



# Stretnutie 2: Smerovací protokol EIGRP



BSCI/ROUTE Module 2

# Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

- Document ID 16406
- Proprietárny protokol fy Cisco vyvinutý v spolupráci s inštitútom SRI International (pôvodne Stanford Research Institute)
- Jedná sa o pokročilý **distance-vector** protokol využívajúci ojedinelé prístupy
  - Difúzne výpočty
  - Kontrolu na bezslučkovosť uvažovanej cesty
  - Osobitný transportný protokol zabezpečujúci spoľahlivosť aj pri multicastingu
  - Detekciu susedov a udržiavanie prehľadu o ich existencii
  - Rozosielanie čiastočných (partial) ohraničených (bounded) aktualizácií
- V súčasnosti je to jediný rozšírený protokol, ktorý pri správnej konfigurácii **garantuje** bezslučkovú činnosť

# Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

- EIGRP má interne modulárnu štruktúru, ktorá mu dovoľuje byť nezávislá od konkrétneho sieťového protokolu
  - Podporuje IPv4, IPv6, IPX, AppleTalk
- Je classless, podporuje VLSM, automatickú i manuálnu sumarizáciu, autentifikáciu, stub routing
  - Používa **kompozitnú** metriku zloženú z viacerých faktorov
- Na IPv4 sieťach využíva
  - multicastovú IP adresu **224.0.0.10**
  - vlastný transportný protokol Reliable Transport Protocol, číslo protokolu 88
- Administratívne vzdialenosti:
  - Interné EIGRP smery: 90
  - Externé EIGRP smery: 170
  - Sumárne položky (discard routes): 5

# Kľúčové technológie v EIGRP

- Zisťovanie a udržiavanie kontaktu so susedmi
  - Každý smerovač si udržiava tzv. *neighbor table*, v ktorej si vedie informácie o priamo pripojených susedoch
- Protokol Reliable Transport Protocol (RTP)
  - Transportný protokol nezávislý od sieťového protokolu (číslo protokolu 88)
  - Umožňuje unicastové i multicastové spoľahlivé prenosy
  - Cisco proprietary
- Protokolovo závislé moduly
  - Protocol-dependent modules (PDMs) zodpovedajú za spoluprácu EIGRP s konkrétnym sieťovým protokolom
  - Poskytujú nezávislosť a ľahšiu rozšíriteľnosť o nové L3 protokoly
- Konečný automat DUAL
  - Riadi činnosť výberu najlepšej cesty a organizuje priebeh difúzných výpočtov
- Ochrana proti vzniku smerovacích slučiek
  - Garantuje, že zvolený next hop nespôsobí smerovaciu slučku

# Základné pojmy a princípy v EIGRP



# Pojmy v EIGRP

- **Successor** – next-hop
  - Successor je next-hop router do cieľovej siete
  - Cesta k cieľu cez successora je najkratšia a bez slučiek
- **Feasible successor** – záložný next-hop
  - Potenciálny (náhradný) next-hop router do cieľovej siete
  - Cesta k cieľu cez feasible successora je bez slučiek, ale nie najkratšia
- **Feasible distance** (FD)
  - Doposiaľ najkratšia známa vzdialenosť od cieľa (historické minimum)
- **Reported distance** (RD, alebo advertised distance)
  - Susedova súčasná vzdialenosť od cieľa, ako nám ju oznamuje
- **Feasibility condition** (FC)
  - Podmienka, ktorou sa kontroluje, či smer cez daného suseda do cieľovej siete nespôsobí smerovaciu slučku

# Pojmy v EIGRP

## ■ Neighbor table

- Tabuľka, v ktorej si EIGRP organizuje informácie o susedoch

## ■ Topology table

- Tabuľka, v ktorej si EIGRP vedie informácie o cieľových sieťach a ich stave, FD k nim, RD cez príslušných susedov (všetkých)
- Tabuľka reálne neobsahuje topologický popis siete, len zoznam cieľových sietí a vzdialeností k nim

## ■ Passive state

- Stav cieľovej siete v topo tabuľke, keď je pre ňu známy successor a smer do nej je plne použiteľný

## ■ Active state

- Stav cieľovej siete v topo tabuľke, keď pre ňu neexistuje žiaden successor ani feasible successor a router ho aktívne hľadá

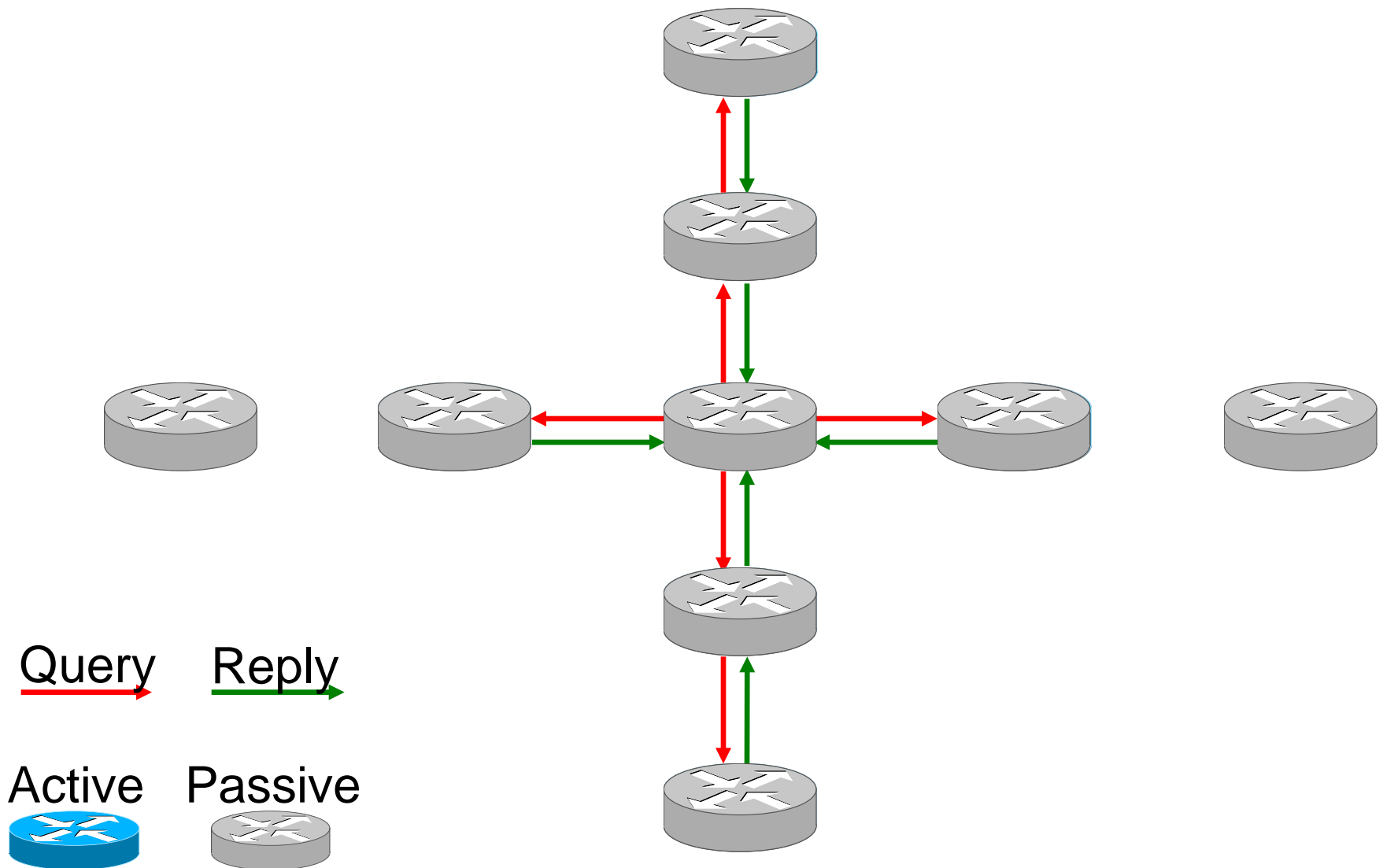
# Pojmy v EIGRP

## ■ Diffusing computations

- Spôsob riadenia distribuovaného výpočtu v sieti
- Cieľom je výpočet spustiť, mať informácie o jeho priebehu, získavať výsledky a vedieť jeho koniec správne ohlásiť
  - Difúzny výpočet sa spustí tým, že router pošle svojim susedom žiadosť (query)
  - Sused na žiadosť odpovie,
    - alebo ak odpovedať nevie, sám pošle do svojho okolia žiadosť
  - Router musí odpovede posilať v takom poradí, aby posledná odpoveď išla až vtedy, keď už on sám na žiadne odpovede nečaká, a aby bola odoslaná práve tomu, kto sa ho pýtal prvý

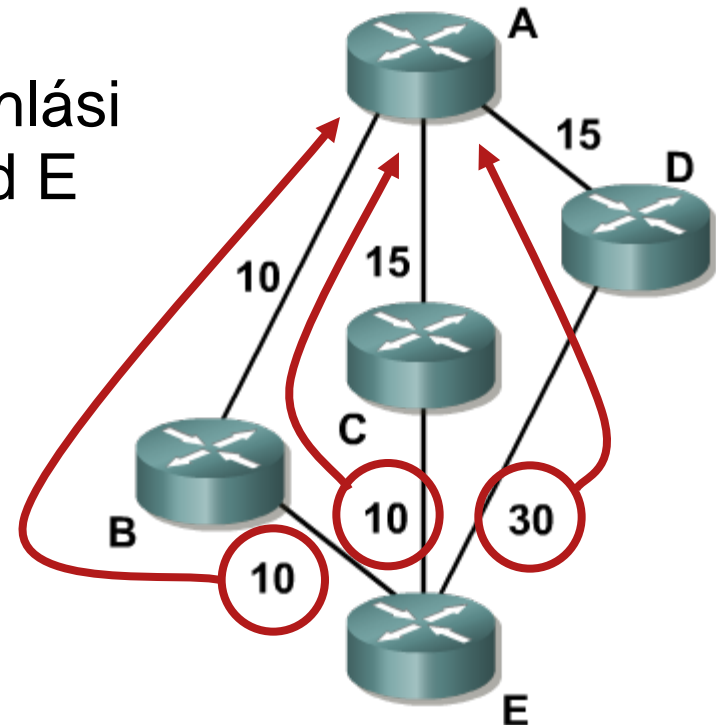


# Difúzne výpočty



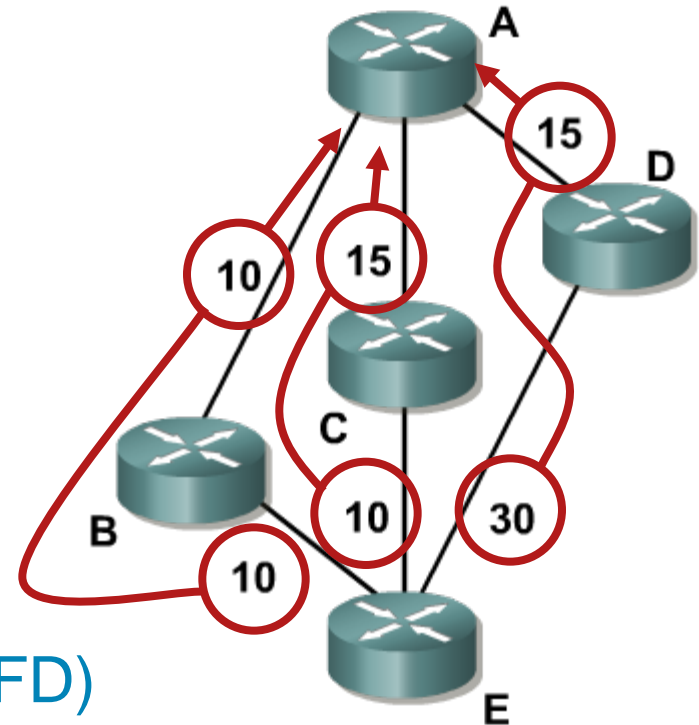
# Činnosť EIGRP

- Ako EIGRP vie, ktoré smery nespôsobia slučku?
- Každý zo susedov routera A hlási svoju súčasnú vzdialenosť od E
  - B za 10
  - C za 10
  - D za 30
- Tieto vzdialenosti sa z pohľadu routera A nazývajú **reported distance (RD)**, pretože ich smerovače B, C, D ohlásili



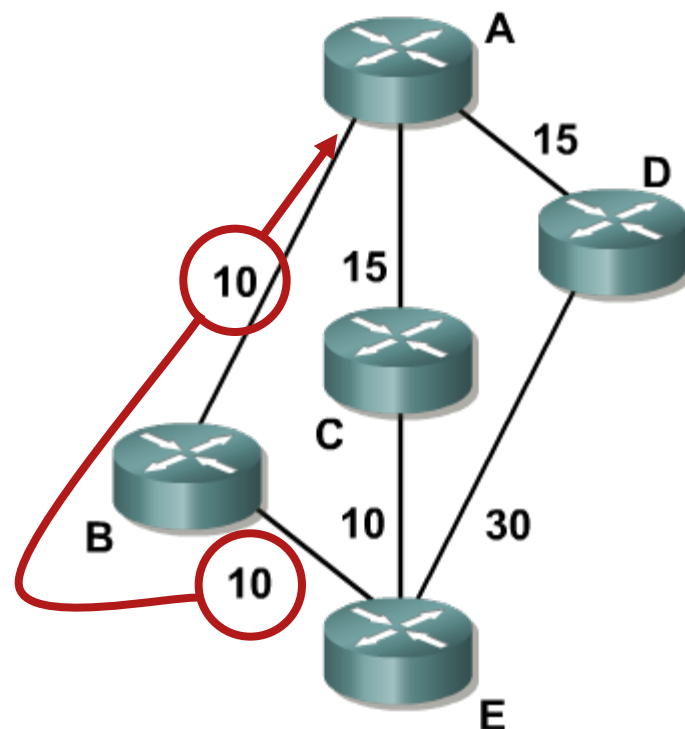
# Činnosť EIGRP

- Pre A je celková vzdialenosť od E:
  - za 20 cez B
  - za 25 cez C
  - za 45 cez D
- Najvýhodnejšia cesta je cez B s celkovou vzdialenosťou 20 ←
- Tá sa volá **feasible distance (FD)**
- Presnejšie: FD je naša doposiaľ najkratšia vzdialenosť do daného cieľa



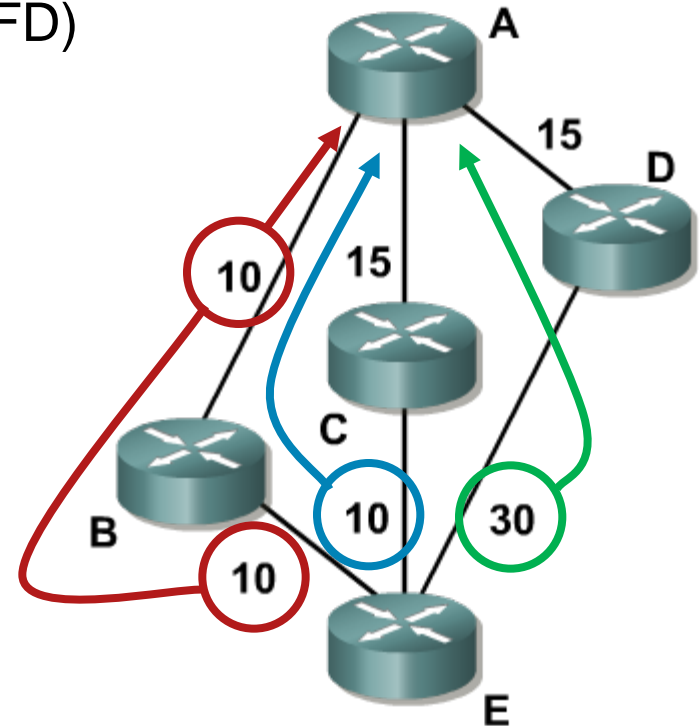
# Činnosť EIGRP - Feasibility Condition

- Smerovač A používa hodnoty FD a RD na kontrolu bezslučkovosti
- Doposiaľ najlepšia vzdialenosť (FD) je etalón
  - **hocijaká cesta do cieľa, kde  $RD < FD$** , nemôže obsahovať slučku
- Niektoré bezslučkové cesty toto kritérium zbytočne zamietne
- Nikdy však neodsúhlasí cestu, ktorá naozaj slučku obsahuje
  - Postačujúca, nie nutná podmienka
- Podmienka  **$RD < FD$**  sa nazýva **Feasibility Condition (FC)**



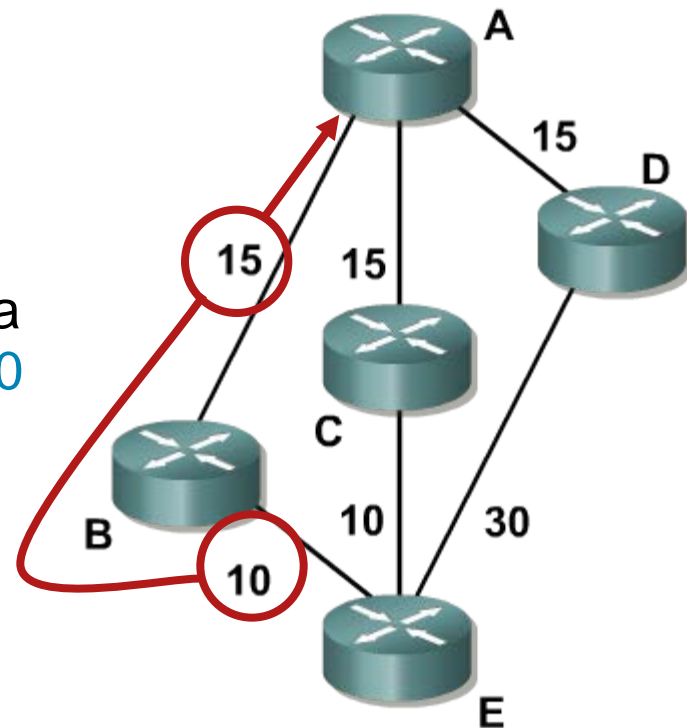
# Činnosť EIGRP

- Smerovač A:
  - Cesta cez B je najlepšia, za 20 (FD)
  - C sa vie k E dostať za 10 (RD). Pretože 10 je menej než 20 (FD), EIGRP vie, že táto cesta je určite bez slučky.
  - D sa vie k E dostať za 30 (RD), lenže 30 je viac ako 20 (FD). EIGRP o tejto ceste usúdi, že **potenciálne** obsahuje slučku.



# Činnosť EIGRP

- Feasible Distance je mierou **doposiaľ** najkratšej vzdialenosti do cieľa
  - Nech napr. cena linky medzi A a B vzrastie z 10 na 15
  - Najkratšia cesta z A do E bude za 25, ale **FD zostane na hodnote 20**
  - Hodnota 25 sa objaví v smerovacej tabuľke routera A a v aktualizáciách, ktoré bude posielať okoliu
  - FD slúži pre interné potreby smerovača a nikam sa neposiela



# Činnosť EIGRP

- Feasible Distance sa môže zmeniť len týmito spôsobmi:
  - Ak sa smerovač v pasívnom stave dozvie o novej, ešte kratšej ceste k cieľu,
    - rovno ju začne používať a súčasne aktualizuje aj FD
  - Smerovač nemá do cieľa ani jedného successora či feasible successora.
    - V takom prípade prechádza do **aktívneho** stavu, vyvolá difúzny výpočet a po jeho skončení zoberie dĺžku novej nájdenej najkratšej cesty ako FD
- FD sa môže v pasívnom stave len znižovať
  - Akonáhle musí vzrásť, znamená to aktívny stav a difúzny výpočet
- Iný spôsob definovania FD:
  - Dĺžka **historicky najkratšej cesty** do daného cieľa („história“ vždy končí a začína prechodom do aktívneho stavu)
- Význam FC:
  - Ak je náš sused k cieľu bližšie, než sme my kedykoľvek boli, nemôže byť na smerovacej slučke, ktorá sa uzatvára cez nás

# Činnosť EIGRP

## Použitie feasible successorov

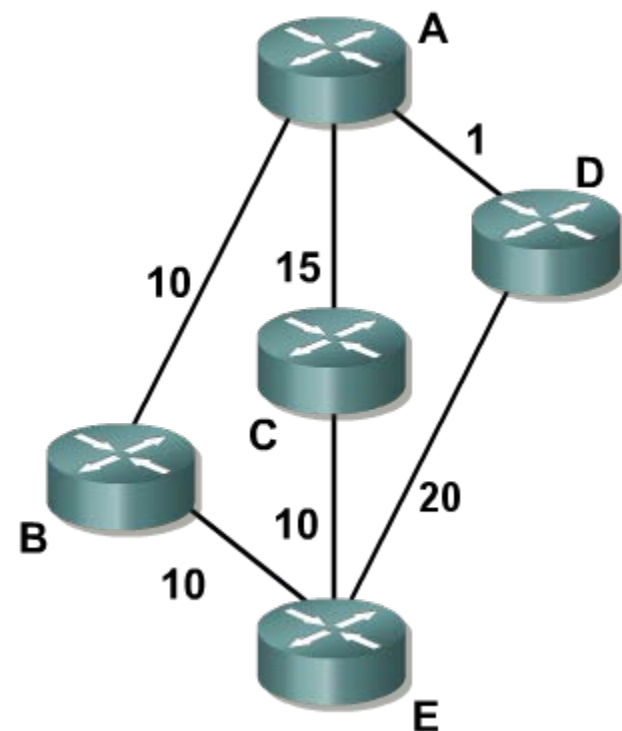
- Smerovač s EIGRP pre každú cieľovú sieť vo svojej topologickej tabuľke
  - Eviduje, akú vzdialenosť ohlásili do tejto siete jeho susedia
- Ak dôjde k zmene vzdialenosti do cieľovej siete:
  - Smerovač v topologickej tabuľke nájde pre danú cieľovú sieť suseda, cez ktorého je s aktuálnymi vzdialenosťami cieľová sieť najbližšie
  - Skontroluje, či tento sused je feasible successor pomocou FC
    - Ak áno, použije ho ako nový next hop do cieľovej siete
    - Ak sused nespĺňa FC alebo ak vôbec v topologickej tabuľke nemožno k cieľovej sieti suseda nájsť, spúšťa sa difúzny výpočet
  - Feasible successora možno použiť ihneď bez difúzneho výpočtu!!
- Feasible successor **nemusí** byť nutne použitý, ak neponúka ďalšiu najkratšiu vzdialenosť



# Činnosť EIGRP

## Použitie feasible successorov

- V ustálenej topológii cesta z A do E:
  - Cez B za 20, najlepšia, z toho FD = 20
  - Cez C za 25, C vyhovuje FC ( $10 < 20$ )
  - Cez D za 21, D nevyhovuje FC ( $20 < 20$ )
- Po výpadku B:
  - A vie, že najkratšia cesta ide cez D, ale nevyhovuje FC.
  - Spustí preto difúzny výpočet
    - Ak by sa A uspokojil s C, potom by prišiel o možnosť využívať kratšiu cestu



# Činnosť EIGRP - DUAL

- Samotný difúzny výpočet v prípade EIGRP je triviálny
  - Router, ktorý štartuje difúzny výpočet cesty do nejakej siete, posiela tzv. *query paket*, v ktorom uvedie svoju **novú** vzdialenosť do tejto siete cez súčasného successora
    - môže byť nekonečno ak cestu neviem
  - Susedia, ktorí tento paket dostanú, si na jeho základe aktualizujú topologické tabuľky, a
    - Pokiaľ im informácia v prijatej query **nespôsobila stratu cesty**, iba odpovedia svojou vlastnou súčasnou vzdialenosťou
    - Ak ale prijatá informácia **spôsobila**, že do daného cieľa **už nepoznajú successora** ani vhodného feasible successora, sami sa opýtajú svojich susedov týmto istým algoritmom
- Fakticky žiaden extra výpočet, iba otázka – odpoveď!

# Činnosť EIGRP - DUAL

- Keď router zaznamená nárast vzdialenosti do cieľa a musí cieľovú sieť uviesť do aktívneho stavu, urobí tieto kroky
  - Nastaví svoju RD a FD na skutočnú zvýšenú vzdialenosť
  - Pokým nedostane odpovede na všetky žiadosti (t.j. kým sa preň difúzny výpočet neskončí), nesmie:
    - zmeniť žiadnu z týchto hodnôt,
    - ani nesmie zmeniť svoju smerovaciu tabuľku
  - Až keď má router všetky odpovede, má právo vybrať si nového successora a aktualizovať hodnoty RD, FD a skutočnú vzdialenosť
  - EIGRP sa teda správa do istej miery „transakčne“ – router prechádza od jedného korektného stavu k ďalšiemu korektnému. Nemá nekorektné prechodné medzistavy.
- Správny priebeh difúzneho výpočtu je riadený automatom **DUAL** a výber nových next-hop routerov podmienkou FC

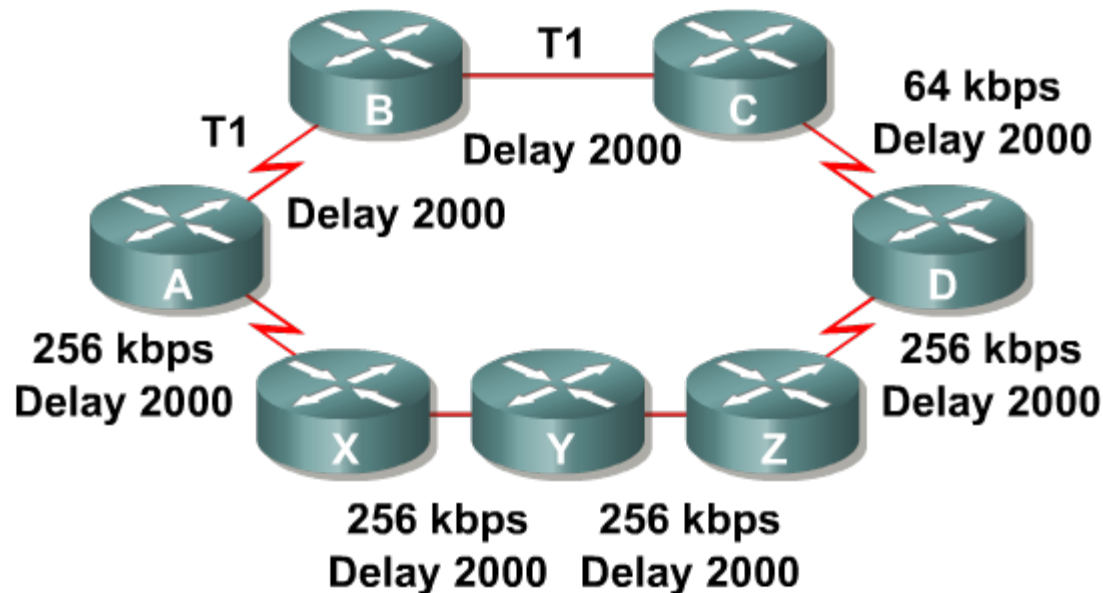
# Metrika v EIGRP

- Používa sa tzv. kompozitná metrika zložená zo 4 faktorov
  - **Bandwidth** (statický parameter, MIN, implicitne zapnutý)
  - **Delay** (statický parameter, SUM, implicitne zapnutý)
  - **Reliability** (dynamicky vyhodnocovaný, MIN, implicitne vypnutý)
  - **Load** (dynamicky vyhodnocovaný, MAX, implicitne vypnutý)
  - **MTU** (statický parameter, nevstupuje do výpočtov, ale ak sú po výpočte kompozitnej metriky stále k dispozícii viaceré rovnako dobré cesty, EIGRP preferuje cestu s najväčším Path MTU)
- Implicitne sú aktívne len faktory Bandwidth a Delay (a MTU)
  - Reliability a Load sú neaktívne
- EIGRP metrika má 32 bitov, stará IGRP metrika sa počíta identicky, avšak má 24 bitov
  - Preklad: posun o 8 bitov doprava/dola (t.j. delenie/násobenie 256)
    - $EIGRP = IGRP \ll 8$ ,  $IGRP = EIGRP \gg 8$

# Výpočet EIGRP metriky

- Implicitný výpočet metriky:
  - $\text{Metric} = \text{BW}(\text{najpomalšia linka}) + \text{D}(\text{suma oneskorení})$
- **Delay** =  $\sum (\text{D}/10) * 256$ 
  - Suma všetkých oneskorení pozdĺž cesty v desiatkach mikrosekúnd, na konci násobená 256
    - Súčet priamo vzatých hodnôt príkazov **delay**
- **BW** =  $[10^7 / (\text{najnižšia } \text{bandwidth} \text{ pozdĺž cesty v Kbps})] * 256$
- Vzorec so štandardnými váhovými koeficientami (**K1 = K3 = 1**, K2 = K4 = K5 = 0):
  - $\text{Metrika} = [\text{K1} * \text{BW} + ((\text{K2} * \text{BW}) / (256 - \text{Load})) + \text{K3} * \text{Delay}]$ 
    - T.j.  $\text{Metrika} = [\text{K1} * \text{BW} + (\text{K3} * \text{Delay})] = [ \text{K1} * 256 * (10^7 / \text{BW}_{\min}) + \text{K3} * 256 * \sum (\text{D}/10) ]$
- Ak je K5 **nenuťované**:
  - $\text{Metrika} = \text{Metrika} * [\text{K5} / (\text{Reliability} + \text{K4})]$
  - Samozrejme, aj Load a Reliability sa násobia 256
- MTU nevstupuje do výpočtu EIGRP metriky
  - Používa sa ako posledné rozhodovacie kritérium: ak viaceré cesty zdieľajú rovnakú najlepšiu výslednú metriku, EIGRP použije cestu, ktorej MTU je max.
- Susedia **musia mať rovnaké** K hodnoty!!!

# Príklad výpočtu EIGRP metriky



**A → B → C → D**

**Minimálna BW: 64 kbps**

**Celkový delay: 6,000**

**A → X → Y → Z → D**

**Minimálna BW: 256 kbps**

**Celkový delay: 8,000**

- Horná trasa:  $M = 1 \cdot (10^7 / 64) \cdot 256 + 1 \cdot 6000 \cdot 256 = 41\,536\,000$
- Dolná trasa:  $M = 1 \cdot (10^7 / 256) \cdot 256 + 1 \cdot 8000 \cdot 256 = 12\,048\,000$
- Dolná trasa je z pohľadu EIGRP výhodnejšia

# EIGRP oneskorenia liniek

Media	Delay
100M ATM	100 $\mu$ S
Fast Ethernet	100 $\mu$ S
FDDI	100 $\mu$ S
1HSSI	20,000 $\mu$ S
16M Token Ring	630 $\mu$ S
Ethernet	1,000 $\mu$ S
T1 (Serial Default)	20,000 $\mu$ S
512K	20,000 $\mu$ S
DSO	20,000 $\mu$ S
56K	20,000 $\mu$ S

# Druhy EIGRP paketov

## ■ Update

- Prenášajú smerovaciu informáciu
- Môžu byť posielané ako unicast alebo multicast, sú potvrdzované a posielané len smerovačom, ktorých sa informácia týka
- U príjemcu môžu potenciálne spustiť difúzny výpočet

## ■ Query

- Smerovač hľadá najkratšiu cestu do nejakého cieľa
- Posielajú sa obvykle ako multicast, sú potvrdzované
- Pomocou Query sa spúšťa alebo šíri difúzny výpočet

## ■ Reply

- Odpoveď smerovačov na Query paket
- Posielajú sa ako unicast tomu, kto sa pýtal, sú potvrdzované
- Ich prijatie zmenšuje alebo zastavuje difúzny výpočet



# Druhy EIGRP paketov

## ■ ACK

- Potvrdzovacie pakety
- Posielajú sa ako potvrdenie na Update, Query a Reply
- Adresované vždy unicastovo, nepotvrdzované
- Principiálne: Hello pakety s prázdny telom

## ■ Hello

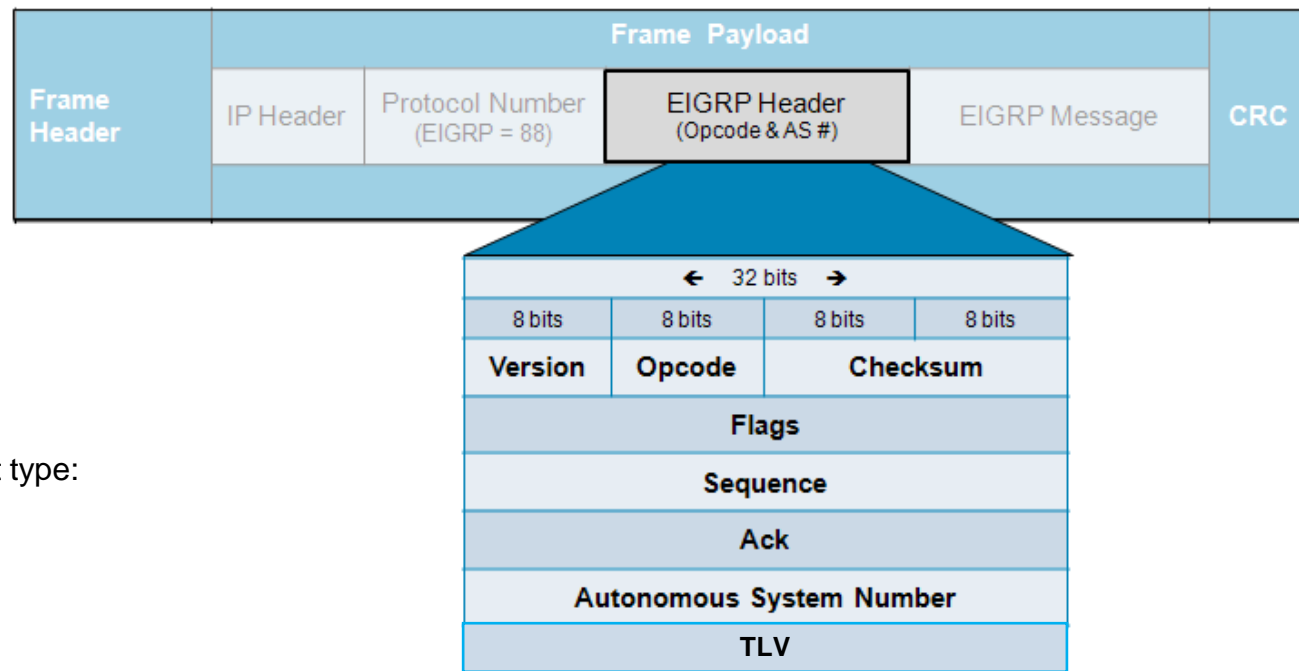
- Lokalizácia EIGRP susedov, výmena K-hodnôt, čísel autonómnych systémov, timeout-ov, autentifikácia
- Posielajú sa na IP adresu 224.0.0.10, sú nepotvrdzované

# EIGRP Paket

Frame Header	Frame Payload				CRC
	IP Header	Protocol Number (EIGRP = 88)	EIGRP Header	EIGRP Message	

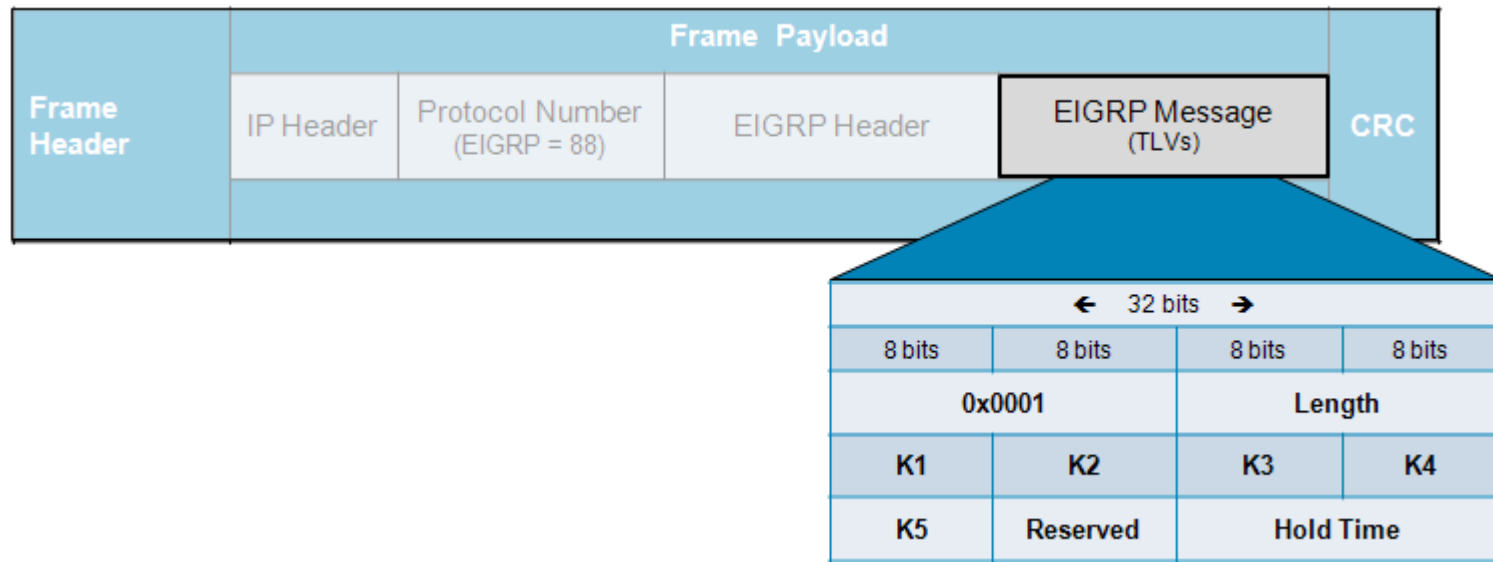
<p>Na LAN je EIGRP paket encapsulovaný do Ethernet ráčma s cieľovou multicast MAC adresou :</p> <p><b>01-00-5E-00-00-0A</b></p>	<p>Cieľová IP adresa je nastavená na multicast adresu <b>224.0.0.10</b>, pole protokol na <b>88</b>.</p>	<p>EIGRP hlavička identifikuje typ EIGRP paketu a číslo Autonomného systému</p>	<p>EIGRP správa sa skladá z Type / Length / Value (TLV) polí</p>
---	--	---	--

# EIGRP paket



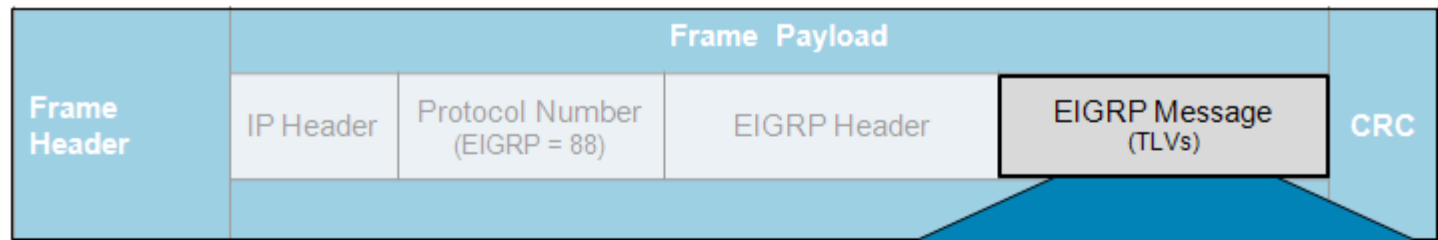
- Version - there are two versions
- Opcode - this is the EIGRP packet type:
  - 1 - Update
  - 3 - Query
  - 4 - Reply
  - 5 - Hello
  - 6 - IPX SAP
- Checksum - this is calculated for the whole EIGRP portion of the IP datagram
- Flags - The LSB (0x00000001) is the Init bit meaning that the route in this packet is the first in a new neighbour relationship. The next bit (0x00000002) is the Conditional Receive bit used in Cisco's Reliable Multicasting algorithm.
- Sequence - the 32-bit sequence number used by RTP.
- ACK - the 32-bit sequence last heard from the neighbour. A Hello packet with a non-zero value is an ACK.
- AS Number - the Autonomous System number of the EIGRP domain.
- Type/Length/Value (TLV) - There are a number of TLVs, all of them begin with a 16 bit Type field and a 16 bit Length field. There then follows a number of fields that vary depending on the type as given below.
  - General TLVs
    - 0x0001 - General EIGRP parameters (applies to any EIGRP packet regardless of protocol)
    - 0x0003 - Sequence (used by Cisco's Reliable Multicast)
    - 0x0004 - EIGRP software version, the original version being 0 and the current version being 1 (used by Cisco's Reliable Multicast)
    - 0x0005 - Next Multicast Sequence (used by Cisco's Reliable Multicast)
  - IP TLVs
    - 0x0102 - IP internal routes
    - 0x0103 - IP external routes
  - AppleTalk TLVs
    - 0x0202 - AppleTalk internal routes
    - 0x0203 - AppleTalk external routes
    - 0x0204 - AppleTalk cable setup
  - IPX TLVs
    - 0x0302 - IPX internal routes
    - 0x0303 - IPX external routes

# TLV 0x0001 – Všeobecné EIGRP Parametre

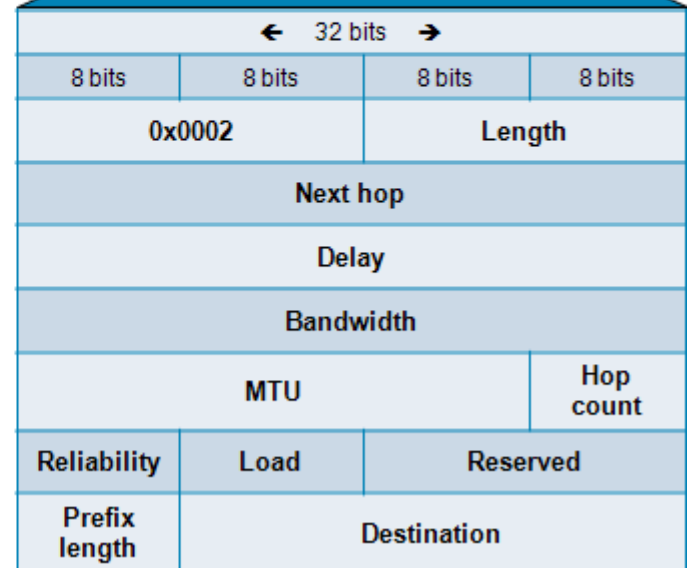


- Všeobecné parametre aplikovateľné per každý protokol
- K hodnoty za účelom kalkulácie EIGRP metriky
- Hold Time
  - Posielaný susedom za účelom oznámenia jeho časovača držania platnosti suseda

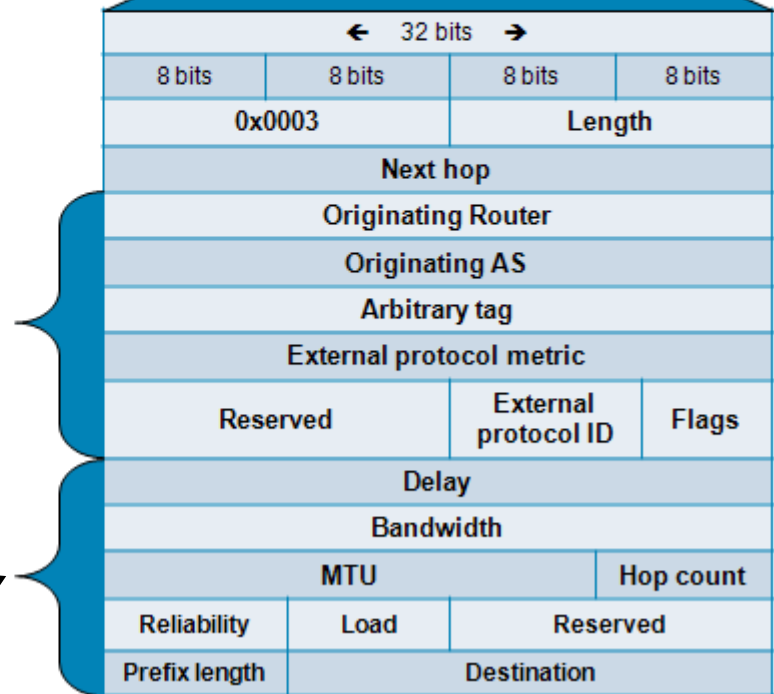
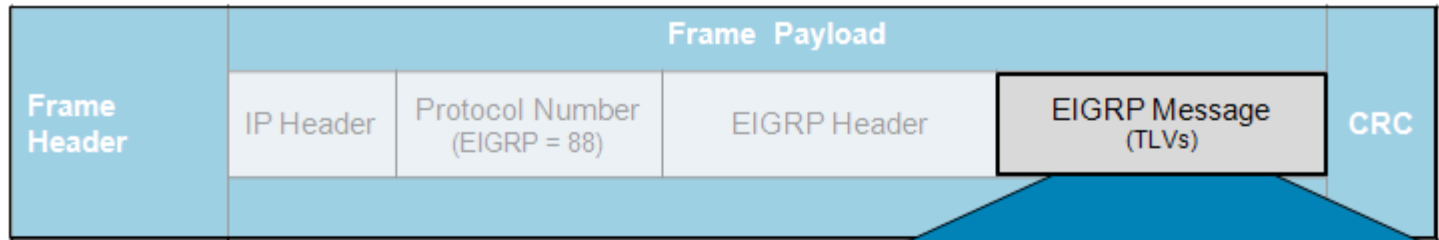
# TLV 0x0102 - Internal IP Routes



- Length: Length of the TLV
- Next Hop: The next hop router for this route
- Delay: The number of 10 microsecond chunks which is the sum of delays
- Bandwidth 256 \* IGRP bandwidth
- MTU: The smallest MTU encountered along the route to this particular destination network.
- Hop Count: A number between 0x00 (directly connected network) and 0xFF.
- Reliability: A number between 0x01 and 0xFF to indicate the error rates totalled along the route. 0xFF is reliable.
- Load: A number between 0x01 and 0xFF expressing the total load along a route where 0xFF is totally loaded.
- Reserved: 0x0000 and not used.
- Prefix Length: The number of bits used for the mask
- Destination: Destination network



# TLV 0x0103 - External IP Routes



- Length - Length of the TLV
- Next Hop - The next hop route for this route
- Originating Autonomous System - The AS from where the route came
- Tag - Used with Route Maps to track routes
- External Protocol Metric - The metric for this route used by the external routing protocol e.g. IGRP, OSPF, RIP
- Reserved - 0x0000 and not used.
- External Protocol ID - identifies the external protocol advertising this particular route
  - 0x01 - IGRP
  - 0x02 - EIGRP (a different AS)
  - 0x03 - Static Route
  - 0x04 - RIP
  - 0x05 - Hello
  - 0x06 - OSPF
  - 0x07 - IS-IS
  - 0x08 - EGP
  - 0x09 - BGP
  - 0x0A - IDRP
  - 0x0B - directly connected
- Flags - 0x01 means the route is an external route whereas 0x02 means that the route could be a default route.
- + zvyšok ako Internal

# EIGRP Hello paket

```
+ Frame 3: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits)
+ Ethernet II, Src: c2:02:73:fe:00:00 (c2:02:73:fe:00:00), Dst: IPv4mcast_00:00:0a (01
+ Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.0.2 (10.0.0.2), Dst: 224.0.0.10 (224.0.0.10)
- Cisco EIGRP
  Version: 2
  opcode: Hello/Ack (5)
  Checksum: 0xee68
+ Flags: 0x00000000
  Sequence: 0
  Acknowledge: 0
  Autonomous System: 100
- EIGRP Parameters
  Type: EIGRP Parameters (1)
  Size: 12
  K1: 1
  K2: 0
  K3: 1
  K4: 0
  K5: 0
  Reserved: 0
  Hold Time: 15
- Software Version: IOS=12.4, EIGRP=1.2
  Type: Software Version (4)
  Size: 8
  IOS release version: 12.4
  EIGRP release version: 1.2
```

# EIGRP Update paket

Sieť 192.168.4.0. išla Up

```
+ Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.0.2 (10.0.0.2), Dst: 224.0.0.10 (224.0.0.10)
- Cisco EIGRP
  Version: 2
  Opcode: update (1)
  Checksum: 0x0a7e
  + Flags: 0x00000000
    Sequence: 45
    Acknowledge: 0
    Autonomous System: 100
  - IP internal route = 192.168.4.0/24
    Type: IP internal route (258)
    Size: 28
    Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
    Delay: 28160
    Bandwidth: 256000
    MTU: 1500
    Hop Count: 1
    Reliability: 255
    Load: 1
    Reserved: 0
    Prefix Length: 24
    Destination: 192.168.4.0
```



# EIGRP Query paket

EIGRP Query keď sieť išla do Down

```
+ Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.0.2 (10.0.0.2), Dst: 224.0.0.10 (224.0.0.10)
- Cisco EIGRP
  Version: 2
  opcode: Query (3)
  Checksum: 0x5f7e
  + Flags: 0x00000000
    Sequence: 46
    Acknowledge: 0
    Autonomous System: 100
  - IP internal route = 192.168.4.0/24 - Destination unreachable
    Type: IP internal route (258)
    Size: 28
    Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
    Delay: 4294967295
    Bandwidth: 0
    MTU: 1500
    Hop Count: 0
    Reliability: 0
    Load: 0
    Reserved: 4
    Prefix Length: 24
  + Destination: 192.168.4.0
```

# Výstavba smerovacej tabuľky v EIGRP

IP EIGRP Neighbor Table	
Next-Hop Router	Interface

List of directly connected routers running EIGRP with which this router has an adjacency

List of all routes learned from each EIGRP neighbor

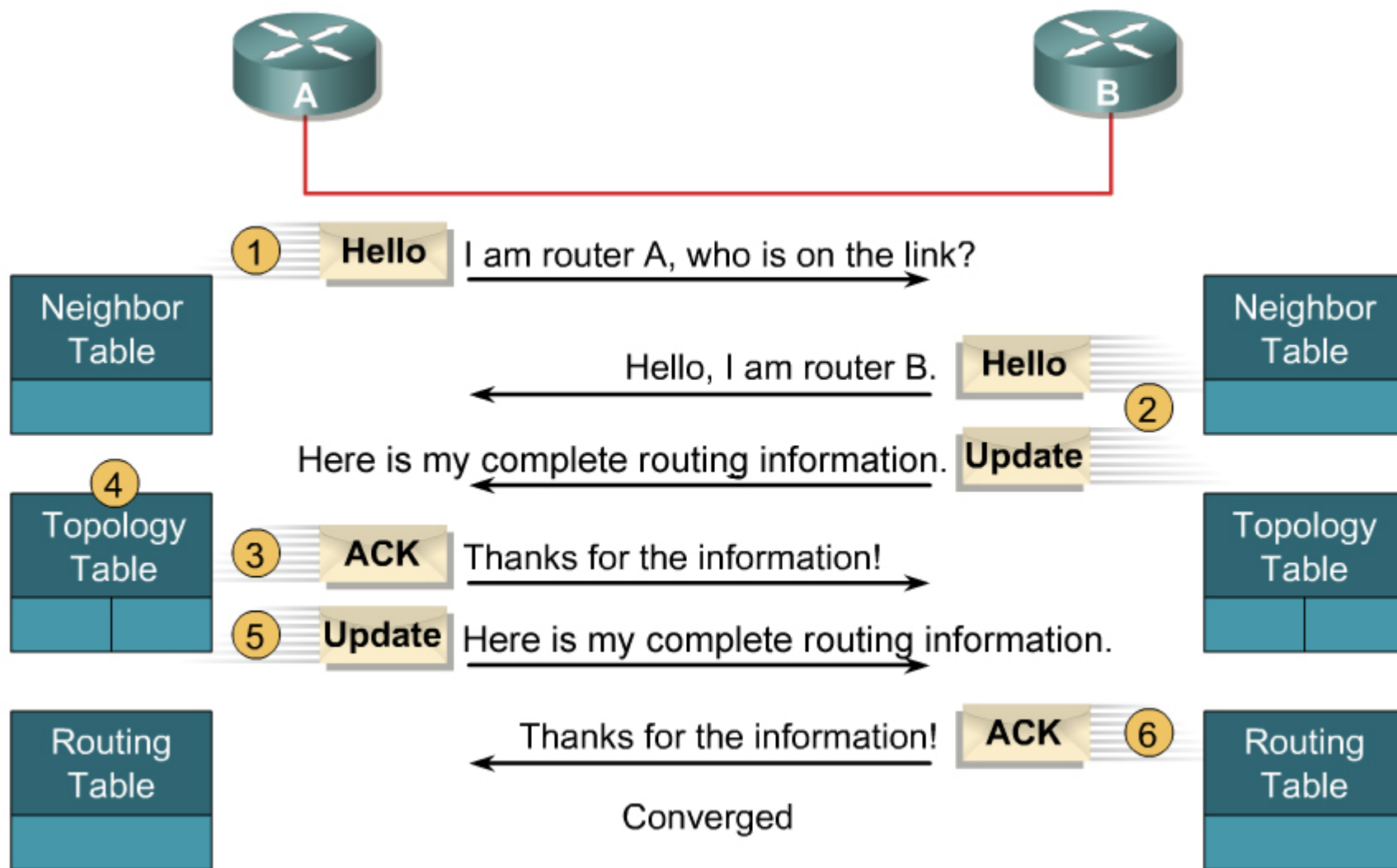
IP EIGRP Topology Table	
Destination 1	FD/AD via each neighbor

314P\_125

The IP Routing Table	
Destination 1	Best route

List of all best routes from EIGRP topology table and other routing processes

# Úvodná inicializácia smerovačov



- Prebieha len pri inicializácii

# Zistenie a budovanie EIGRP susedských vzťahov

- Pomocou Hello protokolu
  - Hello správy odosielané na 224.0.0.10
    - každých *5 sekúnd* na vysokorýchlostných rozhraniach (>T1)
    - každých *60 sekúnd* na multipoint rozhraniach pomalších ako 1544 Kbps (<T1)
  - Obsahujú hold-time časovač
    - Defaultne ak chýba 3xHello (15 or 180sek.), sused je považovaný za nedostupného
      - Všetky cesty cez suseda sú vymazané z topo tabuľky a routing tabuľky
      - Inicializovaný DUAL
    - Nastavený per interface báze, nerobí automatické prispôsobenie k Hello
- Dva smerovače budú susedia ak
  - Sú v rovnakom AS
  - IP adresy rozhraní (primárne) sú z tej istej IP subsiete
  - Majú rovnaké K-hodnoty
- Smerovače nemusia mať:
  - Rovnaké Hello a Hold-down časovače

# Spolahlivosť v EIGRP

- Zabezpečené RTP číslovaním / potvrdzovaním
  - Update, Query, Reply potvrdzované
    - čo znamená, že majú pridelené Sequence číslo, kt. musí byť explicitne potvrdené
    - Ak nie je, paket sa prenesie znovu, maximálne však *16 krát*
- Na multicast sieťach sú znovu prenášané pakety nesené ako Unicast
  - Riešenie v stave ak niektorý zo susedov odpovedala niektorý nie

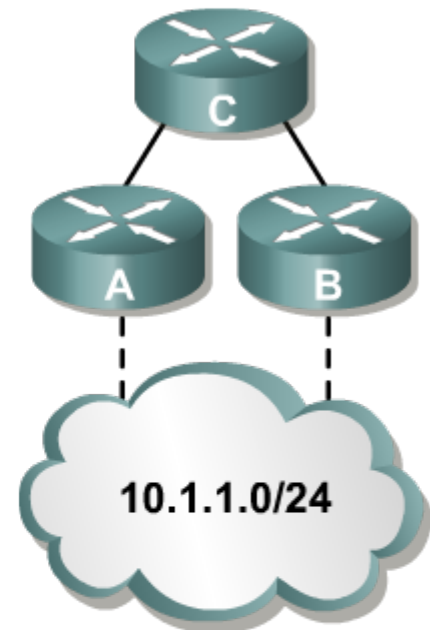
# Príklad EIGRP tabuliek

Na smerovači C:

IP EIGRP Neighbor Table	
Next-Hop Router	Interface
Router A	Ethernet 0
Router B	Ethernet 1

IP EIGRP Topology Table			
Network	Feasible Distance (EIGRP Metric)	Advertised Distance	EIGRP Neighbor
10.1.1.0 /24	2000	1000	Router A (E0)
10.1.1.0 /24	2500	1500	Router B (E1)

The IP Routing Table			
Network	Metric (Feasible Distance)	Outbound Interface	Next Hop (EIGRP Neighbor)
10.1.1.0 /24	2000	Ethernet 0	Router A



# Tabuľka susedov v EIGRP

SRTT (Smooth Round Trip Timer) a RTO (Retransmit Interval) sú používané RTP na riadenie spojenia pre spoľahlivo doručované EIGRP pakety.

SRTT indikuje ako dlho susedovi trvá, kým odpovie na naše EIGRP pakety.

RTO indikuje ako dlho čakáme kým spravíme retransmisiu ak nebolo prijaté ACK

```
R1# show ip eigrp neighbors
```

```
IP-EIGRP neighbors for process 100
```

H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
0	192.168.1.102	Se0/0/1	11	00:07:22	10	2280	0	5

R1#

Susedova IP adresa

Poradie v ktorom bola založená susedská relácia s daným susedom, začína 0

Lokálne rozhranie prijímajúce EIGRP hello pakety

Kedy **naposledy** sme tohto suseda objavili (ako dlho žije).

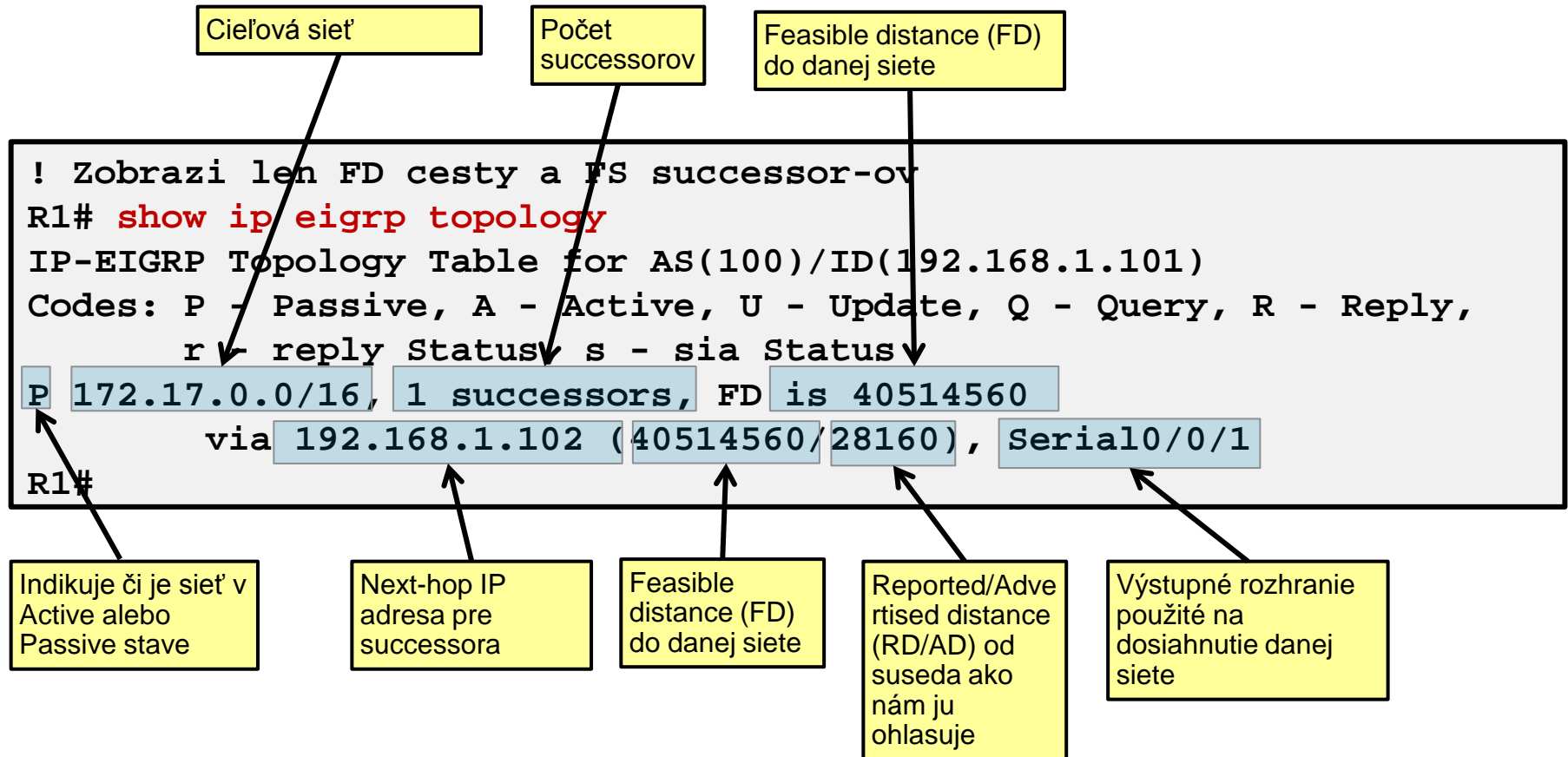
O koľko sekúnd suseda vyhlásime za mŕtveho, ak sa neozve hociakým platným EIGRP paketom.

Časovač je resetovaný zakaždým po prijatí nového Hello.

Queue Count: Zvyčajne by mal byť 0, ináč indikuje zahltene na linke

Sekvenčné číslo posledného update, query alebo reply paketu, kt. bol prijatý od suseda. Použité pri spoľahlivom RTP prenose

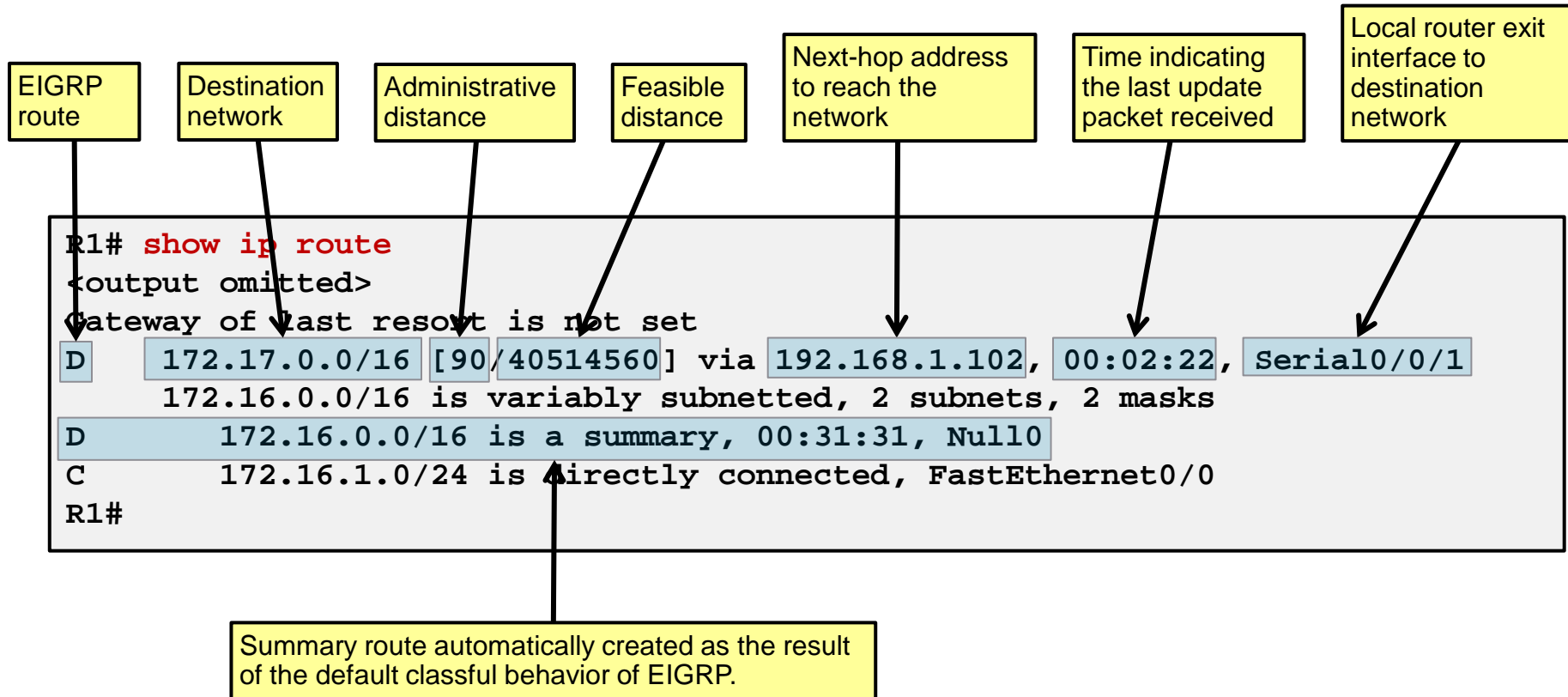
# Topologická tabuľka v EIGRP



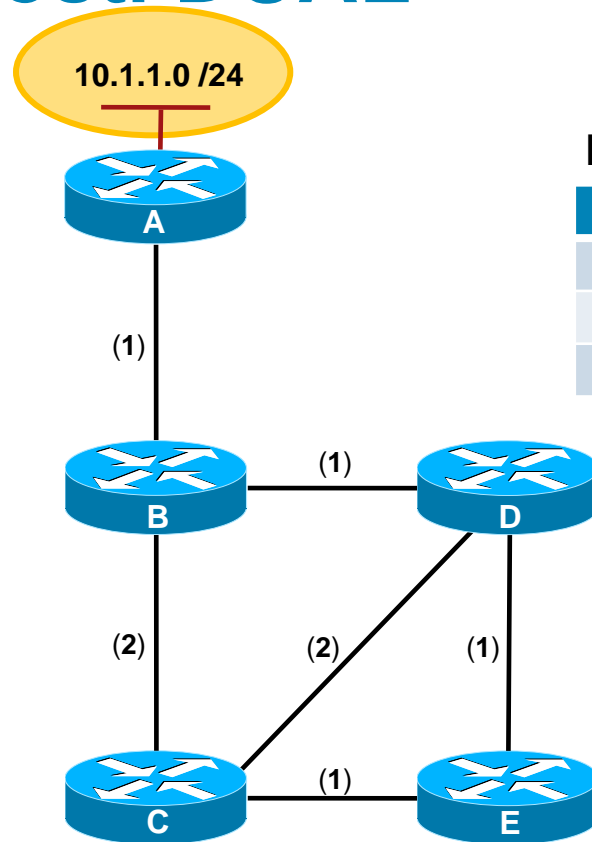
! Zobrazí všetky cesty  
R1# `show ip eigrp topology all-links`



# Príklad smerovacieho EIGRP záznamu



# Príklad činnosti DUAL



Router D

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	2		***** Passive *****
via B	2	1	Successor
via C	5	3	

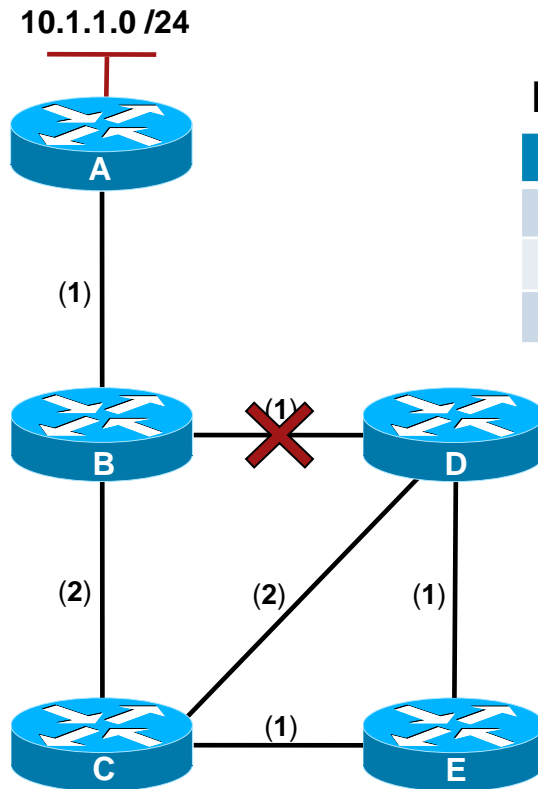
Router C

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via B	3	1	Successor
via D	4	2	Feasible Successor
via E	4	3	

Router E

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via D	3	2	Successor
via C	4	3	

# DUAL Example



**Router D**

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	2		***** Passive *****
<del>via B</del>	<del>2</del>	<del>1</del>	<del>Successor</del>
via C	5	3	

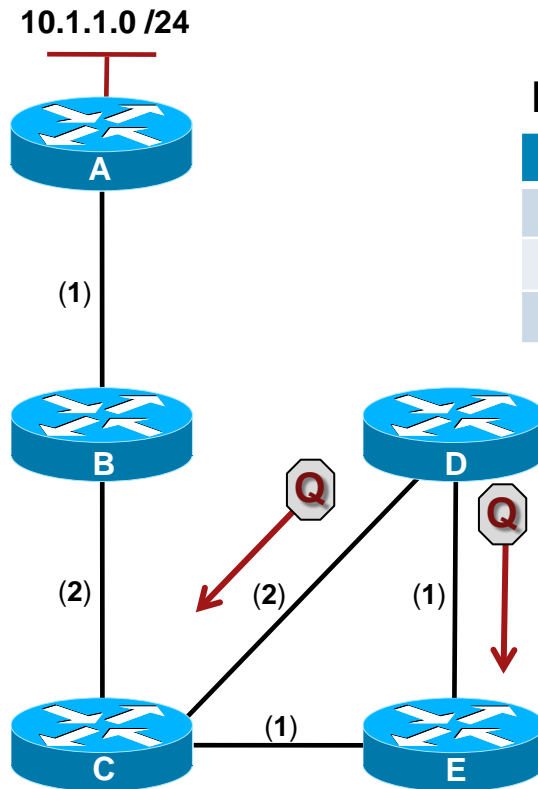
**Router C**

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via B	3	1	Successor
via D	4	2	Feasible Successor
via E	4	3	

**Router E**


EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via D	3	2	Successor
via C	4	3	

# DUAL Example



Router D

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	-1		***** ACTIVE *****
via E			(Q) Query
via C	5	3	(Q) Query

 = Query

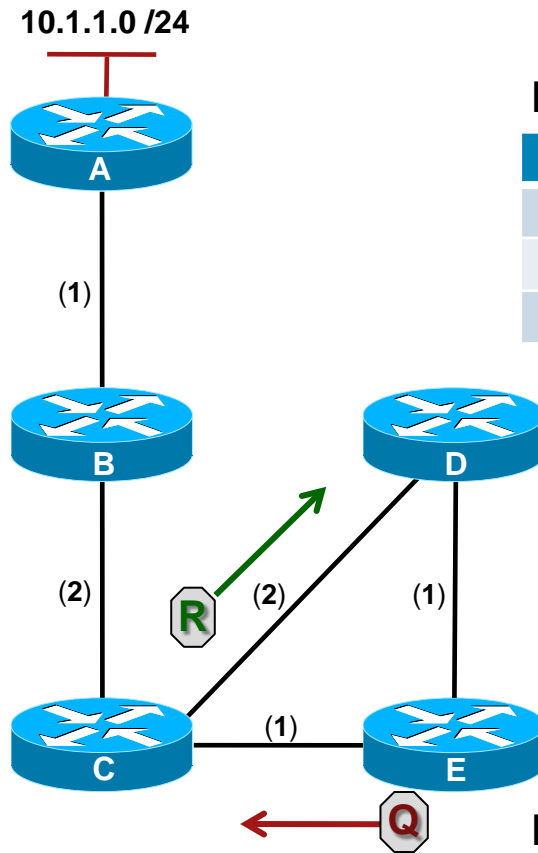
Router C

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via B	3	1	Successor
<del>via D</del>	<del>4</del>	<del>2</del>	<del>Feasible Successor</del>
via E	4	3	

Router E



EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
<del>via D</del>	<del>3</del>	<del>2</del>	<del>Successor</del>
via C	4	3	

# DUAL Example



Router D

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	-1		***** ACTIVE *****
via E			(Q) Query
via C	5	3	

 = Query  
 = Reply

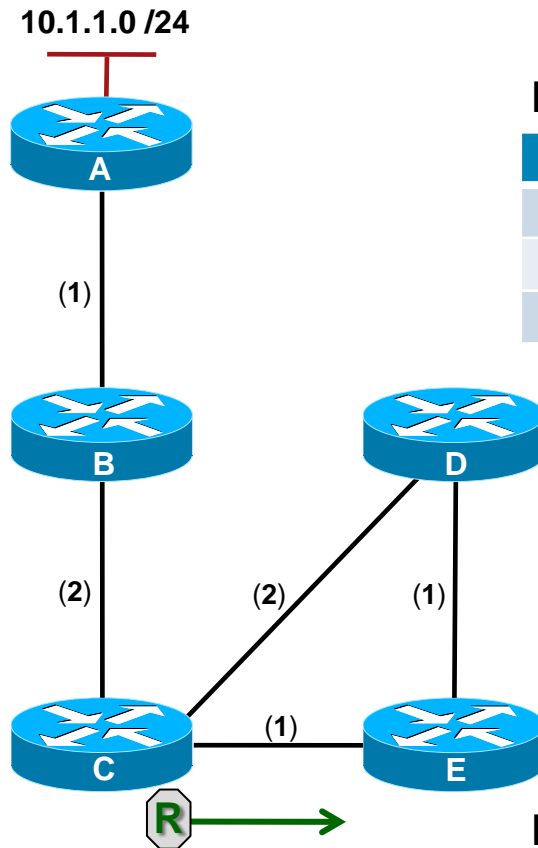
Router C

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via B	3	1	Successor
via D			
<del>via E</del>	<del>4</del>	<del>3</del>	

Router E



EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	-1		***** ACTIVE *****
via D			
via C	4	3	(Q) Query

# DUAL Example



Router D

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	-1		***** ACTIVE *****
via E			(Q) Query
via C	5	3	

 = Query  
 = Reply

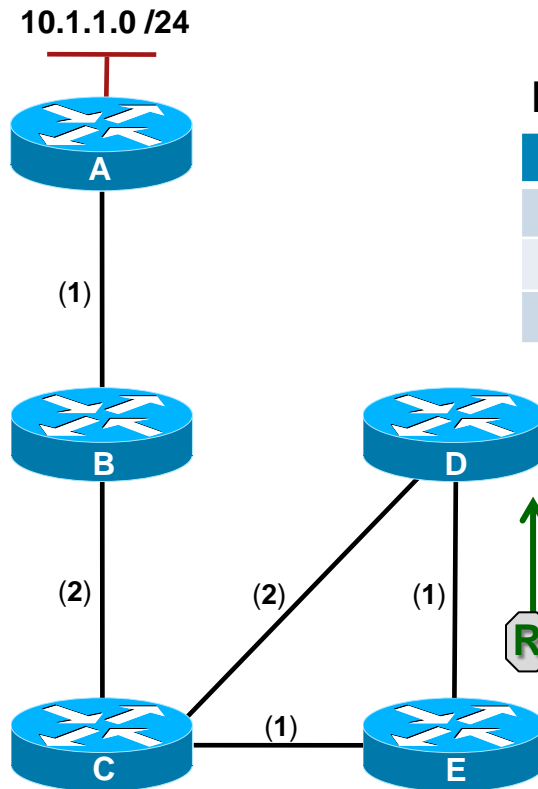
Router C

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via B	3	1	Successor
via D			
via E			

Router E



EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	4		***** Passive *****
via C	4	3	Successor
via D			

# DUAL Example



Router D

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	5		***** Passive *****
via C	5	3	Successor
via E	5	4	Successor

 = Query  
 = Reply

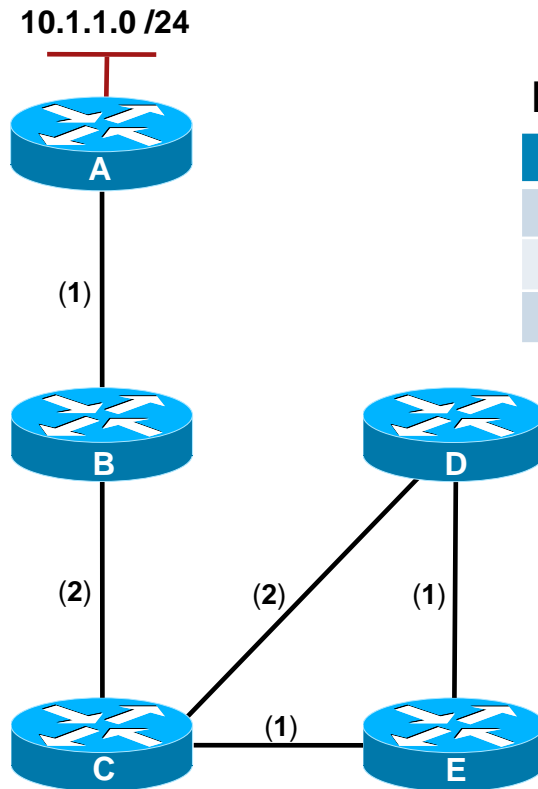
Router C

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via B	3	1	Successor
via D			
via E			

Router E

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	4		***** Passive *****
via C	4	3	Successor
via D			

# DUAL Example



**Router D**

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	5		***** Passive *****
via C	5	3	Successor
via E	5	4	Successor

**Router C**

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	3		***** Passive *****
via B	3	1	Successor
via D			
via E			

**Router E**

EIGRP	FD	AD	Topology
10.1.1.0 /24	4		***** Passive *****
via C	4	3	Successor
via D			



# Spustenie EIGRP



# Konfigurácia EIGRP

Router(config)#

```
router eigrp autonomous-system-number
```

- Aktivuje EIGRP a nastaví jeho AS
- Všetky smerovače, ktoré si majú v EIGRP spoločne vymieňať smerovaciu informáciu, musia patriť do spoločného autonómneho systému

Router(config-router)#

```
no auto-summary
```

```
network network-number [wildcard-mask]
```

- Zaradí sieť do EIGRP smerovacieho procesu
- Wildcard mask nie je povinná, ale je veľmi odporúčaná
  - Ak nie je zadaná, berie sa classful mask
  - Je možné zadávať v tvare *subnet mask* alebo *wildcard mask*



# Overenie EIGRP



# Užitečné příkazy a příkazy na samoštúdium

```
show ip protocols
```

```
show ip eigrp neighbors
```

```
show ip eigrp topology [all-links] [SIEŤ]
```

```
show ip eigrp interfaces [detail]
```

```
show ip eigrp traffic
```

```
show ip route eigrp
```

```
show key chain
```

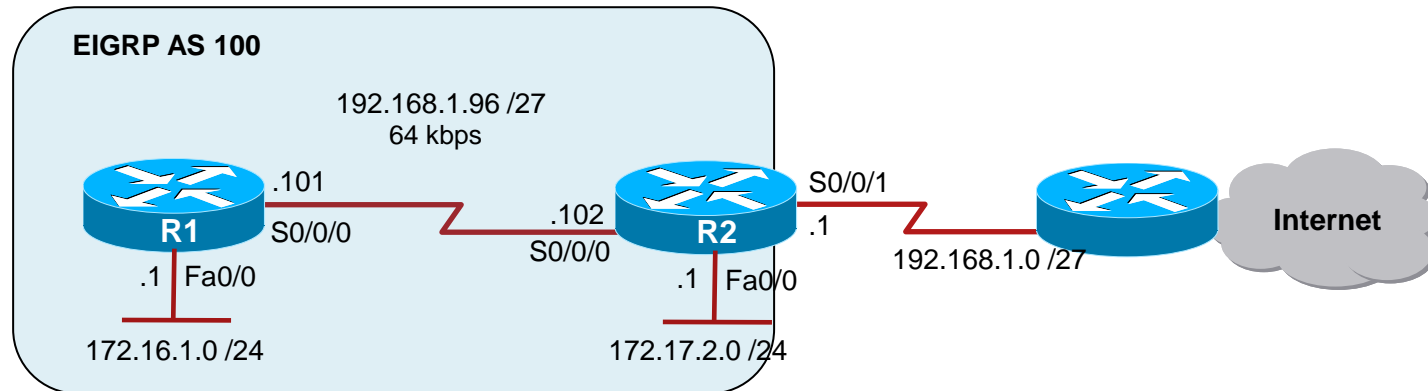
```
debug eigrp ...
```

```
debug ip eigrp ...
```

```
(interface) ip hello-interval eigrp
```

```
(interface) ip dead-interval eigrp
```

# Konfigurácia EIGRP príklad: Classless

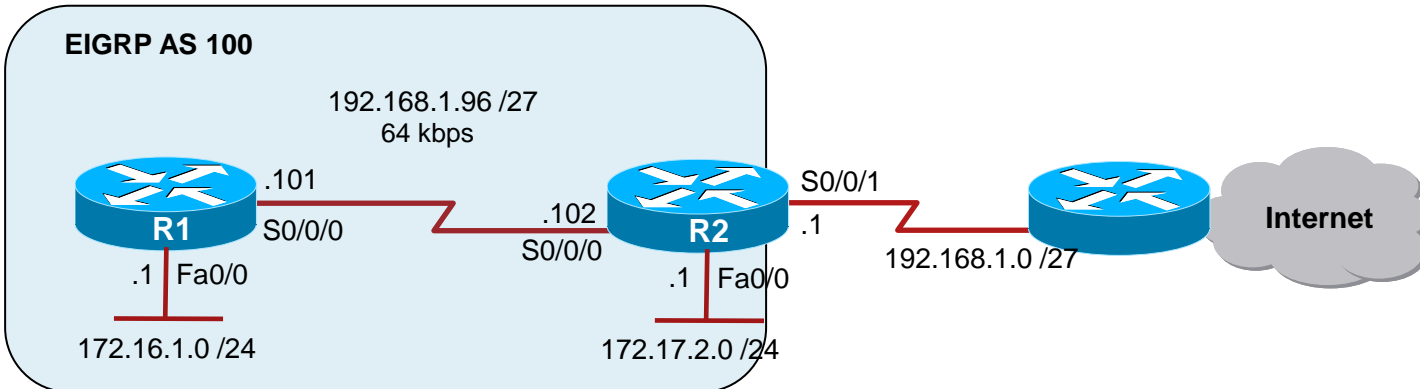


## Príklad:

```
R1(config)# no router eigrp 100
R1(config)# router eigrp 100
R1(config-router)# network 192.168.1.96 0.0.0.31
R1(config-router)# network 172.16.1.0 0.0.0.255
R1(config-router)# end
R1# show run | section router eigrp
router eigrp 100
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.96 0.0.0.31
  auto-summary
R1#
```

```
R2(config)# no router eigrp 100
R2(config)# router eigrp 100
R2(config-router)# network 192.168.1.96 0.0.0.31
R2(config-router)# network 172.17.2.0 0.0.0.255
R2(config-router)# end
R2# show run | section router eigrp
router eigrp 100
  network 172.17.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.96 0.0.0.31
  auto-summary
R2#
```

# Overenie EIGRP z príkladu



```
R2# show ip protocols
Routing Protocol is "eigrp 100"
<output omitted>
Automatic network summarization is in effect
  Automatic address summarization:
    192.168.1.0/24 for FastEthernet0/0
      Summarizing with metric 40512000
    172.17.0.0/16 for Serial0/0/0
      Summarizing with metric 28160
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.17.2.0/24
    192.168.1.96/27
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    (this router)    90           00:00:06
    Gateway         Distance      Last Update
    192.168.1.101    90           00:00:26
  Distance: internal 90 external 170
```

# Overenie EIGRP: show ip protocols

Overenie informácií o smerovacích protokoloch na smerovači

```
R1# show ip protocols
Routing Protocol is "eigrp 100"
<output omitted>
EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
EIGRP maximum hopcount 100
EIGRP maximum metric variance 1
Redistributing: eigrp 100
EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s
Automatic network summarization is in effect
Automatic address summarization:
  192.168.1.0/24 for FastEthernet0/0
    Summarizing with metric 40512000
  172.16.0.0/16 for Serial0/0/0
    Summarizing with metric 28160
Maximum path: 4
Routing for Networks:
  172.16.1.0/24
  192.168.1.96/27
Routing Information Sources:
  Gateway          Distance      Last Update
  (this router)      90           00:08:56
  Gateway          Distance      Last Update
  192.168.1.102      90           00:07:59
Distance: internal 90 external 170
```

# Overenie EIGRP: show ip eigrp neighbors

Overenie zoznamu susedov a vyformovania adj. vzťahu.

```
R1# show ip eigrp neighbors
```

```
IP-EIGRP neighbors for process 100
```

H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
0	192.168.1.102	Se0/0/0	11	00:09:17	22	2280	0	5

```
R1#
```



# Overenie EIGRP: show ip eigrp topology

Overenie topologickej tabuľky na smerovači.

```
R1# show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS(100)/ID(192.168.1.101)

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

P 192.168.1.96/27, 1 successors, FD is 40512000
    via Connected, Serial0/0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 40512000
    via Summary (40512000/0), Null0
P 172.16.0.0/16, 1 successors, FD is 28160
    via Summary (28160/0), Null0
P 172.17.0.0/16, 1 successors, FD is 40514560
    via 192.168.1.102 (40514560/28160), Serial0/0/0
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 28160
    via Connected, FastEthernet0/0

R1#
```

# Overenie EIGRP: show ip route eigrp

Overenie smerovacej tabuľky

```
R1# show ip route
```

```
<output omitted>
```

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

```
D    172.17.0.0/16 [90/40514560] via 192.168.1.102, 00:10:35, Serial0/0/0
```

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

```
D        172.16.0.0/16 is a summary, 00:11:37, Null0
```

```
C        172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
C        192.168.1.96/27 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
D        192.168.1.0/24 is a summary, 00:11:37, Null0
```

```
R1#
```

```
R1# show ip route eigrp
```

```
D    172.17.0.0/16 [90/40514560] via 192.168.1.102, 00:10:18, Serial0/0/0
```

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

```
D        172.16.0.0/16 is a summary, 00:11:19, Null0
```

```
    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
D        192.168.1.0/24 is a summary, 00:11:19, Null0
```

```
R1#
```

# Overenie EIGRP: show ip route NET/MASK

# Overenie EIGRP: show ip eigrp interfaces

Overenie činnosti EIGRP na rozhraniach

```
R1# show ip eigrp interfaces
```

```
IP-EIGRP interfaces for process 100
```

Interface	Peers	Xmit Queue Un/Reliable	Mean SRTT	Pacing Time Un/Reliable	Multicast Flow Timer	Pending Routes
Se0/0/0	1	0/0	22	10/380	468	0
Fa0/0	0	0/0	0	0/1	0	0

```
R1#
```

# show ip eigrp traffic

Overenie činnosti EIGRP a prevádzkových štatistík

```
R1# show ip eigrp traffic
IP-EIGRP Traffic Statistics for AS 100
  Hellos sent/received: 338/166
  Updates sent/received: 7/7
  Queries sent/received: 0/0
  Replies sent/received: 0/0
  Acks sent/received: 2/2
  SIA-Queries sent/received: 0/0
  SIA-Replies sent/received: 0/0
  Hello Process ID: 228
  PDM Process ID: 226
  IP Socket queue: 0/2000/1/0 (current/max/highest/drops)
  Eigrp input queue: 0/2000/1/0 (current/max/highest/drops)
```

```
R1#
```

# debug eigrp packets

Prenos a príjem EIGRP paketov.

```
R2# debug eigrp packets
*Jul 26 10:51:24.051: EIGRP: Sending HELLO on Serial0/0/0
*Jul 26 10:51:24.051:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jul 26 10:51:24.111: EIGRP: Sending HELLO on FastEthernet0/0
*Jul 26 10:51:24.111:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jul 26 10:51:26.667: EIGRP: Received HELLO on Serial0/0/0 nbr 192.168.1.101
*Jul 26 10:51:26.667:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0 peerQ un/re
ly 0/0
*Jul 26 10:51:28.451: EIGRP: Sending HELLO on FastEthernet0/0
*Jul 26 10:51:28.451:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jul 26 10:51:29.027: EIGRP: Sending HELLO on Serial0/0/0
*Jul 26 10:51:29.027:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jul 26 10:51:31.383: EIGRP: Received HELLO on Serial0/0/0 nbr 192.168.1.101
*Jul 26 10:51:31.383:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0 peerQ un/re
ly 0/0
*Jul 26 10:51:33.339: EIGRP: Sending HELLO on FastEthernet0/0
*Jul 26 10:51:33.339:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jul 26 10:51:33.511: EIGRP: Sending HELLO on Serial0/0/0
*Jul 26 10:51:33.511:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jul 26 10:51:36.347: EIGRP: Received HELLO on Serial0/0/0 nbr 192.168.1.101
*Jul 26 10:51:36.347:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0 peerQ un/re
ly 0/0
*Jul 26 10:51:37.847: EIGRP: Sending HELLO on Serial0/0/0
*Jul 26 10:51:37.847:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jul 26 10:51:37.899: EIGRP: Sending HELLO on FastEthernet0/0
```

# Ďalšia konfigurácia a ladenie



# Passive-Interface v EIGRP

- Zabráni v posielaní EIGRP updatov von cez dané rozhranie

```
Router(config-router)#  
passive-interface type number [default]
```

- Možnosť **default** nastaví všetky rozhrania na passive
  - Potrebne jednotlivé individuálne povoliť
- Z pohľadu činnosti EIGRP príkaz spôsobí:
  - Na rozhraní sa nevytvorí susedský vzťah
  - Smerovacie update sú z daného smeru ignorované
  - Avšak dané subnet pasívneho rozhrania je rozposielaná v EIGRP



# Konfigurácia šírky pásma v EIGRP

```
Router(config-if)# bandwidth kilobits
```

- Dôležitý parameter – na každom rozhraní je potrebné určiť jeho reálnu prenosovú rýchlosť
  - Pri FR = CIR
- EIGRP túto hodnotu používa dvojako
  - Pri výpočte metriky
  - Na určenie, koľko prenosového pásma môže minúť posielaním vlastných paketov
    - Default EIGRP použije 50% kapacity
- Príkaz **bandwidth** sa **nemá** používať na ovplyvňovanie výberu cesty
  - Namiesto toho sa má použiť príkaz **delay N**, kde N je oneskorenie v desiatkach mikrosekúnd

# Zmena váhových koeficientov v EIGRP

- V prípade potreby je možné hodnoty váhových koeficientov pre výpočet metriky v EIGRP upraviť
- Hodnoty musia byť identické na všetkých smerovačoch v tom istom autonómnom systéme

```
Router(config-router)# metric weights 0 K1 K2 K3 K4 K5
```

- Obvykle sa zmeny metrík neodporúčajú a majú byť konzultované s technickou podporou na Cisco

# Zmena časovačov v EIGRP

- EIGRP má niekoľko časovačov
  - Hello Interval – interval medzi odoslanými Hello paketmi
  - Hold Time – maximálny čas od posledného príchodu platného EIGRP paketu
    - Môj Hold Time dodržujú moji susedia, nie ja sám!
    - Pre každého suseda ja dodržujem jeho Hold Time
- Časovače medzi rôznymi susednými EIGRP routermi môžu byť rôzne
  - Každý smerovač môže posilať svoje Hello pakety s inou frekvenciou a môže o sebe oznámiť iný Hold Time
  - Medzi Hello Interval a Hold Time nie je preddefinovaný vzťah – zmena jedného neovplyvňuje hodnotu druhého
- Zmena časovačov sa realizuje na *individuálnych rozhraniach*:

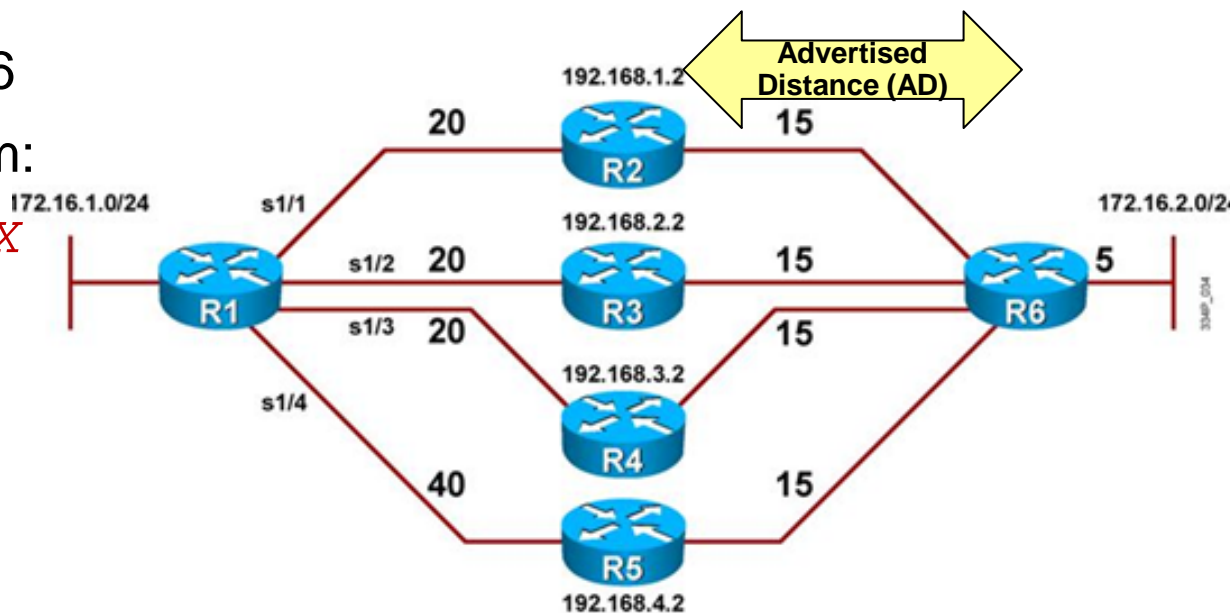
```
Router(config-if)# ip hello-interval eigrp as-number hello-interval  
Router(config-if)# ip hold-time eigrp as-number hold-time
```

# EIGRP a load balancing

- Každý smerovací protokol dokáže robiť equal-cost load balancing

- Def. 4 cesty, max. 16
- Definované príkazom:

**maximum-paths** *MAX*



R1 Topology Table

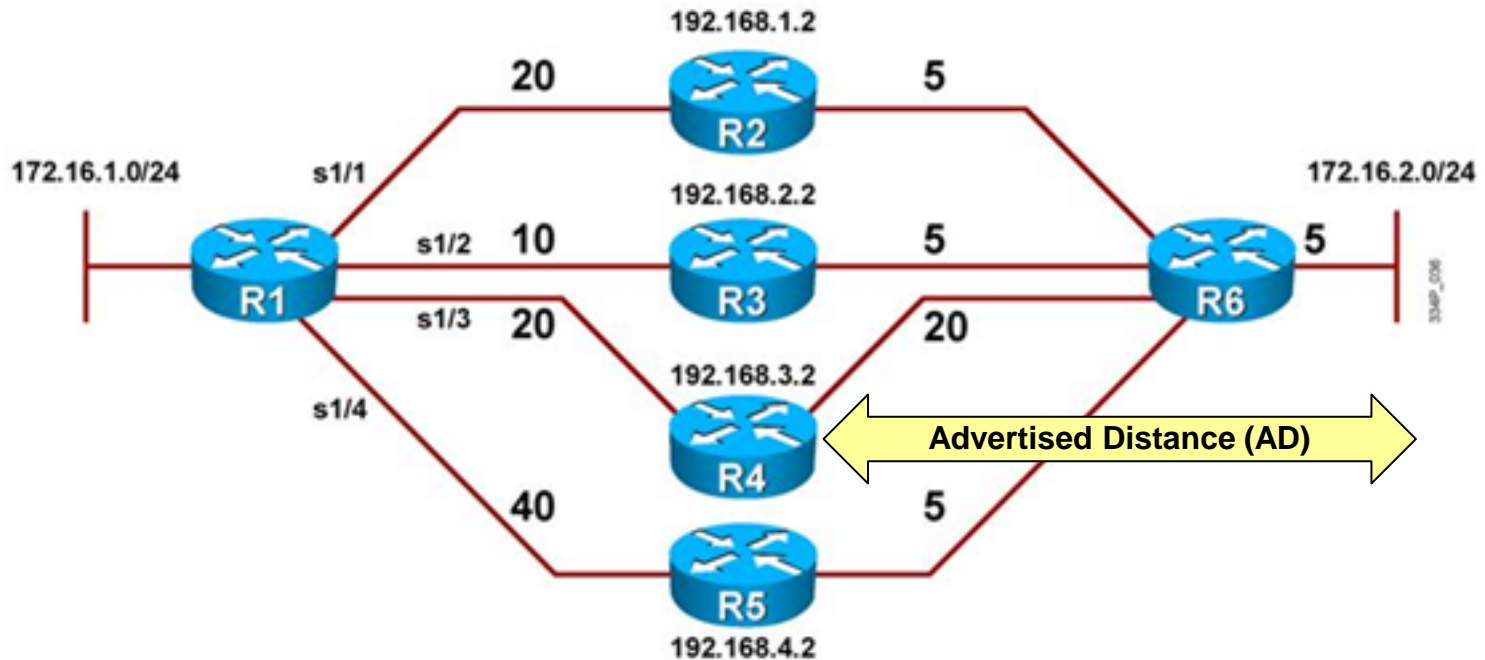
```
R1(config)# router eigrp 100
R1(config-router)# network 172.16.1.0 0.0.0.255
R1(config-router)# network 192.168.1.0
R1(config-router)# network 192.168.2.0
R1(config-router)# network 192.168.3.0
R1(config-router)# network 192.168.4.0
R1(config-router)# maximum-paths 3
R1(config-router)#
```

Network	Neighbor	AD	FD
172.16.2.0/24	<b>R2</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
	<b>R3</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
	<b>R4</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
	R5	20	60

# EIGRP a load balancing

- EIGRP ako jediný dokáže realizovať aj unequal-cost load balancing práve vďaka FC a feasible successorom
- Prostriedok:
  - príkaz **variance V** v konfigurácii EIGRP
    - Variance V stanovuje interval  $\langle \text{Distance}, V * \text{Distance} \rangle$ , kde Distance je dĺžka súčasnej najkratšej cesty do istej siete
      - $V \in \langle 1, 128 \rangle$
    - Každú cestu do tejto siete, ktorá *ide cez feasible successora* a jej dĺžka je v tomto intervale, použijeme pre load balancing
    - Príkaz v zásade stanovuje, koľkonásobne horšia môže ešte cesta cez feasible successora byť, aby sme ju boli ochotní využívať
      - Nelimituje však počet ciest, to robí max-paths
- V tomto prípade je veľmi vhodné, že sú v topologickej databáze zaznamenaní aj feasible successori

# EIGRP Unequal-Cost Load Balancing



```
R1(config)# router eigrp 100
R1(config-router)# variance 2
R1(config-router)#
```

```
R1(config)# router eigrp 100
R1(config-router)# variance 3
R1(config-router)#
```



R1 Topology Table

Network	Neighbor	AD	FD
172.16.2.0/24	R2	10	30
	R3	10	20
	R4	25	45
	R5	10	50

# EIGRP a load balancing

- Load balancing sa môže realizovať
  - per packet alebo
  - per destination
- Spôsob konfigurácie závisí od toho, či je zapnutý CEF alebo nie
- Je vhodné mať CEF aktívne, pretože významne zrýchľuje

```
Router(config)# ip cef
```

- Konfigurácia load balancingu pod CEF
  - Príkazy patria na **výstupné** rozhrania

```
Router(config-if)# ip load-sharing per-packet
```

```
Router(config-if)# ip load-sharing per-destination
```

# EIGRP a load balancing

- Riadenie distribúcie prevádzky cez viaceré cesty:

**traffic-share [ balanced | min across-interfaces ]**

- **balanced**

- Default správanie, smerovač distribuuje prevádzku proporcionálne k metrikám jednotlivých ciest

- **min across-interfaces**

- Smerovač použije len cestu/cesty s min. cenou
  - V smerovacej tabuľke sú však všetky (FD aj tie s násobkom *variance*)
  - Riešenie backupu primárnych ciest



# Príklad – Balanced LB

## ■ Príklad:

- max-path=4, variance=4
- Cesta 1: 1100
- Cesta 2: 1100
- Cesta 3: 2000
- Cesta 4: 4000

## ■ Ktoré cesty budú použité na LB?

- V akom pomere bude rozdeľovaná prevádzka?
- Smerovač podelí najhoršiu metriku metrikou každej cesty a zaokrúhli na celé
  - Pre cestu 1 a 2
    - $4000/1100 = 3$
  - Pre cestu 3
    - $4000/2000 = 2$
  - Pre cestu 4
    - $4000/4000 = 1$
- Cestou 1 a 2 pôjdu tri pakety, cestou 3 dva pakety a cestou 4 jeden paket

# EIGRP a default route

- EIGRP môže default route posielat' tromi spôsobmi
  1. Ako smer 0.0.0.0/0
  2. Alebo ako sieť, ktorej zároveň dá príznak, že cesta k danej sieti je totožná s default route
  3. Ak to situácia dovoľuje, je možné použiť aj manuálnu sumarizáciu do 0.0.0.0/0
- Preposielanie smeru 0.0.0.0/0
  - Nevyhnutné definovať ho staticky alebo získať ho z iného smerovacieho protokolu,
  - a redistribuovať ho do EIGRP

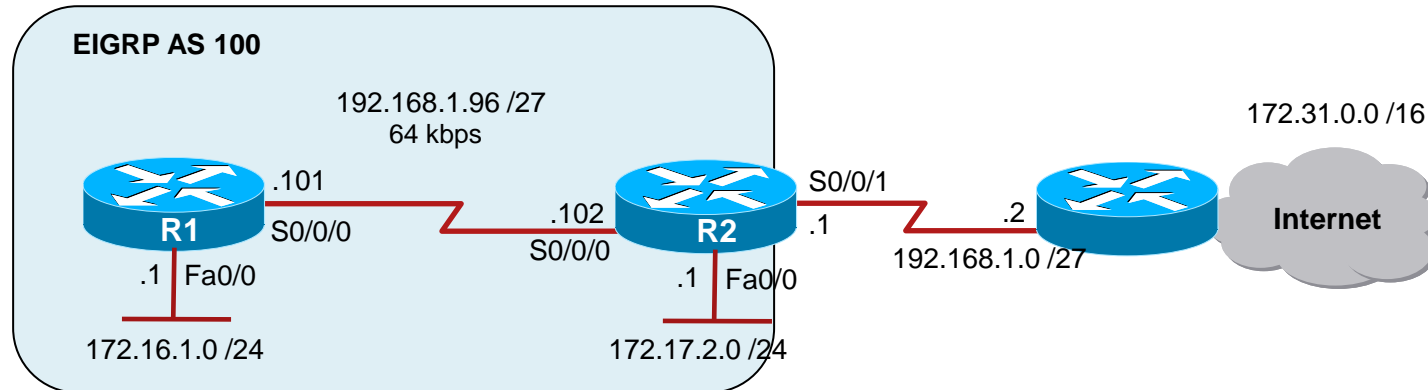
```
Router(config-router)# redistribute static
```

or

```
Router(config-router)# network 0.0.0.0
```

**Podmienka:** ip route musí byť s výstupným rozhraním, nie s next hop IP adresou

# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 next-hop



```
R2(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.2
```

```
R2(config)# router eigrp 100
```

```
R2(config-router)# redistribute static
```

```
R2(config-router)# do show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
Gateway of last resort is 192.168.1.2 to network 0.0.0.0
```

```
172.17.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
D 172.17.0.0/16 is a summary, 02:53:48, Null0
```

```
C 172.17.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
D 172.16.0.0/16 [90/40514560] via 192.168.1.101, 02:53:48, Serial0/0/0
```

```
192.168.1.0/27 is subnetted, 2 subnets
```

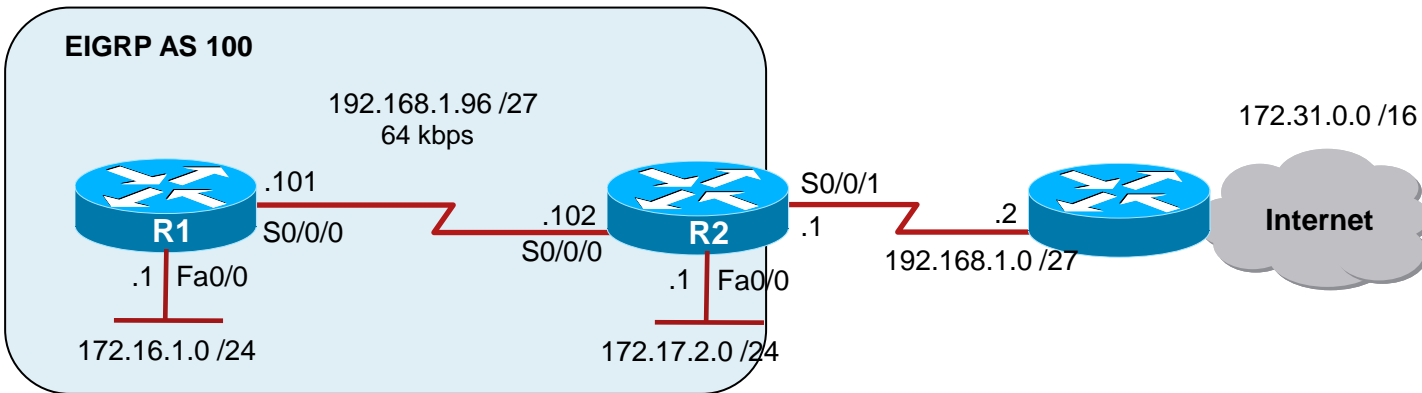
```
C 192.168.1.96 is directly connected, Serial0/0/0
```

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

```
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.1.2
```

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

# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 interface



```
R2(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S0/0/1
```

```
R2(config)# router eigrp 100
```

```
R2(config-router)# network 0.0.0.0
```

```
R2(config-router)# do show ip route
```

```
<output omitted>
```

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

```
172.17.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
D    172.17.0.0/16 is a summary, 03:13:25, Null0
```

```
C    172.17.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
D    172.16.0.0/16 [90/40514560] via 192.168.1.101, 03:13:25, Serial0/0/0
```

```
192.168.1.0/27 is subnetted, 2 subnets
```

```
C    192.168.1.96 is directly connected, Serial0/0/0
```

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

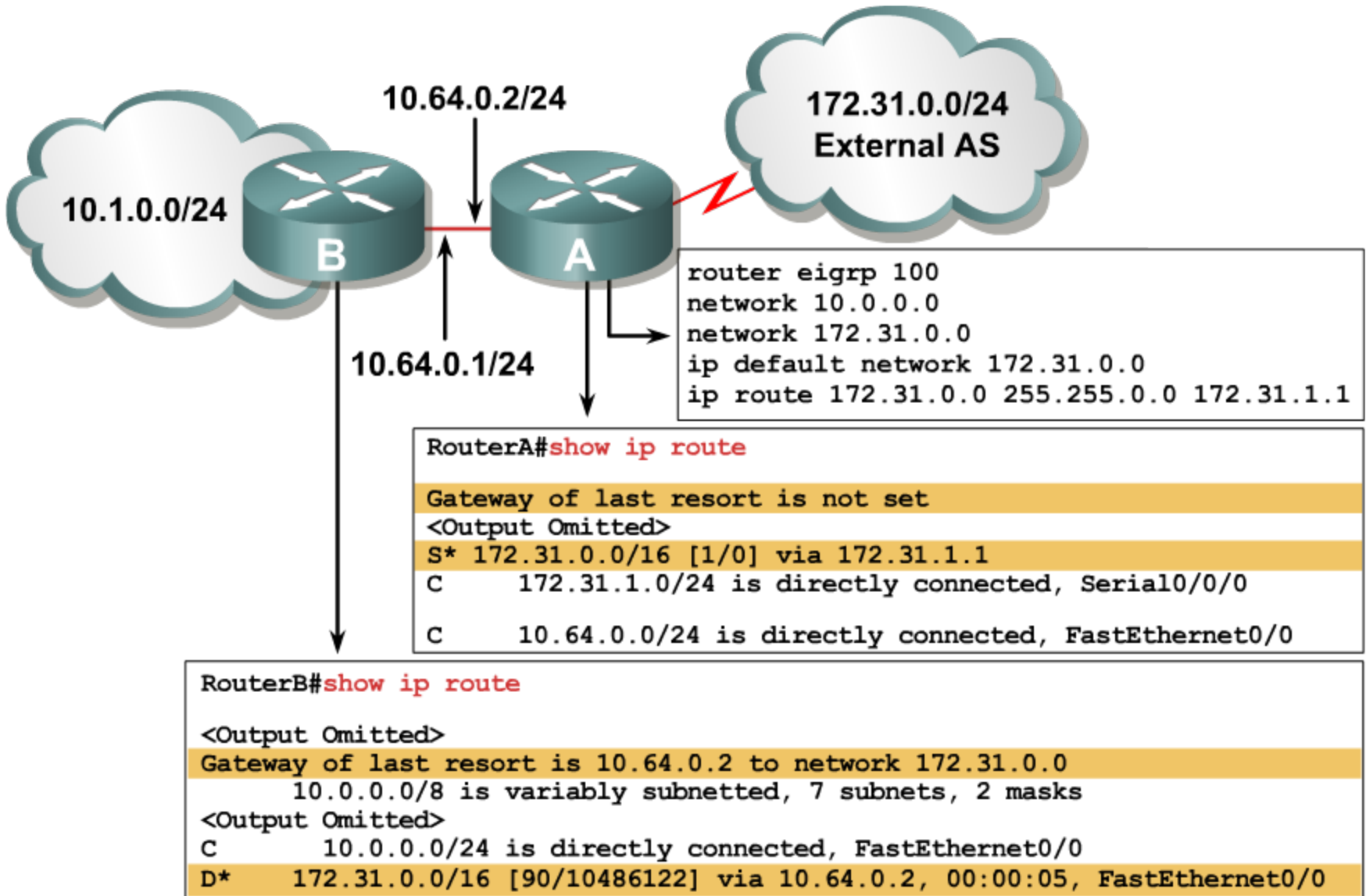
```
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/1
```

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

# EIGRP a default route

- Použitie príkazu **ip default-network**
  - Príkaz definuje sieť, ktorá je mimo našej topológie, a teda cesta k nej vedie cez nejakú bránu
  - Default route a cesta k tejto „default network“ budú totožné
  - Typicky je to sieť, ktorá spája hraničný smerovač našej siete s ISP
- Použitie príkazu **ip default-network** má niekoľko krokov:
  - Sieť, ktorú chceme označiť ako „default network“, sa už musí v EIGRP prenášať – napr. vymenovaním v príkaze „network“, prípadne redistribúciou
  - Na hraničnom smerovači ju označíme príkazom **ip default-network**
- Komplikácia: príkaz **ip default-network A.B.C.D** sa chová zložito
  - Ak A.B.C.D nie je sama osebe major network, do konfigurácie automaticky pribudne len príkaz  
**ip route CL\_NET(A.B.C.D) CL\_MASK(A.B.C.D) A.B.C.D**
    - Túto sieť treba do EIGRP následne redistribuovať a označiť ako default príkazom  
**ip default-network CL\_NET(A.B.C.D)**
  - Dôvod: príkaz bol pôvodne vytvorený pre classful protokoly RIPv1 a IGRP, jeho správanie je preto silne classful orientované
  - Naše odporúčanie: použitiu tohto príkazu sa vyhnúť

# Použitie príkazu ip default-network



# Sumarizácia v EIGRP



# Sumarizácia v EIGRP

- EIGRP podporuje
  - automatickú sumarizáciu
  - manuálnu sumarizáciu
- Pravidlá pre automatickú sumarizáciu platia rovnako ako pri RIPv2
  - Je štandardne aktívna
  - Uplatní sa v momente, keď sa rozhraním patriacim do istej major network posielajú informácie o komponente inej major network
  - Akonáhle smerovač realizuje sumarizáciu, vytvára si automaticky sumárnu položku smerujúcu na Null0
    - discard route proti vzniku smerovacej slučky
  - Pri EIGRP sa automatická sumarizácia **nevzťahuje** na komponenty takých major net, v ktorých smerovač sám nemá priamo pripojené rozhrania (rozdiel oproti RIPv2)



# Sumarizácia v EIGRP

- Konfigurácia manuálnej sumarizácie:

```
Router(config-if)# ip summary-address eigrp AS SIET' MASKA  
Router(config-if)# router eigrp AS  
Router(config-router)# no auto-summary
```

- Automatickú sumarizáciu je potrebné vypnúť, inak dôjde k zaujímavému efektu:
  - Pošle sa aj manuálne, aj automaticky sumarizovaná položka
- Vypnutie automatickej sumarizácie sa odporúča ako samozrejmý krok pri konfigurácii EIGRP
- Metrika sumarizovanej cesty je najnižšia metrika s pomedzi sumarizovaných ciest
- Sumarizácia na kratšie masky ako classful je povolená
  - Superneting je povolený

# Autentifikácia v EIGRP



# Autentifikácia v EIGRP

- EIGRP podporuje len MD5 autentifikáciu
  - Obsah EIGRP paketov nie je šifrovaný
  - Heslo sa neprenáša
    - Prenáša sa MD5 hash (message digest) počítaný z čísla kľúča (key ID) a hesla (key)
    - Odosielajúci pridať hash, prijímajúci počíta vlastnú a porovnáva s prijatou
- Spôsob konfigurácie je analogický ako v RIPv2, kľúče aj ich čísla musia byť zhodné
  1. Vytvorenie kľúčenky
    - Voliteľne parametre
  2. Aktivácia konkrétnej formy autentifikácie na rozhraní
  3. Aktivácia konkrétnej kľúčenky na rozhraní
- Je možné mať viaceré kľúče v kľúčenke
  - Platnosť môže byť voliteľne definovaná
  - Odosielajúci smerovač použije na počítanie hash prvý platný kľúč (od najnižšieho ID)
  - Prijímajúci smerovač skúša všetky kľúče v kľúčenke kým nie je zhoda

# Autentifikácia v EIGRP

- EIGRP podporuje len MD5 autentifikáciu
- Spôsob konfigurácie je analogický ako v RIPv2, kľúče aj ich čísla musia byť zhodné
- Vytvorenie kľúčanky

```
Router(config)# key chain MENO
Router(config-keychain)# key ČÍSLO
Router(config-keychain-key)# key-string HESLO
Router(config-keychain)# key INE_ČÍSLO
Router(config-keychain-key)# key-string INE_HESLO
```

- Aktivácia konkrétnej formy autentifikácie na rozhraní

```
Router(config-if)# ip authentication mode eigrp AS md5
```

- Aktivácia konkrétnej kľúčanky na rozhraní

```
Router(config-if)# ip authentication key-chain eigrp AS
MENO
```

# Časová platnosť klúčov

Router(config-keychain-key)#

```
accept-lifetime start-time {infinite | end-time | duration  
seconds}
```

- Voliteľný príkaz

- definuje, odkedy dokedy akceptujeme pakety podpísané týmto klúčom

Router(config-keychain-key)#

```
send-lifetime start-time {infinite | end-time | duration  
seconds}
```

- Voliteľný príkaz

- definuje, odkedy dokedy my používame pre odosielanie paketov daný klúč na podpisovanie

# Funkcie pre časový server (NTP)

- Dôležité z pohľadu správnej migrácie kľúčov
- Konfigurácia NTP klienta
  - smerovač, ktorý si voči serveru aktualizuje svoj čas

```
Router(config)# ntp server IP [prefer]
```

- Konfigurácia NTP servera
  - smerovač, ktorý poskytuje časové služby

```
Router(config)# ntp master [1-15]
```

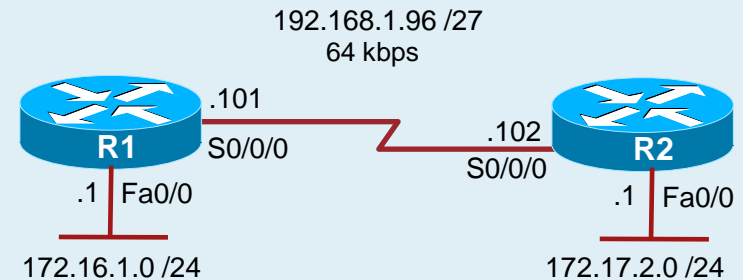
- Konfigurácia časovej zóny

```
Router(config)# clock timezone CET 1  
Router(config)# clock summer-time CEST recurring  
last Sun Mar 2:00 last Sun Oct 3:00
```

# Konfigurácia EIGRP MD5 autentifikácie s migráciou kľúčov

```
R1# show running-config
!
<output omitted>
!
key chain R1chain
key 1
  key-string FIRST-KEY
  accept-lifetime 04:00:00 Jan 1 2009 infinite
  send-lifetime 04:00:00 Jan 1 2009 04:00:00 Jan 31 2009
key 2
  key-string SECOND-KEY
  accept-lifetime 04:00:00 Jan 25 2009 infinite
  send-lifetime 04:00:00 Jan 25 2009 infinite
!
<output omitted>
!
interface FastEthernet0/0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0/0/0
  bandwidth 64
  ip address 192.168.1.101 255.255.255.224
  ip authentication mode eigrp 100 md5
  ip authentication key-chain eigrp 100 R1chain
!
router eigrp 100
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0
  auto-summary
```

EIGRP AS 100

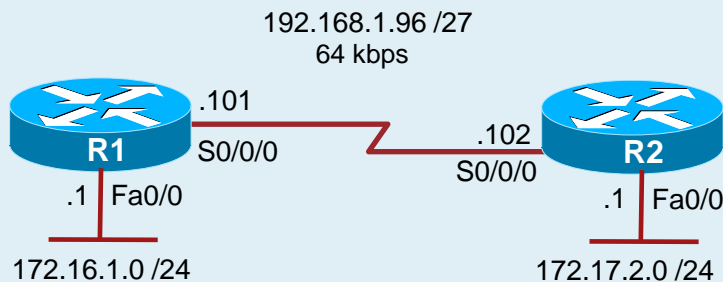


- R1 použije na odoslanie kľúč jedna od 1.1.2009 do 31.1.2009
- R1 akceptuje príjem kľúča jedna od 1.1.2009 do nekonečna

- R1 môže od 25.1.2009 používať na príjem aj odoslanie kľúč dva

# Konfigurácia EIGRP MD5 autentifikácie s migráciou kľúčov

EIGRP AS 100



- R2 bude používať na príjem aj odoslanie kľúč jedna od 1.1.2009 do nekonečna

- od 25.1.2009 môže R2 používať na príjem aj kľúč dva
- na odoslanie až keď kľúč jedna bude vymazaný alebo skončí životnosť

```
R2# show running-config
```

```
!
```

```
<output omitted>
```

```
!
```

```
key chain R2chain
```

```
key 1
```

```
key-string FIRST-KEY
```

```
accept-lifetime 04:00:00 Jan 1 2009 infinite
```

```
send-lifetime 04:00:00 Jan 1 2009 infinite
```

```
key 2
```

```
key-string SECOND-KEY
```

```
accept-lifetime 04:00:00 Jan 25 2009 infinite
```

```
send-lifetime 04:00:00 Jan 25 2009 infinite
```

```
!
```

```
<output omitted>
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/0
```

```
ip address 172.17.2.2 255.255.255.0
```

```
!
```

```
interface Serial0/0/0
```

```
bandwidth 64
```

```
ip address 192.168.1.102 255.255.255.224
```

```
ip authentication mode eigrp 100 md5
```

```
ip authentication key-chain eigrp 100 R2chain
```

```
!
```

```
router eigrp 100
```

```
network 172.17.2.0 0.0.0.255
```

```
network 192.168.1.0
```

```
auto-summary
```



# Overenie MD5 Authentication

```
R1# show key chain
```

```
Key-chain R1chain:
```

```
key 1 -- text "FIRST-KEY"
```

```
accept lifetime (04:00:00 Jan 1 2009) - (always valid) [valid now]
```

```
send lifetime (04:00:00 Jan 1 2009) - (04:00:00 Jan 31 2009)
```

```
key 2 -- text "SECOND-KEY"
```

```
accept lifetime (04:00:00 Jan 25 2009) - (always valid) [valid now]
```

```
send lifetime (04:00:00 Jan 25 2009) - (always valid) [valid now]
```

# Diagnostika zlého hesla v EIGRP

```
R2# show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 100
R2#
```

```
R2# debug eigrp packets
EIGRP Packets debugging is on
  (UPDATE, REQUEST, QUERY, REPLY, HELLO, IPXSAP, PROBE, ACK, STUB, SIAQUERY, SIAREPLY)
*Jan 21 16:50:18.749: EIGRP: pkt key id = 2, authentication mismatch
*Jan 21 16:50:18.749: EIGRP: Serial0/0/0: ignored packet from 192.168.1.101, opcode = 5 (invalid
authentication)
*Jan 21 16:50:18.749: EIGRP: Dropping peer, invalid authentication
*Jan 21 16:50:18.749: EIGRP: Sending HELLO on Serial0/0/0
*Jan 21 16:50:18.749:   AS 100, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0
*Jan 21 16:50:18.753: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 100: Neighbor 192.168.1.101
  (Serial0/0/0) is down: Auth failure
R2#
```

# Optimalizácia EIGRP, EIGRP Stub, SIA-Query, Graceful Shutdown

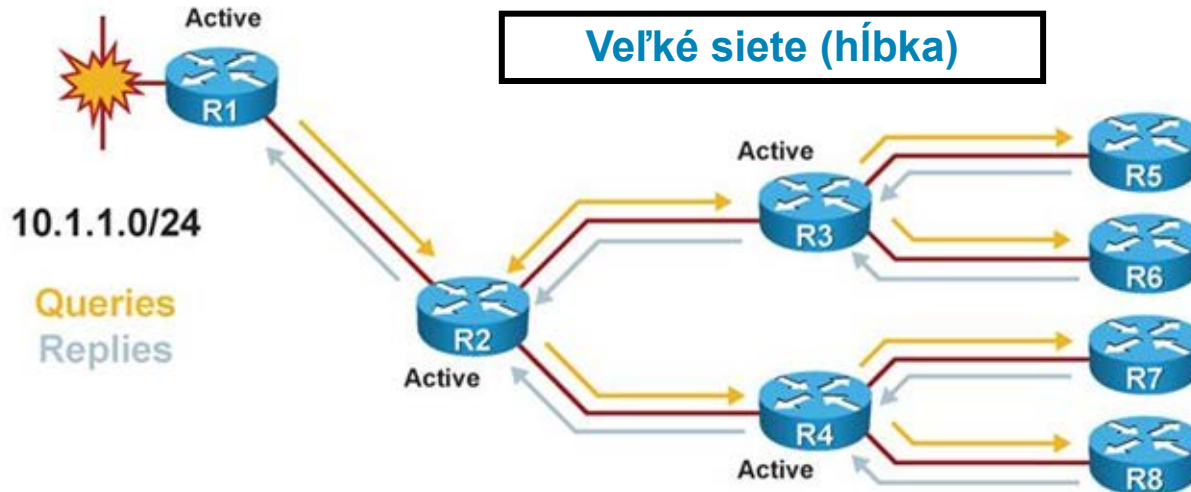


# Škálovateľnosť EIGRP

- Pri prevádzke veľkej siete treba brať do úvahy:
  - Musia byť spracovávané veľké smerovacie a topo tabuľky
  - Vysoké požiadavky na zdroje smerovačov
    - Pamäť, CPU, šírku pásma
      - Potrebne na uloženie tabuliek
      - Potrebne pre zasielanie a spracovávanie updates
      - Problém pri WAN
- Faktory ovplyvňujúce škálovateľnosť
  - Množstvo vymieňaných informácií
  - Počet smerovačov
  - „Hĺbka“ topológie
    - Ako ďaleko sa šíria dotazy a updaty
    - Vplyv na konvergenciu
- Z toho vyplývajú dizajnové výzvy
  - Optimalizácia smerovacích a topo tabuliek
  - Optimalizácia množstva „zmien“ na sieti
  - Záťaž WAN liniek EIGRP komunikáciou

# Žiadosti (queries) v EIGRP

## SIA a pret'aženie EIGRP query procesu



- Žiadosti sa posielajú, ak aktuálny smer do cieľa prestal byť platný a žiaden vhodný feasible successor neexistuje
- Poslaním žiadosti sa smer do cieľovej siete stáva *aktívnym*
- Žiadosti sa posielajú všetkým susedom cez všetky rozhrania
  - Výnimkou je, ak prichádza U alebo Q od súčasného successora, toho sa v takom prípade nepýtame
- Ak susedia nevedia odpovedať, sami sa opýtajú svojich susedov
- Tým, že smerovač odpovie a nepýta sa ďalej, zastaví postup žiadosti do väčšej hĺbky v sieti
  - Difúzny výpočet nemožno ukončiť, ak router nedostal všetky odpovede – citlivé miesto EIGRP

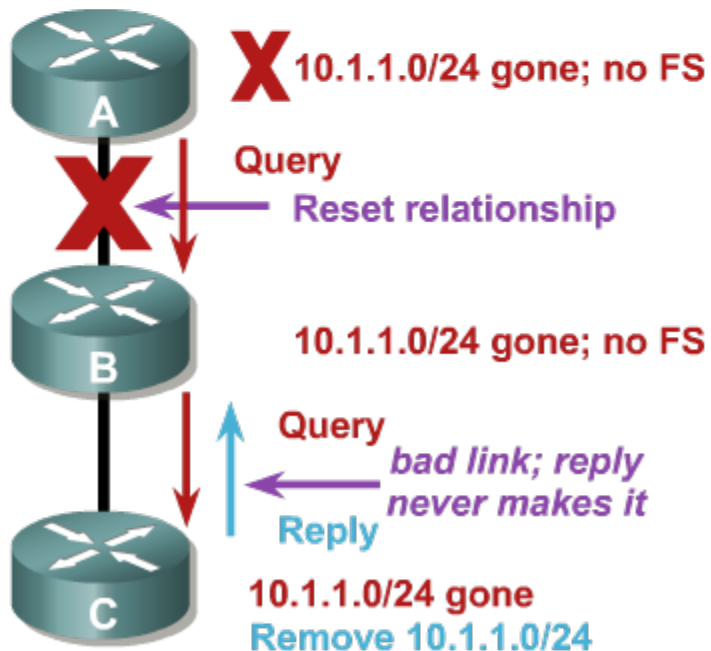
# Stav Stuck-in-Active v EIGRP

- Smerovač musí dostať všetky odpovede na svoje otázky skôr, než sa rozhodne a prípadne sám odpovie ďalším smerovačom
- Ak niektorý sused neodpovie na otázku do 3 minút,
  - stav danej cesty sa uvedie do tzv. **SIA**
  - a smerovač ukončí susedstvo („neighbor relationship“) so susedom, od ktorého neprichádza odpoveď
  - Môžeme zmeniť:  
`timers active-time [time-limit | disabled]`
- Dôvody vzniku SIA môžu byť rôzne
  - Zaneprázdnenosť smerovača (CPU Busy)
  - Chyba linky medzi smerovačmi
    - Unidirectional link, chybovosť
- Vylepšenie: SIA Query
  - **Dokument: *Advances in EIGRP*** (PDF/PPT), popisuje aj Stub funkcie a ďalšie špecifické zdokonalenia v EIGRP

# Vylepšenie SIA detekcie

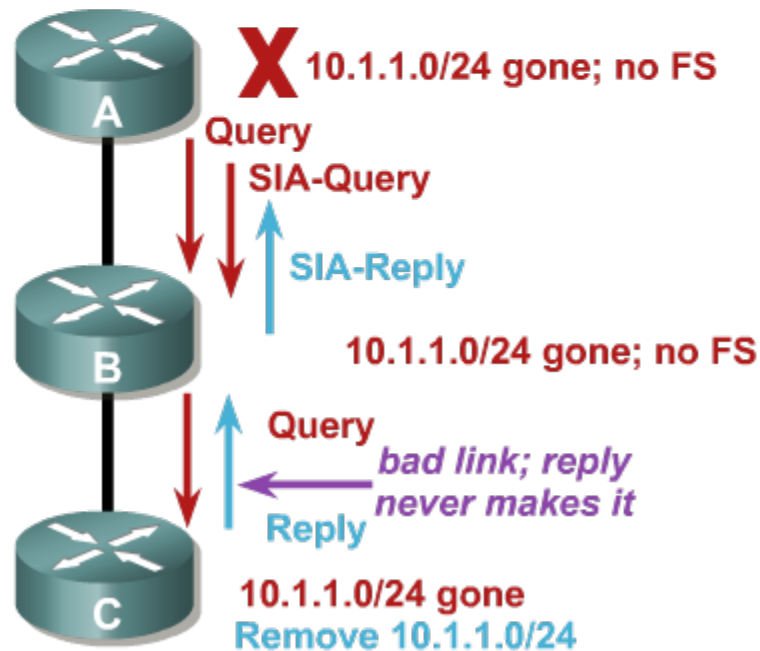
## Predtým

- Smerovač A zruší susedstvo s B po expirovaní „active“ časovača, aj keď skutočný problém je na linke medzi B a C.

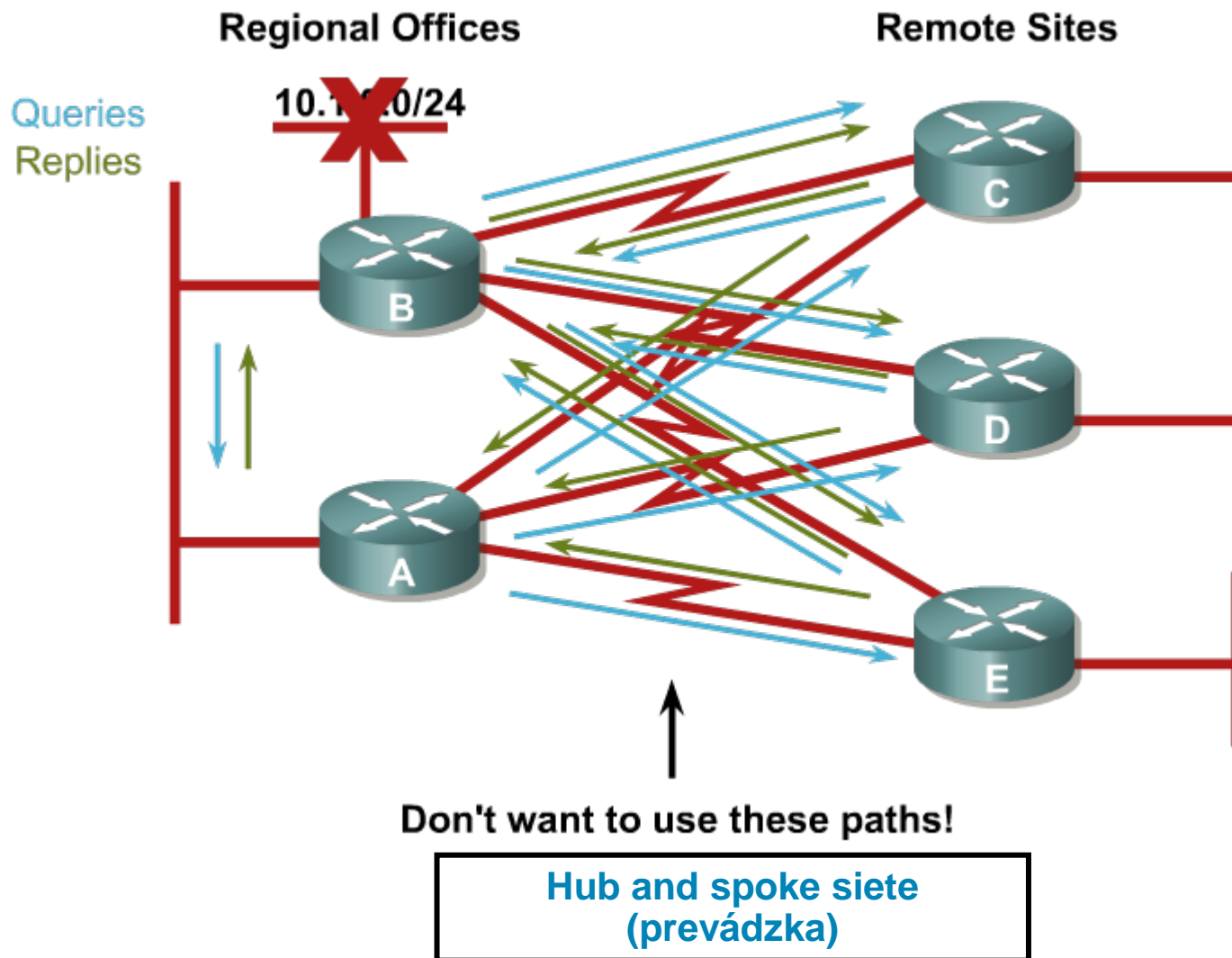


## Teraz

- A pošle v polovici času „active“ tzv. SIA-Query, aby zistil, či B žije, aj keď neodpovedá. B odpovie tzv. SIA-Reply, vďaka čomu ho A „neodpíli“.
- Pošlú sa najviac 3 SIA-Queries



# Problém s query range (WAN)



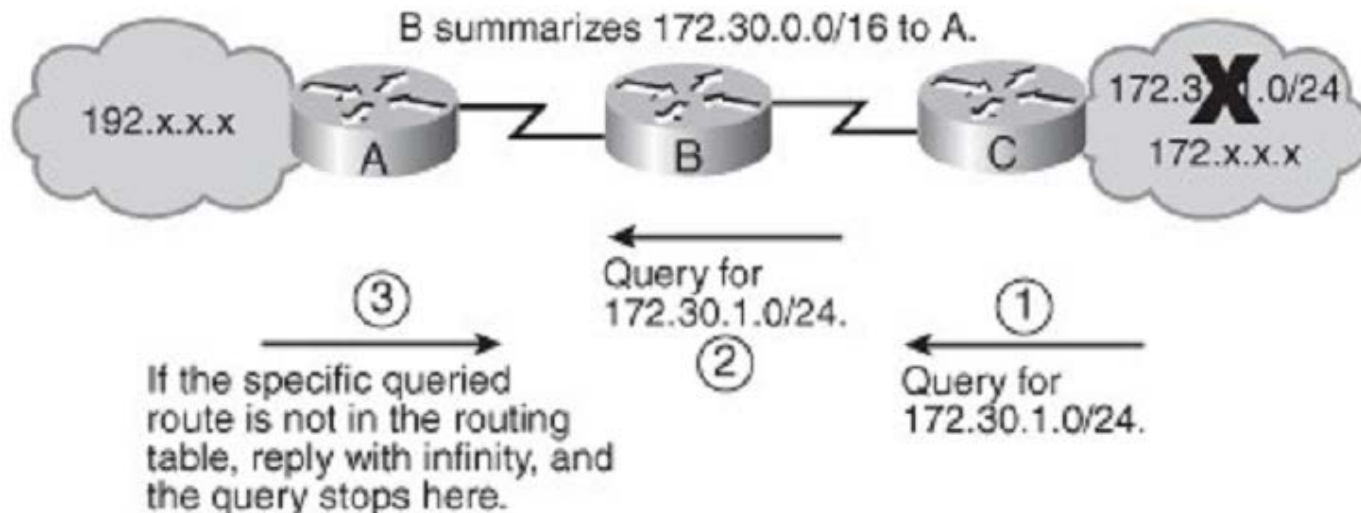


# Riešenia EIGRP query range

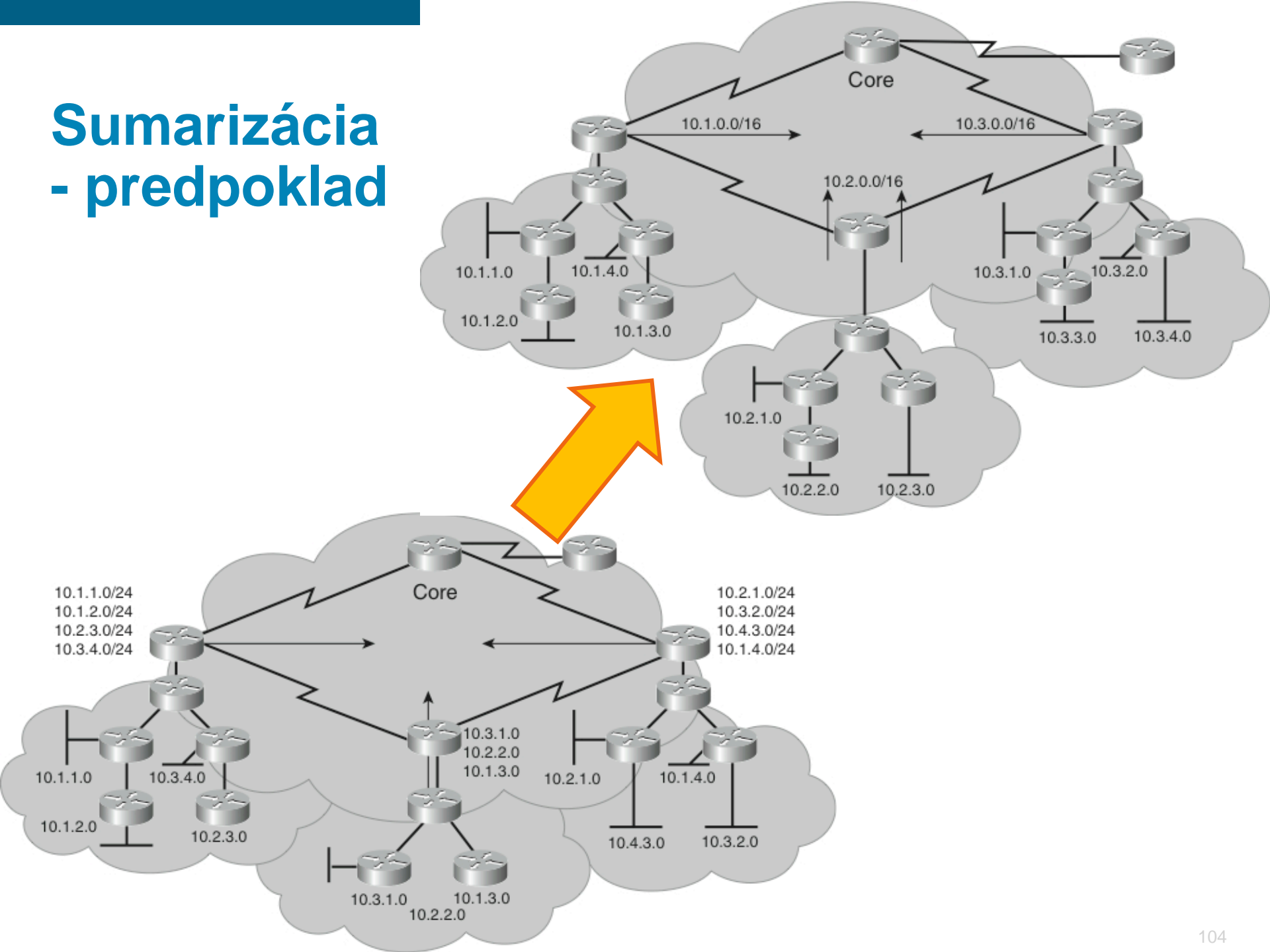
- Existujú viaceré riešenia tohto problému
  - Sumarizácia sietí
  - Redistribúcia smerovacích informácií
  - Využitie vlastnosti protokolu EIGRP, tzv. „***EIGRP stub***„

# Sumarizácia v EIGRP

- Sumarizácia v EIGRP je účinný prostriedok pre ohraničenie priestoru, do ktorého sa rozpošle žiadosť (query)
  - Susedia smerovača, ktorý realizuje sumarizáciu, nepoznajú komponenty sumárnej siete
  - Ak sa ich smerovač opýta na konkrétny komponent, okamžite odpovedia, že ho nepoznajú – bez ďalšieho šírenia otázky
- Pri EIGRP je teda hierarchický dizajn siete s rozumne navrhnutými sumarizovateľnými adresovými priestormi veľmi dôležitý, zvlášť pokiaľ sa jedná o veľké siete
  - Vhodná sumarizácia znižuje riziko tzv. Stuck-in-Active stavu, ktorý je schopný veľmi neprijemniť administrátorovi život, používateľom prácu a sieti jej činnosť

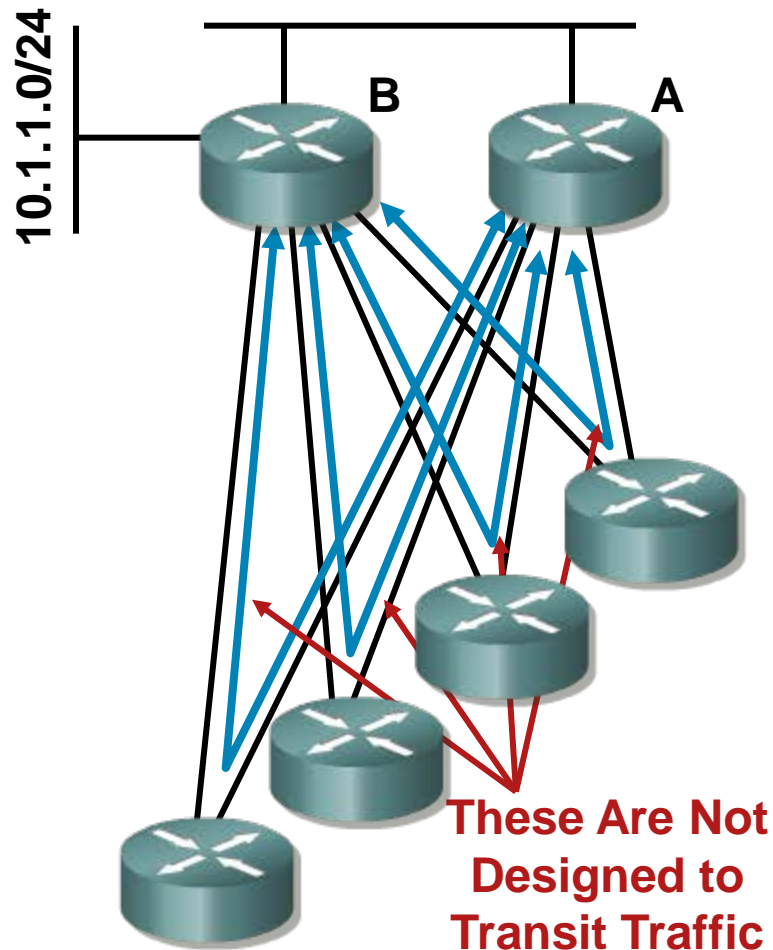


# Sumarizácia - predpoklad



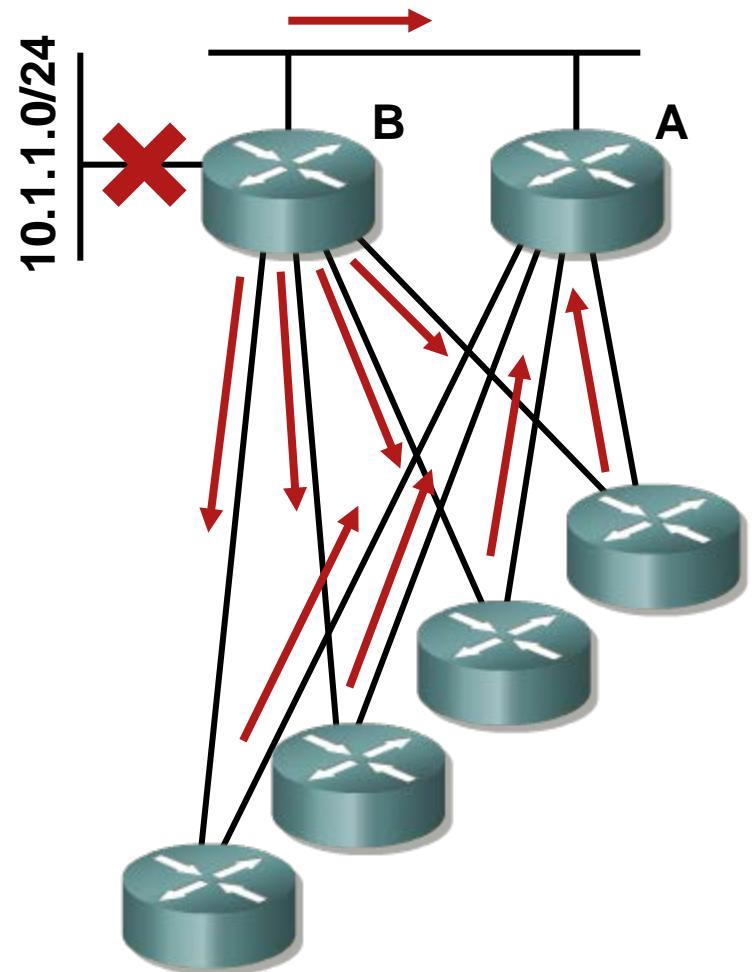
# EIGRP Stub

- Ak spoke routery majú násobné spojenia s centrom, je to kvôli zálohovaniu spojenia medzi nimi a centrom, nie kvôli zálohe medzi smerovačmi A a B
- Router B by nikdy nemal skúšať zneužiť spoke smerovače na dosiahnutie niečoho, čo je dosiahnuteľné cez A (a naopak), takže nemá zmysel sa spoke-ov čokoľvek pýtať



# EIGRP Stub

- Ak smerovač **B** stratí spojenie so sieťou 10.1.1.0/24, musí vytvoriť a rozposlať 5 otázok
- Každá zo vzdialených lokalít musí poslať otázku na **A**
- **A** dostane 5 otázok, na ktoré musí vytvoriť a poslať odpovede
- Vzdialené lokality musia zasa odpovedať **B**

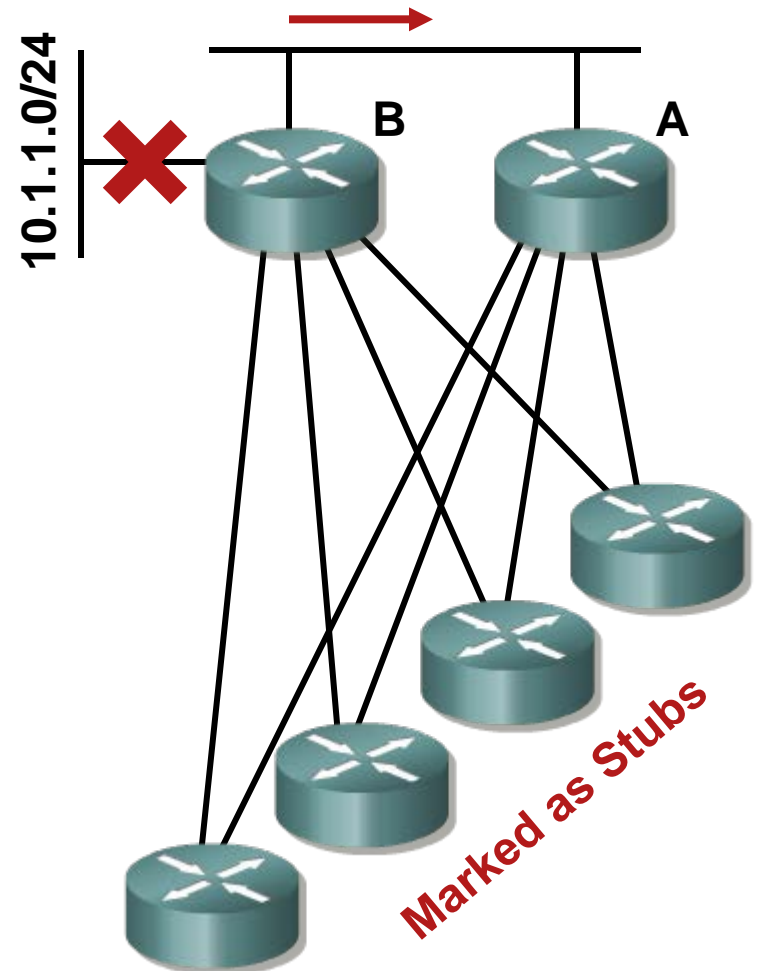


# EIGRP Stub

- Document: „[EIGRP Stub Router Functionality](#)“
- Schopnosť EIGRP obmedziť rozsah propagovanej otázky
- Využiteľné obzvlášť v hub-and-spoke topológiách
- Stub router posiela svoje pakety so špeciálnym TLV, ktorým ohlasuje, že je stub
- Vlastnosti stub konfigurácie:
  - [Susedia](#) stub routerov im [neposielajú nijaké otázky](#) (queries)
  - Ak aj stub router dostane nejakú otázku (spravidla od staršieho nekompatibilného suseda), [zásadne odpovie správou „unreachable“](#)
  - Stub router [nepreposiela](#) svojim susedom siete, ktoré sa cez EIGRP naučil

# EIGRP Stub

- Ak sa spoke smerovače nakonfigurujú ako stub-y, smerovače A a B im nikdy nepošlú Query
  - Spoke nikdy nedostanú otázku
  - Ak by aj otázku dostali (od nekompatibilného suseda), okamžite pošlú odpoveď „unreachable“
- Router **B** pri strate konektivity s 10.1.1.0/24 pošle iba jednu otázku namiesto 5
- **A** vidí len jednu cestu do 10.1.1.0/24 namiesto piatich
  - Spoke routery neohlasujú ďalej cesty naučené cez EIGRP



# Konfigurácia EIGRP Stub

Router (config-router) #

```
eigrp stub [receive-only | connected | static |  
summary | redistributed]
```

- **receive-only**: Stub nebude informovať o žiadnej vlastnej sieti
- **connected**: Dovolí stubu informovať o priamo pripojených sieťach (tie treba nakonfigurovať alebo redistribuovať)
- **static**: Dovolí stubu informovať o staticky definovaných cestách (tie treba redistribuovať)
- **summary**: Dovolí stubu posielat' sumarizované smery
- **redistributed**: Dovolí posielat' redistribuované smery
- Štandardne pri príkaze *eigrp stub*
  - je default **connected** a **summary**
  - Môže byť kombinácia okrem receive-only



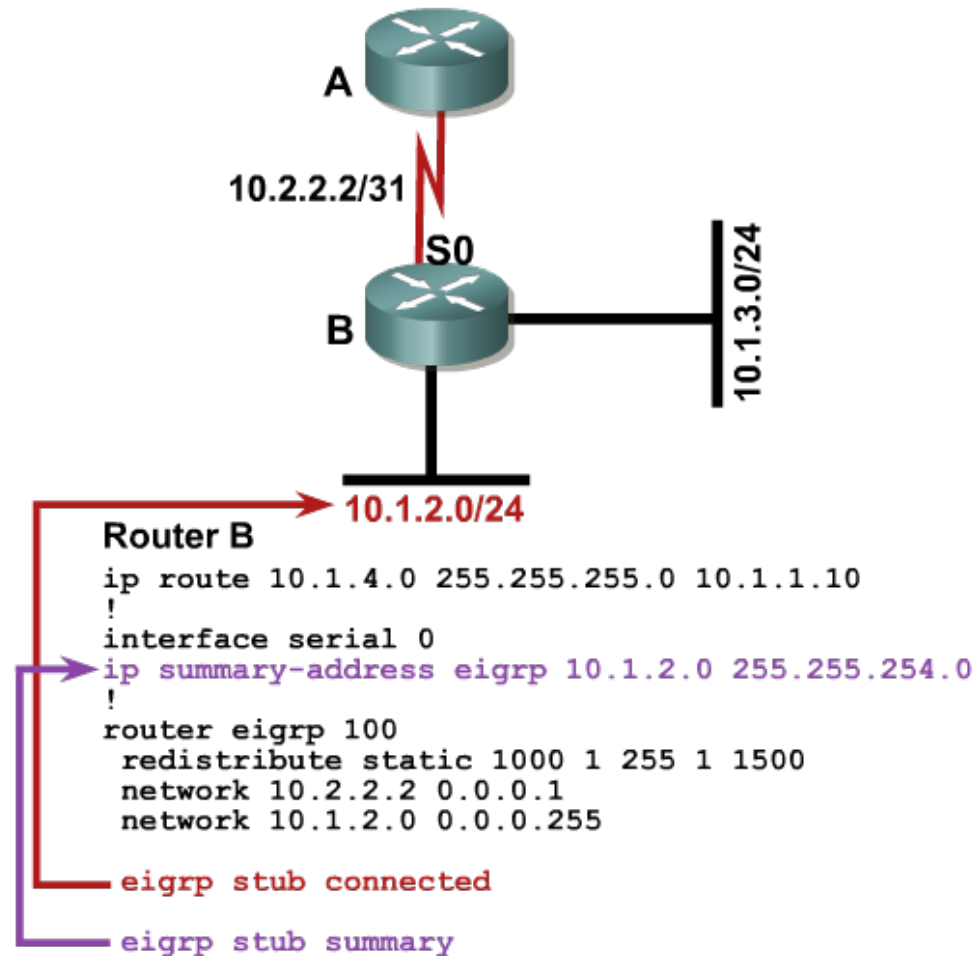
# Príklad na parametre EIGRP Stub

## ■ **stub connected:**

- B ohlási 10.1.2.0/24 a 10.2.2.2/31
- B neohlási 10.1.2.0/23, 10.1.3.0/24 (nie je v network) ani 10.1.4.0/24

## ■ **stub summary:**

- B ohlási 10.1.2.0/23
- B neohlási 10.1.2.0/24, 10.1.3.0/24 ani 10.1.4.0/24



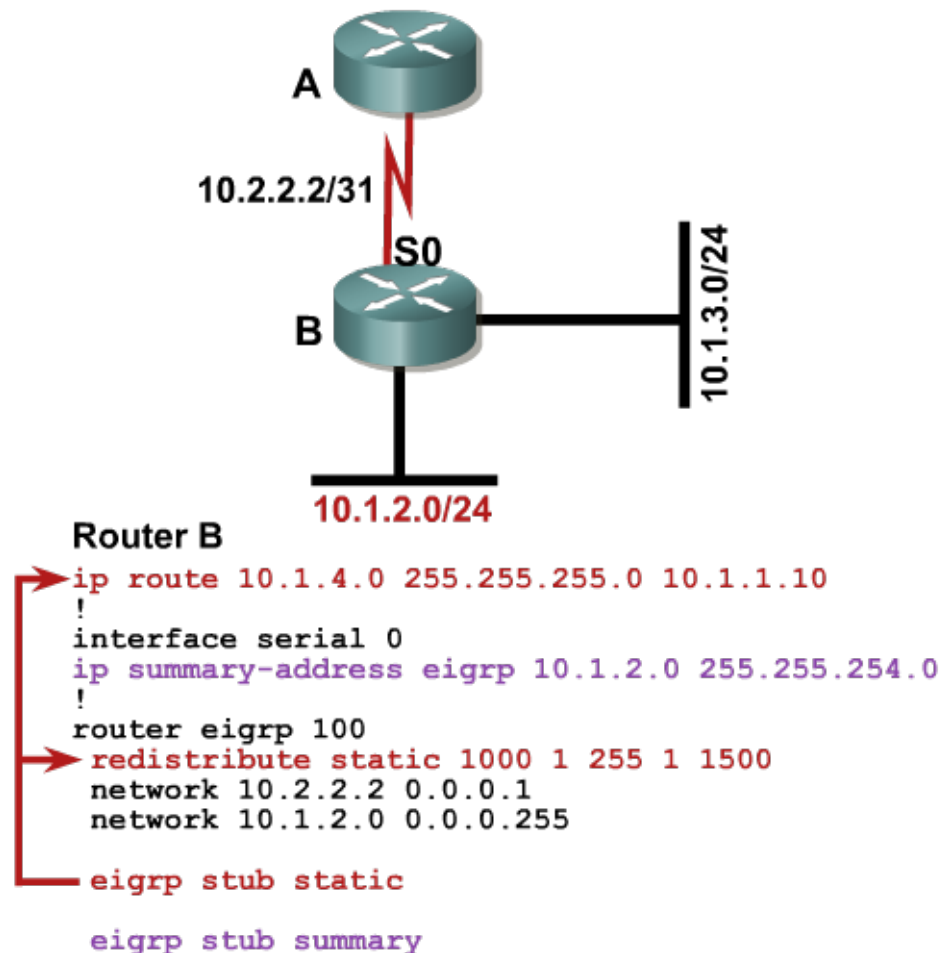
# Príklad na parametre EIGRP Stub

- **stub static:**

- B ohlási 10.1.4.0/24
- B neohlási 10.1.2.0/24, 10.1.2.0/23 ani 10.1.3.0/24

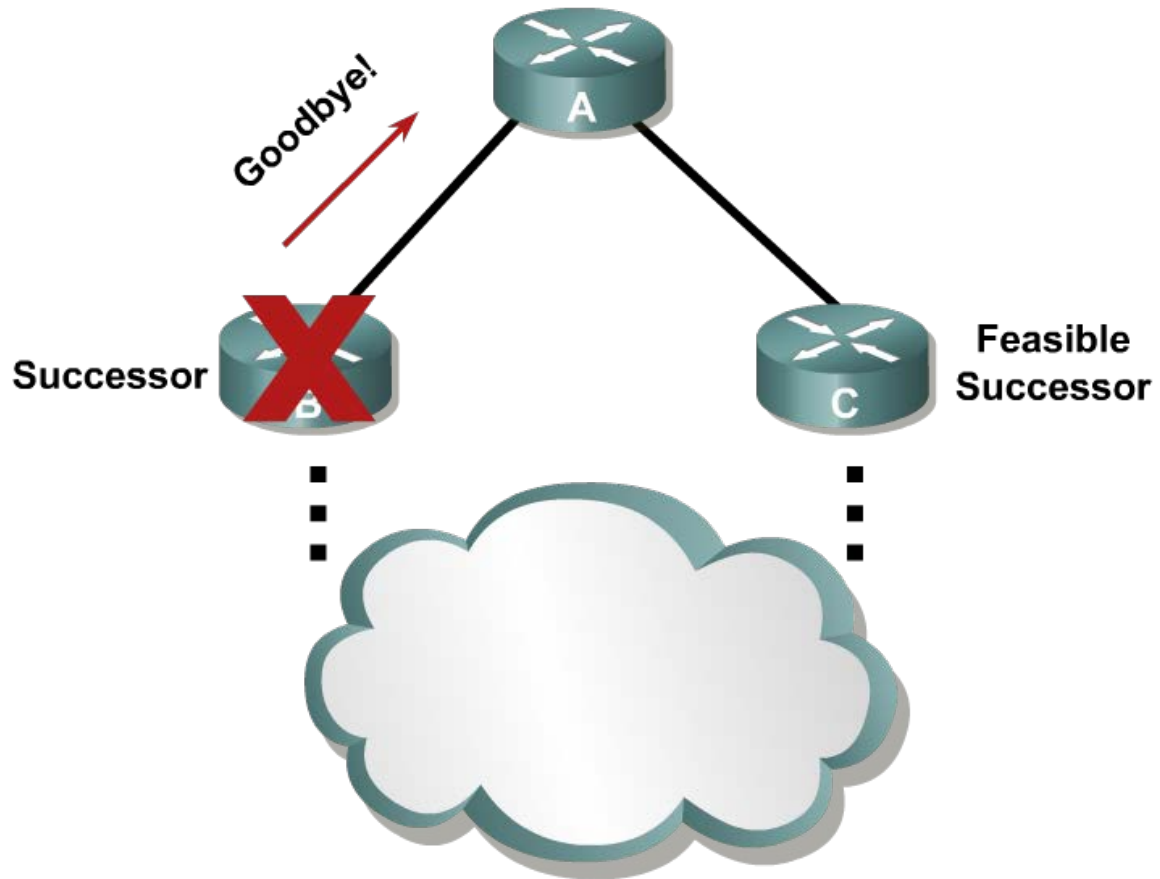
- **stub receive-only:**

- B neohlási nič, takže na A bude potrebné pre všetky siete za B pridať statické smerovacie položky



# EIGRP Graceful Shutdown

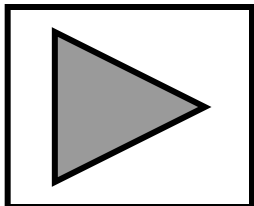
- EIGRP Graceful Shutdown  
Shutdown je schopnosť smerovača oznámiť svojim susedom, že sa reštartuje alebo vypína
  - Hello správa, ktorá obsahuje všetky K-values na hodnotu 255
  - Smerovače podporujúce túto funkciu správne vyhodnotia Hello správu
  - Smerovače bez podpory Graceful Shutdown priamo resetnú spojenie kvôli K-values mismatch



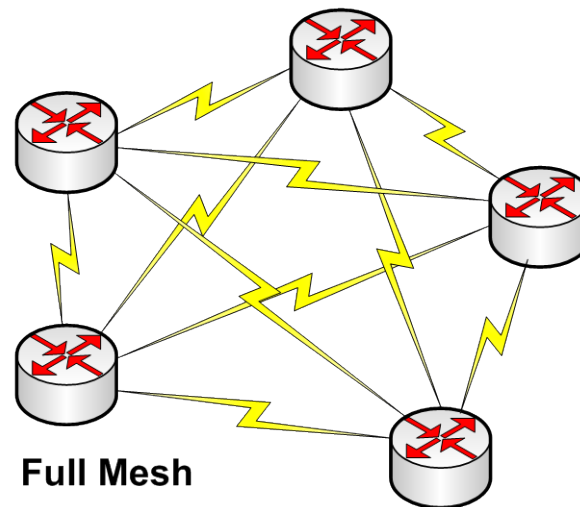
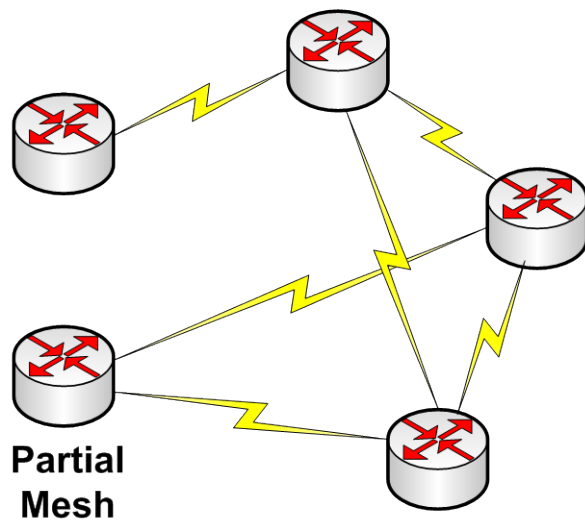
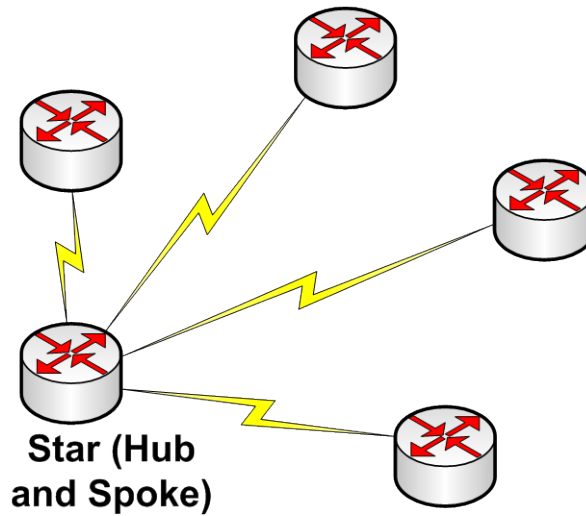
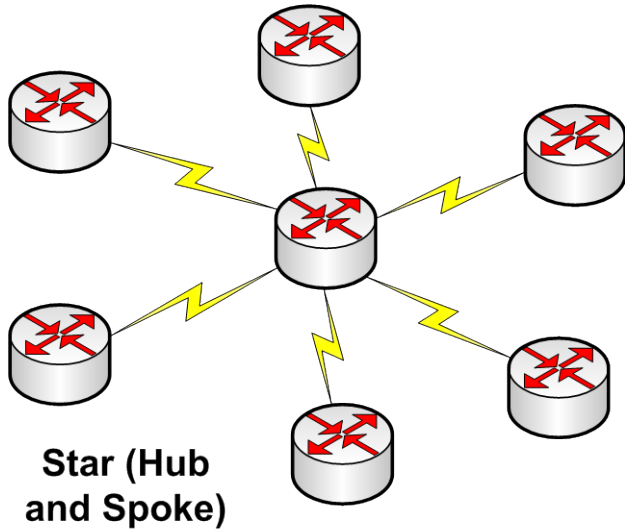
# EIGRP na NBMA sieťach



Frame relay



# FR topologie



# EIGRP a WAN

- Existujú rôzne scenare nasadenia pre EIGPR a WAN:
  - Frame Relay
    - Frame-Relay s dynamickým mapovaním
      - Jednoduché nasadenie vďaka InARP
    - Frame-Relay so statickým mapovaním
      - Treba vytvoriť manuálne mapy, nezabudnúť na voľbu broadcast
    - Multipoint a point-to-point Frame-Relay subinterfaces
      - Nezabudni na lokálny príkaz **frame-relay interface-dlci**
  - Multiprotocol Label Switching (MPLS) virtual private networks (VPNs),
  - Ethernet over Multiprotocol Label Switching (EoMPLS)

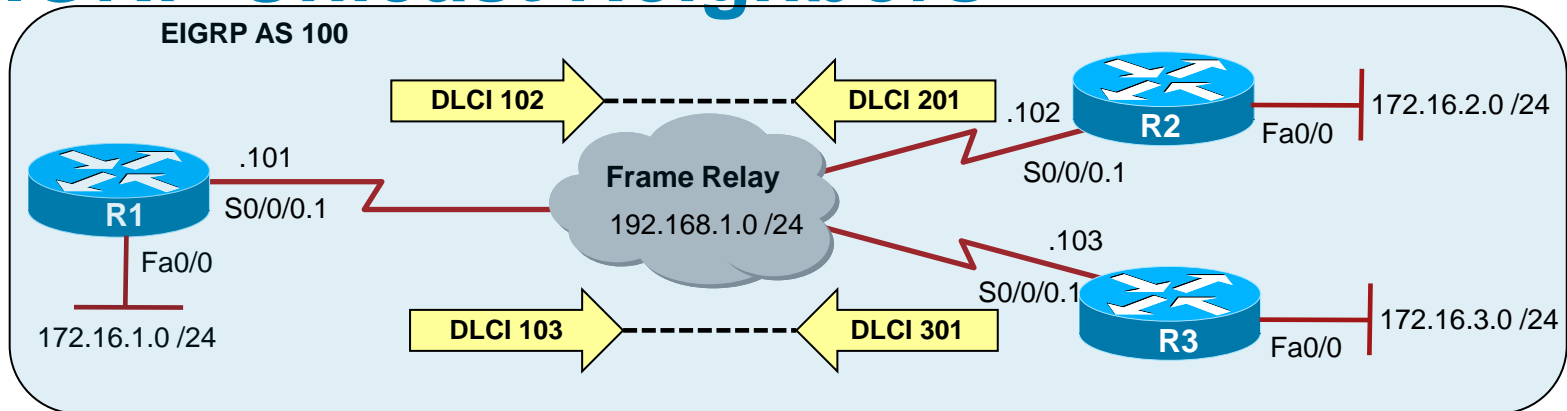
# EIGRP na NBMA sieťach

- Vzhľadom na využitie multicastovo adresovaných paketov platí na NBMA sieťach veľmi podobný postup ako pri RIPv2
  - Je potrebné vymenovať **všetkých** priamo dostupných susedov
    - Budú použité na unicastovú výmenu
    - Pozor:
      - Pri zadani neighbor sa vypne spracovávanie multicastov!!!
    - Len pre NBMA riešenia, ktoré nepodporujú pseudobroadcasting

```
neighbor {ip-address | ipv6-address} interface-type  
interface-number
```

- Rozdiel voči RIPv2:
  - v EIGRP sa zároveň pri susedovi uvádza aj **meno rozhrania**, na ktorom je pripojený, čím sa na danom rozhraní deaktivuje posielanie multicastových EIGRP paketov
  - IP adresy susedov musia byť z tej istej subsiete

# EIGRP Unicast Neighbors



```
R1(config)# interface S0/0/0
R1(config-if)# no ip address
R1(config-if)# encapsulation frame-relay
R1(config-if)# interface S0/0/0.1 multipoint
R1(config-subif)# ip address 192.168.1.101 255.255.255.0
R1(config-subif)# frame-relay map ip 192.168.1.102 102 broadcast
R1(config-subif)# frame-relay map ip 192.168.1.103 103 broadcast
R1(config-subif)# router eigrp 100
R1(config-router)# neighbor 192.168.1.102 S0/0/0.1
R1(config-router)# neighbor 192.168.1.103 S0/0/0.1
R1(config-router)#
```

```
R2(config)# interface S0/0/0
R2(config-if)# no ip address
R2(config-if)# encapsulation frame-relay
R2(config-if)# interface S0/0/0.1 multipoint
R2(config-subif)# ip address 192.168.1.102 255.255.255.0
R2(config-subif)# frame-relay map ip 192.168.1.101 201 broadcast
R2(config-subif)# router eigrp 100
R2(config-router)# neighbor 192.168.1.101 S0/0/0.1
R2(config-router)#
```



# EIGRP na NBMA siet'ach – split horizon

- Split-horizon je štandardne aktívny na všetkých rozhraniach
- V prípade potreby je ho možné deaktivovať na konkrétnom rozhraní príkazom

```
Router(config-if)# no ip split-horizon eigrp AS
```

# EIGRP na NBMA siet'ach

- Document ID: 13672
- Pri FR je potrebné veľmi zvážiť správne nastavenie **bandwidth** na rozhraní
  - Pri zabudnutom alebo nesprávnom nastavení hrozí preplnenie linky a SIA stavy – nikdy nepoužívať **bandwidth** na manipuláciu metrík!
  - EIGRP si štandardne rezervuje 50% z prenosovej rýchlosti pre vlastné prenosy, túto percentáž je možné zmeniť príkazom **ip bandwidth-percent** na rozhraní
- Treba dodržať tri pravidlá:
  - EIGRP prevádzka pretekajúca hociktorým virtuálnym okruhom nesmie prekročiť jeho kapacitu
  - Celková EIGRP prevádzka cez všetky virtuálne okruhy na danom rozhraní nesmie prekročiť kapacitu rozhrania
  - Povolený celkový objem EIGRP prevádzky na každom virtuálnom okruhu musí byť nastavený z oboch strán identicky

# EIGRP na NBMA sieťach

## ■ Konfigurácia **bandwidth** na:

- PtP: nastaviť bandwidth na rýchlosť CIR dohodnutú pre daný DLCI okruh
- PtMP: násobiť najnižšiu CIR spomedzi všetkých PVC (DLCI) na danom rozhraní počtom všetkých PVC (DLCI)
  - Ak je výsledkom číslo, ktoré presahuje kapacitu rozhrania na hube, treba priamo nastaviť kapacitu rozhrania
  - Na PtMP rozhraní si EIGRP rozdelí výsledný dostupný bandwidth rovnomerne medzi všetky virtuálne okruhy

