

## Kapitola 9 - Protokol EIGRP

V této kapitole se naučíme:

- Popsat předchůdce a historii EIGRP
- Popsat funkce a činnost EIGRP
- Prozkoumat základní konfigurační příkazy EIGRP a určit jejich účel
- Vypočítat složenou metriku používanou EIGRP
- Popsat koncept a činnost konvergenčního algoritmu DUAL
- Popsat použití dalších konfiguračních příkazů EIGRP

EIGRP (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*) je směrovací protokol typu vektor vzdálenosti, beztřídní směrovací protokol, který byl uvolněn v roce 1992 spolu s IOS 9.21. Jak už jeho název napovídá, EIGRP, je vylepšení protokolu Cisco IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*). Oba dva jsou proprietární protokoly Cisco a pracují pouze na směrovačích Cisco.

Hlavním cílem společnosti Cisco při vývoji EIGRP bylo vytvořit beztřídní verzi IGRP. EIGRP obsahuje několik funkcí, které se běžně nevyskytují v jiných směrovacích protokolech typu vektor vzdálenosti jako jsou RIP (RIPv1 a RIPv2) a IGRP. Mezi tyto funkce patří:

- spolehlivý transportní (L4) protokol RTP (*Reliable Transport Protocol*),
- omezené aktualizace,
- konvergentní algoritmus DUAL (*Diffusing Update Algorithm*),
- vytváření vztahů sousedství (*adjacencies*),
- tabulky Sousedů (*neighbor*) a Topologickou (*topology*).

Přestože EIGRP může působit jako směrovací protokol typu stavu linky, je to stále ještě směrovací protokol typu vektor vzdálenosti.

**Poznámka:** Pro definici EIGRP je někdy používáno termínu *hybridní směrovací protokol*. Nicméně tento termín je zavádějící, protože EIGRP není kříženec mezi směrovacími protokoly typu vektor vzdálenosti a typu stav linky - je to je pouze směrovací protokol typu vektor vzdálenosti. Proto společnost Cisco při odkazu na EIGRP již tento termín nadále nepoužívá.

V této kapitole se dozvíte, jak nastavit EIGRP a ověřit si konfiguraci s novými příkazy show. Naučíte se také vzorec, který EIGRP používá pro výpočet složené (kompozitní) metriky.

Jedinečný pro EIGRP je jeho spolehlivý transportní protokol RTP (*Reliable Transport Protocol*), který poskytuje spolehlivé i nespolehlivé doručování paketů EIGRP. Kromě toho, EIGRP vytváří vztahy sousedství (*adjacency*) s přímo připojenými směrovači, které mají též spuštěný EIGRP. Sousedské vztahy se používají ke sledování stavu těchto sousedů. RTP a sledování vztahů sousedství (*adjacencies*) připravují půdu pro tahouna EIGRP – algoritmus DUAL (*Diffusing Update Algorithm*).

Vzhledem k tomu, že výpočetní motor, který pohání EIGRP, DUAL sídlí v samotném centru směrovacího protokolu, zaručuje to v celé směrovací doméně cesty bez smyček a záložní cesty. Naučíte se, jak přesně DUAL zvolí trasy k instalaci do směrovací tabulky, a to, co DUAL dělá s potenciální-

mi záložními trasami.

Stejně jako RIPv2, EIGRP může pracovat s třídním nebo beztřídním chováním směrování. Naučíte se, jak vypnout automatické sumarizace a pak, jak ručně sumarizovat síť, aby se zmenšila velikost směrovacích tabulek. Nakonec se naučíte, jak používat implicitní směrování s EIGRP.

## Úvod do EIGRP

### *EIGRP – vylepšený protokol typu vektor vzdálenosti*

Ačkoli je EIGRP popisován jako vylepšení směrovacího protokolu typu vektor vzdálenosti, je to stále ještě směrovací protokol typu vektor vzdálenosti. To někdy může být zdrojem nejasností. Abychom ocenili vylepšení EIGRP a odstranili jakékoliv nedorozumění, musíme se nejprve podívat na jeho předchůdce, IGRP.

#### **Kořeny EIGRP: IGRP**

Společnost Cisco vyvinula svůj proprietární protokol IGRP v roce 1985 v reakci na některá omezení RIPv1 zahrnující použití počtu přeskoků jako metriky a maximální velikosti sítě 15 přeskoků.

Místo počtu přeskoků používají jak IGRP tak i EIGRP jako (složenou, kompozitní) metriku šířku pásma, zpoždění, spolehlivost a zatížení. Ve se výchozím nastavení oba směrovací protokoly používají pouze šířku pásma a zpoždění. Nicméně, protože IGRP je třídní směrovací protokol, který používá Bellman-Fordův algoritmus a periodické aktualizace, je jeho využitelnost v mnoha dnešních sítích omezená.

Proto společnost Cisco vylepšila IGRP s novým algoritmem DUAL a dalšími funkcemi. Příkazy pro IGRP i EIGRP jsou podobné a v mnoha případech totožné. To umožňuje snadnou migraci z IGRP na EIGRP. Společnost Cisco přerušila podporu IGRP počínaje IOS verze 12.2(13)T a 12.2(R1s4)S.

Přestože budou podrobněji popsány v celé této kapitole, dovolte probrat některé z rozdílů mezi tradičním směrovacím protokolem typu vektor vzdálenosti jako je RIP i IGRP a mezi vylepšeným směrovacím protokolem typu vektor vzdálenosti EIGRP.

Následující tabulka shrnuje hlavní rozdíly mezi tradičním směrovacím protokolem typu vektor vzdálenosti jako je RIP a a mezi vylepšeným směrovacím protokolem typu vektor vzdálenosti EIGRP.

<i><b>Přehled činnosti směrovacích protokolů</b></i>	
<i><b>Tradiční protokol typu vektor vzdálenosti</b></i>	<i><b>Vylepšený protokol - EIGRP</b></i>
Používá algoritmus Bellman-Ford neboli Ford-Fulkerson	Používá rozprostřený aktualizací algoritmus <i>Diffusing Update Algorithm</i> (DUAL)
Sleduje stáří záznamů ve směrovací tabulce a používá periodické aktualizace	Nesleduje stáří záznamů ( <i>not age out</i> ) ve směrovací tabulce a nepoužívá periodické aktualizace
Eviduje pouze nejlepší trasy, nejlepší cesty do cílové sítě	Odděleně udržuje tabulku topologie ( <i>topology table</i> ) obsahující nejlepší trasu a všechny záložní cesty neobsahující smyčky ( <i>loop free backup</i> )

	<i>paths</i> ), nezávisle na směrovací tabulce
Když se směr stane nedostupným, musí směrovač počkat na novou aktualizaci	Když se směr stane nedostupným, DUAL použije záložní cestu pokud existuje v topologické tabulce
Pomalejší konvergence z důvodu použití udržovacích časovačů	Rychlejší konvergence z důvodu nepoužití udržovacích časovačů a použití systému koordinovaných výpočtů tras ( <i>coordinated route calculations</i> )

### Algoritmus

Všechny tradiční směrovací protokoly typu vektor vzdálenosti používají některou variantu algoritmu Bellman-Ford či Ford-Fulkerson. Tyto protokoly, jako jsou RIP a IGRP, sledují stáří jednotlivých řádek směrovací tabulky a proto je nutné pravidelně posílat aktualizace směrovací tabulky.

EIGRP používá aktualizací algoritmus **DUAL (Diffusing Update Algorithm)**. Ačkoli je EIGRP stále ještě směrovacím protokolem typu vektor vzdálenosti, implementuje s algoritmem DUAL funkce, které nejsou v tradičních směrovacích protokolech typu vektor vzdálenosti. EIGRP neposílá pravidelné aktualizace a nesleduje stáří řádky tras ve směrovací tabulce. Místo toho EIGRP používá jednoduchý protokol Hello pro monitorování stavu spojení se svými sousedy. Pouze změny ve směrovací informaci, jako je nová linka nebo že se linka stala nedostupnou, způsobí, že nastane aktualizace. Směrovací aktualizace EIGRP jsou stále vektory vzdáleností předávané přímo připojeným sousedům.

### Stanovení cesty

Tradiční směrovací protokoly typu vektor vzdálenosti jako RIP a IGRP sledují pouze preferované trasy, nejlepší cestu k cílové síti. Pokud přestane být tato trasa k dispozici, směrovač čeká na další směrovací aktualizaci s cestou k této vzdálené síti.

Algoritmus DUAL v EIGRP udržuje odděleně od směrovací tabulky tabulku topologie, která obsahuje jak nejlepší cestu k cílové síti tak všechny záložní cesty, které DUAL určil jako neobsahující smyčky (*loop-free*). *Loop-free* znamená, že soused nemá cestu do cílové sítě, která prochází přes tento router.

Později v této kapitole uvidíte, že trasa, která bude algoritmem DUAL považována za platnou záložní cestu bez smyček, musí splňovat požadavek známý jako podmínka proveditelnosti. Jakákoli záložní cesta, která splňuje tuto podmínku má zaručeno, že je bez smyček (*loop-free*). Vzhledem k tomu, že EIGRP je směrovací protokol typu vektor vzdálenosti, je možné, že mohou existovat záložní cesty k cílové síti neobsahující smyčky, které nesplňují podmínku proveditelnosti. Tyto cesty proto nejsou zahrnuty v tabulce topologie jako platná záložní cesta bez smyček určená algoritmem DUAL.

Jestliže se trasa stane nedostupnou, bude DUAL hledat ve své topologické tabulce platnou záložní cestu. Pokud existuje, tak se tato trasa okamžitě zapíše do směrovací tabulky. V případě že neexistuje, DUAL provádí proces zjišťování sítí, zda tam náhodou není záložní cesta, která nesplňuje požadavek podmínky proveditelnosti. Tento proces se diskutuje důkladněji později v této kapitole.

## Konvergence

Tradiční směrovací protokoly typu vektor vzdálenosti jako RIP a IGRP používají periodické aktualizace. Vzhledem k nespolehlivé povaze periodických aktualizací, jsou tradiční směrovací protokoly typu vektor vzdálenosti náchylné ke směrovacím smyčkám a počítání do nekonečna. RIP a IGRP využívají několik mechanismů, které pomáhají vyhnout se těmto problémům, včetně zadržovacích časovačů, které způsobují dlouhé doby konvergence.

EIGRP nepoužívá zadržovací časovače. Místo toho je cest bez smyček dosaženo prostřednictvím systému výpočtů trasy (rozptylové výpočty), které jsou vykonávány koordinovaným způsobem mezi směrovači. Detail toho, jak se to provádí, je nad rámec tohoto kurzu, ale výsledkem je rychlejší konvergence než u tradičních směrovacích protokolů typu vektor vzdálenosti.

## Formát zprávy EIGRP

Poznámka: V následující diskusi zpráv EIGRP je mnoho políček jdoucích nad rámec tohoto kurzu. Jsou zobrazena všechna pole, aby se poskytl přesný obraz formátu zprávy EIGRP. Avšak jsou diskutována pouze pole relevantní pro uchazeče CCNA.

Každá zpráva EIGRP obsahuje záhlaví. Důležitá pro naši diskusi jsou políčko Opcode a políčko číslo autonomního systému. Opcode specifikuje typ paketu EIGRP:

- Aktualizace
- Dotaz
- Odpověď na dotaz
- Kontaktní paket

Číslo Autonomního systému (AS) určuje proces směrování EIGRP. Na rozdíl od RIP mohou směrovače Cisco provozovat více instancí EIGRP. Číslo AS slouží k odlišení vícero instancí EIGRP od sebe.

## Zapouzdření zprávy protokolu EIGRP

Záhlaví linkové vrstvy	Záhlaví paketu IP	Záhlaví paketu EIGRP	Typy Type/Length/Value (TLV)
<b>Rámec linkové vrstvy</b> Zdrojová MAC adresa = adresa vysílajícího rozhraní Cílová MAC adresa = Multicast: 01-00-5E-00-00-0A			
	<b>Paket IP</b> Zdrojová IP adresa = adresa vysílajícího rozhraní Cílová IP adresa = Multicast: 224.0.0.10 Protokol = 88 pro EIGRP		
		<b>Záhlaví paketu EIGRP</b> Opcode pro typ paketu EIGRP Číslo Autonomního systému (AS)	
			<b>Typy TVL (pouze výběrový seznam):</b> 0x0001 - Parametry EIGRP 0x0102 - IP trasy interní 0x0103 - IP trasy externí

EIGRP obsahuje několik funkcí, které běžně nejsou k nalezení u jiných směrovacích protokolů **typu vektor vzdálenosti** jako je RIP (RIPv1 a RIPv2) a IGRP. Tyto funkce zahrnují:

- Spolehlivý transportní protokol (L4) *Reliable Transport Protocol (RTP)* – potvrzovaná i nepotvrzovaná (datagramová) služba na transportní vrstvě.
- Částečné omezené aktualizace (*Partial Bounded Updates*) – aktualizace obsahují pouze změny topologie a jsou zasílány pouze směrovačům, kterých se týkají,
- Difuzní algoritmus aktualizací - *Diffusing Update Algorithm (DUAL)* – umožňuje mít připravenou předem vypočtenou záložní cestu při výpadku linky bez čekání na další aktualizaci => **rychlá konvergence (= synchronizace směrovacích tabulek do konzistentního stavu)**
- Vytváření vztahů sousedství (*Establishing Adjacencies*) mezi přilehlými směrovači ve stejné směrovací doméně (AS).
- Tabulka sousedů a tabulka topologie (*Neighbor and Topology Tables*). Tabulka topologie obsahuje tzv. přípustné následníky (*feasible successors*) = záložní cesty. Tabulka sousedů obsahuje přilehlé směrovače ve stavu sousedství.

Přestože EIGRP může působit dojmem jako směrovací protokol typu stav linky, je to stále směrovací protokol typu vektor vzdálenosti.

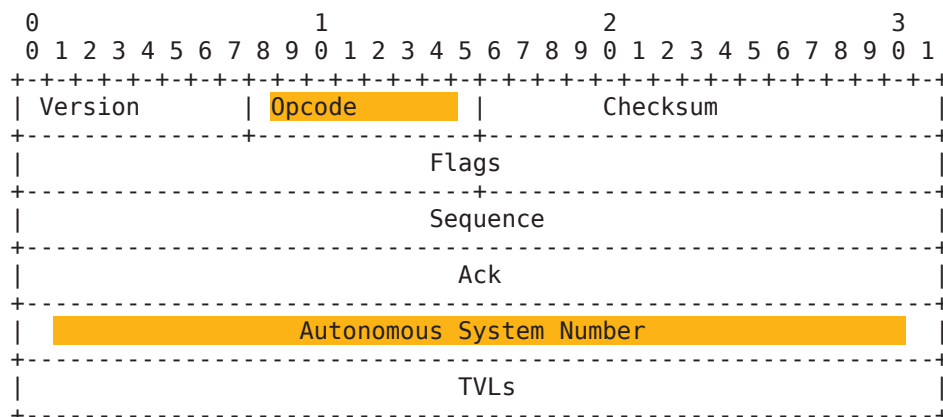
*Poznámka: Pro definici EIGRP býval někdy použit termín hybridní směrovací protokol. Nicméně tento termín je matoucí, protože EIGRP je výhradně protokol typu vektor vzdálenosti. Z tohoto důvodu Cisco již nadále nepoužívá tento termín v odkazu na EIGRP.*

EIGRP používá a udržuje pro svoji činnost **3 tabulky**:

- **směrovací (routing)** – obsahuje pouze nejlepší cesty (*successor*) (jednu nebo několik se stejnou nejnižší metrikou (*feasible distance*)) do cílové sítě použité pro směrování => v algoritmu DUAL jsou tzv. *Successor route* - primární cesty (*primary route*) vybrané pomocí DUAL pro směrování – zařazení do směrovací tabulky. Její obsah je určen pomocí DUAL z následujících dvou tabulek:
- **topologie (topology)** – obsahuje všechny zjištěné (naučené) směry (nejlepší směr (*successor route*), záložní směr (*feasible successor route*) i všechny ostatní) do všech cílových sít (obsahuje tedy celou topologii sítě ve stejné směrovací doméně),
- **sousedů (neighbor)** – obsahuje sousední směrovače, kteří si vzájemně vyměňují aktualizace v EIGRP (směrovače jsou **ve vztahu přilehlého sousedství** (*adjacent routers*) na přímo připojené (přilehlé) síti ve stejném autonomním systému (AS)). (Směrovač má své informace včetně hodnoty metriky trasy pouze od přilehlých sousedů, proto je to směrovací protokolu používající algoritmus vektoru vzdálenosti.)

Přesný formát těchto tabulek je závislý na **směrovaném protokolu** a je včetně jejich obsahu veden odděleně (pro směrované protokoly L3: IP, IPX, AppleTalk) = tzv. modul závislý na protokolu (*Protocol Dependent Module, PDM*).

## EIGRP



Opcode: EIGRP Packet Type: Update (1), Query (3), Reply (4), Hello (5).  
 Autonomous System Number: ID for EIGRP routing process

Typy paketů EIGRP (typ je určen hodnotou pole *Opcode*):

- Aktualizace (*Update*) – obsahují pouze změny, nejsou periodické, vysílané unicast/multicast (podle počtu adresátů), potvrzované. Aktualizace jsou:
  - vázané, omezené (*bounded*) – aktualizace jsou posílány (propagovány) pouze na směrovače, na které má tato změna vliv,
  - částečné (*partial*) – aktualizace obsahují pouze změny topologie (týká se to též změny metriky).
- Dotaz (*Query*) - hledání sítí, další úkoly, unicast nebo multicast, potvrzovaná,
- Odpověď na dotaz (*Reply*) - odpověď, vždy unicast, potvrzovaná,
- Kontaktní paket (*Hello*) - hledání, identifikace a verifikace sousedních směrovačů (EIGRP ve stejném autonomním systému), multicast, datagram (periodické – 5 sekund u Ethernetu). (Protože aktualizace nejsou úplné (= nikoliv celá směrovací tabulka) a neposílají se všem směrovačům, musí být pro kontrolu toho že všechny směrovače jsou „naživu“ vytvořen a udržován **vztah sousedství mezi směrovači** (*adjacency*), které si vyměňují informace, vztah sousedství se vytváří a udržuje právě pomocí těchto kontaktních paketů.)

## Administrativní vzdálenosti

- Interní EIGRP = 90,
- EIGRP agregovaný směr (*summary route*) = 5,
- External EIGRP (redistribuce z jiných směrovacích protokolů nebo z EIGRP v jiném autonomním systému) = 170.



## Metrika

Kompozitní (*composite*), složená, metrika u EIGRP:

**Default metric** =  $[K1 * \text{bandwidth}^{20} + K3 * \text{delay}]$  (implicitní formule)

**Metric** =  $[K1 * \text{bandwidth} + (K2 * \text{bandwidth}) / (256 - \text{load}) + K3 * \text{delay}] * [K5 / (\text{reliability} + K4)]$   
(kompletní formule)

Při výpočtu číselné hodnoty metriky se použijí následující hodnoty:

referenční šířka pásma = bandwidth =  $256 * (10\,000\,000 / \text{nejnižší šířka pásma na trase do cíle})$ ,

delay =  $256 * (\text{součet zpoždění na cestě do cíle}) / 10$ .

Nejlepší cesta (s nejmenší metrikou, *feasible distance*) je ta s největší šířkou pásma a s nejmenším zpožděním.

Implicitní hodnoty K:

1.  $K1 (\text{bandwidth}) = 1$
2.  $K2 (\text{load}) = 0$
3.  $K3 (\text{delay}) = 1$
4.  $K4 (\text{reliability}) = 0$
5.  $K5 (\text{reliability}) = 0$

Aktuální hodnoty K zobrazí příkaz:

```
show ip protocols
```

Změna hodnot K:

```
Router(config-router)#metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5
```

*tos = type of service* je vždy nastavena na 1.

```
R2#show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "eigrp 100 "
```

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

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

```
Default networks flagged in outgoing updates
```

```
Default networks accepted from incoming updates
```

```
EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
```

```
EIGRP maximum hopcount 10021
```

---

<sup>20</sup> Do vzorce se automaticky použije relativní referenční šířka pásma nejpomalejší linky na trase do cílové sítě.  
Bandwidth =  $256 * 10\,000\,000 / \text{bandwidth}$ . (Nejlepší cesta je cesta s nejmenší hodnotou metriky.)

<sup>21</sup> Implicitní maximální počet přeskoků v EIGRP je roven 100 a lze ho nastavit až na maximálně 220 přeskoků.

Aktuální hodnoty vah metrik EIGRP na konkrétním rozhraní zobrazí:

show interface

```
R2#sh int fa0/0
```

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

```
Hardware is Lance, address is 0060.2f37.725b (bia 0060.2f37.725b)
```

```
Internet address is 192.168.2.254/24
```

```
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec, rely 255/255, load 1/255
```

```
Encapsulation ARPA, loopback not set
```

- Metrika **přenosová rychlost (přenosová kapacita) (bandwidth)** je zobrazena v Kbit (kilobitech). Většina sériových rozhraní používá implicitní hodnotu 1,544,000 bps, což je hodnota pro připojení typu T1. Nastavená hodnota může a také nemusí odrážet skutečnou přenosovou rychlost rozhraní. Můžete ji nastavit v konfiguračním režimu rozhraní.
- **Zpoždění (delay)** je měřítkem doby potřebné pro cestu paketu přes daný směr (route). Je to statická hodnota vyjádřená v mikrosekundách (µsec ve výpisech usec). Pro FastEthernet je to 100 µsec. Pro T1 je to 20 000 µsec.
- **Spolehlivost (reliability, rely)** je měřítkem pravděpodobnosti (probability), že linka selže, nebo jak často se na lince vyskytují chyby. Na rozdíl od zpoždění je spolehlivost měřena dynamicky s hodnotou mezi 0 a 255, kde 1 je minimálně spolehlivá linka a 255 je 100% spolehlivá. Je počítána jako průměr za 5 minut, aby se předešlo vlivům náhlých změn četnosti chyb.
- **Zatížení (load)** odráží využití linky síťovým provozem. Zatížení je měřeno dynamicky s hodnotami mezi 0 a 255. Je žádanější nižší hodnota, která indikuje méně zatíženou linku.

## Konvergenční algoritmus DUAL

### Koncepce algoritmu DUAL

DUAL (*Diffusing Update Algorithm*) je algoritmus používaný EIGRP pro dosažení (primární) nejlepší cesty neobsahující smyčky a dalších záložních cest neobsahujících smyčky (*the best loop-free path and loop-free backup paths*), má rychlou konvergenci – protože záložní cesty má napočítány dopředu a potřebuje malou šířku pásma – používá omezené a částečné aktualizace.

DUAL používá několik termínů:

- Následník (*Successor*) - sousední směrovač na cestě, přes který bude preposílán (*forward*) paket (nejnižší metrika)
- Přípustná vzdálenost (*Feasible Distance (FD)*) - nejnižší metrika do cílové sítě (je ve směrovací tabulce aktuálního směrovače i v tabulce síťové topologie)
- Přípustný následník (*Feasible Successor (FS)*) - soused, který má cestu k cíli neobsahující smyčky (*loop-free*), musí splnit podmínku přípustnosti (*feasibility condition*),



- Inzerovaná vzdálenost - *Reported Distance (RD)* neboli *Advertised Distance (AD)* - vzdálenost souseda k cíli, kterou hlásí soused aktuálnímu směrovači
- Podmínka přípustnosti (*Feasible Condition* neboli *Feasibility Condition (FC)*) - je splněna, pokud sousedova *reported distance* (tj. vzdálenost souseda k cíli, kterou mi hlásí) je menší než moje *Feasible Distance*. Pokud není k dispozici *Feasible Successor* (nesplňuje podmínku přípustnosti), musí se přepočítat celý DUAL

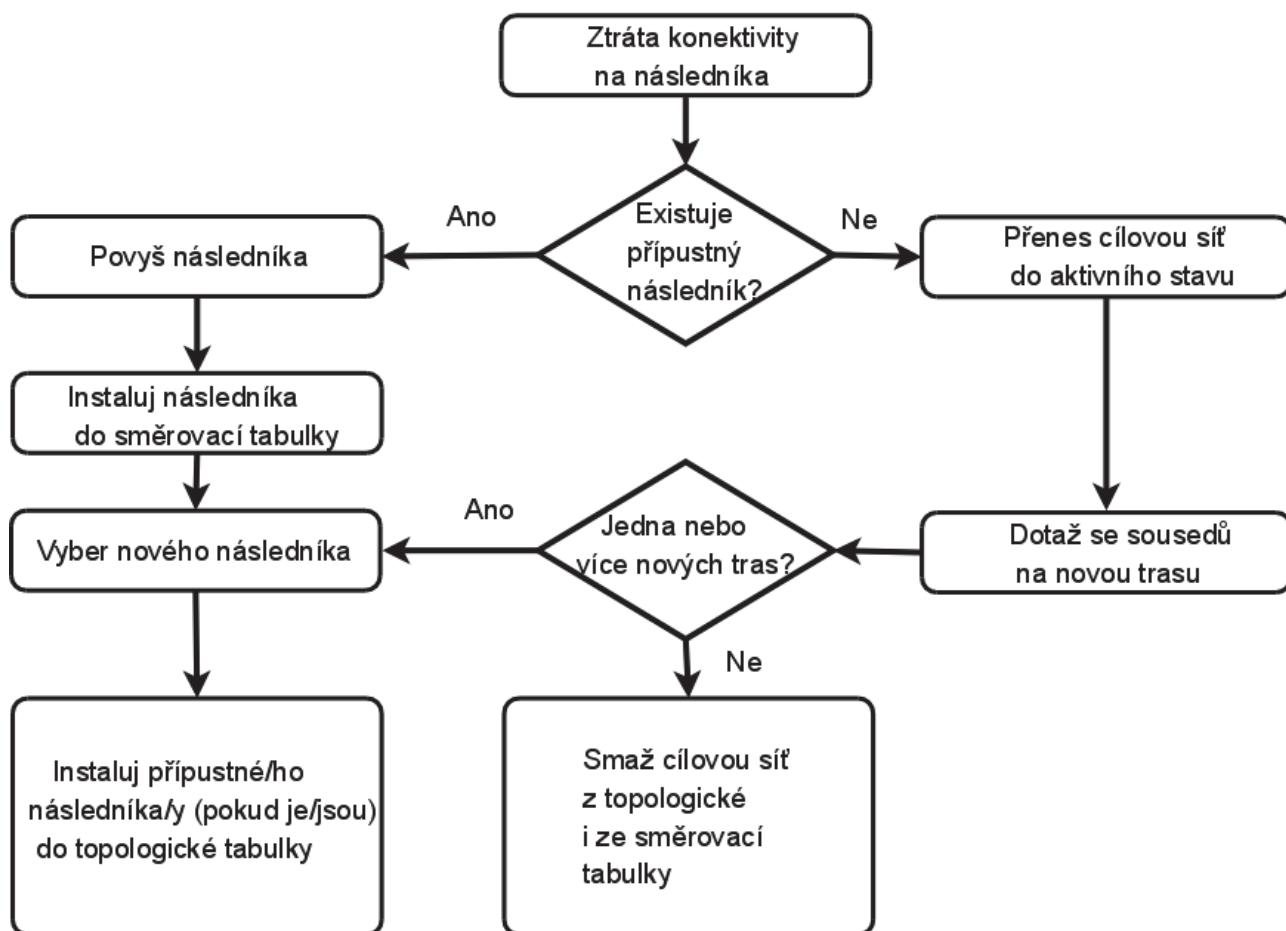
Tyto termíny a koncepty jsou centrem mechanismu předcházení směrovacím smyčkám.

### Konečný automat

**Konečný automat** (*Finite State Machine, FSM*) – je abstraktní automat, nikoliv mechanické zařízení s pohyblivými součástmi. Konečný automat (*FSM*) definuje množinu možných stavů, které někdy mohou nastat, a jaké události jsou příčinou těchto stavů a jaké události jsou důsledkem těchto stavů. (Na rozdíl od logického obvodu, kde výstupní stav závisí na okamžitém vstupním stavu, výstup konečného automatu závisí na celé posloupnosti vstupních stavů.)

Vývojáři používají konečné automaty k popisu jak budou zařízení, počítačové programy nebo směrovací algoritmy, reagovat na určitou konkrétní sadu vstupních událostí.

### Konečný automat algoritmu DUAL (DUAL Finite State Machine)



=> U EIGRP (a stejně potom i u OSPF) stav směrování závisí i na postupně provedených změnách nastavení (protože výpočetní algoritmus je konečný automat (FSM)). Někdy je tedy nutné, po změnách konfigurace, vymazat tabulky ukládající průběžné stavy. (Resetovat procesy příslušného směrovacího protokolu nebo restartovat směrovače.)

## Autonomní systém

Autonomní systém (*Autonomous System, AS*) neboli směrovací doména je oblast ve které jsou nastaveny stejné zásady směrování do Internetu. Je mu přiděleno 16-ti bitové číslo (0 – 65535). Při konfiguraci EIGRP musí být číslo AS zadáno. Pokud mají směrovací procesy EIGRP jiné číslo AS nekomunikují spolu (pokud není mezi nimi nastavena redistribuce cest). Z tohoto pohledu je tedy vlastně AS číslo, identifikátor, procesu (*process ID*).

## Příkazy pro kapitolu 9, EIGRP

### Konfigurace EIGRP

Router(config)#router eigrp 100	Zapne proces EIGRP. 100 je číslo autonomního systému, což může být číslo mezi 1 a 65 535.
	Všechny směrovače v tom samém autonomním systému musí používat stejné číslo autonomního systému.
Router(config-router)#network 10.0.0.0	Specifikuje, která síť je inzerována pomocí EIGRP.
Router(config-if)#bandwidth x	Nastaví šířku pásma (přenosovou rychlost, kapacitu) tohoto rozhraní na x kilobitů, což EIGRP umožní lepší kalkulaci metriky.
	TIP: Příkaz bandwidth je použit pouze pro výpočet metriky. Nemění skutečný výkon rozhraní.
Router(config-router)#no network 10.0.0.0	Vymaže zadanou síť ze zpracování EIGRP.
Router(config)#no router eigrp 100	Vypne směrovací proces 100.
Router(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255	Identifikuje, která rozhraní nebo sítě jsou zahrnuty do EIGRP. Rozhraní musí být nakonfigurována a adresami, které spadají do rozsahu určeného pseudomaskou v příkazu network. Maska sítě zde lze také použít.
Router(config-router)#metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5	Změní implicitní hodnoty k, použité při výpočtu metriky. Toto jsou implicitní hodnoty: tos=0,

	k1=1, k2=0, k3=1, k4=0, k5=0
--	------------------------------

POZNÁMKA: Klíčové slovo *tos* (*type of service*) je odkaz na původní protokol IGRP, zamýšlející směrování podle typu služby. Protože to ale nebylo nikdy zavedeno do praxe je pole *tos* v tomto příkaze **vždy** nastaveno na nulu (0).

POZNÁMKA: S implicitním nastavením je metrika EIGRP redukována na nejpomalejší šířku pásma plus součet všech zpoždění odchozích rozhraní z lokálního směrovače do cílové sítě.

TIP: Aby mohly dva směrovače zformovat vztah sousedství v EIGRP, musí jim vzájemně souhlasit hodnoty *k*.

UPOZORNĚNÍ: Bez toho aniž byste byli opravdu velmi dobře obeznámeni s tím, co se děje ve vaší síti, doporučuje se neměnit hodnoty *k*.

### Automatická a manuální sumarizace v EIGRP

Router(config-router)#auto-summary	Zapne automatickou sumarizaci v EIGRP.  POZNÁMKA: Implicitní chování automatické sumarizace je změněno z povoleno na nepovoleno od verze IOS 12.2(8)T.
Router(config-router)#no auto-summary	Vypne automatickou sumarizaci.
	POZNÁMKA: Chování automatické sumarizace je implicitně vypnuto, počínaje od IOS 12.2(8)T. To znamená, že IOS nyní posílá směrovací informace o podsítích i mimo hranice sítě v plné třídě (nadsítě).
Router(config)#interface fastethernet 0/0	Vstup do konfiguračního režimu rozhraní.
Router(config-if)#ip summary-address eigrp 100 10.10.0.0 255.255.0.0 75	Zapne manuální sumarizaci pro autonomní systém 100 v EIGRP na tomto konkrétním rozhraní pro zadanou síť a masku. Administrativní vzdálenost pro tento sumarizovaný směr je nastavena na 75.
	POZNÁMKA: Argument administrativní vzdálenost je v tomto případě nepovinný. Bez něho je na sumarizovaný směr automaticky použita hodnota 5.

VAROVÁNÍ: EIGRP automaticky sumarizuje síť na hranicích plné třídy. Špatně navržená síť s nespojitými podsítěmi může mít problémy s konektivitou, jestliže je funkce sumarizace ponechána zapnutá. Například: jestliže by dva směrovače inzerovaly stejnou síť 172.16.0.0/16, když by ve skutečnosti bylo třeba, aby inzerovaly dvě různé sítě 172.16.10.0/24 a 172.16.20.0/24. Doporučená praxe je, abyste vypnuli automatickou sumarizaci a použili příkaz *ip summary-address* a sumarizovali manuálně to, co je potřeba.

**Vyvažování zátěže: variance (variance)**

Router(config)#router eigrp 100	Vytvoří směrovací proces 100.
Router(config-router)#network 10.0.0.0	Určuje, která síť je inzerována v EIGRP.
Router(config-router)#variance n	Dá pokyn směrovači, aby zahrnul směry s metrikou menší nebo rovnou n-krát minimální metrice směru pro daný cíl. N je číslo specifikované pomocí příkazu variance.

POZNÁMKA: Jestliže cesta není přípustný následník (*feasible successor*), není použita ve vyvažování zátěže.

POZNÁMKA: EIGRP podporuje vyvažování zátěže až šesti cest s nestejnou cenou (metrikou).

**Použití příkazu Bandwidth**

Router(config)#interface serial 0/0	Vstup do konfiguračního režimu rozhraní.
Router(config-if)#bandwidth 256	Nastaví šířku pásma, přenosovou kapacitu ( <i>bandwidth</i> ) na 256 kilobitů, aby tak umožnilo lepší kalkulaci metriky v EIGRP.
Router(config-if)#ip bandwidth-percent eigrp 50 100	Nastaví procento přenosové kapacity - šířky pásma ( <i>bandwidth</i> ), které může být EIGRP použito na tomto rozhraní pro výměnu směrovacích informací.  50 je číslo autonomního systému EIGRP. 100 je hodnota procenta. $100\% * 256 = 256 \text{ kb/s}$ .

POZNÁMKA: Implicitně je EIGRP nastaveno pouze na 50 procent šířky pásma rozhraní pro výměnu směrovacích informací. Mohou být nastaveny větší hodnoty než je 100 procent. Takové nastavení může být užitečné jestliže je *bandwidth* z jiných důvodů nastaven uměle nízký (jako je manipulace se směrovací metrikou).

POZNÁMKA: Příkaz *ip bandwidth-percent* se spoléhá na hodnotu nastavenou příkazem *bandwidth*.

**Autentizace**

Router(config)#interface serial 0/0	Vstup do konfiguračního režimu rozhraní.
Router(config-if)#ip authentication mode eigrp 100 md5	Zapne na tomto rozhraní v autentizaci EIGRP paketů hašovací algoritmus MD5 ( <i>Message Digest 5</i> ).
Router(config-if)#ip authentication key-chain-	Zapne na tomto rozhraní autentizaci EIGRP pa-

igrp 100 romeo	ketů. Romeo je je jméno pojmenované skupiny klíčů ( <i>key chain</i> ).
Router(config-if)#exit	Návrat do globálního konfiguračního režimu.
Router(config)#key chain romeo	Určuje pojmenovanou skupinu klíčů ( <i>key chain</i> ). Jméno musí souhlasit se jménem nastaveným ve výše uvedené konfiguraci rozhraní.
Router(config-keychain)#key 1	Určuje číslo klíče.
	POZNÁMKA: Rozsah klíčů je od 0 do 2147483647. Identifikační čísla klíčů nemusí být na sebe navazující. V řetězci musí být definován nejméně jeden klíč.
Router(config-keychain-key)#key-string shake-speare	Určuje heslo klíče ( <i>key string</i> ).
	POZNÁMKA: Řetězec klíče (heslo) může obsahovat od 1 do 80 alfanumerických znaků (malá i velká písmena), s výjimkou prvního znaku, který nemůže být číslice.
Router(config-keychain-key)#accept-lifetime start-time {infinite   end-time   duration seconds}	Volitelně (nepovinně) určuje periodu, během které mohou být klíče přijímány.
	POZNÁMKA: Implicitní počátek periody a nejranější akceptovatelný datum je 1.1.1993. Implicitní konec periody je nekonečno.
Router(config-keychain-key)#send-lifetime start-time {infinite   end-time   duration seconds}	Volitelně (nepovinně) určuje periodu, během které mohou být klíče vysílány.
	POZNÁMKA: Implicitní počátek periody a nejranější akceptovatelný datum je 1.1.1993. Implicitní konec periody je nekonečno.

POZNÁMKA: Pro zajištění relevantních údajů pro počátek a konec periody se ujistěte, že má směrovač nastavený správný čas. Doporučovaná praxe je spustit protokol NTP (*Network Time Protocol*) nebo použít jinou metodu pro synchronizaci času, pokud zamýšlíte použít nastavení životnosti klíčů.

### Verifikace, ověření funkce EIGRP

Router#show ip eigrp neighbors	Zobrazí tabulku sousedů.
--------------------------------	--------------------------

Router#show ip eigrp neighbors detail	Zobrazí tabulku sousedů detailně.
	TIP: Příkaz <i>show ip eigrp neighbors detail</i> ověřuje zde je soused nastaven jako hraniční směrovač ( <i>stub router</i> ).
Router#show ip eigrp interfaces	Zobrazí informace pro každé rozhraní.
Router#show ip eigrp interfaces serial 0/0	Zobrazí informace pro konkrétní rozhraní.
Router#show ip eigrp interfaces 100	Zobrazí informace pro rozhraní, na kterém běží proces 100.
Router#show ip eigrp topology	Zobrazí tabulku topologie.
	TIP: Příkaz <i>show ip eigrp topology</i> zobrazuje, kde jsou Vaši přípustní následníci ( <i>feasible successors</i> ).
Router#show ip eigrp traffic	Zobrazí počet a typ vyslaných a přijatých paketů.
Router#show ip route eigrp	Zobrazí směrovací tabulku pouze s řádky od EIGRP.

**Odstraňování závad EIGRP**

Router#debug eigrp fsm	Zobrazí události/akce související s EIGRP metrikou přípustných následníků ( <i>feasible successor metrics (FSM)</i> ).
Router#debug eigrp packet	Zobrazí události/akce související s EIGRP pakety.
Router#debug eigrp neighbor	Zobrazí události/akce související s Vašimi EIGRP sousedy.
Router#debug ip eigrp neighbor	Zobrazí události/akce související s Vašimi EIGRP sousedy (pro protokol IP).
Router#debug ip eigrp notifications	Zobrazí oznámení událostí EIGRP.

**Příkazy pro kapitolu 9, EIGRP**

<b>Příkaz (Command)</b>	<b>Popis (Description )</b>
Router(config)# router eigrp 100	Zapíná EIGRP. 100 je číslo autonomního systému ( <i>autonomous system AS</i> ), které může být



	mezi 1 a 65535. všechny směrovače ve stejném AS musí mít stejné číslo AS.
Router(config-router)# network 192.168.1.32 0.0.0.31	Umožňuje směrování pro podsít' 192.168.1.32/27. (V případě, že jde o podsít' (= není použita implicitní (= třídní) maska pro danou třídu sítě), je nutné v klauzuli <b>network</b> použít pseudomasku, zástupnou masku ( <i>wild-card mask</i> ). <u>Pokud by byla uvedena agregovaná třídní adresa, nemusí se žádná pseudomaska používat.</u> ).
Router# show ip eigrp neighbors	Zobrazí tabulku sousedů.
Router# show interface serial 0/0/0	Lze ověřit aktuální metriku použitou EIGRP pro rozhraní Serial 0/0/0.
Router(config-if)# bandwidth 128	Mění přenosovou rychlost ( <i>bandwidth</i> ) rozhraní na 128 kb/s.
Router# show ip eigrp topology	Zobrazí tabulku topologie. Tento příkaz Vám ukáže kdo jsou Vaši přípustní následníci (= zástupci) ( <i>feasible successors</i> ), splňují podmínku přípustnosti.
Router# show ip eigrp topology all-links	Zobrazí tabulku topologie včetně cest, které nesplňují podmínku přípustnosti ( <i>feasibility condition</i> ). Zobrazuje všechny možné cesty do cílové sítě.
Router# debug eigrp fsm	Zobrazí události/akce vztahující se k algoritmu DUAL FSM.
Router(config)# ip classless	Umožní beztřídní směrování. (V IOS od Release 11.3 výše je implicitně zapnuto.)
Router(config-router)# no auto-summary	Vypne automatickou sumarizaci sítí na hranicích plné třídy.
Router(config-router)# eigrp log-neighbor-changes	Loguje všechny změny ve vztazích přilehlého sousedství EIGRP ( <i>neighbor adjacency</i> ).
Router(config-if)# ip summary-address eigrp 100 10.10.0.0 255.255.0.0	Umožní manuální sumarizaci na tomto určitém rozhraní pro zadaný adresní prostor 10.10.0.0/16.
Router(config-route)# redistribute static metric ... ..	Nastaví EIGRP tak, aby zahrnoval ve svých aktualizacích statické cesty. Je třeba nastavit

	hodnoty EIGRP metrik.
--	-----------------------

### Komplexní praktické laboratorní cvičení – EIGRP

Použijte příklad pro RIPv2.

1. Vypněte RIP (*no router rip*).
2. Směřujte pomocí EIGRP v **autonomním systému** 100. Správně určete pseudomasky pro podsítě. Privátní síť ve třídě C lze vložit do konfigurace EIGRP bez pseudomasky (= je použita implicitní maska třídy C.)
3. Zakažte propagaci EIGRP **do sítí obsahujících pouze koncová zařízení (zde netranzitních (stub) sítí)** (*passive-interface*).
4. Na hraničním směrovači plné třídy vypněte automatickou sumarizaci.
5. Změňte přenosovou rychlost (*bandwidth*) na jednotlivých rozhraních. Nastavte na obou koncích jednoho média stejnou hodnotu. => Chování se změní. Od původního, kdy se chovalo stejně jako RIP, tzn. Nejlepší je nejkratší cesta (s nejmenším počtem skoků), nyní je délka ovlivněna i přenosovou rychlostí. (Nastavíme na lince mezi R1 a R3 hodnotu 1 000.). Potom do sítě 192.168.2.0 se dostaneme pouze spodní cestou (původně tam byly dvě cesty se stejnou cenou / metrikou).
6. Dále nastavte na směrovači R4 statickou (implicitní) cestu pro síť 10.2.2.0/24 na virtuální rozhraní typu loopback a redistribujte ji na ostatní směrovače. Vypněte automatickou sumarizaci.
7. Zobrazte si na R3:
  - směrovací tabulku (*sh ip route*),
  - tabulku sousedů (*sh ip eigrp neighbors*),
  - tabulku topologie (bez a včetně cest, které nesplňují podmínku přípustnosti): *sh ip eigrp topology*, *sh ip topology all-links*,
  - ladicí výpis algoritmu DUAL FCM: *debug eigrp fsm*.

Konfigurace EIGRP na R2:

```
!
router eigrp 100
  passive-interface FastEthernet0/0
  network 172.16.2.0 0.0.0.127
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0
  auto-summary
!
ip classless
!
```

Redistribuce statické cesty na R4:

```
<vynecháno>
interface Loopback0
  ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
!
<vynecháno>
!
router eigrp 100
  redistribute static metric 100 10 255 255 1500
  passive-interface FastEthernet0/1
  network 192.168.4.0
  network 192.168.3.0
  no auto-summary
!
ip classless
ip route 10.2.2.0 255.255.255.0 Loopback0
!
<vynecháno>!
```

Směrovač R3:

Směrovací tabulka R3:

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D EX 10.2.2.0 [170/25605120] via 192.168.3.253, 00:03:32, FastEthernet0/0
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks
D 172.16.0.0/16 is a summary, 00:12:04, Null0
D 172.16.1.0/24 [90/33280] via 172.16.2.253, 00:19:46, FastEthernet1/1
D 172.16.2.0/25 [90/30720] via 172.16.2.253, 00:19:46, FastEthernet1/1
C 172.16.2.128/25 is directly connected, FastEthernet1/1
C 172.16.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
D 192.168.1.0/24 [90/35840] via 172.16.2.253, 00:12:05, FastEthernet1/1
D 192.168.2.0/24 [90/33280] via 172.16.2.253, 00:19:46, FastEthernet1/1
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
D 192.168.4.0/24 [90/30720] via 192.168.3.253, 00:03:30, FastEthernet0/0
D 192.168.5.0/24 [90/284160] via 172.16.2.253, 00:19:46, FastEthernet1/1
```

Tabulka sousedů R3:

```
R3#sh ip eigrp nei
```

IP-EIGRP neighbors for process 100

H	Address	Interface	Hold	Uptime	SRTT	RTO	Q	Seq
			(sec)		(ms)		Cnt	Num
0	172.16.2.253	Fa1/1	11	00:21:49	40	1000	0	74
1	172.16.3.253	Fa1/0	14	00:14:07	40	1000	0	96
2	192.168.3.253	Fa0/0	14	00:05:38	40	1000	0	35

Tabulka topologie (bez cest, které nesplňují podmínku přípustnosti) R3:

R3#sh ip eigrp topology

IP-EIGRP Topology Table for AS 100

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,  
r - Reply status

```

P 172.16.3.0/24, 1 successors, FD is 2562560
    via Connected, FastEthernet1/0
P 192.168.3.0/24, 1 successors, FD is 28160
    via Connected, FastEthernet0/0
P 172.16.0.0/16, 1 successors, FD is 28160
    via Summary (28160/0), Null0
P 172.16.2.128/25, 1 successors, FD is 28160
    via Connected, FastEthernet1/1
P 172.16.2.0/25, 1 successors, FD is 30720
    via 172.16.2.253 (30720/28160), FastEthernet1/1
    via 172.16.3.253 (2567680/30720), FastEthernet1/0
P 192.168.5.0/24, 1 successors, FD is 284160
    via 172.16.2.253 (284160/281600), FastEthernet1/1
P 192.168.4.0/24, 1 successors, FD is 30720
    via 192.168.3.253 (30720/30720), FastEthernet0/0
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 33280
    via 172.16.2.253 (33280/30720), FastEthernet1/1
    via 172.16.3.253 (2565120/28160), FastEthernet1/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 35840
    via 172.16.2.253 (35840/35840), FastEthernet1/1
    via 172.16.3.253 (2565120/28160), FastEthernet1/0
P 192.168.2.0/24, 1 successors, FD is 33280
    via 172.16.2.253 (33280/30720), FastEthernet1/1

```

via 172.16.3.253 (2567680/30720), FastEthernet1/0

P 10.2.2.0/24, 1 successors, FD is 25605120

via 192.168.3.253 (25605120/25602560), FastEthernet0/0

R3#

Poznámka:

1. **P-** tento směr je v **pasivním stavu** (*passive state*). Když algoritmus DUAL neprovádí svůj výpočet k určení cesty do sítě, směr, cesta je ve stabilním režimu (*stable mode*), který je známý jako pasivní stav (*passive state*). Jestliže DUAL přepočítává nebo hledá novou cestu, směr, cesta je v aktivním stavu (*active state*). Všechna směrovače v topologické tabulce by měly být ve stabilním stavu pro stabilní směrovací doménu. DUAL zobrazí stav A, jestliže je směrovač „*Stuck in Active*“ (= uvázlý, přilepený v aktivním stavu), což je problém pro výuku hledání a odstraňování chyb na úrovni kurzu CCNP.
2. **30720** – inzerovaná vzdálenost záložní cesty (*reported distance of feasible successor*).

Tabulka topologie (včetně cest, které nesplňují podmínku přípustnosti, tzn. všechny cesty) R3:

### Kontrolní opakovací otázky a odpovědi (kvíz):

- 1) Co je účelem EIGRP PDM (= *Protocol Dependent Module*, modul závislý na protokolu)?
  - a) PDM poskytuje modulární podporu pro L3 protokoly.
- 2) Spárujte termíny EIGRP a jejich popisy:
  - a) obsahuje směry EIGRP určené pro přeposílání paketů = směrovací tabulka,
  - b) primární směr, který má být použit, vybraný algoritmem DUAL = následník (*successor route*)
  - c) nejdůležitější datový zdroj EIGRP, obsahuje seznam směrovačů s vytvořeným sousedstvím (*adjacency*) = tabulka sousedů (*neighbor table*)
  - d) záložní cesta do cílové sítě = přípustný následník (*feasible successor route*)
  - e) obsahuje všechny naučené (zjištěné) směry do všech cílových sítí = topologická tabulka (*topology table*)
- 3) Který typ paketů EIGRP je použit pro objevování, verifikaci a znovu objevování sousedních směrovačů?
  - a) Kontaktní paket hello
- 4) Jestliže směr EIGRP spadne a v topologické tabulce není pověřený následník (= záložní směr), jakým návěstím (flag) DUAL označí tento směr, který selhal?
  - a) Aktivní
- 5) Které tři tabulky EIGRP spravuje (= udržuje)?
  - a) Směrovací

- b) topologická
  - c) sousedů
- 6) Jaký je účel tabulky sousedů a topologické tabulky u EIGRP?
- a) Jsou použity algoritmem DUAL pro vytvoření (naplnění) směrovací tabulky.
- 7) Co znamená číslo 255/255 ve následujícím výpisu?

```
R1#sh int fa1/0
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 0030.a309.4001 (bia 0030.a309.4001)
Internet address is 172.16.1.253/24
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec, rely 255/255, load 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
```

- a) Pravděpodobnost, že linka bude dále funkční (= spolehlivost).
- 8) Spárujte termíny DUAL s jejich popisy:
- a) funkční záložní cesta do cíle = přípustný následník (*feasible successor*)
  - b) směr, který je použit pro přeposílání paketů do cíle a zároveň směr s nejmenšími náklady = následník (*successor*)
  - c) nejnižší vypočtená metrika pro dosažení cílové sítě = přípustná vzdálenost (*feasible distance*)
  - d) tabulka, která obsahuje následníky i přípustné následníky = topologická tabulka
  - e) tabulka, která obsahuje pouze následníky = směrovací tabulka
- 9) Administrátor hledá a odstraňuje závady směrování EIGRP. Který příkaz vypíše všechny možné cesty do cíle?
- a) show ip eigrp topology all-link
- 10) Jaká je inzerovaná (oznamovaná) vzdálenost (*reported distance*) v inzerovaném přípustném následníkovi do sítě 172.16.2.128/25?

```
R1#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS 100

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 28160
   via Connected, FastEthernet0/0
P 172.16.2.128/25, 1 successors, FD is 33280
   via 172.16.1.254 (33280/30720), FastEthernet1/0
   via 172.16.3.254 (4294967295/28160), FastEthernet1/1
```

- a) 28160