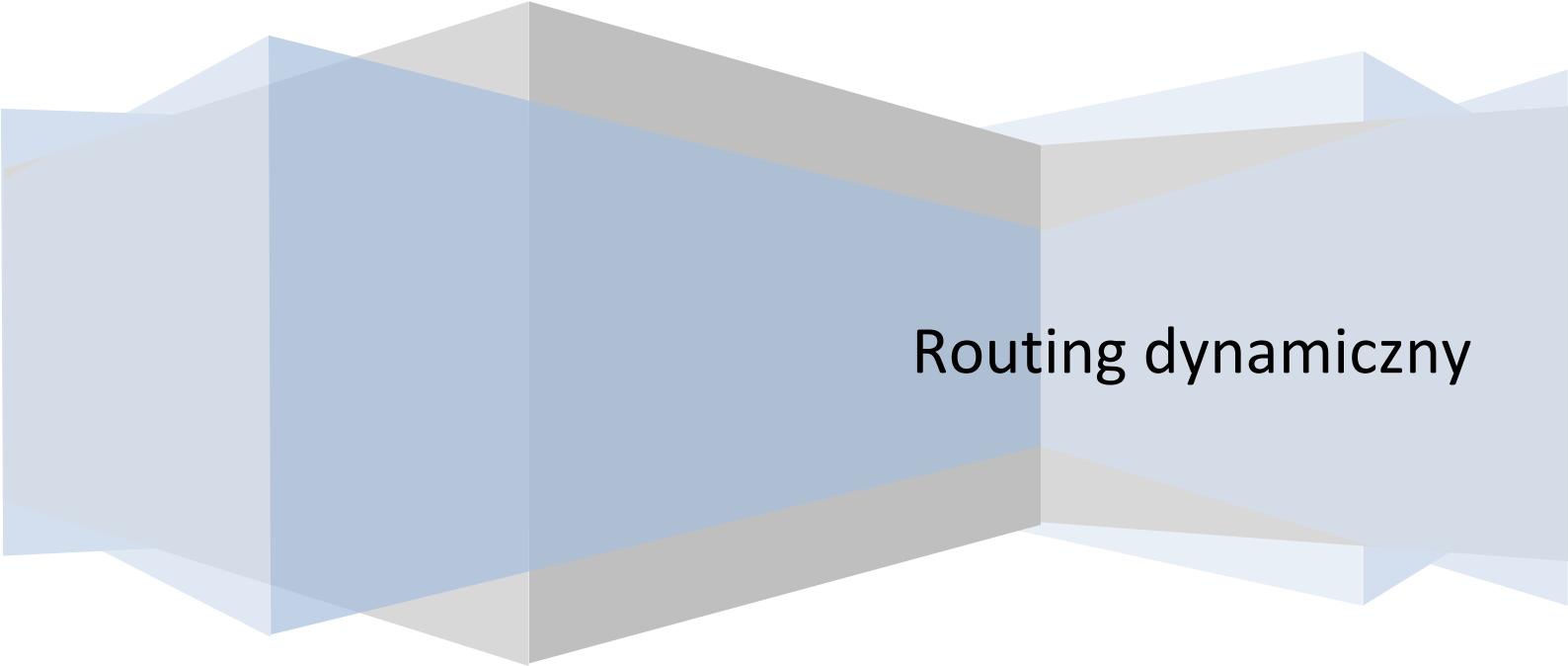


Politechnika Krakowska

Katedra Automatyki i Technik Informacyjnych

# Laboratorium Sieci Komputerowych

2015/2016



Routing dynamiczny

## Routing dynamiczny

W routingu dynamicznym trasy wprowadzane są do tablic routingu przy użyciu protokołów routingu, które za pomocą różnych wbudowanych mechanizmów wybierają najlepsze i najszybsze, i tylko te wpisują do tablic.

Podczas awarii sieci ze statycznymi wpisami administrator musi ręcznie zmieniać każdy nieaktualny wpis. W przypadku wykorzystania tras dynamicznych protokoły routingu same odnajdują nowe trasy nawet wtedy, kiedy niektóre trasy nadmiarowe ulegną awarii.

## Algorytmy występujące w protokołach routingu

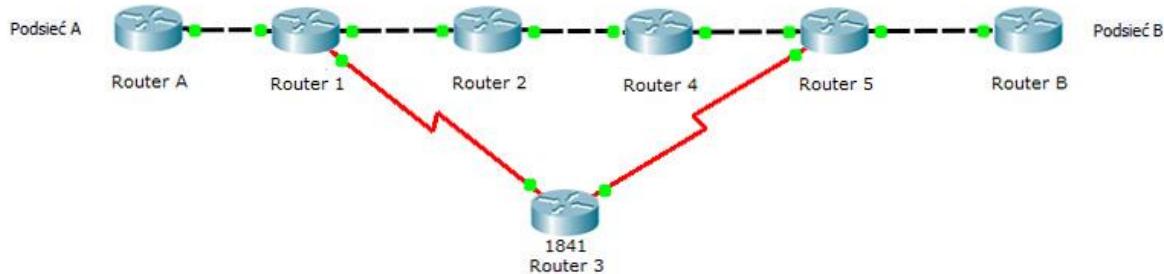
W teorii sprawa odnajdywania tras wygląda niezbyt skomplikowanie. W rzeczywistości protokoły routingu przeprowadzają dziesiątki obliczeń, zanim poznana trasa znajdzie się w tablicy routingu. W tym celu muszą mieć określone kryteria, którymi mogą się kierować podczas obliczeń. Owe kryteria nazywają się algorytmami routingu. Oto one:

- algorytm wektora odległości (*ang. distance vector routing protocol*),
- algorytm łącze-stan (*ang. link-state routing protocol*),
- algorytm hybrydowy (*ang. hybrid*)

### Algorytm wektora odległości

Protokoły wykorzystujące algorytm wektora odległości wybierają najlepsze trasy na podstawie ilości skoków (*ang. hop count*). Ilość skoków to ilość routerów, przez jaką musi przejść pakiet, aby trafić do celu.

Wszystkie routery wykorzystujące routing dynamiczny co jakiś czas wymieniają się między sobą informacjami. Informacje te nazywane są ogłoszeniami i zawierają m.in. dane na temat poznanych podsieci, odległości oraz metryki.



Na powyższym rysunku znajduje się siedem routerów. Założmy, że router B chce przesyłać pakiety do podsieci znajdującej się za routerem A. Teoretycznie w tej sieci istnieją dwie drogi, którymi router B może przesyłać pakiety. Pierwsza droga prowadzi przez router B, router 5. itd. do routera 1. i ostatecznie do routera A. Druga trasa prowadzi przez router B, następnie do routera 5. i routera 3., ostatecznie do routera 1. oraz A.

Protokoły routingu wykorzystujące jako metrykę ilość skoków (RIP, IGRP, EIGRP, przy czym IGRP i EIGRP uważa się również za hybrydowe algorytmy) przesyłają w ogłoszeniach ilość skoków. Jeśli więc router B wysyła ogłoszenie do routera 5., informuje, że trasa do podsieci B posiada metrykę 1. Router 5. w tym przypadku dodaje do tej metryki 1 i dalej informuje routery 4. oraz 3., że koszt trasy do podsieci B równy jest 2. Proces ten powtarzany jest na każdym routerze. 1

W tym przypadku dla pakietu wysłanego z routera B do podsieci A metryka będzie równa 5, jeśli pakiet przejdzie przez routery B, 5., 4., 2. i 1. Jeśli natomiast pakiet przejdzie przez routery B, 5., 3. i 1., metryka będzie równa 4.

Podczas działania algorytmu wektora odległości routery wybierają te trasy, które oferują najmniejszy koszt trasy, czyli najmniejszą metrykę. W naszym przypadku pakiet zostałby przesłany trasą gdzie metryka wynosi 4.

### **Algorytm łącze-stan**

Algorytmy łącze-stan do swojego działania wykorzystują nie tylko metryki związane z ilością skoków, ale w swoich metrykach uwzględniają również takie parametry jak szybkość transmisji, opóźnienie czy niezawodność.

Podczas działania algorytmów łącze-stan router dokonuje skomplikowanych obliczeń, mających na celu wyznaczenie optymalnej trasy dla pakietów i zapisanie jej w tablicach routingu. W tym celu informacje wysyłane przez jeden z routerów trafiają nie tylko do najbliższych sąsiadów, ale do wszystkich routerów pracujących w danej sieci.

## **Rodzaje routingu**

Drugim nieformalnym podziałem routingu jest podział związany z wykorzystaniem sieci klasowych bezklasowych. Jak wiemy możemy podzielić sieć na mniejsze podsieci. Podział ten może być realizowany przy użyciu masek o zarówno stałej, jak i zmiennej długości.

### **Routing klasowy**

Protokoły routingu wykorzystujące maski klasowe (czyli maski klasy A - 255.0.0.0, klasy B - 255.255.0.0 oraz klasy C - 255.255.255.0) już dawno wyszły z użytku. Zasadniczą cechą wystającą w protokołach klasowych (a niewystającą w protokołach bezklasowych) jest to, że podczas przesyłania komunikatów aktualizujących nie wysyłają danych na temat maski podsieci. Dlatego w sytuacji, kiedy router otrzyma pakiet przeznaczony do innej podsieci, domyślnie przypisuje mu maskę podsieci. Oznacza to, że jeśli adresem podsieci jest adres klasy B, router przypisze również maskę klasy B.

## **Routing bezklasowy**

Routing bezklasowy wykorzystuje zmienne maski sieciowe VLSM (*ang. variable-length subnet masks*) oraz bezklasowy routing międzydomenowy CIDR (*ang. classless inter-domain routing*). Podczas przekazywania komunikatów wysyłane są więc informacje na temat maski podsieci, co nie było dostępne podczas korzystania z routingu klasowego.

CIDR oraz VLSM występują razem, gdyż VLSM pozwala na tworzenie mniejszych podsieci z już istniejących, natomiast podczas wykorzystywania CIDR długość maski nie musi być ta sama w całej sieci. W związku z tym, protokoły routingu wykorzystujące CIDR mogą obsłużyć ruch, stosując różne maski podsieci.

Protokoły RIPv2, EIGRP oraz OSPF są typowym przykładem protokołów wykorzystujących routing bezklasowy.

Obecnie w sieciach komputerowych wykorzystuje się wyłącznie routing bezklasowy. Pozwala on bowiem na lepsze wykorzystanie adresów IP. Dzięki zmiennym długościom masek podsieci nie jest marnowana duża pula dostępnych adresów IP. To właśnie routing bezklasowy wraz z CIDR i VLSM oraz technologie NAT i DHCP skutecznie hamują wprowadzenie protokołu IPv6. Mechanizmy te, mimo iż zostały wprowadzone kilkadziesiąt lat temu, dzięki ciągłym modyfikacjom dość dobrze radzą sobie w dzisiejszych sieciach.

## **Protokoły routingu**

### **Protokół RIPv1 (klasowy)**

Protokół RIP (RFC 1058) (*ang. Routing Information Protocol*) w wersji 1. należy grupy protokołów IGP (*ang. Interior Gateway Protocol*). W protokole RIPv1 wykorzystano algorytm **distance-vector**. RIPv1 uważany jest za protokół klasowy. W swoich komunikatach nie przesyła informacji na temat masek podsieci. Podczas działań protokołu RIPv1 wszystkie komunikaty wysyłane są na adres rozgłoszeniowy 255.255.255.255.

Protokół RIP, działając, wysyła komunikaty wraz z metryką domyślnie co 30 sekund. Jeśli podczas odliczania tego czasu w sieci zaszła jakaś zmiana, protokół RIP może wcześniej wysłać komunikat informujący o zajściu danego zdarzenia. Komunikaty wysyłane są do najbliższych sąsiadów. Jeśli sąsiad odbierze komunikat, na jego podstawie uaktualnia swoją tablicę routingu. Zwiększa również pole metryki o 1 i przesyła uaktualnienie dalej, do innych sąsiadów.

W protokole RIP im mniejsza liczba metryki (ilości skoków), tym lepsza trasa. Należy wspomnieć, że w tablicach routingu trzymane są tylko i wyłącznie najlepsze trasy.

Protokół RIP posiada ograniczenie liczby skoków, które wynosi 15. Oznacza to, że pomiędzy źródłowym i docelowym urządzeniem może wystąpić maksymalnie piętnaście routerów. Jeśli liczba ta wzrośnie o jeden lub więcej, następuje tzw. błąd pola metryki i trasa uważana jest za nieosiągalną.

Ograniczenie to zostało wprowadzone w celu wyeliminowania pętli routingu, która powoduje, że pakiety mogłyby być wysyłane od jednego routera do drugiego w nieskończoność. Dzieje się tak zazwyczaj, gdy wysyłane są błędne informacje o routingu.

#### **Routing dynamiczny RIP ver.1:**

Aby dokonać konfiguracji protokołu RIP w trybie konfiguracji globalnej, wydajemy polecenie `router rip`. Po przejściu do trybu konfiguracji danego protokołu wydajemy polecenie `network`. Z poleceniem `network` podaje się adres sieci, jaka ma być rozgłoszana a przez router, który konfigurujemy. Pamiętajmy, aby podawać zawsze te adresy sieci, z którymi graniczy router.

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network <network1_IP>
Router(config-router)#network <network2_IP>
```

#### **Protokół RIPv2 (bezklasowy)**

Wersja 2. protokołu RIP została ulepszona i zmodyfikowana przede wszystkim w zakresie możliwości przesyłania masek podsieci w rozgłoszeniach. Ponadto protokół RIPv2 wysyła komunikaty nie na adres rozgłoszeniowy, lecz na adres grupowy 224.0.0.9. Wysyłanie rozgłoszeń na adres grupowy sprawia, że tylko routery wykorzystujące protokół przetwarzają otrzymane komunikaty. W konsekwencji przypisza to pracę urządzeń, które nie pracują z wykorzystaniem protokołu RIP.

Specyfikacja techniczna wersji 2. protokołu RIP znajduje się w RFC 1723.

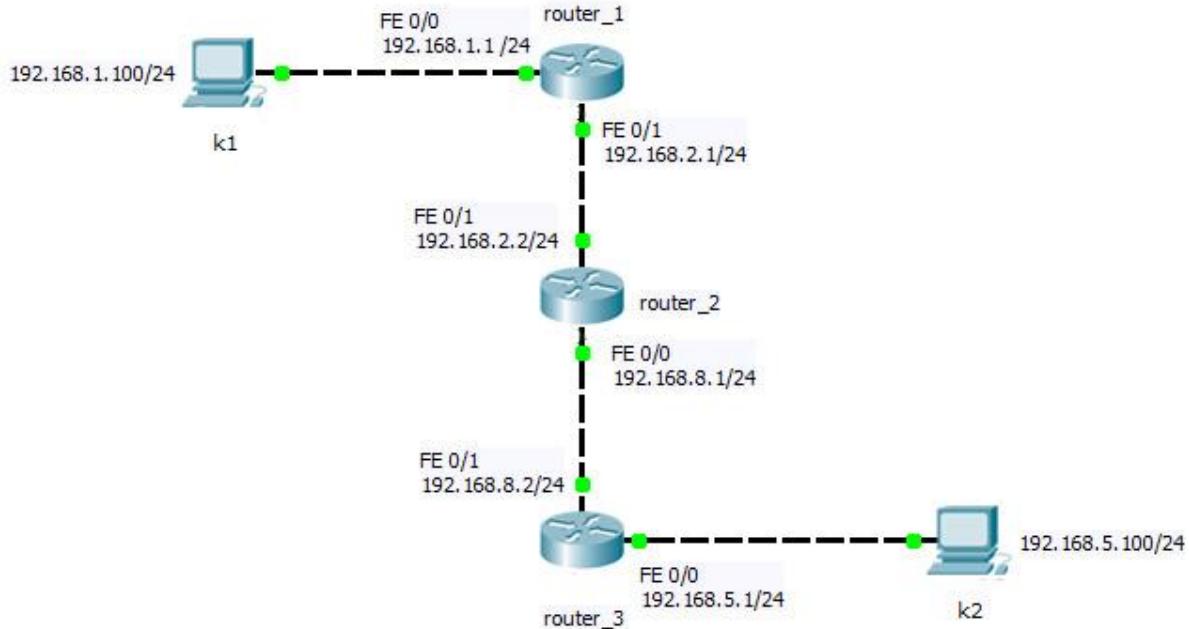
#### **Routing dynamiczny RIP ver.2:**

Aby dokonać konfiguracji protokołu RIP w trybie konfiguracji globalnej, wydajemy polecenie `router rip`. Po przejściu do trybu konfiguracji danego protokołu wydajemy polecenie `version 2`, które uruchomi wersję 2 protokołu RIP na routerze. Ostatnim krokiem jest wydanie polecenia `network`. Z poleceniem `network` podaje się adres sieci, jaka ma być rozgłoszana a przez router, który konfigurujemy. Pamiętajmy, aby podawać zawsze te adresy sieci, z którymi graniczy router.

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#network <network1_IP>
Router(config-router)#network <network2_IP>
```

## Przykład:

Nadajmy interfejsom routerów odpowiednie adresy IP, posługując się poniższym rysunkiem:



Następnie skonfigurujmy protokół RIP na każdym z routerów.

### **router\_1:**

```
router_1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
      i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
      * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
      P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set
```

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

Router router\_1 jest bezpośrednio połączony do sieci 192.168.1.0 oraz 192.168.2.0 dlatego za poleceniem network powinniśmy umieścić adresy tych sieci. Właśnie te adresy zostanągłoszone dalej innym routerom. W ten sposób wszyscy w sieci dowiedzą się o ich istnieniu, a tym samym będą mogły komunikować się z hostami podłączonymi do nich.

### **Routing dynamiczny RIP ver.2:**

```
router_1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
router_1(config)#router rip
router_1(config-router)#version 2
router_1(config-router)#network 192.168.1.0
router_1(config-router)#network 192.168.2.0
```

### **router\_2 - routing dynamiczny RIP ver.2:**

```
router_2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
router_2(config)#route rip
router_2(config-router)#version 2
router_2(config-router)#network 192.168.2.0
router_2(config-router)#network 192.168.8.0
```

### **router\_3 - routing dynamiczny RIP ver.2:**

```
router_3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
router_3(config)#route rip
router_3(config-router)#version 2
router_3(config-router)#network 192.168.8.0
router_3(config-router)#network 192.168.5.0
router_3(config-router)#end
```

### **Wyświetlamy ponownie tablicę routingu na przykład na router\_1:**

```
router_1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
      i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
      * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
      P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R    192.168.5.0/24 [120/2] via 192.168.2.2, 00:00:23, FastEthernet0/1
R    192.168.8.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:23, FastEthernet0/1
```

Dwie ostatnie linie prezentują dane na temat wszystkich podsieci dostępnych w całej przykładowej sieci. Zwróćmy uwagę na wartości w nawiasie kwadratowym np. [120/2] – pierwsza to 120, tzw. dystans administracyjny (*ang. administrative distance*), a druga wartość to metryka.

## Polecenie show ip protocols:

Aby sprawdzić, jaki protokół routingu jest obecnie uruchomiony na routerze i uzyskać kilka dodatkowych informacji na jego temat, wydajemy polecenie `show ip protocols`:

```
router_2#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 25 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 2, receive 2
    Interface          Send   Recv   Triggered RIP  Key-chain
      FastEthernet0/1    2       2
      FastEthernet0/0    2       2
  Automatic network summarization is in effect
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    192.168.2.0
    192.168.8.0
  Passive Interface(s):
  Routing Information Sources:
    Gateway          Distance      Last Update
      192.168.2.1      120          00:00:08
      192.168.8.2      120          00:00:25
  Distance: (default is 120)
```

## Dystans administracyjny i metryka:

Niektóre sieci są tak skonstruowane, że działające w nich pojedyncze routery wykorzystują dwa, a nawet więcej jednocześnie uruchomionych protokołów routingu. Mogą więc otrzymywać informacje o podłączonych podsieciach z różnych źródeł. Informacje będą się różniły, ponieważ każdy protokół wykorzystuje inne metryki. W związku z tym, najlepsze sieci zostaną wyodrębnione na podstawie najmniejszego dystansu administracyjnego. Poniżej znajduje się lista domyślnych wartości dystansów administracyjnych występujących w systemie IOS. Lista ułożona jest według najmniejszej wartości dystansu.

Protokół routingu	Domyślny dystans administracyjny
Sieć podłączona	0
Trasa statyczna	1
EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
RIP	120
EIGRP	170

W praktyce oznacza to, że jeśli w sieci znajdują się dwie te same trasy, lecz w jednej będzie uruchomiony RIP, a w drugiej protokół EIGRP, pakiety zostaną przesłane przez trasę z EIGRP, ponieważ ta, według tabeli, posiada niższą wartość dystansu administracyjnego. Jest więc, zdaniem routera, lepsza.

Protokół RIP posiada wartość dystansu administracyjnego równą 120, dlatego ta liczba pojawiła się w nawiasie kwadratowym.

Metryka to ilość skoków (*ang. hop*). Protokół RIP wykorzystuje tę metrykę do obliczania najlepszej trasy. Cyfra 1 oznacza, że koszt wysłania pakietu do sieci podanej w powyższym wpisie wyniesie 1 hop.

### **Wyłączenie rozgłoszenia na konkretnym interfejsie**

Jeżeli za routerem mamy jakąś podsieć w której nie występuje już żaden router to wszystkie aktualizacje routingu wysyłane są donikąd. Istnieje też realne bezpieczeństwo, że ktoś je przechwyci, przeanalizuje i pozna ich zawartość.

Najprostsze wyjście w tej sytuacji to całkowite wyłączenie rozgłaszenia tych podsieci. Jednak wtedy inne komputery w sieci nie będą mogły się z tymi sieciami komunikować.

Innym rozwiązaniem jest wyłączenie rozgłoszenia na konkretnym interfejsie polecienniem: `passive-interface`. Od tej chwili na interfejsie, na którym ustawiono `passive-interface`, nie zostaną wysłane żadne aktualizacje routingu. Po zastosowaniu tego polecenia zdecydowanie poprawia się bezpieczeństwo pracy sieci.

```
Router(config)#route rip  
Router(config-router)#passive-interface fa0/1
```

### *Literatura*

---

[1] „W drodze do CCNA” A. Józefiok

[2] Akademia sieci Cisco. CCNA Exploration. Semestr 2, Protokoły i koncepcje routingu