



Sieci komputerowe

Wykład 3

Tematyka

- Protokoły warstwy sieci
- Routing
- Routery

Tematyka

- **Protokoły warstwy sieci**
- Routing
- Routery

Warstwa sieci

Warstwa sieci, lub inaczej mówiąc warstwa 3 modelu OSI, zapewnia usługi umożliwiające realizację wymiany danych pomiędzy urządzeniami końcowymi położonymi w różnych podsieciach. Aby zapewnić poprawną komunikację pomiędzy urządzeniami końcowymi, warstwa sieci wykorzystuje cztery podstawowe procesy:

- Adresacja IP urządzeń końcowych
- Enkapsulacja
- Routing
- Dekapsulacja

Protokoły warstwy sieci

Podstawowe protokoły warstwy sieci to:

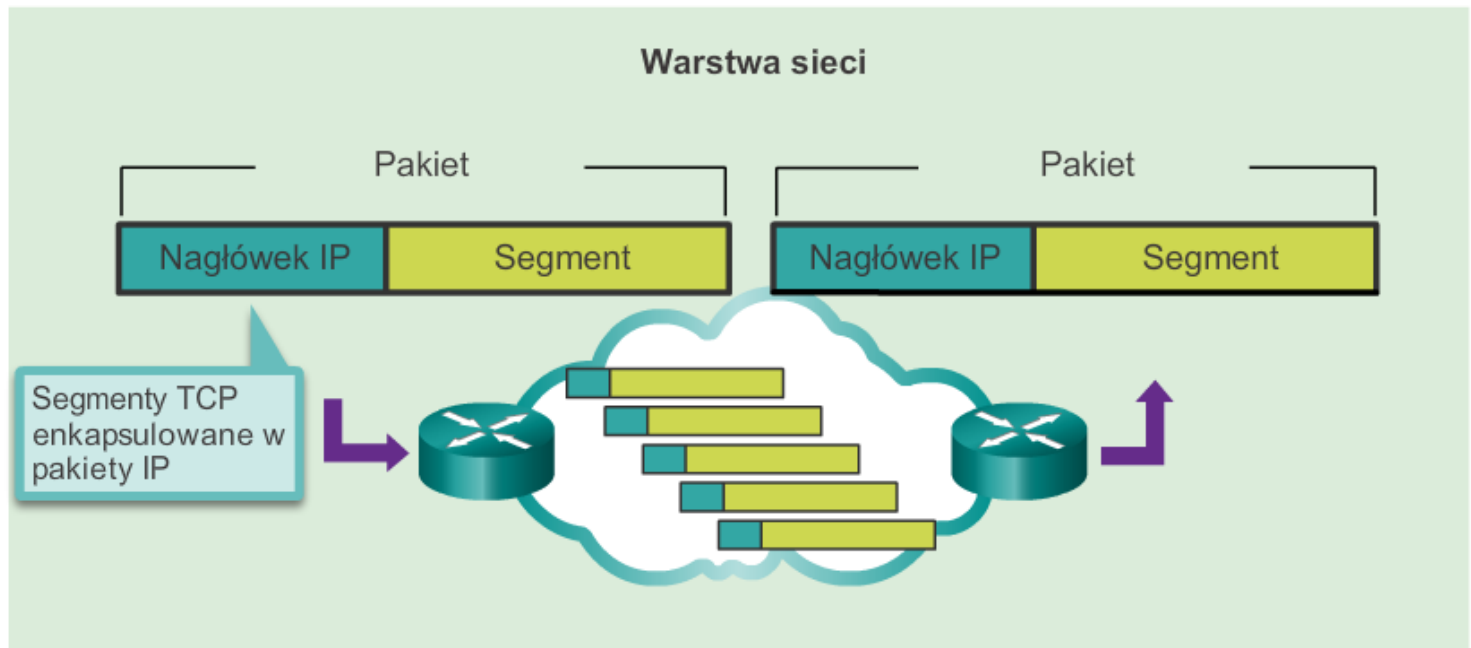
- IP w wersji 4 (IPv4)
- IP w wersji 6 (IPv6)

Tradycyjne protokoły warstwy sieci to:

- Protokół Novell IPX (Internetwork Packet Exchange)
- AppleTalk
- Bezpółłączeniowa usługa sieciowa (CLNS/DECNet)

Charakterystyka IP

Komponenty IP



Charakterystyka protokołu IP

IP - Beipołączeniowe

Komunikacja beipołączeniowa



List został wysłany.

Nadawca nie wie:

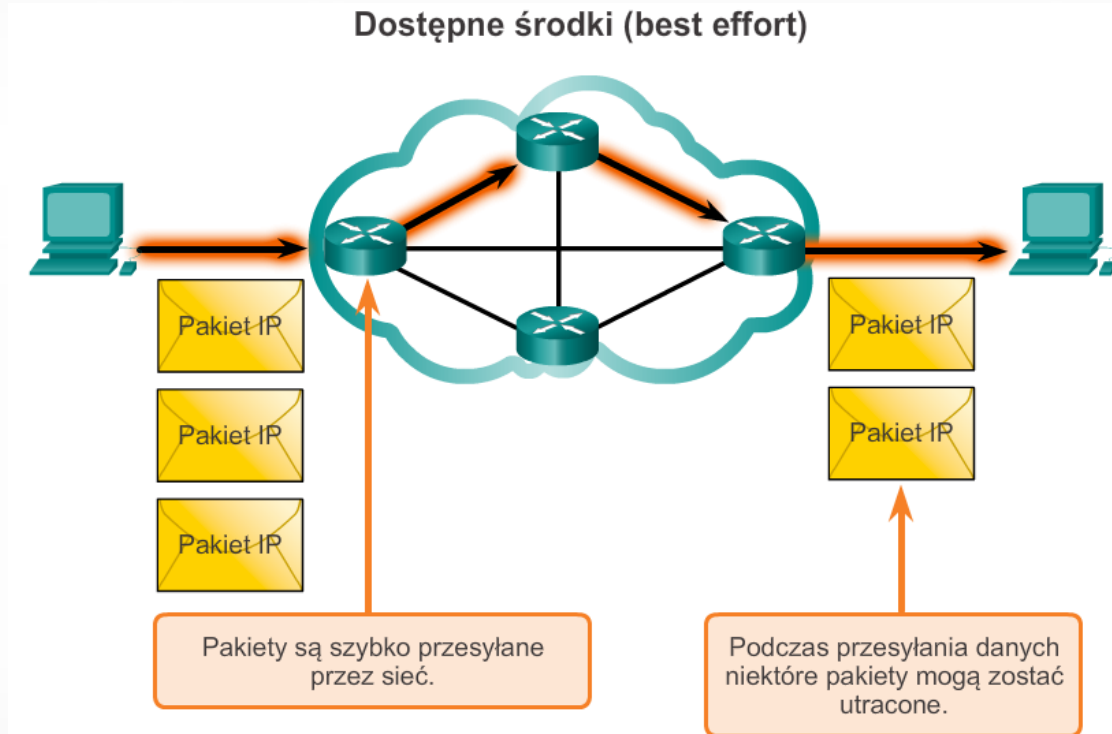
- Czy odbiorca jest dostępny
- Czy przesyłka dotarła
- Czy odbiorca może przeczytać wiadomość

Odbiorca nie wie:

- Kiedy pakiet nadejdzie

Charakterystyka protokołu IP

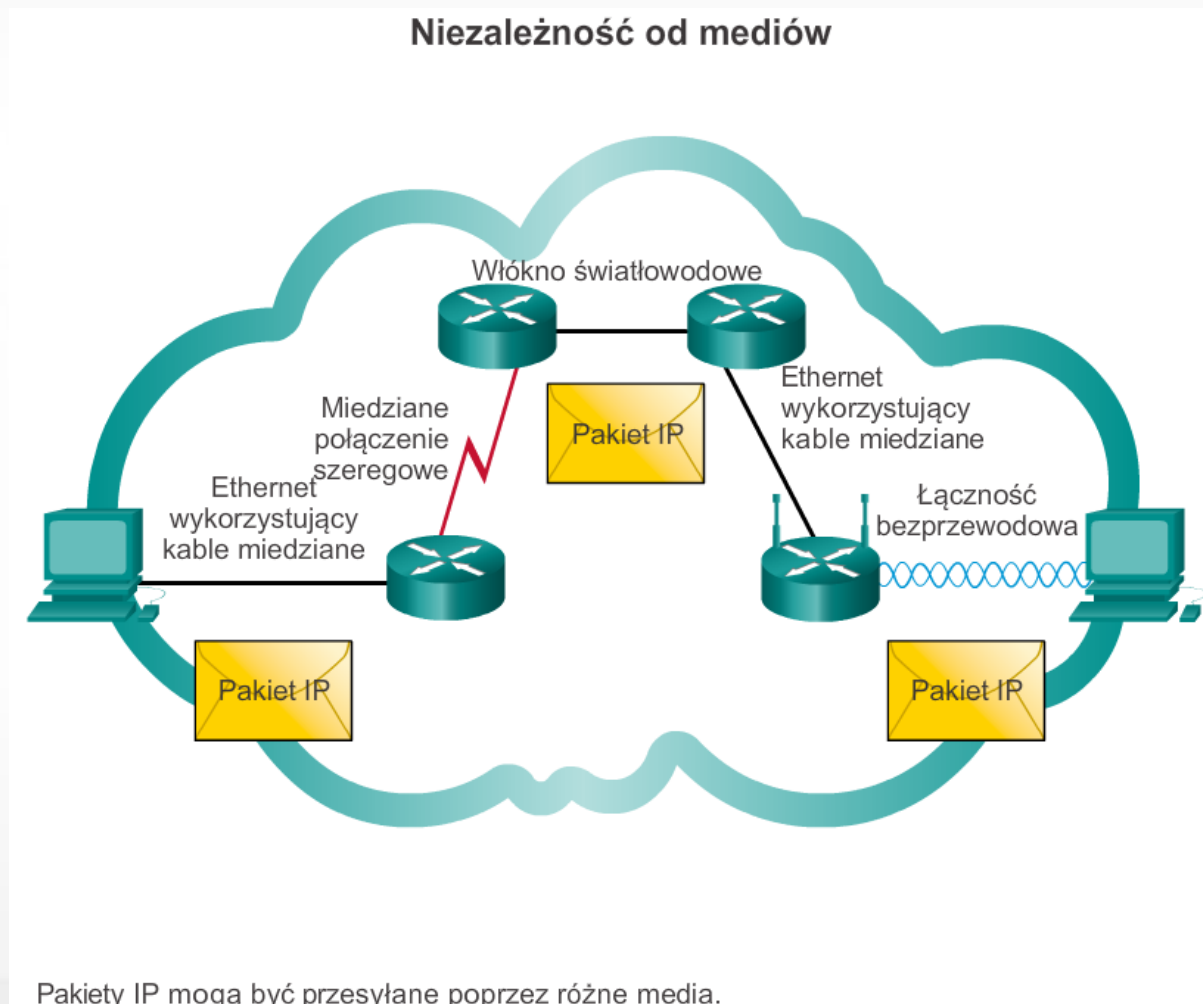
Dostarczanie danych przy użyciu dostępnych możliwości (ang. Best Effort Delivery)



IP jako protokół warstwy sieci nieposiadający mechanizmów niezawodności, nie gwarantuje, że wszystkie wysłane pakiety zostaną odebrane przez cel. Inne protokoły związane z wyższymi warstwami modelu OSI odpowiadają za proces śledzenia pakietów i zapewniają gwarancje ich dotarcia do celu.

Charakterystyka protokołu IP

IP – Niezależne od medium



Pakiet IPv4

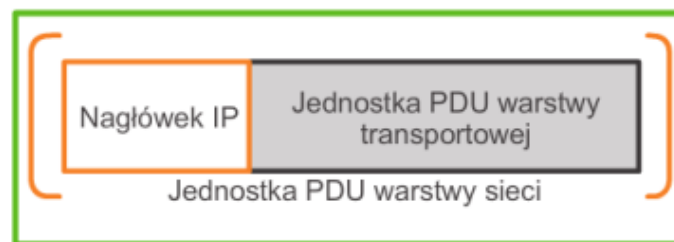
Enkapsulacja IP

Generowanie pakietów IP

Enkapsulacja w warstwie transportowej



Enkapsulacja w warstwie sieci



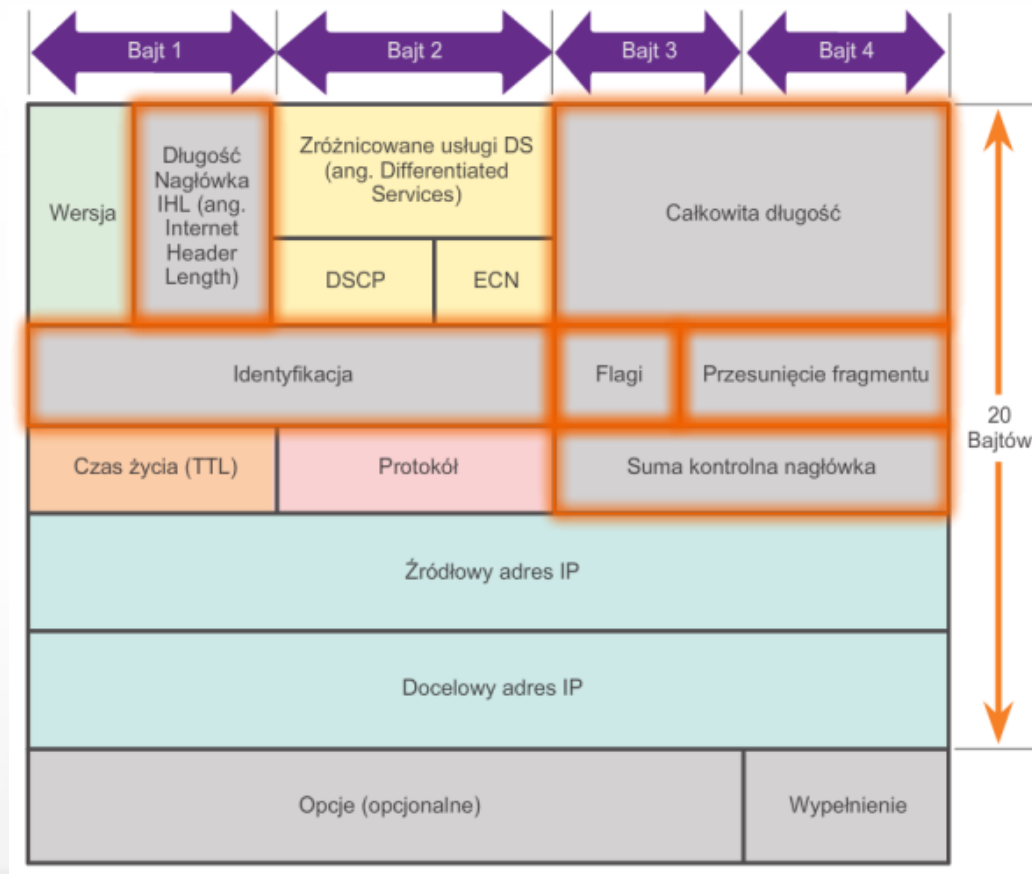
Pakiet IP

Warstwa sieci dodaje nagłówek, aby pakiety mogły być przesyłane przez złożone sieci, aby ostatecznie dotrzeć do celu. W sieciach opartych na stosie TCP/IP, jednostką PDU warstwy sieci jest pakiet IP.

Pakiet IPv4

IPv4 Nagłówek pakietu IPv4

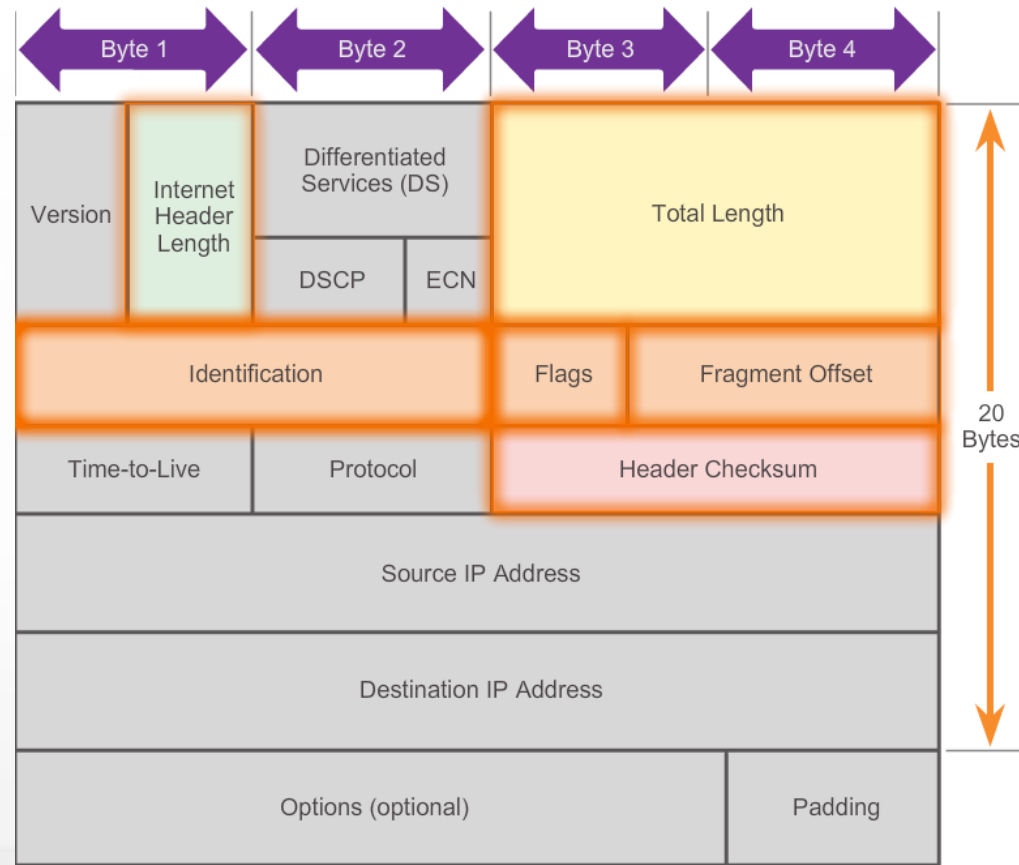
- Zawartość nagłówka pakietu IPv4



Pakiet IPv4

IPv4 Nagłówek pakietu IPv4 (cd.)

- Zawartość pól nagłówka IPv4



Pakiet IPv4

Przykładowy nagłówek IPv4

The image shows a screenshot of the Wireshark 1.8.2 network protocol analyzer. The main display area shows a list of captured packets. Packet 16 is selected, which is an ICMP Echo (ping) request from 192.168.1.109 to 192.168.1.1. The packet details pane on the right shows the structure of the IPv4 header and the ICMP payload. The packet bytes pane at the bottom shows the raw data in hexadecimal and ASCII.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
16	3.64050300	192.168.1.109	192.168.1.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=5/1280, ttl=128
17	3.64506800	192.168.1.1	192.168.1.109	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=5/1280, ttl=64
18	3.68215500	192.168.1.109	38.112.107.53	TCP	54	55502 > https [ACK] Seq=1 Ack=134 win=16661 Len=0
19	4.19945400	fe80::15ff:98d8:d28ff02::c		SSDP	208	M-SEARCH * HTTP/1.1
20	4.60748800	fe80::15ff:98d8:d28ff02::c		SSDP	453	HTTP/1.1 200 OK
21	4.64229900	192.168.1.109	192.168.1.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=6/1536, ttl=128
22	4.64509200	192.168.1.1	192.168.1.109	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=6/1536, ttl=64
23	4.73605200	192.168.1.109	255.255.255.255	DB-LSP-	154	Drobox LAN svnc Discoverv Protocol

Frame 16: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: IntelCor_45:5d:c4 (24:77:03:45:5d:c4), Dst: Cisco-Li_a0:d1:be (00:18:39:a0:d1:be)

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.109 (192.168.1.109), Dst: 192.168.1.1 (192.168.1.1)

- Version: 4
- Header length: 20 bytes
- Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport))
- Total Length: 60
- Identification: 0x3704 (14084)
- Flags: 0x00
- Fragment offset: 0
- Time to live: 128
- Protocol: ICMP (1)
- Header checksum: 0x7ffe [correct]
- Source: 192.168.1.109 (192.168.1.109)
- Destination: 192.168.1.1 (192.168.1.1)
- [Source GeoIP: Unknown]
- [Destination GeoIP: Unknown]

Internet Control Message Protocol

0000 00 18 39 a0 d1 be 24 77 03 45 5d c4 08 00 45 00 ..9...\$w .E]...E.
0010 00 3c 37 04 00 00 80 01 7f fe c0 a8 01 6d c0 a8 .<?.....m..
0020 01 01 08 00 4d 56 00 01 00 05 61 62 63 64 65 66 .MV.. .abcdef
0030 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 ghijklmn opqrstuv
0040 77 61 62 63 64 65 66 67 68 69 wabcdfgh hi

Internet Protocol Version 4 (p), 20 bytes | Packets: 35 Displayed: 35 Marked: 0 Dropped: 0 | Profile: Default

Warstwa sieci w komunikacji

Ograniczenia IPv4

- Wyczerpana pula adresów IP
- Zwiększanie wielkości tablic routingu obsługujących Internet
- Brak połączeń typu end-to-end



Warstwa sieci w komunikacji

Wprowadzenie do IPv6

- zwiększona przestrzeń adresowa,
- udoskonalenie obsługi pakietów,
- eliminuje potrzebę wykorzystywania NAT,
- zintegrowane bezpieczeństwo,
- 4 miliardy adresów IPv4
4 000 000 000
- 340 sekstylionów adresów IPv6
340 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000

Pakiet IPv6

Enkapsulacja IPv6

Nagłówek IPv4

Wersja	IHL	Typ usługi	Całkowita długość	
Identyfikacja			Flagi	Przesunięcie fragmentu
Czas życia (TTL)	Protokół	Suma kontrolna nagłówka		
Adres źródłowy				
Adres docelowy				
Opcje				Wypełnienie

Opis

-  - Nazwy pól protokołu IPv4 zachowane w protokole IPv6
-  - Nazwy pól oraz miejsca w datagramie zmienione w IPv6
-  - Pola niewystępujące już w protokole IPv6

Nagłówek IPv6

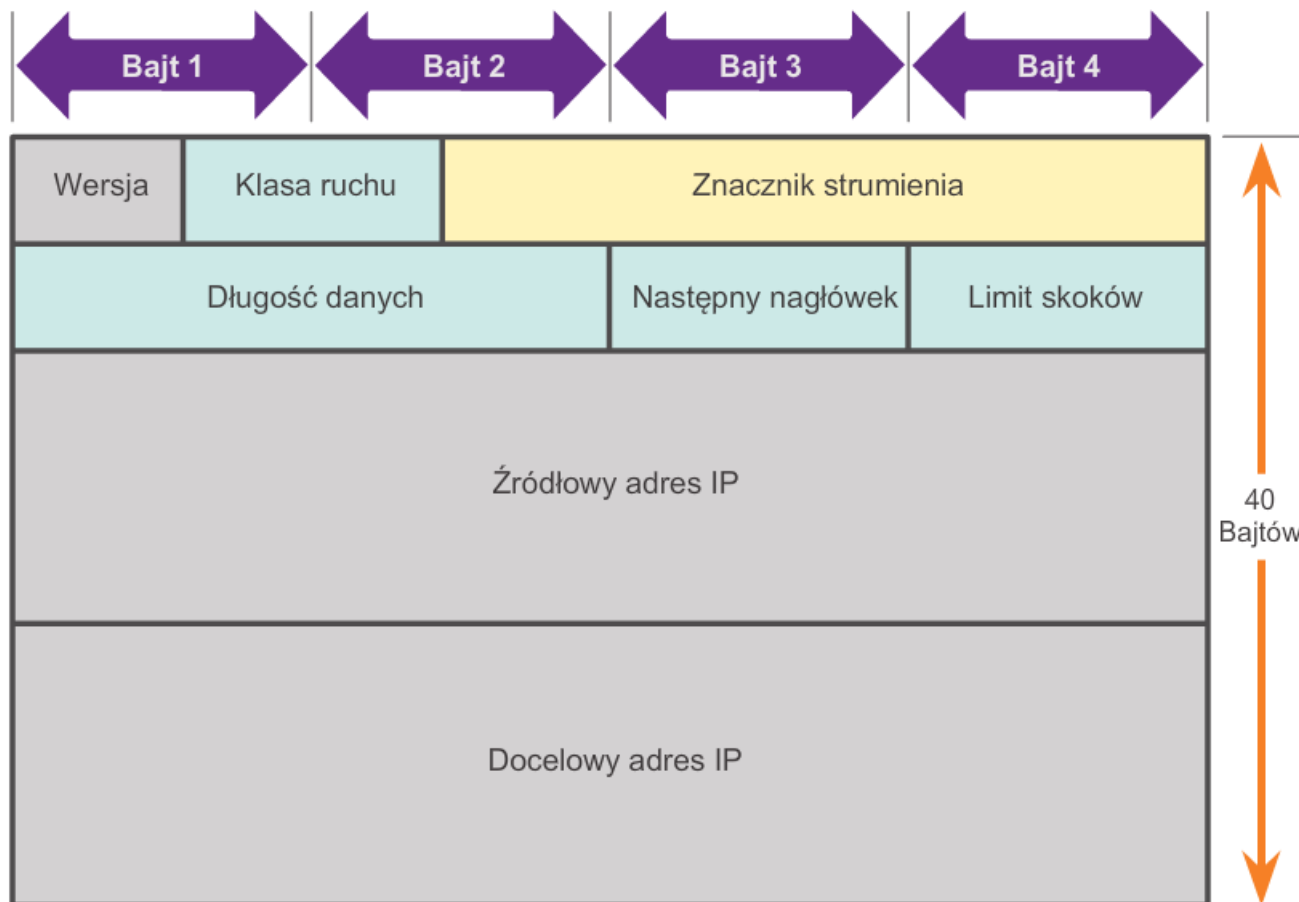
Wersja	Klasa ruchu (ang. Traffic Class)	Znacznik strumienia (ang. Flow Label) -		
Długość danych (ang. Payload Length)		Następny nagłówek (ang. Next Header)	Limit skoków (ang. Hop Limit)	
Źródłowy adres IP				
Docelowy adres IP				

Opis

-  - Nazwy pól protokołu IPv4 zachowane w protokole IPv6
-  - Nazwy pól oraz miejsca w datagramie zmienione w IPv6
-  - Nowe pole w IPv6

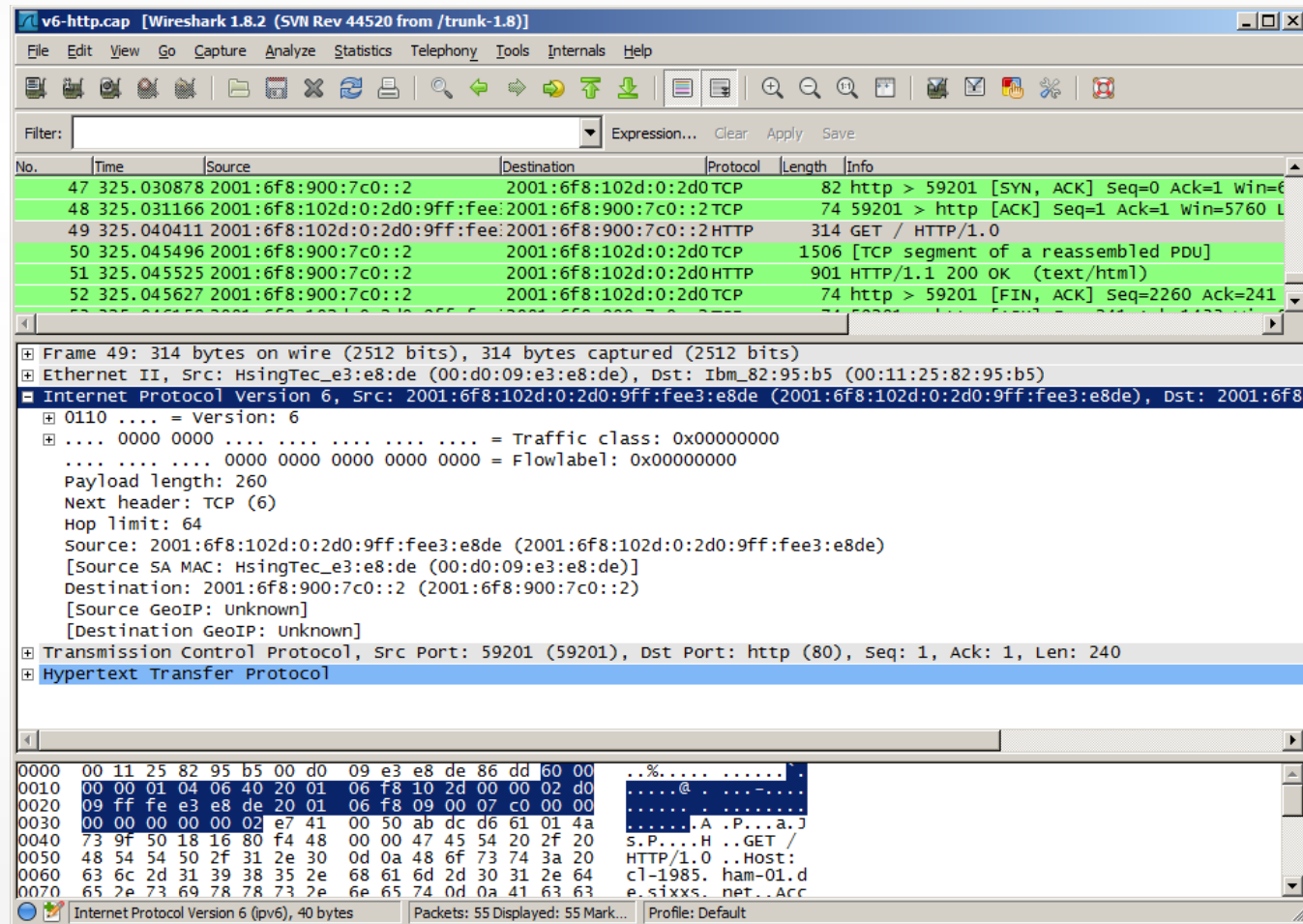
Pakiet IPv6

Nagłówek pakietu IPv6



Pakiet IPv6

Przykładowy nagłówek IPv6

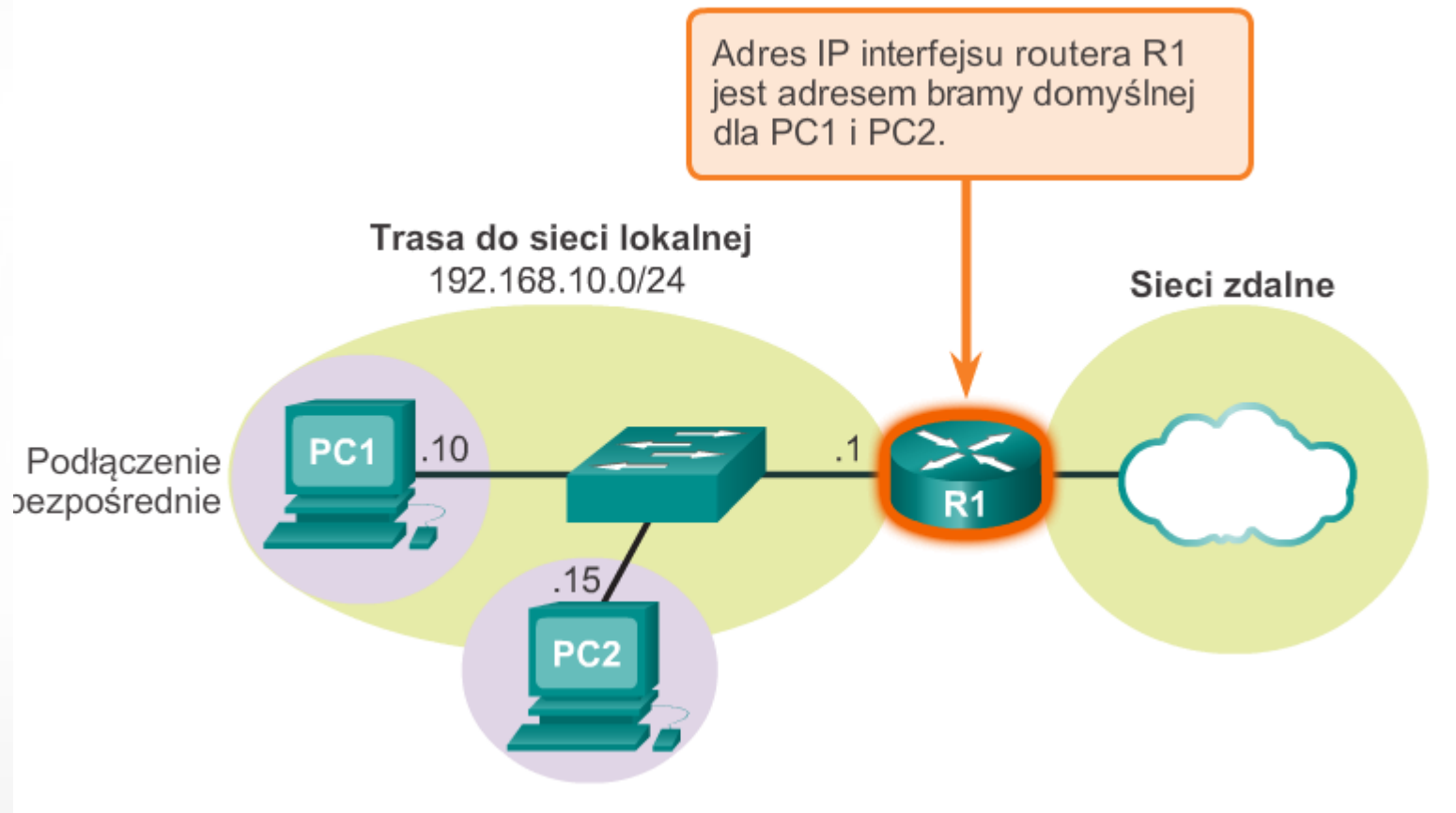


Tematyka

- Protokoły warstwy sieci
- **Routing**
- Routery

Tablice routingu hosta

Decyzje przekazywania pakietów hosta



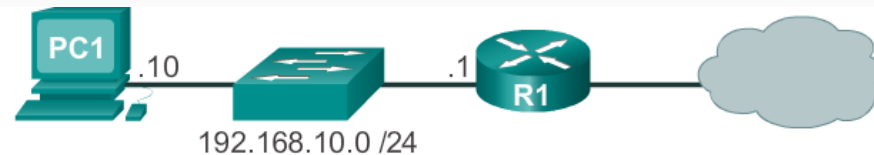
Tablice routingu hosta

Brama domyślna

- Hosty aby zapewnić w warstwie 3 poprawność komunikacji (kierowanie pakietów do właściwej sieci docelowej) muszą posiadać swoją własną lokalną tablicę routingu. Lokalna tablica routingu hosta zawiera zazwyczaj:
 - połączenia bezpośrednie,
 - trasę sieci lokalnej,
 - lokalną trasę domyślną.

Tablice routingu hosta

Tablica routingu hosta IPv4



```
C:\Users\PC1>netstat -r
```

<Wynik pominięto>

IPv4 Route Table

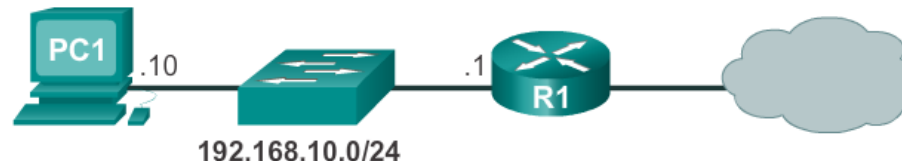
Active Routes:

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.10.1	192.168.10.10	25
	127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	192.168.10.0	255.255.255.0	On-link	192.168.10.10	281
	192.168.10.10	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
	192.168.10.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.10.10	281
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281

<Wynik pominięto>

Tablice routingu hosta

Przykładowa tablica routingu hosta IPv4



```
C:\Users\PC1> netstat -r
```

<Wynik pominięto>

IPv4 Route Table

Active Routes:

Network Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.10.1	192.168.10.10	25
127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
192.168.10.0	255.255.255.0	On-link	192.168.10.10	281
192.168.10.10	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
192.168.10.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.10.10	281
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281

<Wynik pominięto>

Tablice routingu hosta

Przykładowa tablica routingu hosta IPv6

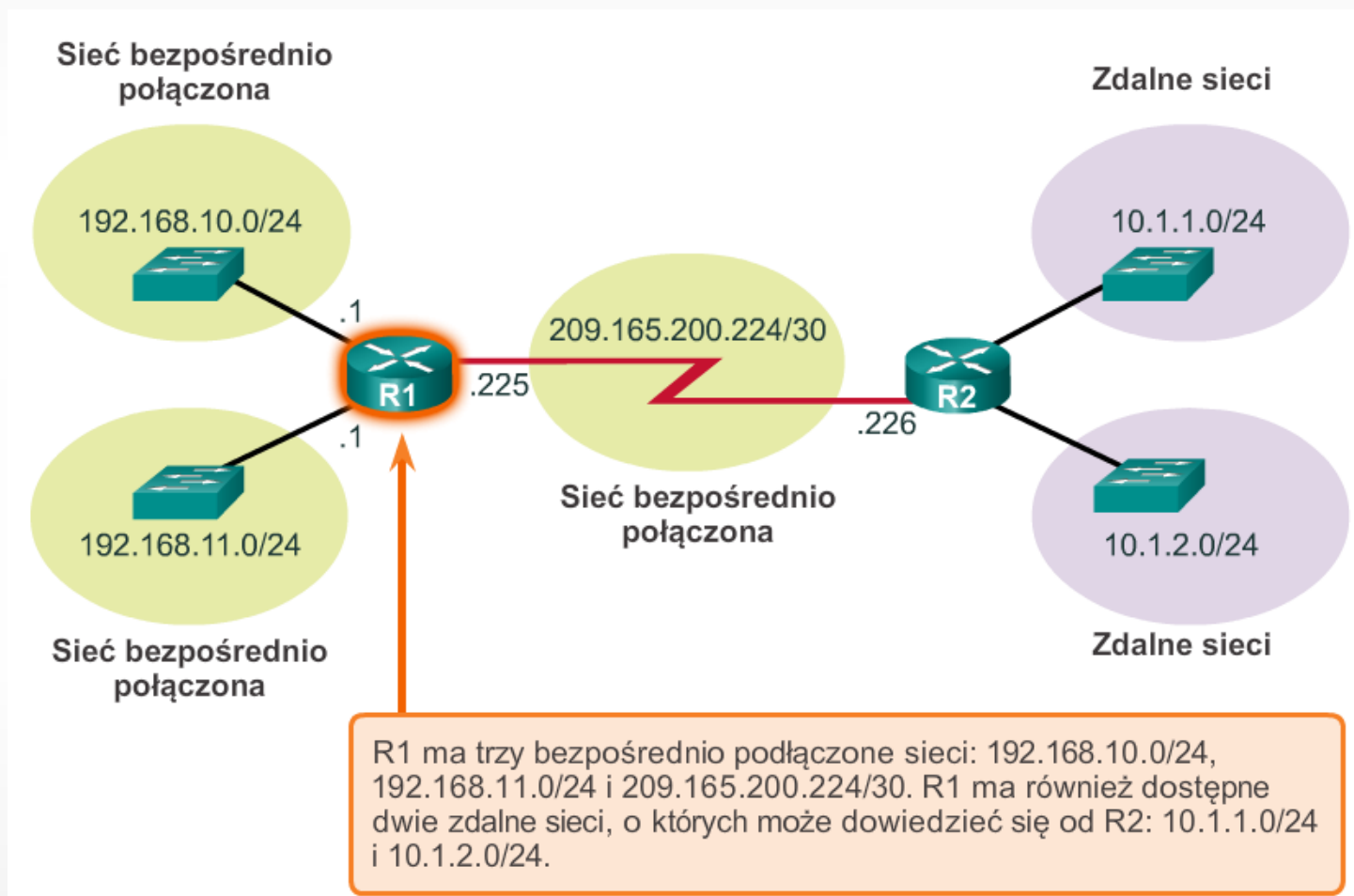
fe80::2c30:3071:e718:a926/128
2001:db8:9d38:953c:2c30:3071:e718:a926/128



```
C:\Users\PC1> netstat -r
<Wynik pominięto>
IPv6 Route Table
=====
Active Routes:
  If Metric Network Destination      Gateway
  16      58 ::/0                      On-link
   1     306 ::1/128                  On-link
  16      58 2001::/32                 On-link
  16     306 2001:0:9d38:953c:2c30:3071:e718:a926/128
                                           On-link
  15     281 fe80::/64                  On-link
  16     306 fe80::/64                  On-link
  16     306 fe80::2c30:3071:e718:a926/128
                                           On-link
  15     281 fe80::b1ee:c4ae:a117:271f/128
                                           On-link
   1     306 ff00::/8                  On-link
  16     306 ff00::/8                  On-link
  15     281 ff00::/8                  On-link
=====
<Wynik pominięto>
```

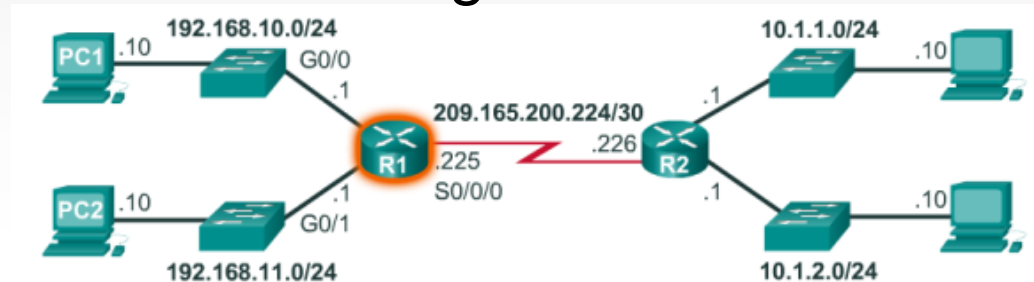
Tablice routingu routera

Decyzja routera o przekazaniu pakietu



Tablice routingu routera

Tablica routingu routera IPv4



```
R1#show ip route
```

```
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route
```

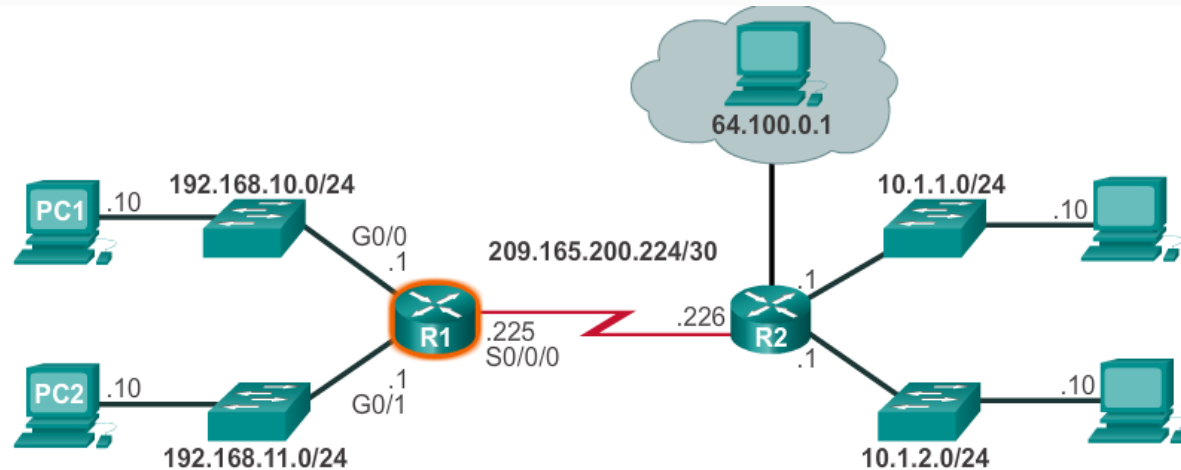
```
Gateway of last resort is not set
```

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D      10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial0/0/0
D      10.1.2.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial0/0/0
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C      192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L      192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C      192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L      192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C      209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
L      209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
R1#
```

Tablica routingu routera

Wpisy w tablicach routingu informujące o sieciach połączonych bezpośrednio



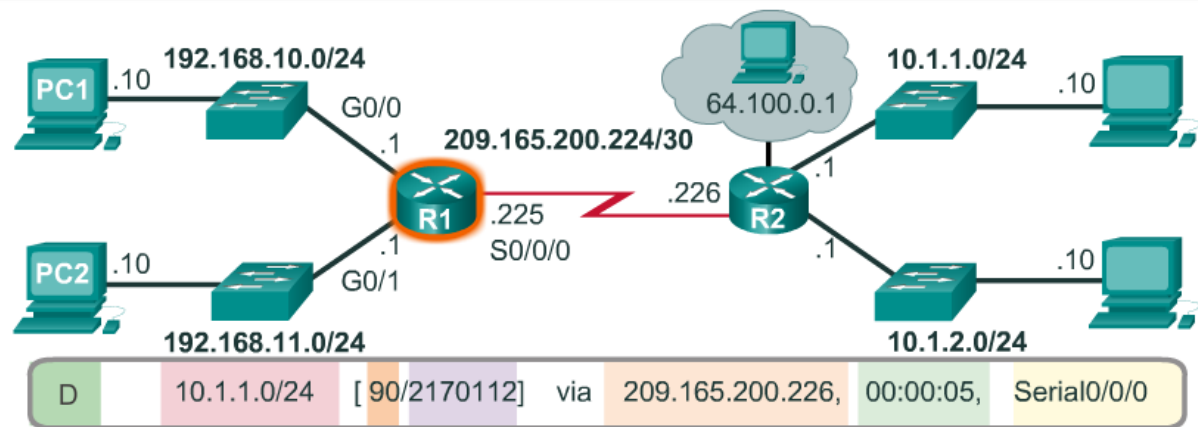
A		B		C	
C	192.168.10.0/24	is directly connected,	GigabitEthernet0/0		
L	192.168.10.1/32	is directly connected,	GigabitEthernet0/0		

Opis

-  - Opisuje w jaki sposób router dowiedział się o trasie do konkretnej sieci.
-  - Identyfikuje sieć docelową oraz sposób w jaki jest ona dostępna.
-  - Określa interfejs, przez który router ma dostęp do sieci docelowej.

Tablica routingu routera

Wpisy w tablicach routingu informujące o sieciach zdalnych

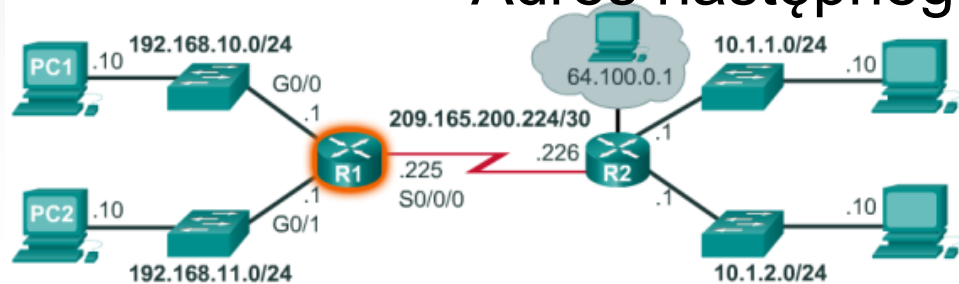


Opis

- Opisuje w jaki sposób router dowiedział się o trasie do konkretnej sieci.
- Identyfikuje sieć docelową.
- Identyfikuje dystans administracyjny reprezentujący wiarygodność źródła trasy.
- Identyfikuje wartość określającą metrykę trasy prowadzącej do sieci zdalnej.
- Identyfikuje adres IP następnego skoku niezbędnego aby dotrzeć do zdalnej sieci.
- Określa czas, który upłynął od ostatniej otrzymanej od innego routera informacji o dostępności trasy.
- Określa interfejs wyjściowy na routerze, który prowadzi do sieci docelowej.

Tablice routingu routera

Adres następnego skoku



R1#show ip route

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

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

D 10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial10/0/0

D 10.1.2.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial10/0/0

192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks

C 192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0

L 192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0

192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks

C 192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1

L 192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks

C 209.165.200.224/30 is directly connected, Serial10/0/0

L 209.165.200.225/32 is directly connected, Serial10/0/0

R1#

Tematyka

- Protokoły warstwy sieci
- Routing
- **Routery**

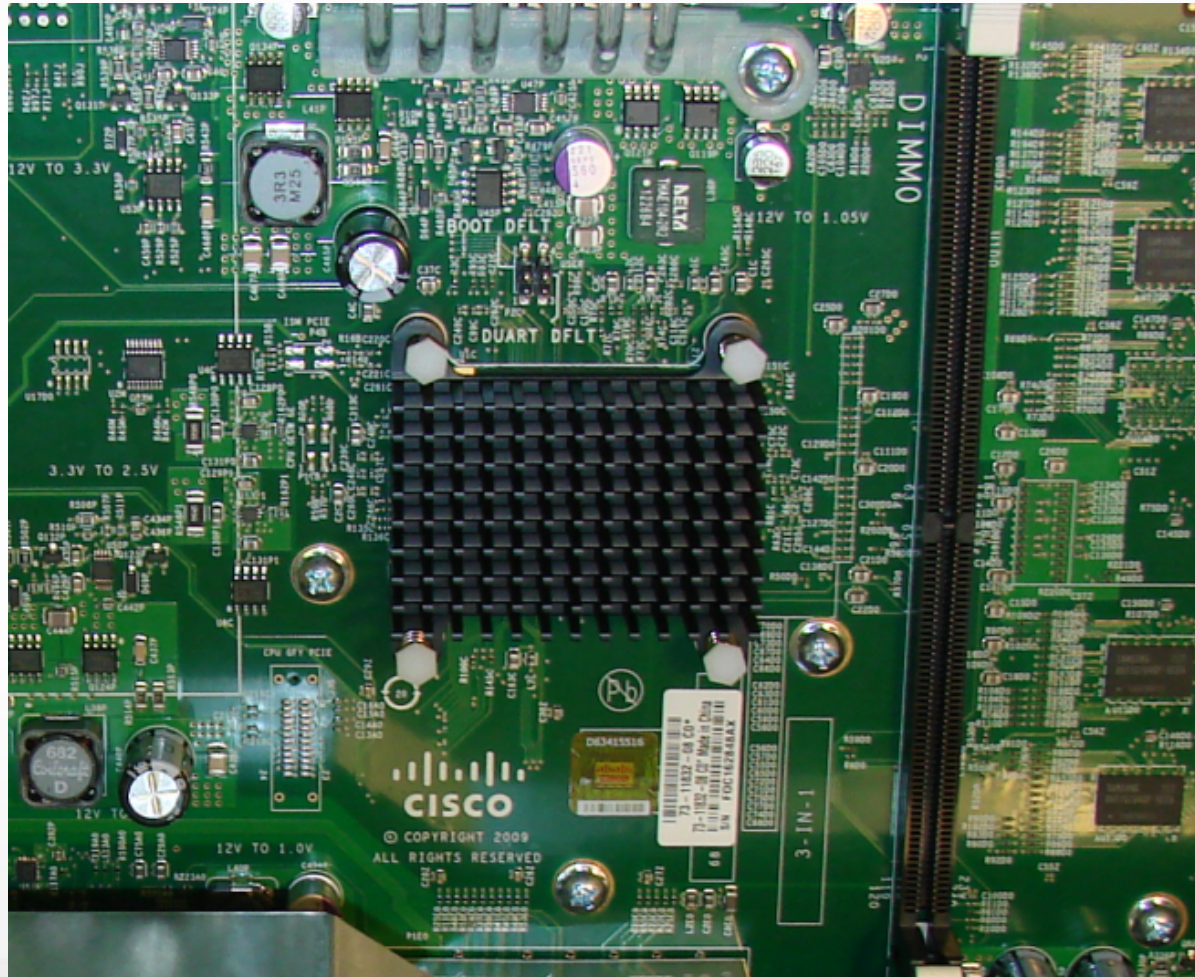
Anatomia Routera

Router jest komputerem



Anatomia routera

Procesor i system operacyjny routera



Anatomia routera

Pamięć routera

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

Anatomia routera

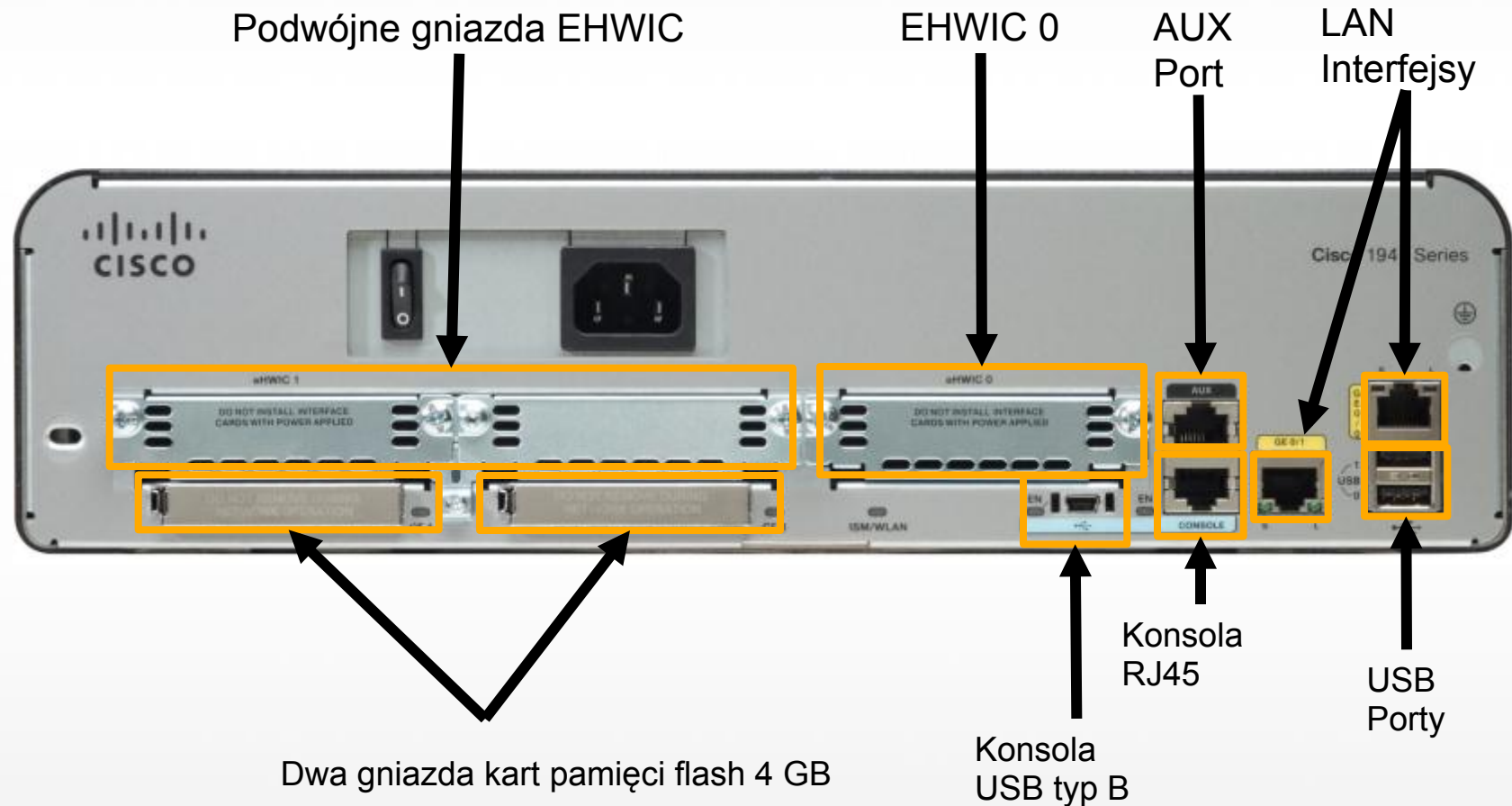
Wnętrze routera

1. Moduł zasilacza
2. Gniazdo dla modułu WIC
3. Wentylator
4. SDRAM
5. NVRAM
6. Procesor
7. Advanced Integration Module (AIM)



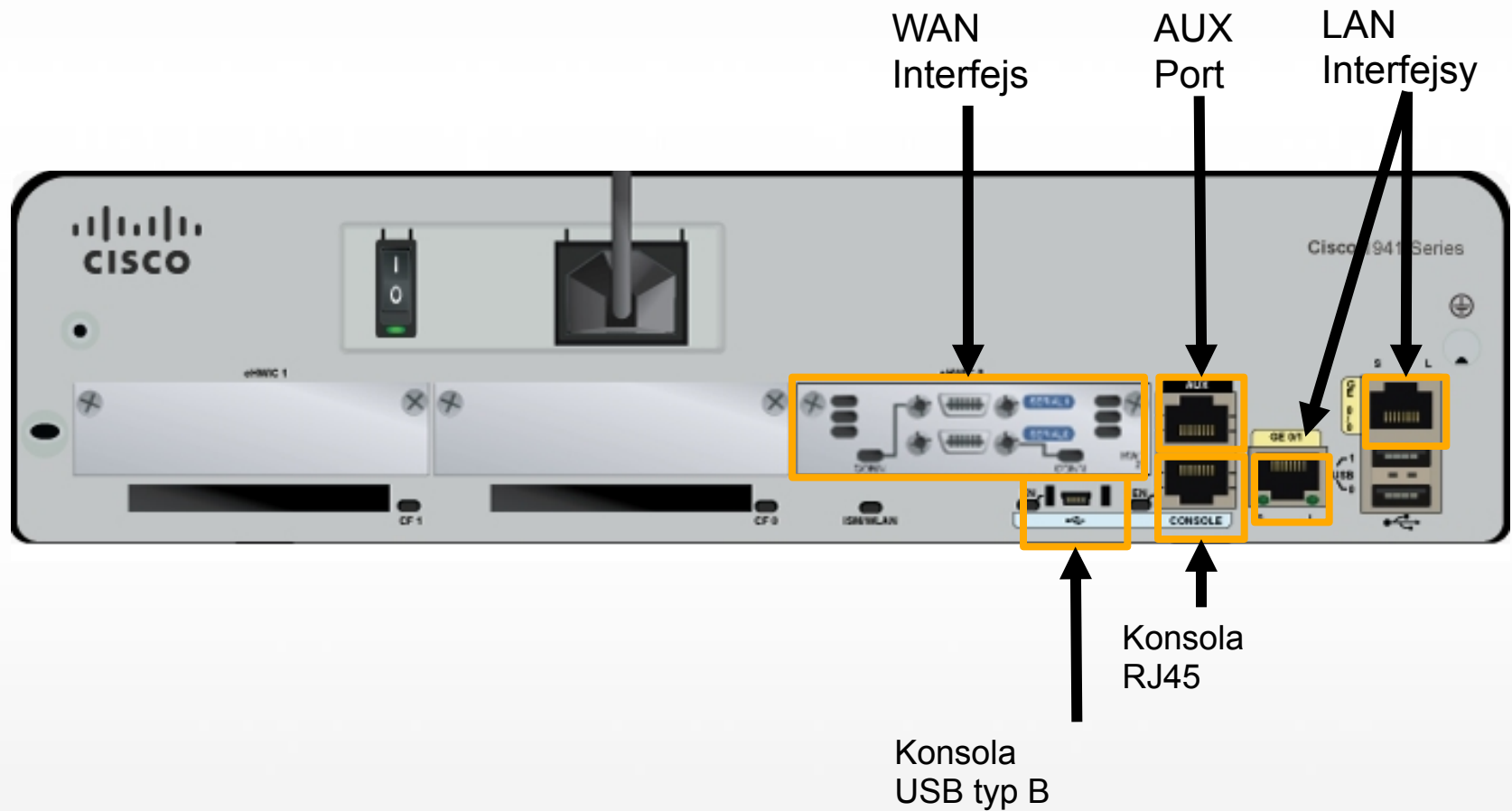
Anatomia routera

Część tylnia routera



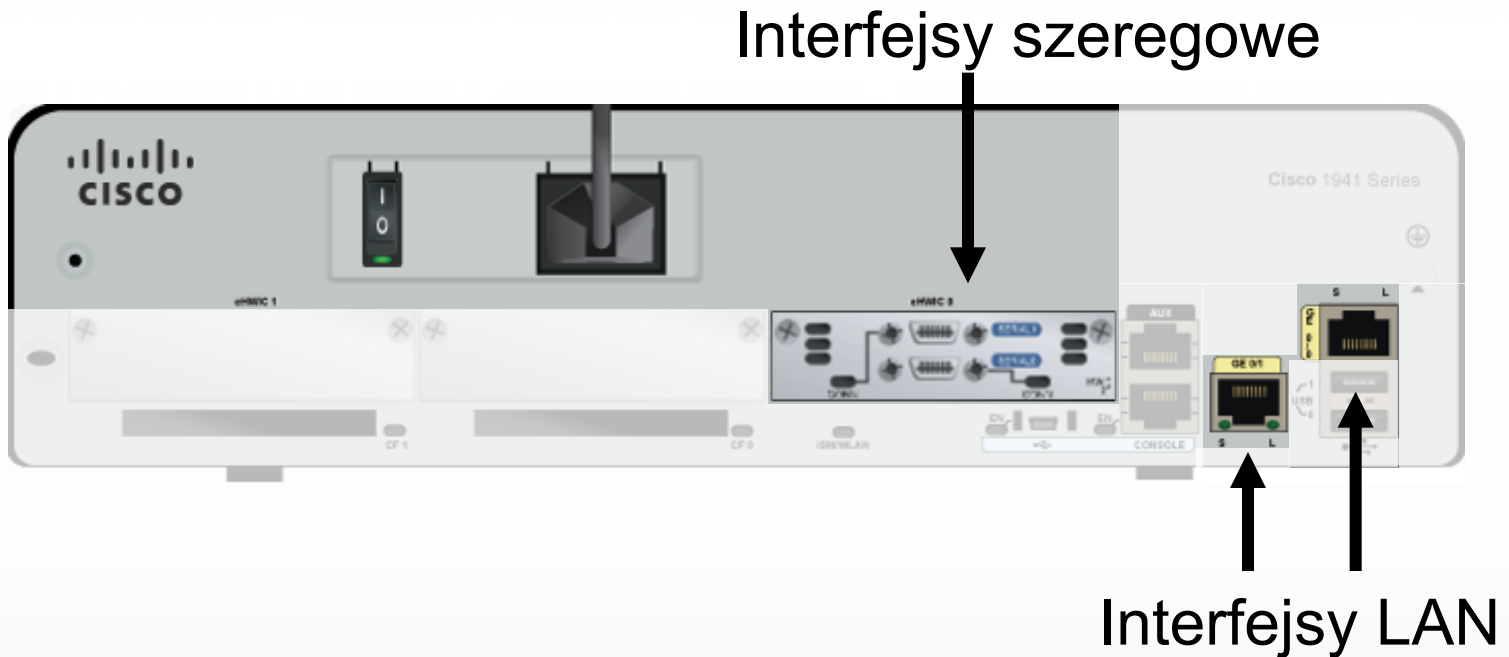
Anatomia routera

Podłączanie routera



Anatomia Routera

Interfejsy LAN i WAN



Proces rozruchu routera

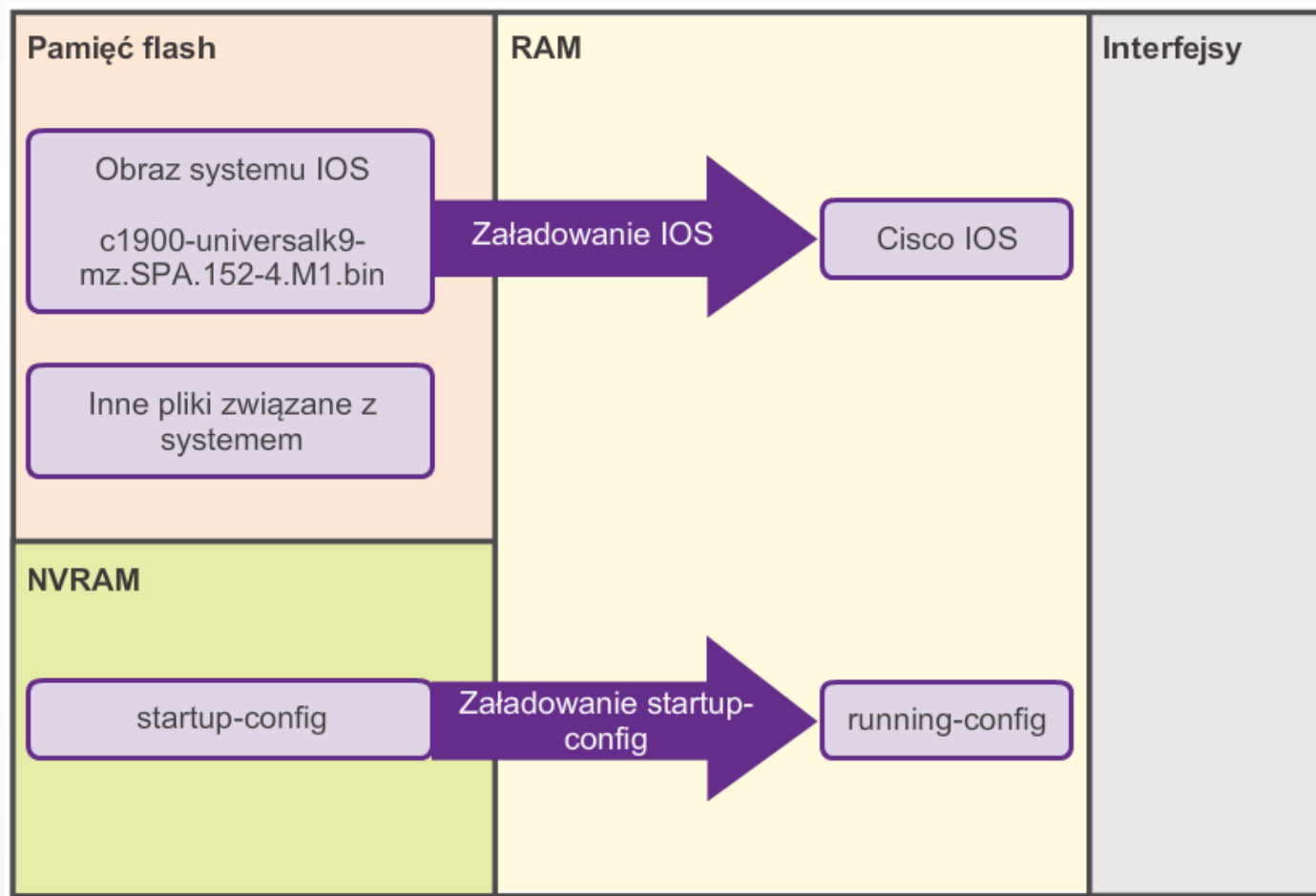
Cisco IOS

Możliwości systemu IOS różnią się w zależności od modelu urządzenia, jego przeznaczenia i zestawu obsługiwanych funkcji. Jednakże dla każdego routera system Cisco IOS zapewnia następujące komponenty i funkcje:

- Adresowanie
- Interfejsy
- Routing
- Zabezpieczenia
- Jakość usług (QoS)
- Zarządzanie zasobami

Rozruch routera

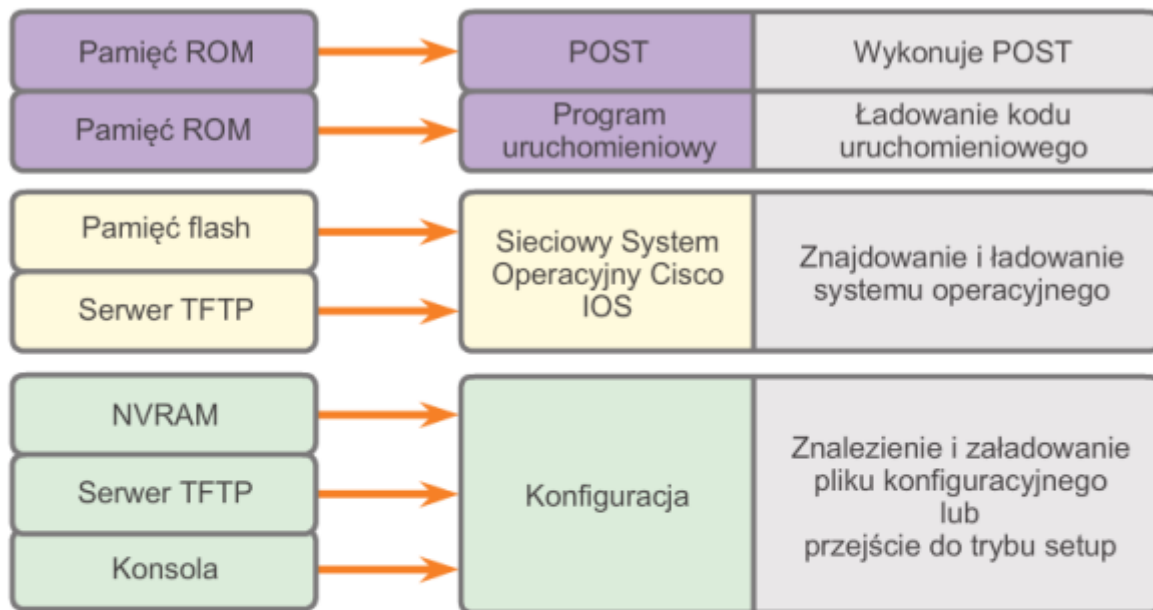
Pliki konfiguracyjne rozruchu



Rozruch routera

Proces rozruchu routera

W jaki sposób uruchamia się router



```
System Bootstrap, Version 15.0(1r)M15, RELEASE SOFTWARE (fc1)
```

```
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
```

```
<saída omitida>
```

Rozruch routera

Wynik polecenia show version

```
Router# show version
Cisco IOS Software, C1900 Software (C1900-UNIVERSALK9-M), Version 15.2(4)M1, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2012 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Thu 26-Jul-12 19:34 by prod_rel_team

ROM: System Bootstrap, Version 15.0(1r)M15, RELEASE SOFTWARE (fc1)

Router uptime is 10 hours, 9 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is "flash0:c1900-universalk9-mz.SPA.152-4.M1.bin"
Last reload type: Normal Reload
Last reload reason: power-on

<linię pominięte>

Cisco CISC01941/K9 (revision 1.0) with 446464K/77824K bytes of memory.
Processor board ID FTX1636848Z
 2 Gigabit Ethernet interfaces
 2 Serial(sync/async) interfaces
 1 terminal line
DRAM configuration is 64 bits wide with parity disabled.
255K bytes of non-volatile configuration memory.
250880K bytes of ATA System CompactFlash 0 (Read/Write)

<linię pominięte>

Technology Package License Information for Module:'c1900'

-----
Technology      Technology-package      Technology-package
                Current       Type                Next reboot
-----
ipbase          ipbasek9               Permanent          ipbasek9
security        None                   None                None
data            None                   None                None

Configuration register is 0x2142 (will be 0x2102 at next reload)
```

Router#