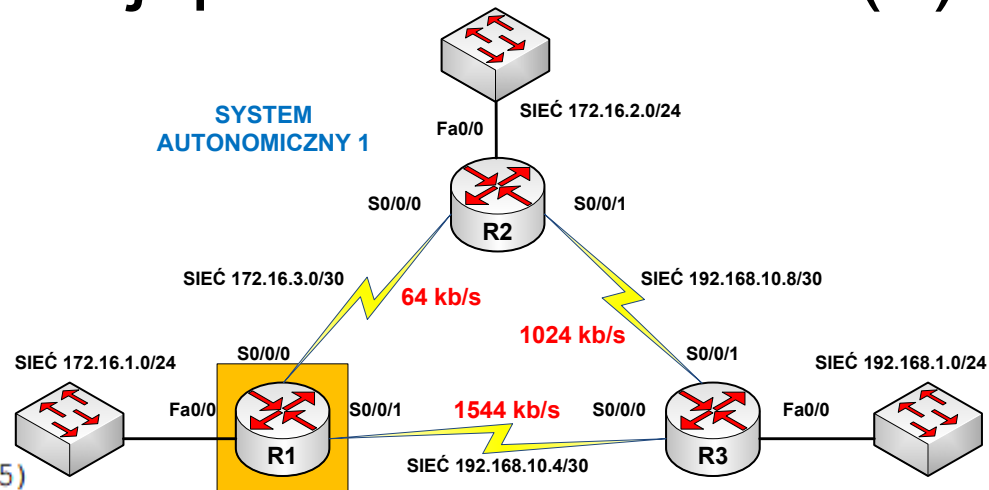
# Weryfikowanie konfiguracji protokołu EIGRP (4)

```
R1#show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  EIGRP maximum hopcount 100
  EIGRP maximum metric variance 1
  Redistributing: eigrp 1
  Automatic network summarization is in effect
  Automatic address summarization:
    192.168.10.0/24 for FastEthernet0/0, Serial0/0/0
      Summarizing with metric 2169856
    172.16.0.0/16 for Serial0/0/1
      Summarizing with metric 28160
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.0.0
    192.168.10.0
  Routing Information Sources:
  Gateway         Distance      Last Update
  (this router)   90           00:03:29
  192.168.10.6    90           00:02:09
  Gateway         Distance      Last Update
  172.16.3.2     90           00:02:12
  Distance: internal 90 external 170
```



# Weryfikowanie konfiguracji protokołu EIGRP (5)



```
R1#show ip eigrp topology
```

```
IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(192.168.10.5)
```

```
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,  
r - reply Status, s - sia Status
```

```
P 192.168.10.4/30, 1 successors, FD is 2169856  
  via Connected, Serial0/0/1  
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416  
  via 192.168.10.6 (2172416/28160), Serial0/0/1  
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3523840  
  via 192.168.10.6 (3523840/3011840), Serial0/0/1  
  via 172.16.3.2 (41024000/3011840), Serial0/0/0  
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 28160  
  via Connected, FastEthernet0/0  
P 172.16.2.0/24, 1 successors, FD is 3526400  
  via 192.168.10.6 (3526400/3014400), Serial0/0/1  
  via 172.16.3.2 (40514560/28160), Serial0/0/0  
P 172.16.3.0/30, 1 successors, FD is 40512000  
  via Connected, Serial0/0/0
```

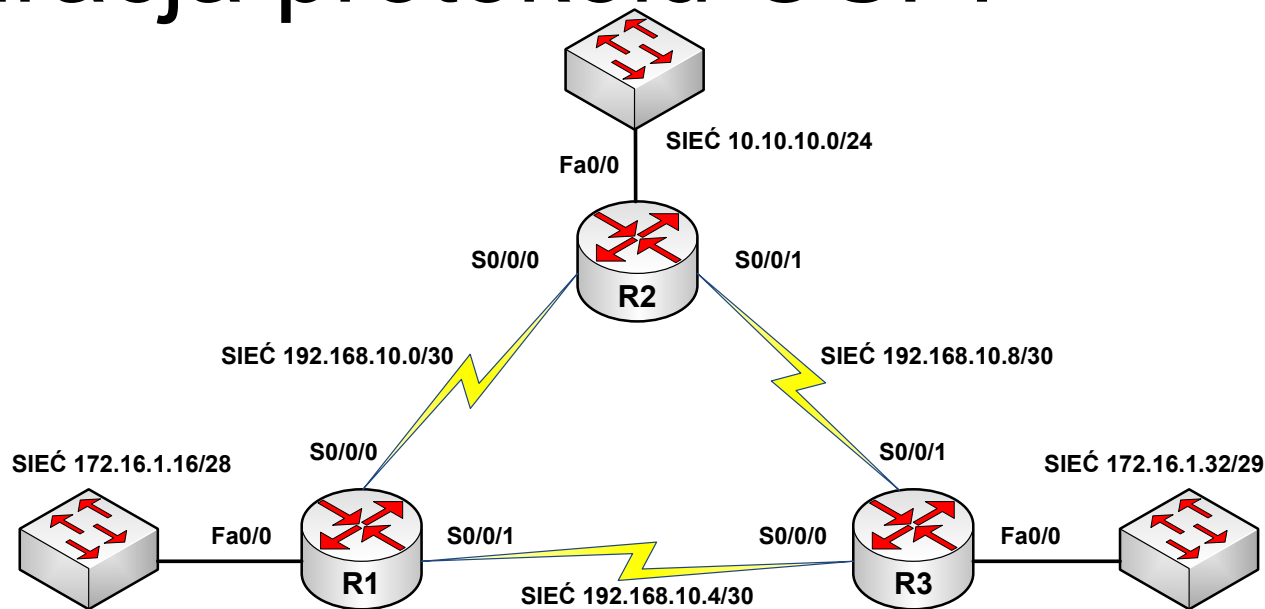
# Plan prezentacji

- Wprowadzenie do budowy i konfiguracji routerów
- Wprowadzenie do konfiguracji routingu statycznego
- Wprowadzenie do konfiguracji protokołów routingu dynamicznego
- Konfiguracja protokołów routingu RIPv1 i RIPv2
- Konfiguracja protokołu routingu IGRP
- Konfiguracja protokołu routingu EIGRP
- **Konfiguracja protokołu routingu OSPF**

# Protokół routingu OSPF

- Protokół OSPF wybiera trasę w oparciu o następujące parametry:
  - szybkość łącza,
  - opóźnienie,
  - przeciążenie sieci w danym momencie,
  - rodzaj wykorzystywanego łącza.
- Wykorzystywany jest algorytm SPF, który tworzy bazę danych na temat topologii sieci wszystkich pracujących routerów
- W celu zebrania potrzebnych informacji OSPF posługuje się ogłoszeniami LSA, które wysyłane są do wszystkich routerów pracujących w danym obszarze sieci.

# Konfiguracja protokołu OSPF

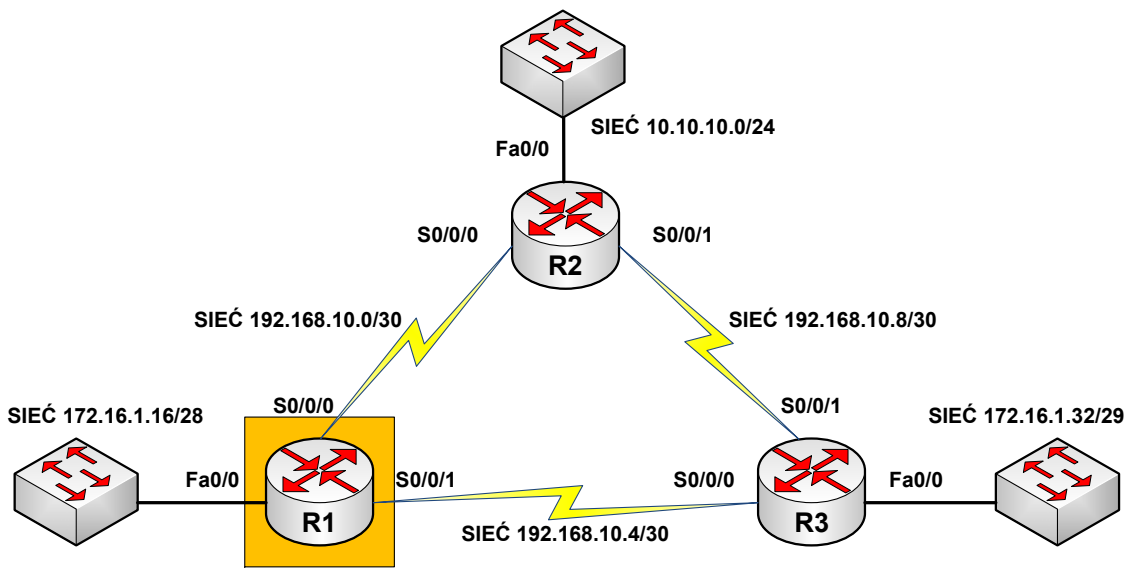


```
R1(config)# router ospf 1
R1(config-router)# network 172.16.1.16 0.0.0.15 area 0
R1(config-router)# network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R1(config-router)# network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
```

```
R2(config)# router ospf 1
R2(config-router)# network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)# network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R2(config-router)# network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

```
R3(config)# router ospf 1
R3(config-router)# network 172.16.1.32 0.0.0.7 area 0
R3(config-router)# network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
R3(config-router)# network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

# Weryfikowanie konfiguracji protokołu OSPF (1)



```
R1#show ip route
```

```
Codes: ***output omitted***
```

```
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

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

```
192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
```

```
C 192.168.10.0 is directly connected, Serial10/0/0
```

```
C 192.168.10.4 is directly connected, Serial10/0/1
```

```
O 192.168.10.8 [110/128] via 192.168.10.2, 14:27:57, Serial10/0/0
```

```
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
O 172.16.1.32/29 [110/65] via 192.168.10.6, 14:27:57, Serial10/0/1
```

```
C 172.16.1.16/28 is directly connected, FastEthernet0/0
```

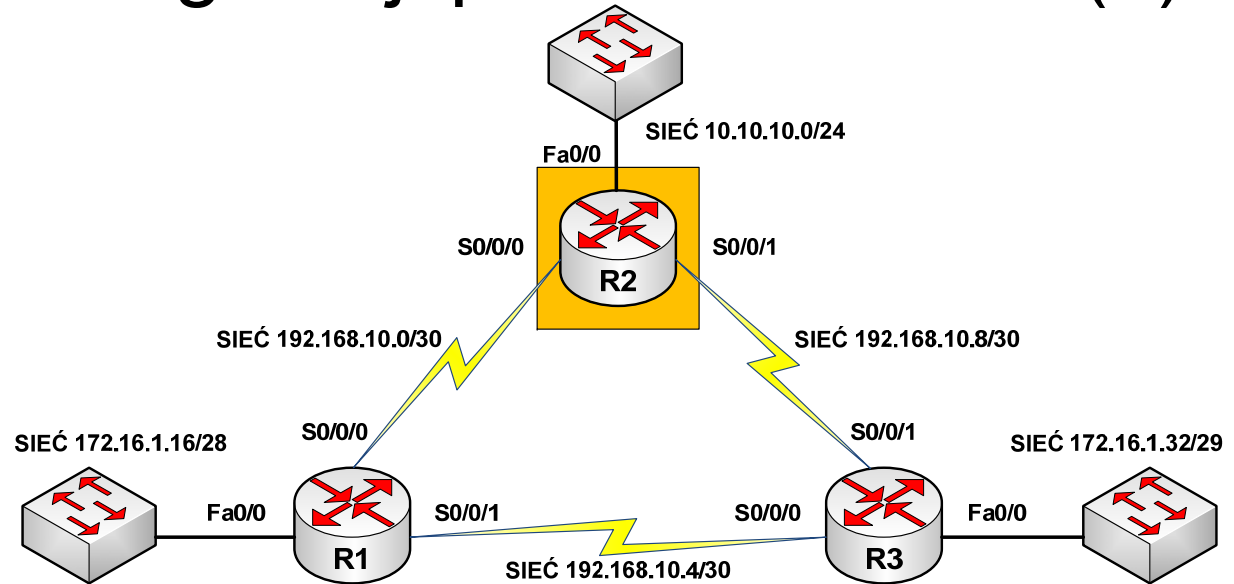
```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
O 10.10.10.0/24 [110/65] via 192.168.10.2, 14:27:57, Serial10/0/0
```

```
C 10.1.1.1/32 is directly connected, Loopback0
```



# Weryfikowanie konfiguracji protokołu OSPF (2)



```
R2#show ip route
```

Codes:

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

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

```
192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
```

```
C    192.168.10.0 is directly connected, Serial10/0/0
```

```
O    192.168.10.4 [110/128] via 192.168.10.1, 14:31:18, Serial10/0/0
```

```
C    192.168.10.8 is directly connected, Serial10/0/1
```

```
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
O    172.16.1.32/29 [110/65] via 192.168.10.10, 14:31:18, Serial10/0/1
```

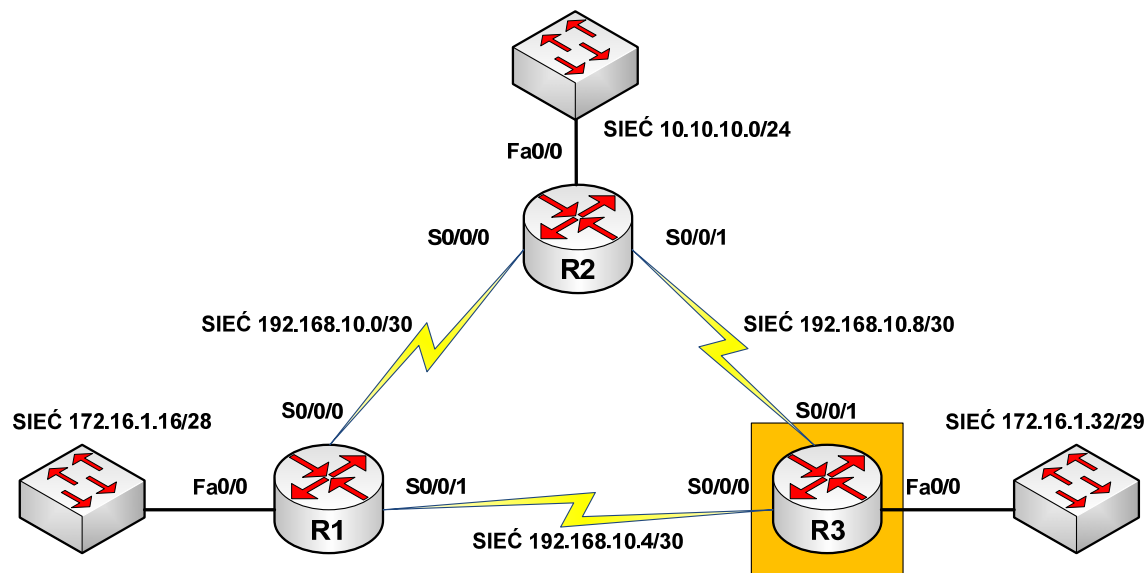
```
O    172.16.1.16/28 [110/65] via 192.168.10.1, 14:31:18, Serial10/0/0
```

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

```
C    10.2.2.2/32 is directly connected, Loopback0
```

```
C    10.10.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

# Weryfikowanie konfiguracji protokołu OSPF (3)



```
R3#show ip route
```

Codes:

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

Gateway of last resort is not set

```
192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
O       192.168.10.0 [110/845] via 192.168.10.9, 14:31:52, Serial10/0/1
        [110/845] via 192.168.10.5, 14:31:52, Serial10/0/0
C       192.168.10.4 is directly connected, Serial10/0
C       192.168.10.8 is directly connected, Serial10/1
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       172.16.1.32/29 is directly connected, FastEthernet0/0
O       172.16.1.16/28 [110/782] via 192.168.10.5, 14:31:52, Serial10/0/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       10.3.3.3/32 is directly connected, Loopback0
O       10.10.10.0/24 [110/782] via 192.168.10.9, 14:31:52, Serial10/0/1
```

# Weryfikowanie konfiguracji protokołu OSPF (4)

```
R1#show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "ospf 1"
```

```
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
```

```
Incoming update filter list for all interfaces is not set
```

```
Router ID 10.1.1.1
```

```
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
```

```
Maximum path: 4
```

```
Routing for Networks:
```

```
172.16.1.16 0.0.0.15 area 0
```

```
192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
```

```
192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
```

```
Reference bandwidth unit is 100 mbps
```

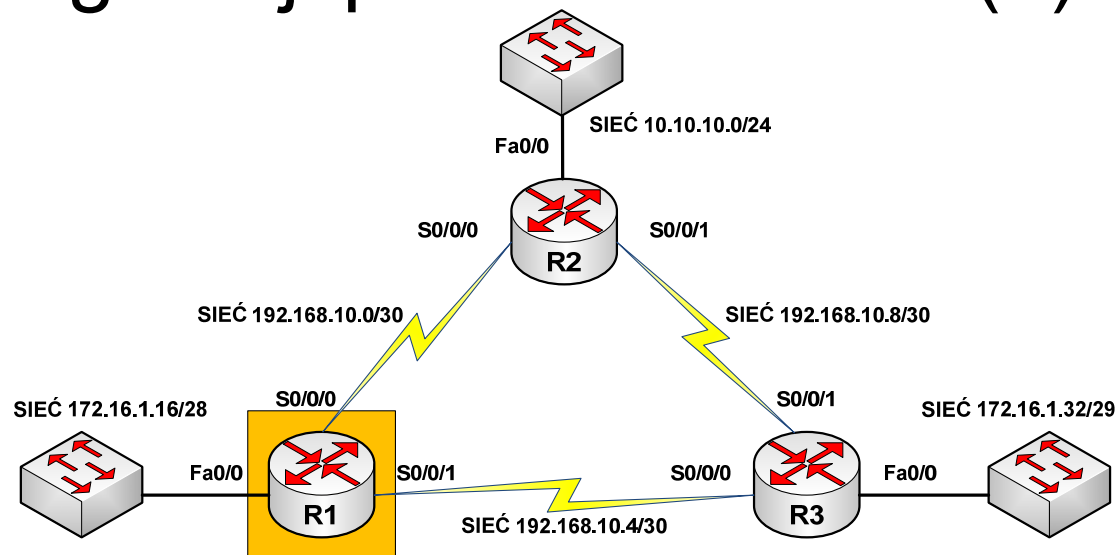
```
Routing Information Sources:
```

```
Gateway Distance Last Update
```

```
10.2.2.2 110 11:29:29
```

```
10.3.3.3 110 11:29:29
```

```
Distance: (default is 110)
```

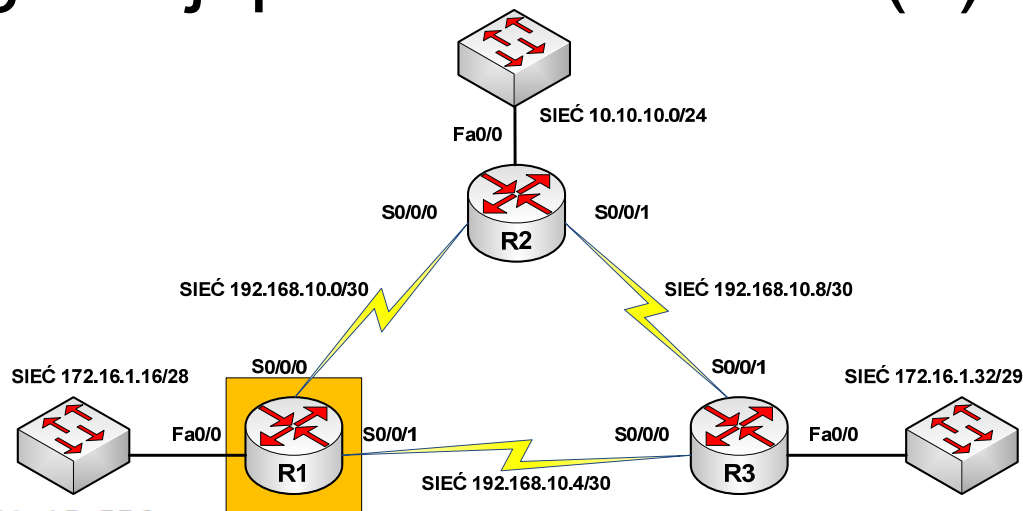


# Weryfikowanie konfiguracji protokołu OSPF (5)

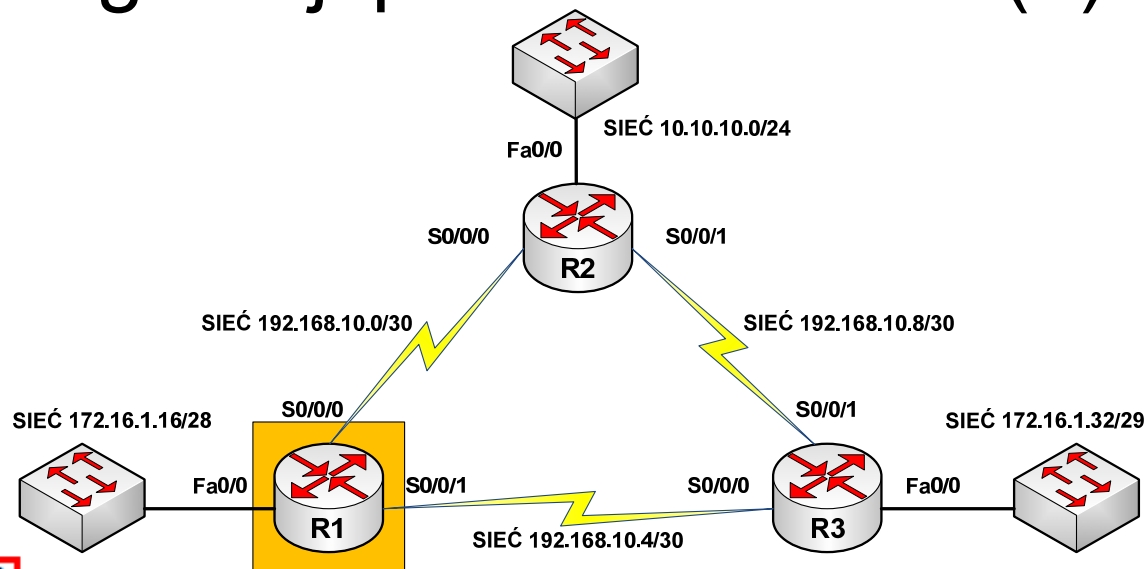
```
R1#show ip ospf
```

```
***output omitted***
```

```
Routing Process "ospf 1" with ID 10.1.1.1
Start time: 00:00:19.540, Time elapsed: 11:31:15.776
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
Supports Link-local Signaling (LLS)
Supports area transit capability
Router is not originating router-LSAs with maximum metric
Initial SPF schedule delay 5000 msecs
Minimum hold time between two consecutive SPF's 10000 msecs
Maximum wait time between two consecutive SPF's 10000 msecs
Incremental-SPF disabled
Minimum LSA interval 5 secs
Minimum LSA arrival 1000 msecs
Area BACKBONE(0)
  Number of interfaces in this area is 3
  Area has no authentication
  SPF algorithm last executed 11:30:31.628 ago
  SPF algorithm executed 5 times
  Area ranges are
```



# Weryfikowanie konfiguracji protokołu OSPF (6)



```
R1#show ip ospf interface serial 0/0/0
```

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.10.1/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 10.1.1.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 64
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT,
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  oob-resync timeout 40
  Hello due in 00:00:07
Supports Link-local Signaling (LLS)
Index 2/2, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 1, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 4 msec
Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
  Adjacent with neighbor 10.2.2.2
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

# informatyka+

Algorytmika i programowanie

Bazy danych

Multimedia, grafika i technologie internetowe

Sieci komputerowe

Tendencje w rozwoju informatyki i jej zastosowań

Człowiek – najlepsza inwestycja



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WARSZAWSKA  
WYŻSZA SZKOŁA  
INFORMATYKI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.