

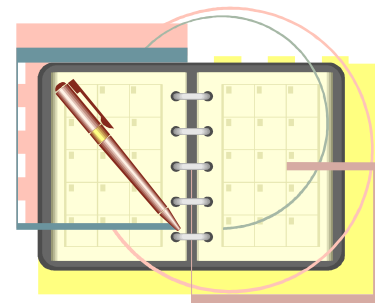


# Směrovací protokoly

Veronika Štorková, CCIE R&S #23705  
Systems Engineer, Cisco

# Agenda

- Přehled IG směrovacích protokolů
- Fungování směrovacích protokolů v Cisco routerech
- Návrh sítí s ohledem na IGP
- Redistribuce
- Připojení k ISP
- Souhrn





# Přehled IGP směrovacích protokolů

# IGP protokoly

- Co jsou IGP protokoly?
  - Směrovací protokoly používané pro přenos informací o sítích v rámci jedné administrativní domény (intradomain)
  - Dynamické směrovací protokoly sdílejí informace o dostupnosti a stavu sítí
  - Dokáží automaticky určit nejlepší cestu, aktualizovat směrovací tabulku a najít další nejlepší cestu v případě, že původní cesta se stane nedostupnou => tzv. schopnost přizpůsobit se změnám síťové topologie
- RIPv1/v2
- EIGRP
- OSPF
- IS-IS
- Máme i jiné protokoly, než IGP?

# RIPv1/v2

- Distance-vector protokol
  - Původně navržený pro menší sítě, kde se očekávaly data-links s podobnou bw
- Request message a Response message, UDP 520
  - Max 25 sítí v jednom updatu
- Metrika: hop count (1 – 15/16)
- Posílá informace o sítích v pravidelných intervalech (full updates)
  - Update timer (Cisco 25,5 – 30s), Invalid timer (180s), Flush timer (240s), Hold-down timer (180s)
- Mechanismy zabraňující směrovací smyčce
  - Split-horizon
  - Route poisoning (poison reverse)
- AD 120
- Rozdíl mezi RIPv1 a RIPv2?
  - VLSM informace, autentizace, mcast adresa pro updaty (224.0.0.9), next-hop, external route tags
- Dnes 3 verze RIPv1

# EIGRP (1.)

- Advanced Distance Vector protokol
  - Vyvinul se z IGRP
- Cisco IGP
- Classless – VLSM support
- RTP, Multicast (224.0.0.10) a unicast
- Neighbor discovery a keepalive pakety
  - Hello packets (timer nemusí být shodný): 5s/60s (NBMA, low-speed linky)
  - Hold-timer: 15s/180s (NBMA)
- Updaty multicast a pak unicast, částečné updaty
- Metriky
  - **Bandwidth**, load, **delay**, reliability, MTU
  - Bandwidth lze měnit na rozhraní (lokálně významná metrika)
  - K hodnoty musí být shodné, aby se směrovače staly neighbors

## EIGRP (2.)

- DUAL finite state machine, Feasible successor, Advertised distance (sousedním směrovačem) a Feasible distance (AD + moje distance)
- Neighbor tabulka => EIGRP Topology tabulka => směrovací tabulka
- Rychlá konvergence
- AD 90, redistribuované sítě 170
- Konfigurace: *network wilcard-mask*
  - pokud nezadáme informaci o masce podsítě, EIGRP vezme informaci o síti jako classful
- Autentizace (MD5)
- Split horizon

# OSPF (1.)

- Link-state protokol, IEEE standard
- Router-ID pro navázání sousedství
- Hello (10s LAN/30s WAN), LSR, LSU, LAck zprávy
- Pro navázání sousedství
  - Auth pass, primary subnet shodná, stejná area a typ, Hello a Dead timery shodné, jedinečné RID, **MTU**
- Koncept DR a BDR na broadcast sítích
- Mcast 224.0.0.5 (všechny OSPF routery) a 224.0.0.6 (DR)



# OSPF (2.)

- Least-cost route vybrána na základě nákladů jednotlivých rozhraní (Dijkstra algoritmus)
- Používá koncept „areas“ (backbone area, ABR, ASBR)
  - Rychlejší výpočet LCR
  - menší nároky na paměť
  - selhání linky v jedné area vyžaduje pouze částečný výpočet SPF v ostatních areách
  - sítě jsou sumarizovány na úrovni ABR a ASBR (vede k menší LSDB a rychlejší kalkulaci => kratší konvergence)
- Virtual-link pro propojení areas s backbone area (dočasné řešení)
- Clear text a MD5 autentizace

# Nejčastěji používané IGP protokoly

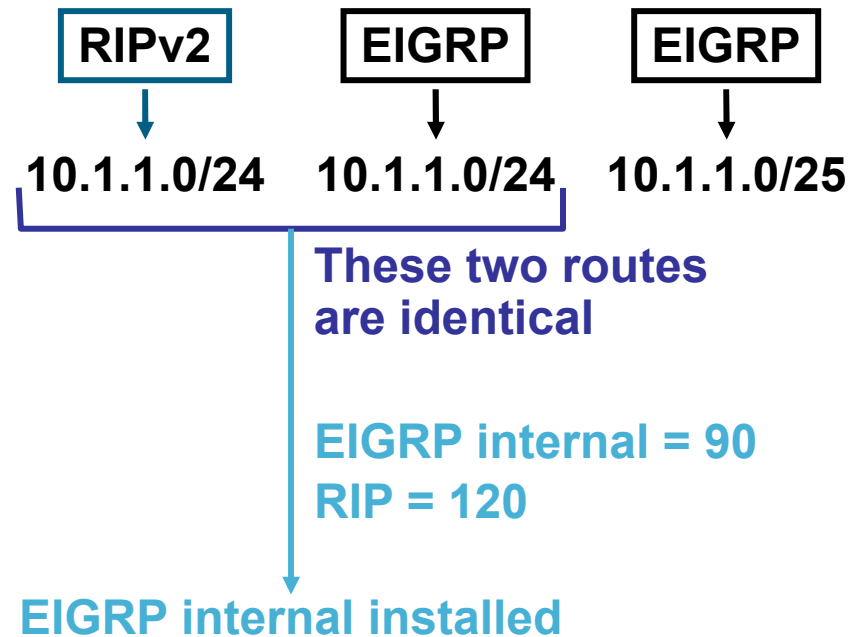
- OSPF
- IS-IS
- EIGRP, RIP
- Statika + default route
  
- PE-CE řešení: BGP, RIP, OSPF



# Fungování směrovacích protokolů v Cisco routerech

# Výběr cesty k síti do RIB

- Jak je používána AD k určení, která route má být instalována?
- Pouze identické routes jsou porovnávány
  - Identické prefixy s různými délkami prefixů nejsou stejná route
- Route od protokolu s nižší AD bude instalována do RIB



# Výběr cesty

RIB dostane novou OSPF route, zavolá si EIGRP a EIGRP rozhone, zda-li má být OSPF route instalována.

RIB dostane odpověď od EIGRP a „vyšplouchne“ EIGRP route

```
RT: closer admin distance for 192.168.239.0, flushing 1 routes
IP-EIGRP(Default-IP-Routing-Table:100): Callback: lostroute
192.168.239.0/24
RT: add 192.168.239.0/24 via 208.0.245.11, ospf metric [110/65]
```

EIGRP dostane callback s informací, že RIB odstranil jednu z jeho routes

RIB nainstaluje OSPF's route

RIB oznámí OSPF, že byla jeho route instalována

# Statické cesty

- Statická route na rozhraní je ukázána v RIB jako *Connected*:

```
- router(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 fa 0/1
```

```
- router#show ip route
```

```
.....
```

```
10.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
```

```
S       10.1.0.0 is directly connected,
```

```
FastEthernet0/1
```

- Statické cesty na rozhraní budou zahrnuty pokud nakonfigurujeme *Redistribute connected*
- Jak k tomu přistoupí směrovací protokoly ve vztahu k network statement?

# Statické cesty

- OSPF:
  - Static routes to interfaces are not advertised as a result of a network statement
- EIGRP:
  - Static routes to interfaces are considered connected routes
  - They will be picked up and advertised if they are contained within a network statement
- IS-IS:
  - IS-IS doesn't use network statements, so static routes to interfaces are not advertised without redistribution
- BGP:
  - Static routes to interfaces are installed the routing table
  - They will be picked up and advertised if they match a network statement



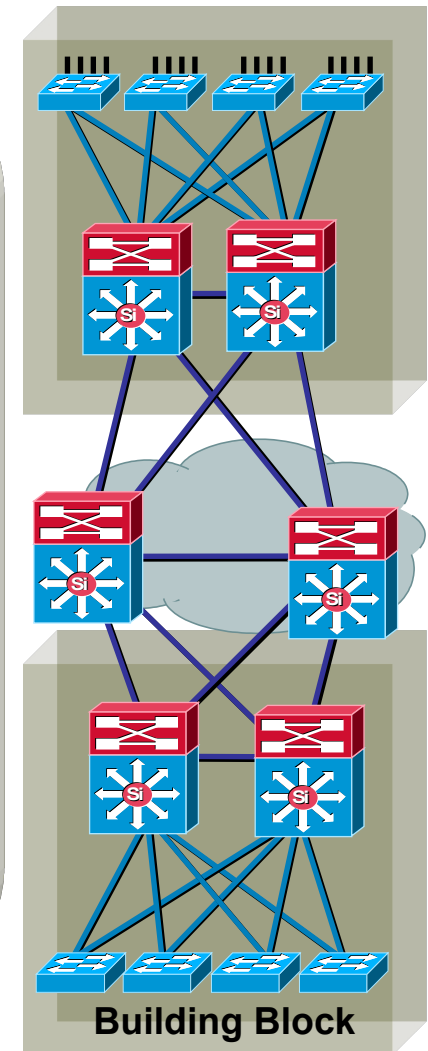
# Návrh sítí s ohledem na IGP



# Hierarchický design kampusové sítě

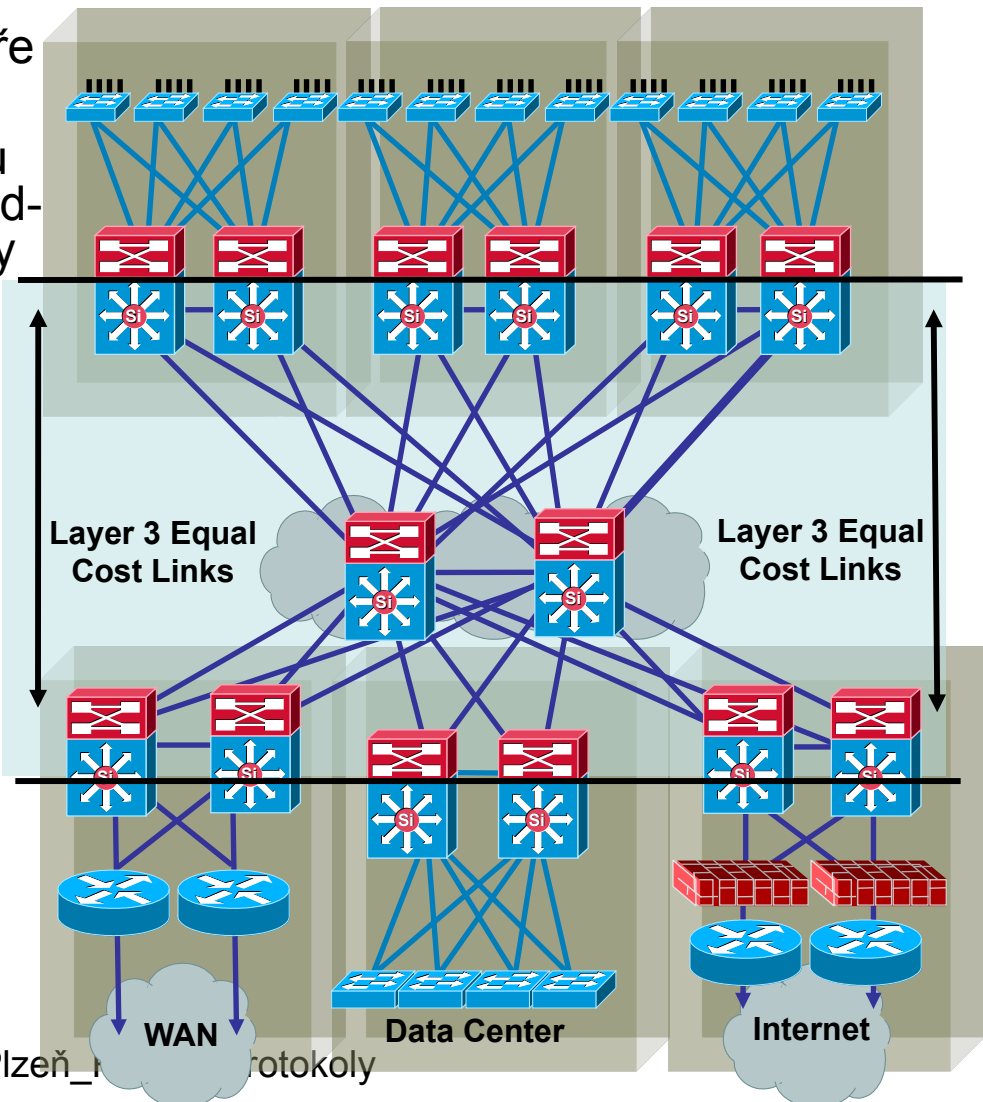


- Nabízí hierarchii – každá vrstva má svou specifickou roli
- Modulární topologie – stavební bloky
- Snadný růst sítě, porozumění a troubleshooting
- Vytváří menší chybové domény – jasné rozdělení a izolace problému
- Podporuje load balancing a redundanci
- Podporuje deterministické chování provozu
- Zabudovává rovnováhu L2 a L3 technologie, využívajíc silné stránky obou
- Využívá L3 routing pro load balancing, rychlou konvergenci, škálovatelnost a řízení provozu



# Best Practices - L3 směrovací protokoly

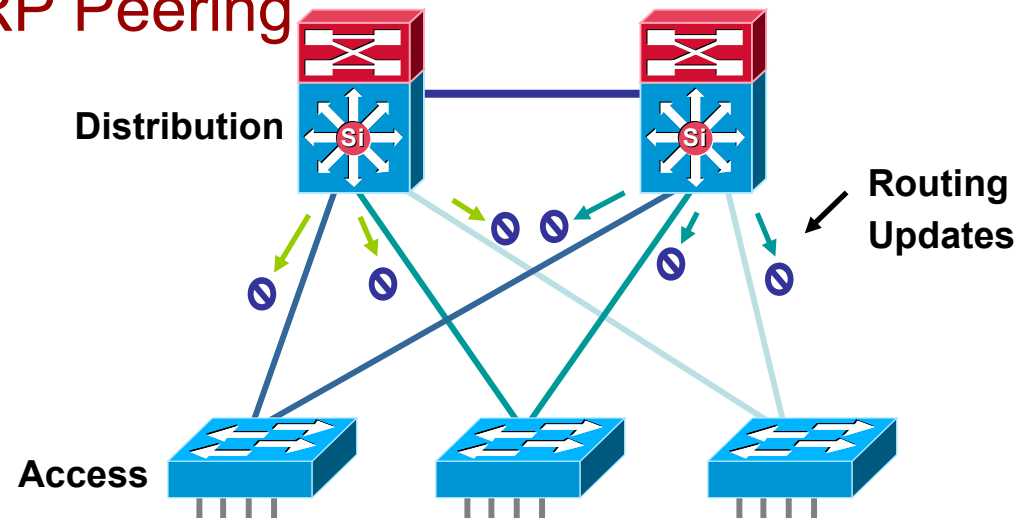
- Typicky nasazené v distribuční a páteřní vrstvě, a na spojích páteře
- Používané k rychlému přesměrování v případě výpadků spojů/uzlu, zatímco poskytují load-balancing přes redundantní cesty
- Stavíme do trojúhelníku, ne do čtverců, abychom dosáhli deterministické konvergence
- Peering pouze na spojích, které chceme použít jako tranzitní
- Musíme zajistit redundantní L3 spoje, abychom se vyhnuli „černým díram“
- Summarizujeme od distribuční vrstvy k páteři, abychom omezili poloměr dotazů EIGRP a šíření OSPF LSA



# Best Practice – pasivní rozhraní pro IGP

## Limitujeme OSPF a EIGRP Peering přes přístupovou vrstvu

- Limitujeme nepotřebný peering pomocí passive interface:
  - 4VLANs per wiring closet,
  - Celkem 12 adjacencies
  - Nárůst požadavků na paměť a CPU bez reálného přínosu
  - Způsobuje overhead pro IGP



### OSPF Example:

```
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#passive-
interface Vlan 99

Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#passive-
interface default

Router(config-router)#no passive-
interface Vlan 99
```

### EIGRP Example:

```
Router(config)#router eigrp 1
Router(config-router)#passive-
interface Vlan 99

Router(config)#router eigrp 1
Router(config-router)#passive-
interface default

Router(config-router)#no passive-
interface Vlan 99
```

# CIDR – Classless InterDomain Routing

- Před CIDR bylo možné dát organizaci pouze classful síť
- IP subnetting přinesl další úroveň hierarchie do struktury tříd IP adres (network – subnet – host)
- VLSM zlepšuje využití přiděleného adresního prostoru, ale neřeší problém nevyhovujícího způsobu přidělování IP adres organizacím
- CIDR zcela opouští koncept tříd IP adres
- Blok adres je reprezentován tzv. CIDR blokem/supersítí
  - Např. agregace 256 sítí původní C-třídy do jednoho adresního bloku (192.168.0.0 – 192.168.255.0/24 => 192.168.0.0/16)
- CIDR umožňuje flexibilní subnetting sítí a jejich přidělování různým organizacím za účelem výměny interdomain routing informací

# Sumarizace

- Dobré IP adresní schéma je tvořené s myšlenkou na sumarizaci
- Vytváříme takové podsítě, které lze snadno sumarizovat
- Inclusive summary route
  - Jedna sumarizující síť, tak malý rozsah adres jak je jen možné, která zahrnuje všechny ukázané routes/subnety, i ty, které ještě neexistují
  - Např. 171.16.20. – 23.0/24 => 171.16.20.0/22
- Proč sumarizace
  - udržení velikosti routovací tabulky
  - je možné propagovat informace o síti, aniž by byly odesílány informace o každém jednotlivém hostovi (důležité u broadcast médií jako např. Ethernet)

# Proč sumarizujeme v Distribuční vrstvě

## Limit EIGRP Queries and OSPF LSA Propagation

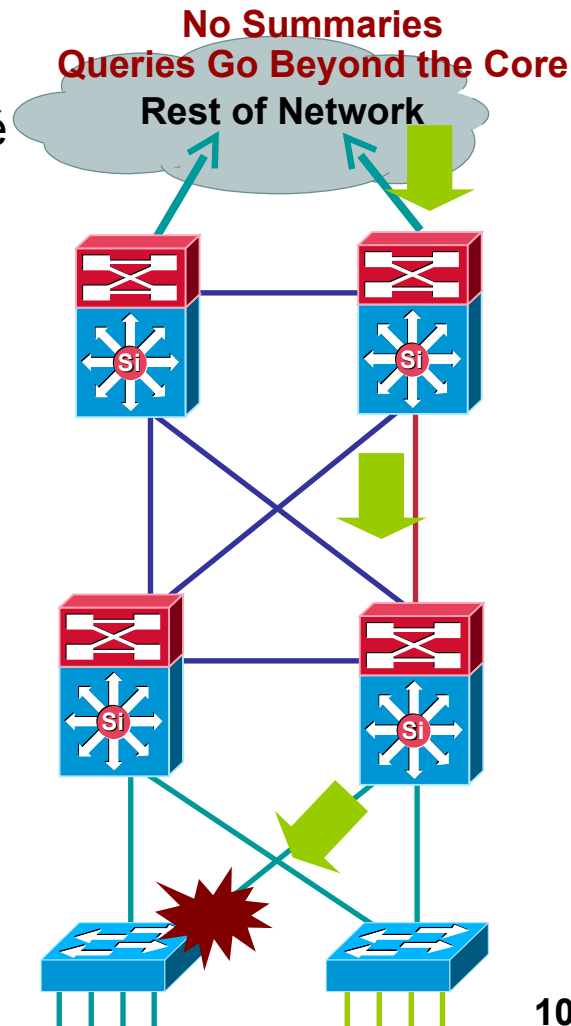
- Je důležité sumarizovat ve směru od distribuční k páteřní vrstvě sítě
- Limitováním počtu peerů na EIGRP routeru, kterých se musí dotazovat, nebo počtu LSA, které musí OSPF router zpracovat, můžeme optimalizovat tento re-route
- EIGRP example:

```
interface Port-channel1
description to Core#1
ip address 10.122.0.34
255.255.255.252
ip hello-interval eigrp 100 1
ip hold-time eigrp 100 3
ip summary-address eigrp 100
10.1.0.0 255.255.0.0 5
```

10.1.1.0/24

RCNA\_Plzeň\_RoutingProtokoly

10.1.2.0/24



Core

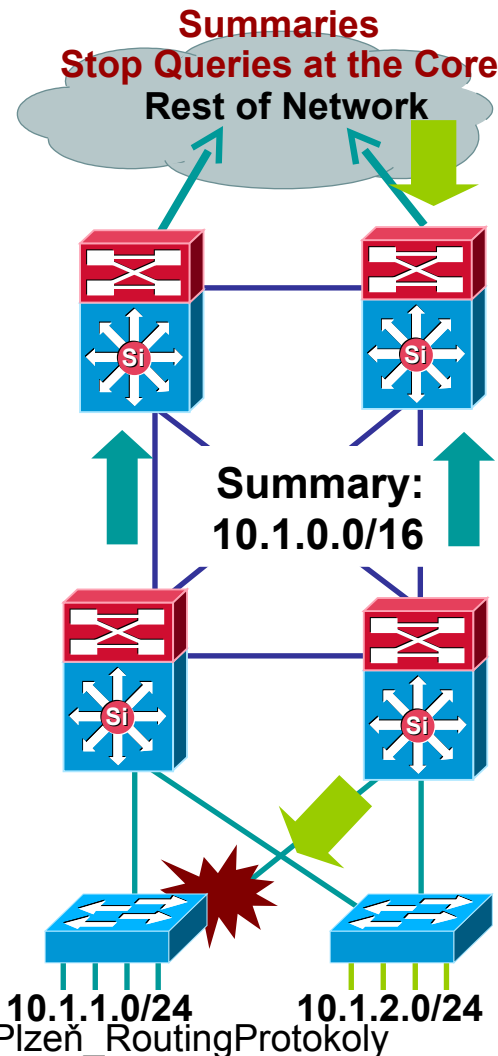
Distribution

Access

# Proč sumarizujeme v Distribuční vrstvě

## Reduce the Complexity of IGP Convergence

- Je důležité sumarizovat ve směru od distribuční k páteřní vrstvě sítě
- Pro zpětný provoz je požadován OSPF nebo EIGRP re-route
- Limitováním počtu peerů na EIGRP routeru, kterých se musí dotazovat, nebo počtu LSA, které musí OSPF router zpracovat, můžeme optimalizovat tento re-route
- V EIGRP, pokud sumarizujeme na distribuční vrstvě, zastavíme tím dotazy páteřních routerů, když „flapuje“ přístupová vrstva
- V OSPF, pokud sumarizujeme na distribuční vrstvě, (area border nebo L1/L2 border), „záplava“ LSAs je limitována na distribuční routery; SPF tím pádem zpracovává pouze 1 LSA místo 3



# Sumarizace v jednotlivých IGP

- Cisco IOS IP Routing: Protocol-Independent Configuration Guide
- Automatická vs. Manuální sumarizace (RIP a EIGRP)
- RIP
  - *(config-if)# ip summary-address rip ip-address*
- EIGRP
  - *(config-if)# ip summary-address eigrp as-number address mask [admin-distance]*
  - Cisco IOS vždy vytvoří summary route na null0 interface (aby se zabránilo routing loops, kdyby poslal paket na default route)
- OSPF
  - Z jedné OSPF area do druhé
    - *-rtr# Area area\_id range ip\_address mask ...*
  - Na ASBR pro redistribuované sítě
    - *-rtr# Summary-address ip-address mask not-advertise*



# Discard Routes

- Discard routes jsou vytvořeny, když router agreguje směrovací informace

```
- (EIGRP) ip summary-address eigrp 100 10.1.0.0
  255.255.0.0 5
- (OSPF) area 1 range 10.1.0.0 255.255.0.0
- (IS-IS) summary-address 10.1.0.0 255.255.0.0 level-2
- ....
- 2651A#show ip route
- ....
- D          10.1.0.0/16 is a summary, 00:04:03, Null0
```

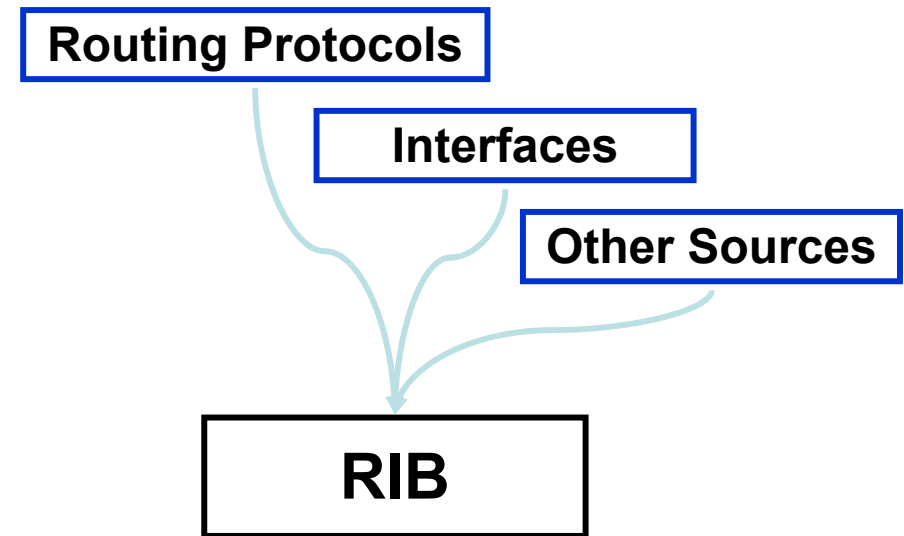
- Discard route má defaultně AD 5



# Redistribuce

# Základní struktura RIB

- Routing Information Base, neboli RIB
- Směrovací protokoly
  - Instalují „cesty“ do RIB
  - Statické cesty jsou směrovací protokol
- Rozhraní
  - Instalují „cesty“ do RIB
- Další zdroje
  - Instalují „cesty“ do RIB



# O čem je redistribuce

- Každý směrovací protokol si udržuje informaci o „svých“ IP sítích
  - Informace není dostupná v ostatních směrovacích doménách
- „Výměna“ informací mezi směrovacími protokoly
- Redistribuce se realizuje na hraničním routeru mezi dvěma IGP doménami
- Důvody pro redistribuci
  - Historický vývoj sítě
  - Fúze několika firem dohromady

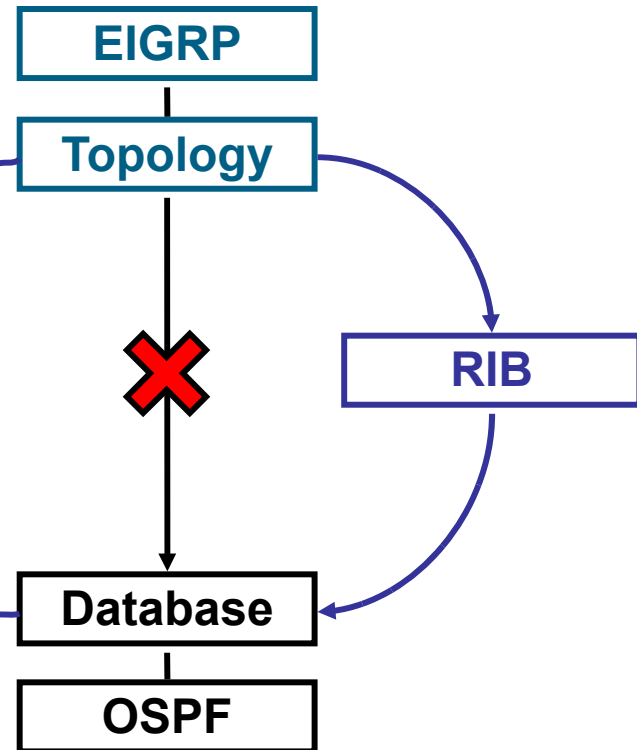
# Základy redistribuce

- Routes mohou být redistribuovány z jednoho protokolu do dalšího
- Routes nejsou ve skutečnosti redistribuovány mezi protokoly
  - Routes jsou brány z RIB, ne z protokolu!
  - Redistribující protokol ví, které cesty vzít z RIB na základě informace “known via”

```
router#show ip route 10.0.0.0  
.....
```

```
Routing entry for 10.0.0.0/8
```

```
Known via "eigrp 100" distance 90, metric 3072256, type internal  
Redistributing via eigrp 100
```



# Základy redistribuce

- Cesta musí být instalována v RIB, aby mohla být redistribuována
- Redistribuované cesty ze směrovací tabulky nejsou instalované protokolem, který si je přebírá
- Nic, co není v RIB, nemůže být předmětem filtrování redistribuce

# Konfigurace redistribuce

- V config módu směrovacího protokolu
  - *-rtr)# redistribute protocol [process-id] ...*
  - *-rtr)# redistribute eigrp 1*
- Metriky mohou být defaultní nebo nastavené
  - Vždy nutné nastavit u RIPv
- Redistribujeme všechny sítě nebo jen některé
  - Používáme *route-map*
- Sítě (routes) lze označit a pak s nimi dále v síti (network) pracovat
  - *Route map – set tag / match tag*



# Připojení k ISP



# Získání internetové konektivity

- Statické připojení - Default route
- BGP
- Dual-homing/Multihoming

# Statika – default route

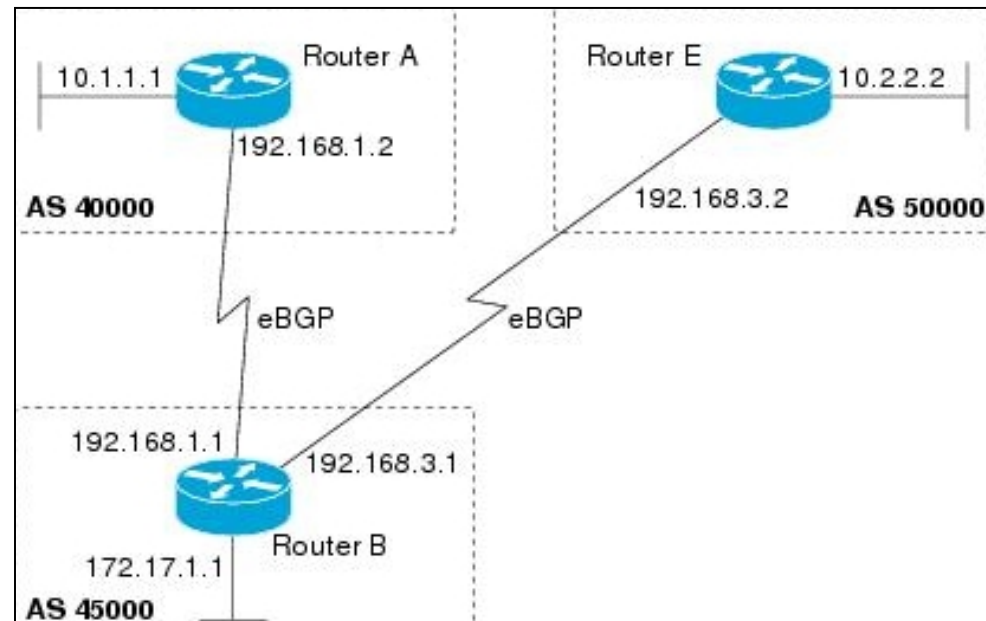
- Přiřazená veřejná IP adresa (PI vs. PA)
  - NAT/PAT
- Připojení k jednomu ISP statickou cestou
- Dvnitř své sítě propagujeme defaultní route na hraniční směrovač
- ISP propaguje statickou route k naší síti
- Je dobré monitorovat rozhraní
- Backup interface up v případě výpadku primárního rozhraní (object-tracking v IOSu)

# BGP

- Mocný protokol
- Interdomain směrovací protokol pro připojení k ISP
- Spolehlivý provoz přes TCP, dest.port 179, lokální port je náhodné číslo
- Přiřazené číslo Autonomního systému (od IANA)
  - Do ledna 2009 2-byte: 1 – 65535 (64496 – 64511 rezervované, 64512 – 65534 „privátní“, speciální 65535)
  - Od ledna 2009 4-byte: 65536 – 4294967295 (65536 – 65551 „privátní“)
- Externí BGP relace (mezi různými ASs) (preferované přes Loopback rozhraní)
- Přímé propojení mezi BGP sousedy vs. multihop
- Přiřazená veřejná IP adresa (PI vs. PA)
- Směrovač, který zvládne BGP (plná BGP tabulka v 3CXL supervisech/ASR1000 a výš)

# Dual-homing/Multihoming

- Připojení AS vícekrát k jednomu ISP
- Připojení AS k více než jednomu ISP
- Důvody
  - Záložní spojení
  - Vytíženost linky k ISP
- Load-balancing, směrovací politika
- Pozor na tranzitní AS!
- Stub-AS není tranzitní





# Souhrn

# Zajímavé dokumenty

- Cisco.com -> Support -> Configure -> Select your product -> Cisco IOS and NX-OS Software -> Cisco IOS -> Cisco IOS Software Family 15
- Cisco IOS Software Releases 15.1 Configuration Guides
  - [http://www.cisco.com/en/US/products/ps10592/products\\_installation\\_a](http://www.cisco.com/en/US/products/ps10592/products_installation_a)
- Cisco IOS Routing Protocols Configuration Guides
  - Skvělý zdroj informací
- Cisco IOS Routing Protocols Command Guides
  - Dokáže objasnit tajemství IOS příkazů ☺
- Cisco Validated Design Program – Campus Design Guide
  - <http://www.cisco.com/go/designzone>
  - Stanou se z Vás moudří architekti IP sítí ☺

