



Advanced Single Area a Multiarea OSPF



M5 a M6, CCNA, v5

Pavel Segeč

Katedra informačných sietí

Fakulta riadenia a informatiky, ŽU

V dnešnej prezentácii

- Link state smerovacie protokoly
- Pokročilé Single-Area OPSF
- Prečo sa používa multiarea OSPF
- Typy LSA štruktúr
- Konfigurácia multiarea OSPFv2
- Sumarizácia ciest
- Overenie a diagnostika

Smerovacie protokoly typu distance-vector

- Distance-vector protokoly pracujú na báze „povery“
 - Smerovače sa informujú len o cieľových sieťach, ktoré poznajú, a ich vzdialenostiach do týchto sietí, avšak táto znalosť nemusí vyjadrovať pravdivý, skutočný a okamžitý stav
 - Správy DV protokolov obsahujú pole (vektor) položiek tvaru <Sieť, Vzdialenosť> (prípadne i ďalšie, pre základný princíp DV protokolov nepodstatné atribúty)
 - Informácie sú veľmi jednoduché a ľahko spracovateľné, nevyžadujú množstvo pamäte ani veľký výpočtový výkon
 - Elementárna konfigurácia DV protokolov a základné porozumenie ich princípu činnosti nie sú ťažké
 - Zo správ DV protokolu nemožno určiť topológiu siete – žiaden smerovač presne nevie, koľko smerovačov sa v sieti nachádza, ani nepozná, ako sú navzájom prepojené
 - Neznalosť topológie a nutnosť slepo dôverovať informácii, ktorá prichádza od suseda, vedie k vzniku prechodných smerovacích slučiek a pomalej konvergencii

Smerovacie protokoly typu link-state

- Smerovacie protokoly typu link-state pracujú na báze presnej znalosti topológie celej siete
 - Každý smerovač identifikuje objekty, s ktorými je bezprostredne spojený (ďalšie smerovače a priamo pripojené siete)
 - Všetkým svojim susedom smerovač odošle správu (tzv. Link State Packet alebo Link State Advertisement, LSP/LSA), v ktorej presne popíše svoje prepojenia s okolitými objektmi
 - Iné smerovače si túto správu zapamätajú a preposielajú ďalej, ale nesmú ju zmeniť
 - Po istom čase každý smerovač pozná všetky ostatné smerovače a objekty v sieti a ich presné vzájomné zapojenie
 - Nad touto topologickou mapou siete (tzv. orientovaným grafom) smerovač využije niektorý z algoritmov, ktorý vytvára strom najkratších ciest

Smerovacie protokoly typu link-state

- Výhody link-state smerovacích protokolov
 - Znalosť topológie
 - Rýchla konvergencia
 - Nižšia pravdepodobnosť vzniku smerovacích slučiek než pri distance-vector smerovacích protokoloch
- Nevýhody link-state smerovacích protokolov
 - Vyššia spotreba pamäte a výpočtového výkonu CPU
 - Nemožnosť sumarizovať alebo filtrovať oznamované siete na ľubovoľnom mieste siete, iba na tzv. hraniciach oblastí
 - Zložitejšie mechanizmy a nutnosť kompetentného nasadenia



Single-Area OSPF



Open Shortest Path First

- OSPF je v súčasnosti najrozšírenejší smerovací protokol typu link-state
- Otvorený protokol špecifikovaný v [RFC 2328](#) a početných ďalších
- Je classless, podporuje VLSM, ľubovoľnú sumarizáciu, autentifikáciu, rýchlu konvergenciu
- Metrika je odvodená od rýchlosti linky a nazýva sa [cena](#) (cost)
- V súčasnosti sa používajú dve verzie:
 - OSPFv2 pre IPv4 siete
 - OSPFv3 pre IPv6 siete
- Na IPv4 sieťach využíva vlastný transportný protokol č. 89 a dve multicastové IP adresy:
 - 224.0.0.5: všetky OSPF smerovače na danom segmente
 - 224.0.0.6: DR/BDR smerovač na danom segmente
- Administratívna vzdialenosť OSPF sietí je [110](#), je však možné definovať tri nezávislé AD pre intra-area, inter-area a external

Pojmy v OSPF

- **Link**

- Rozhranie smerovača

- **Link-state**

- Vlastnosti rozhrania (IP adresa/maska, cena, s kým nás spája)

- **Link State ID**

- Unikátny identifikátor, pod ktorým je možné v databáze vyhľadať konkrétny link-state záznam
 - Zvyčajne Router ID, DR router IP, NET adresa atď.

- **Router ID**

- 4B číslo jednoznačne identifikujúce router v autonómnom systéme
 - Stanovenie Router ID na Cisco smerovačoch:
 - V konfigurácii OSPF procesu príkazom **router-id**
 - Ak nie je prítomný, najvyššia IP spomedzi Loopback rozhraní
 - Ak nie sú prítomné, najvyššia IP spomedzi všetkých rozhraní

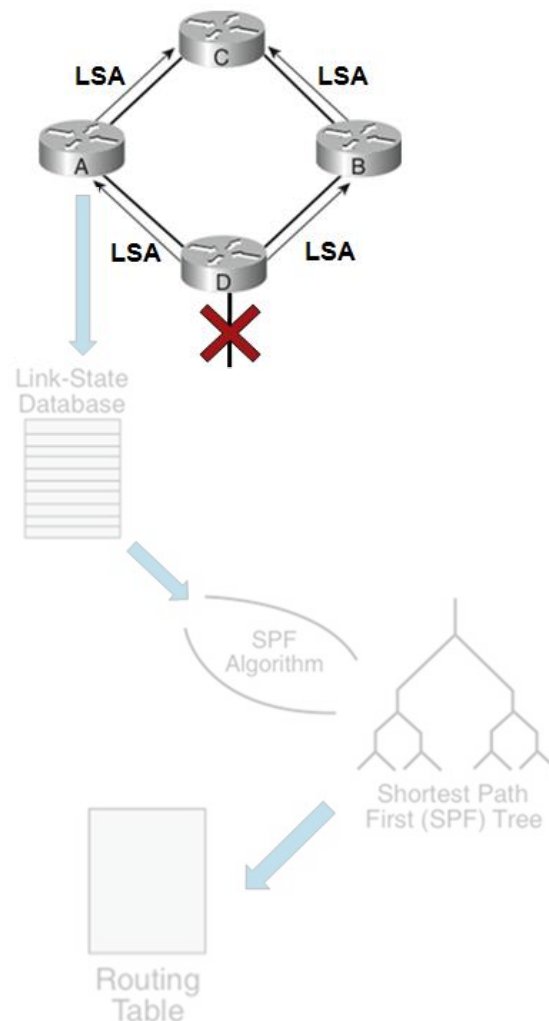
OSPF databázy

- OSPF si udržiava tri databázy:
 - Adjacency Database (**show ip ospf neighbor**)
 - Databáza susedov a komunikačných vzťahov medzi nimi
 - Link-state Database (LSDB) (**show ip ospf database**)
 - Topologická databáza obsahujúca orientovaný graf siete vystavaný pomocou informácií v jednotlivých LSA
 - Ak je router vo viacerých oblastiach, pre každú si vedie samostatnú LSDB
 - Všetky routery v rovnakej oblasti majú identickú LSDB
 - Forwarding Database (**show ip route**)
 - Obsahuje informácie o každej dosiahnuteľnej sieti a príslušnom next-hop routeri
 - V OSPF teoreticky smerovač pozná úplnú cestu od seba do cieľovej siete, v smerovacej tabuľke sa však zaznamená vždy len prvý nasledujúci smerovač

Link-State Advertisements (LSAs)

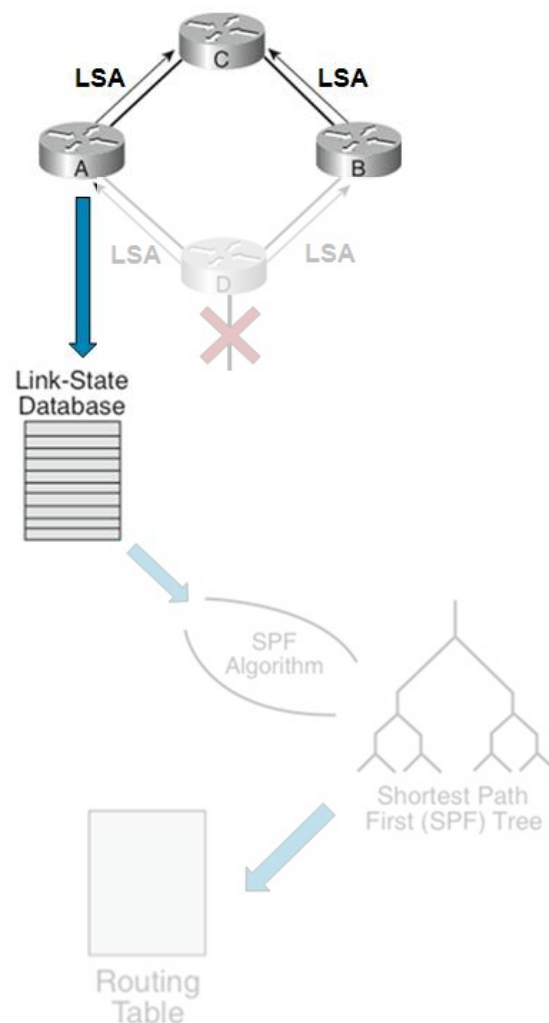
■ Link State Advertisement (LSA)

- Dátová štruktúra posiadaná v paketoch OSPF protokolu, ktorá prenáša topologickú informáciu
 - Každé LSA má svoju hlavičku, ktorá ho identifikuje, a informačné telo
 - Nie je samostatný paket!
 - Posiadaná pri inializácii alebo pri detekovaní topo zmeny
 - Je multicastovo šírená susedom na 224.0.0.5 alebo 224.0.0.6
- LSA prijatá smerovačom je bezprostredne poslaná jeho susedom
- Až po hranice oblasti



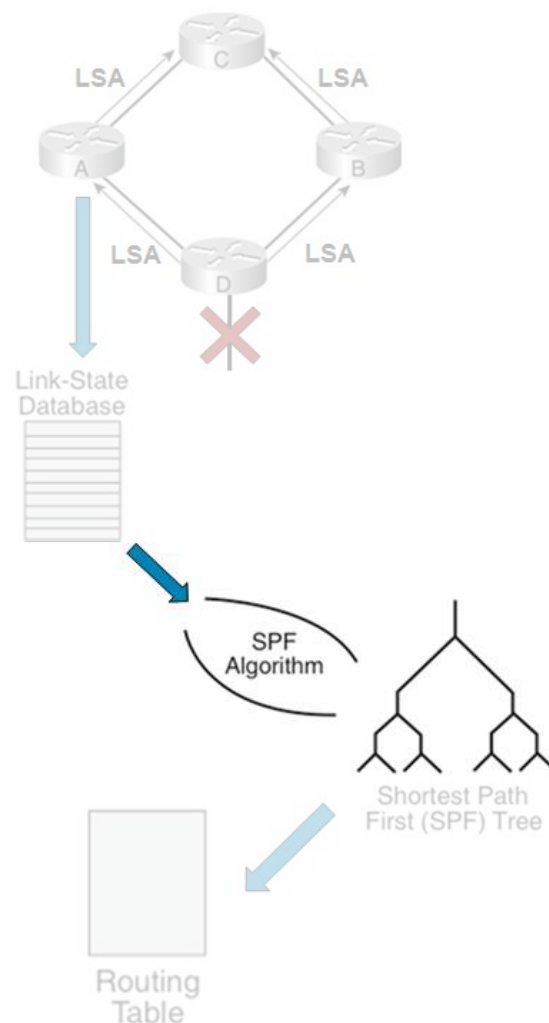
Link-State Database (LSDB)

- LSA prijatá smerovačom je pridaná do jeho link-state databázy (LSDB).
- LSDB sa používa na kalkuláciu SPF stromu OSPF algoritmom
 - Pre každú cieľovú sieť zoznam ciest



SPF algoritmus

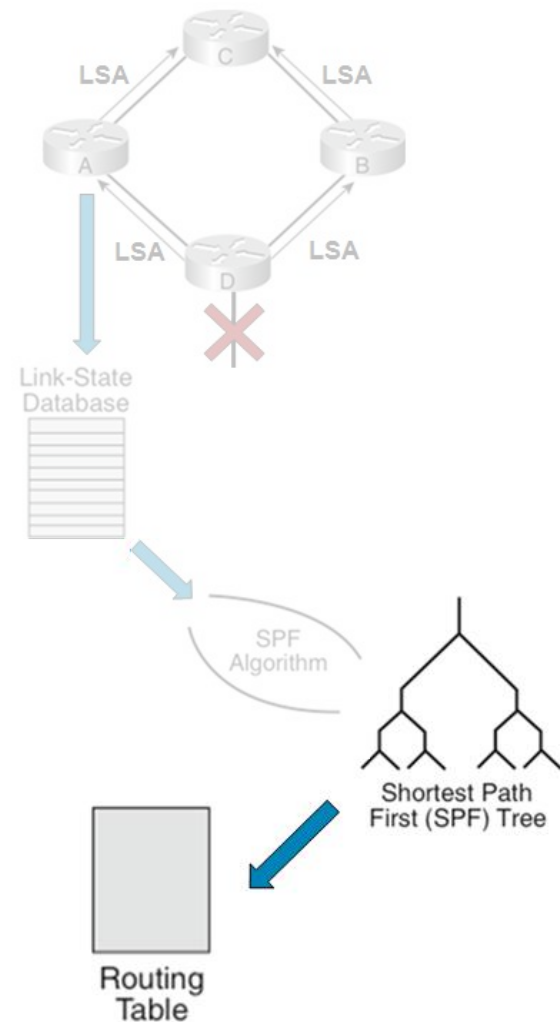
- OSPF algoritmus pre každú sieť v LSDB na základe ceny počíta najlepšiu cestu
 - Strom najkratších vzdialeností
 - SPF tree
 - Je orientovaný
- OSPF algoritmus je založený na Edsger Dijkstra's shortest path first (SPF) algoritme



Pojmy v OSPF

Routing Table

- Najlepšie cesty pre dané siete vypočítané SPF algoritmom sú pridané do smerovacej tabuľky



Vzťahy smerovačov

▪ Neighborhood

- Komunikačný vzťah medzi dvojicou susediacich smerovačov
- Je vytvorený, ak sa oba smerovače zhodnú na hodnote povinných parametrov
- Cez neighborhood sa neprenáša smerovacia informácia, iba informácia o schopnosti vzájomne komunikovať
 - Len Hello - stav *2-Way*
- Neighborhood je teda vytvorený medzi ktoroukoľvek vzájomne spojenou dvojicou správne nakonfigurovaných a pracujúcich OSPF routerov

▪ Adjacency

- Komunikačný vzťah medzi dvojicou susediacich smerovačov
 - Stav *Full*
- Adjacency je užší komunikačný vzťah, ktorý umožňuje takto „spriateleným“ smerovačom vymieňať si samotnú smerovaciu informáciu
- Vytvára sa iba medzi vybranými smerovačmi

Pojmy v OSPF

DR a BDR

- Optimalizácia OSPF komunikácie na multicaccess sieťach
 - FR, Ethernet
- **Designated Router (DR)**
 - Smerovač na multiaccess segmente, ktorý je centrálnym bodom pre výmenu smerovacej informácie na segmente
 - Jeden DR sa volí dynamicky pre každý multiaccess segment
 - DR je zároveň zodpovedný za reprezentovanie multiaccess segmentu
 - Tzv. *Pseudo Node*
 - Na segmente je každý iný smerovač (DROTHER) s ním v adjacency vzťahu
- **Backup Designated Router (BDR)**
 - Smerovač na multiaccess segmente, ktorý zálohuje činnosť DR a preberá jeho funkciu v prípade jeho výpadku
 - Smerovač s druhou najvyššou prioritou
 - Nemusí existovať
 - Na segmente je každý iný smerovač (DROTHER) s ním v adjacency vzťahu

OSPF Pakety



OSPF Pakety

- OSPF používa 5 základných druhov paketov na rôzne účely
 - Objavenie susedov a budovanie adjacency vzťahov
 - Šírenie link-state informácií za účelom budovania a aktualizácie LSDB

Frame Header	Frame Payload				CRC
	IP Header	Protocol Number (OSPF = 89)	OSPF Header	OSPF Message	

Na LAN je OSPF paket zabalený do Eth. Rámca s cieľovou multicast adresou buď“: • 01-00-5E-00-00-05 • 01-00-5E-00-00-06	Cieľová multicast IP adresa nastavená na buď: • 224.0.0.5 (All OSPF routers) • 224.0.0.6 (All DR and BDR) Pole protokol v IP hlavičke je 89 .	OSPF hlavička identifikuje typ OSPF paketu, router ID a číslo oblasti (Area ID)	OSPF správa obsahuje polia per typ OSPF paketu
--	---	---	--

Pakety v OSPF

Hello paket

- OSPF má 5 základných druhov paketov
- **Hello paket**
 - Slúži na objavenie a udržiavanie neighborhood vzťahov so susednými smerovačmi
 - Použitý na voľbu DR/BDR na multiaccess sieťach
 - Hello paket sa posiela každých
 - 10 sekúnd na sieťach typu broadcast a Point-to-Point
 - 30 sekúnd na sieťach typu NBMA a Point-to-Multipoint
 - Dead interval
 - je implicitne vždy 4-krát väčší ako Hello interval
 - Interval do ktorého ak nie je prijaté žiadne Hello je sused odstránený zo zoznamu susedov

Pakety v OSPF

DBD paket

- **DataBase Description Packet** (DDP alebo DBD)
 - Voľba Master / Slave počas Exstart
 - Paket sa používa pri úvodnej synchronizácii topologických databáz medzi dvojicou routerov
 - Prenáša len „titulky“, „nadpisy“ jednotlivých položiek, nie kompletnú topologickú informáciu
 - DBD paketmi komunikujú routery vo fáze synchronizácie topologických databáz, kedy si vytvárajú zoznam položiek, ktoré sú u suseda novšie, resp. ktoré aktuálny router vôbec nemá

LSR, LSU a LSAck pakety

▪ Link State Request (LSR)

- Pomocou LSR si router vyžiada konkrétnu položku topologickej databázy od suseda
- Obsahuje záhlavie požadovaného LSA (databázový kľúč - LSID)

▪ Link State Update (LSU)

- Prostredníctvom LSU sa prenáša samotná topologická informácia
- Topologická informácia je vo vnútri LSU obsiahnutá ako jedna alebo niekoľko LSA položiek

▪ Link State Acknowledgement (LSAck)

- Slúži na potvrdenie úspešného prijatia konkrétného LSA
- V jednom LSAck môže byť potvrdených mnoho LSA



OSPF činnosť a stavy protokolu



Činnosť OSPF – od štartu po stabilný stav

- Rozbeh OSPF je možné rozdeliť do 5 krokov
 1. Lokalizovanie susedov a vytvorenie komunikačných vzťahov
 2. Voľba DR/BDR, pokiaľ je to primerané
 3. Synchronizácia topologických databáz
 4. Výpočet stromu najkratších ciest a naplnenie smerovacej tabuľky
 5. Udržiavanie aktuálneho stavu smerovacej databázy

Fázy OSPF protokolu

- Každá dvojica routerov prechádza pri vytváraní komunikačného vzťahu niekoľkými fázami
- Fáza **Down**:
 - Štartovací stav. Od konkrétného suseda sme zatiaľ nedostali žiaden Hello paket. My posielame Hello pakety.
- Fáza **Attempt**:
 - Platí len na NBMA sieťach. Od konkrétného suseda sme zatiaľ nedostali žiaden Hello paket. My posielame Hello pakety adresne na tohto suseda.
- Fáza **Init**:
 - Od suseda sme dostali Hello paket a informácie v ňom spĺňajú kritériá. Nevidíme však svoje vlastné RID v tomto Hello pakete.

Fázy OSPF protokolu

- Fáza **2-Way**:

- Od suseda sme dostali Hello paket a informácie v ňom spĺňajú kritériá, navyše v ňom vidíme vlastné RID.
- Týmito fázami prejdú všetky susedské routery a tieto fázy zodpovedajú kroku 1 a prípadne 2
- Vo fáze 2-Way sú splnené podmienky na možnosť obojsmernej komunikácie medzi dvojicou routerov
- Bežní susedia zostávajú vo fáze 2-Way a v dialógu nepokračujú – žiadna výmena topologickej informácie
- Do ďalších fáz pokračujú len tie dvojice routerov, ktoré sú buď spojené typom siete, kde sa DR/BDR nevolí, alebo ak aspoň jeden z tejto dvojice je DR/BDR
 - Dialóg, ktorý vedú v týchto ďalších fázach, sa nazýva adjacency

Fázy OSPF protokolu

■ Fáza **ExStart**:

- Routery si navzájom vymenia prázdne DBD pakety, aby pre účel výmeny topologických databáz zistili, kto z nich bude tzv. Master a kto Slave (rozhoduje vyššie RID)
- Master smie zvyšovať sekvenčné číslo v DBD paketoch, Slave je povinný odpovedať na výzvy Mastera opakovaním jeho sekvenčného čísla

■ Fáza **Exchange**:

- Routery si vymieňajú DBD pakety, v ktorých si navzájom popisujú obsah svojich topologických databáz
- Na základe informácií v prijatých DBD paketoch si každý router tvorí zoznam LSA, ktoré má sused novšie a ktoré od neho bude chcieť stiahnuť

Fázy OSPF protokolu

- Fáza **Loading**:

- Routery si počas fázy Exchange vytvorili zoznamy LSA, ktoré chcú od suseda stiahnuť. Vo fáze Loading si tieto topologické komponenty vzájomne vyžadajú paketmi LSR, pošlú paketmi LSU a potvrdia paketmi LSAck.

- Fáza **Full**:

- Router vstupuje v dialógu so susedom do fázy Full v momente, keď od suseda získal všetky informácie, o ktoré mal záujem. Dva smerovače vo vzájomnom stave Full majú identické topologické databázy a sú plne synchronizované.

Krok 1 – Lokalizácia susedov a vytvorenie komunikačných vzťahov

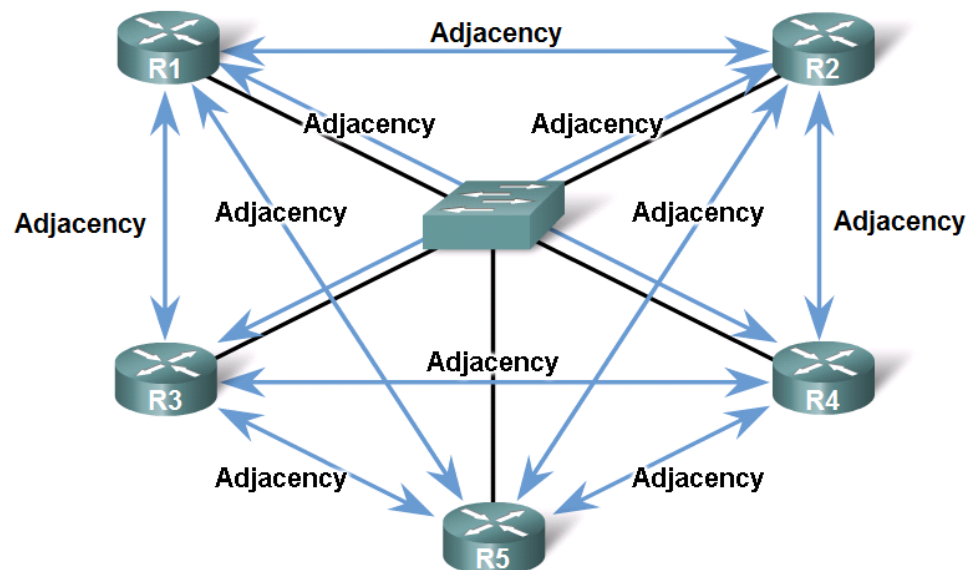
- Susedia sa objavujú navzájom pomocou Hello paketov, ktoré sú buď posielané na adresu 224.0.0.5 alebo na konkrétneho suseda
- Routery skontrolujú parametre prijatého Hello paketu. Ak vyhovujú požadovaným kritériám, routery sa považujú za susedov (neighbors)
- Parametre, ktoré sa musia zhodovať:
 - Spoločná sieť a maska
 - Číslo oblasti a jej typ
 - Autentifikácia
 - Hello a Dead Interval
- Pokiaľ sú na sieti zvolení DR/BDR, ich IP adresy budú v Hello paketoch uvedené a s nimi bude potrebné nadviazať adjacency
- Ak na sieti nie sú podľa prijatých Hello paketov zvolení DR/BDR, a typ siete si ich vyžaduje, nasleduje fáza voľby DR/BDR smerovačov

Krok 2 - OSPF Network Types

- **Point-to-point** – Two routers interconnected over a common link. Often the configuration in WAN links.
- **Broadcast Multiaccess** – Multiple routers interconnected over an Ethernet network.
- **Non-broadcast Multiaccess (NBMA)** – Multiple routers interconnected in a network that does not allow broadcasts, such as Frame Relay.
- **Point-to-multipoint** – Multiple routers interconnected in a hub-and-spoke topology over an NBMA network.
- **Virtual links** – Special OSPF network used to interconnect distant OSPF areas to the backbone area.

Krok 2 – problém MA

- Problém s BMA
 - Veľa OSPF smerovačov na BMA sieti
 - Ako formovať vzťahy?
- Ak každý s každým sused (adjacency vzťahy) = príliš veľký overhead
 - 10 routerov potrebných 45 adjacencies
 - 45 krát poslaný HELLO, LSA, LSAck a podobne.
 - Pre n routerov = $n*(n-1)/2$
- Riešenie:
 - Voľba jedného centrálného routera (DR)
 - a záložného (BDR) (ochrana)

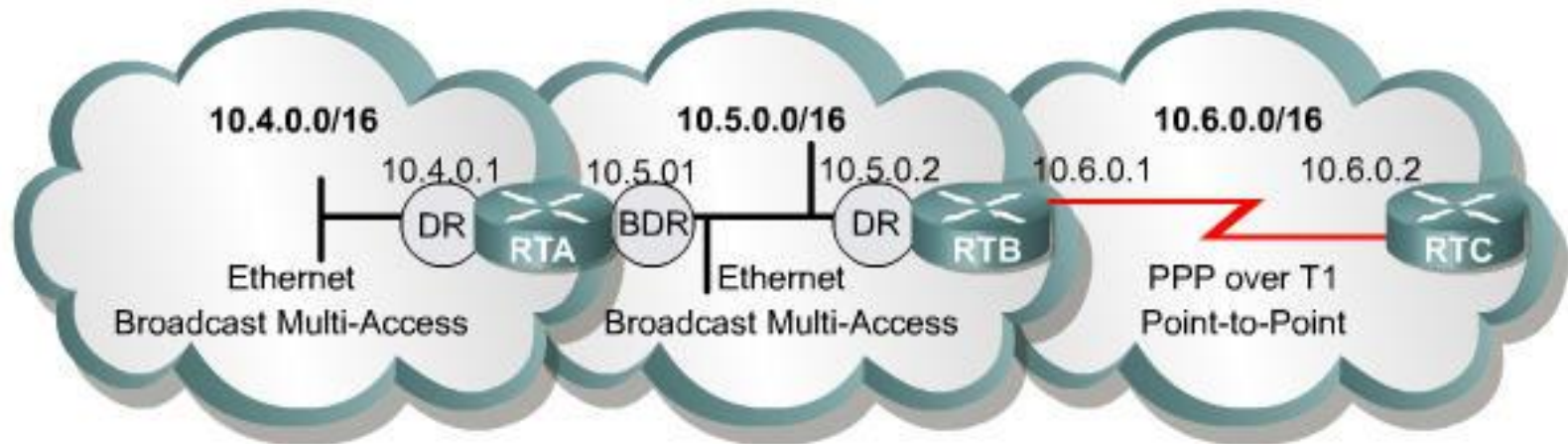


- Ostatní adjacencies len s DR a BDR
 - nie každý s každým
- Všetky routery posielajú LSU na 224.0.0.6 (All DR and BDR)
- DR posielá LSU všetkým OSPF smerovačom (224.0.0.5)

Krok 2 – Voľba DR/BDR

- DR a BDR router je potrebné zvoliť na každom multiaccess segmente
- Každý OSPF router má pre každý multiaccess segment (každé rozhranie) nezávisle konfigurovateľnú prioritu od 0 po 255
- Pri výbere platí:
 - Smerovač s prioritou 0 sa nezúčastňuje volieb
 - Smerovač s najvyššou prioritou na segmente sa stáva DR
 - Smerovač s druhou najvyššou prioritou na segmente je BDR
 - Pokiaľ nie je možné na základe priorít rozhodnúť, použije sa RID
- Pred voľbou DR/BDR router čaká tzv. Wait interval, ktorý je zhodný s Dead intervalom – kvôli kumulácii dostatočného počtu Hello paketov a vyčkaniu na štart routerov na segmente
- Voľba DR/BDR je nepreemptívna: raz zvolený DR/BDR zostáva vo svojej funkcii, až kým nepreruší svoju činnosť

Krok 2 – Voľba DR/BDR



OSPF routers perform DR and BDR elections only on multiaccess IP networks.

Overenie DR/BDR vzťahu

Stav susedov na BMA sieti môže byť:

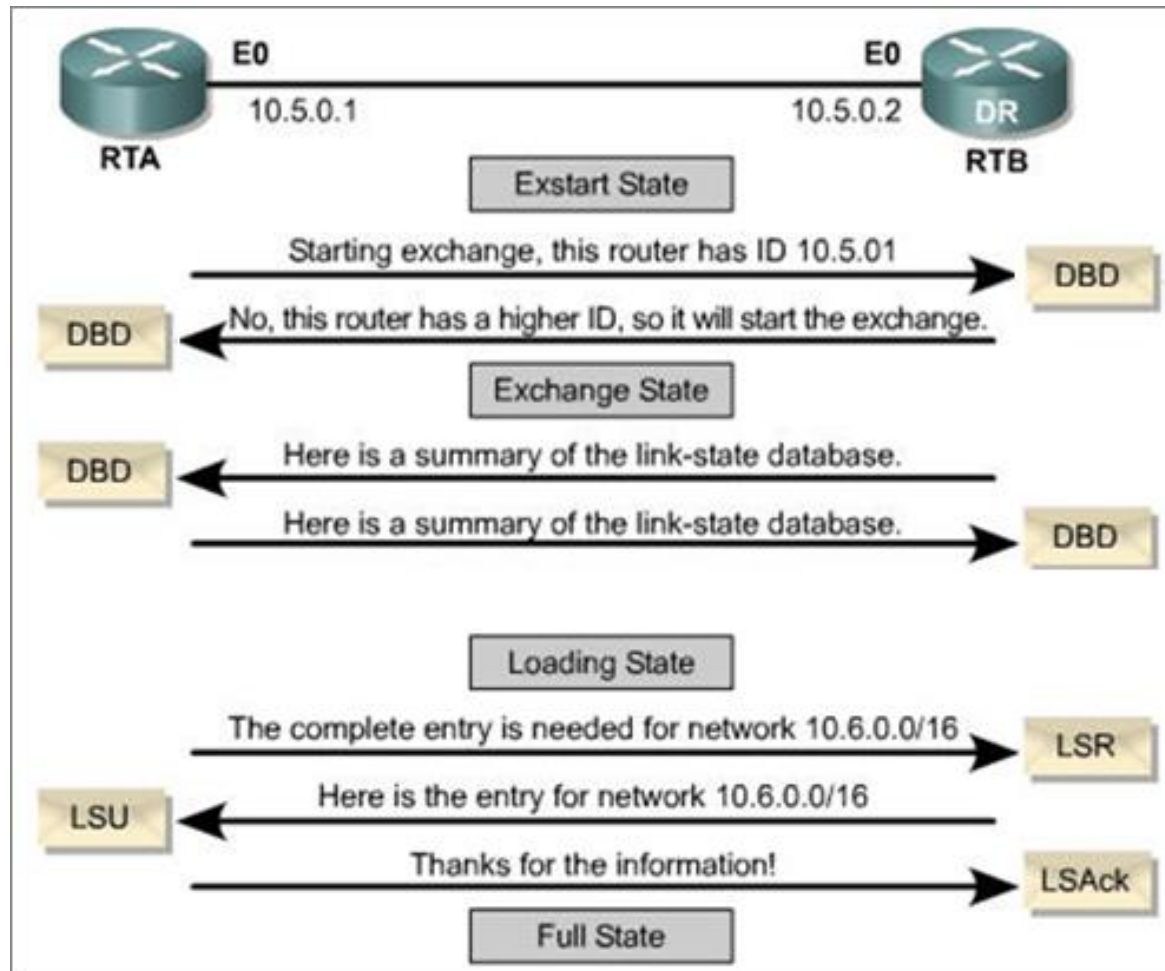
- **FULL/DROTHER** – toto je DR alebo BDR router, kt. je vo Full vzťahu s non-DR or non-BDR routerom.
- **FULL/DR** – BDR or DROTHER smerovač vo vzťahu Full s DR.
- **FULL/BDR** – DR or DROTHER smerovač vo vzťahu Full s BDR..
- **2-WAY/DROTHER** – smerovač, kt. je non-DR vo ťahu s iným non-DR.

```
R1# show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
2.2.2.2	1	FULL/BDR	00:00:36	192.168.1.2	GigabitEthernet0/0
3.3.3.3	1	FULL/DR	0:00:35	192.168.1.3	GigabitEthernet0/0

```
R1#
```


Krok 3 – Synchronizácia topologických databáz



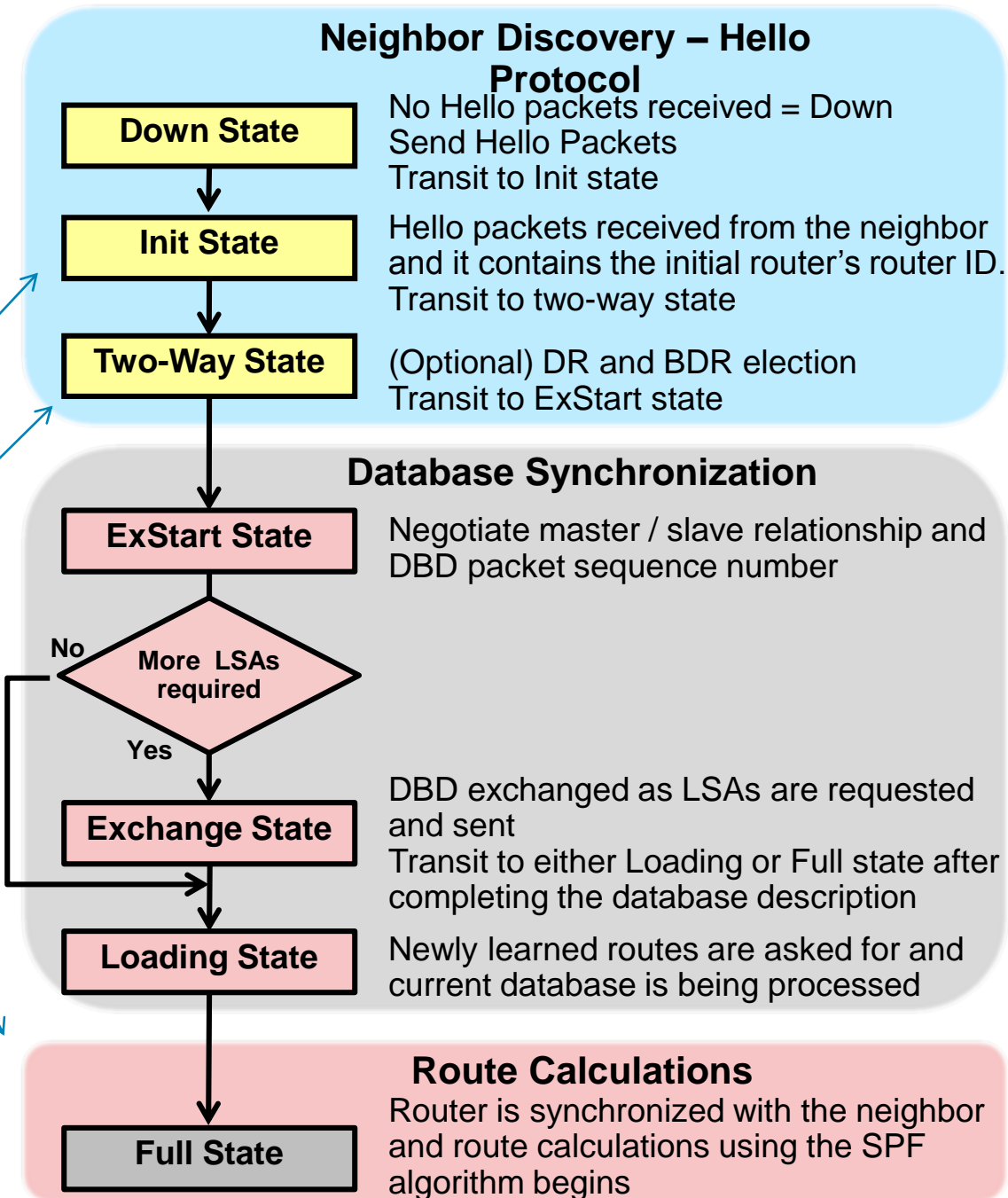
Kroky 4 a 5 – Strom najkratších vzdialeností a jeho udržiavanie

- Router, ktorého topologická databáza je plne synchronizovaná, môže nad ňou spustiť Dijkstrov algoritmus a určiť tak strom najkratších ciest od seba do všetkých cieľových sietí
- Každá zmena topologickej databázy vyvolá
 - Informovanie okolia o zmene
 - Spočítanie nového stromu najkratších vzdialeností
- Informovanie o zmene:
 - Ak je na sieti DR/BDR, potom smerovač, ktorý spozoroval zmenu, posiela o nej info na adresu 224.0.0.6. DR následne túto informáciu šíri všetkým OSPF smerovačom na adrese 224.0.0.5.
 - Dvojica routerov vo Full stave si info posiela bezprostredne

Činnosť OSPF – od štartu po stabilný stav

- Rozbeh OSPF je možné rozdeliť do 5 krokov

1. Lokalizovanie susedov a vytvorenie komunikačných vzťahov
2. Voľba DR/BDR, pokiaľ je to primerané
3. Synchronizácia topologických databáz
4. Výpočet stromu najkratších ciest a naplnenie smerovacej tabuľky
5. Udržiavanie aktuálneho stavu smerovacej databázy





Základná konfigurácia - single area OSPF



Základná konfigurácia OSPF

Router (config) #

```
router ospf process-id [vrf vpn-name]
```

- Spustí OSPF proces
 - Číslo procesu je ľubovoľné číslo od 1 po 65 535 a je lokálne pre daný router
 - Špecifikuje meno VRF VPN inštancie

Router (config-router) #

```
network ip-address wildcard-mask area area-id
```

- Definuje zoznam rozhraní, ktoré budú (so svojimi sieťami) zaradené do OSPF procesu

Router (config-if) #

```
ip ospf process-id area area-id [secondaries none]
```

- Alternatívny spôsob v novších IOS, ktorý aktivuje OSPF špecificky pre dané rozhranie

Úprava metriky v OSPF

- V OSPF sa metrika volá „cena linky“ – tzv. cost. Cena sa počíta ako podiel $\text{Cost} = (100 \text{ Mbps}) / (\text{bandwidth v Mbps})$
- Evidentne, nevyhovuje pre súčasné linky rýchlejšie ako 100 Mbps

```
RouterA(config-router) #
```

```
auto-cost reference-bandwidth ref-bw
```

- Týmto príkazom sa nastavuje referenčná rýchlosť v rozmedzí od 1 do 4 294 967 Mbps
- Všetky smerovače musia používať rovnakú referenčnú metriku !!
- Referenčná rýchlosť sa v paketoch neprenáša

```
RouterA(config-if) #
```

```
ip ospf cost interface-cost
```

- Ručné definovanie ceny linky. Platný rozsah hodnôt je od 1 do 65 535
- Môžeme modifikovať aj príkazom **bandwidth**, použije sa prepočet na cost

Identifikátor smerovača – Router ID

- Na mnohých miestach OSPF protokolu je smerovač identifikovaný unikátnym číslom – tzv. *Router ID* (RID)
 - V LSDB sa RID využíva v tele mnohých LSA (autor alebo obsah)
- Voľba RID pre smerovač:
 1. RID špecifikované v konfigurácii OSPF procesu
 1. príkazom **router-id**
 2. Najvyššia IP adresa spomedzi všetkých aktívnych Loopback rozhraní s IP adresou
 3. Najvyššia IP adresa spomedzi všetkých aktívnych rozhraní
- RID sa vyberá v momente spustenia OSPF procesu
 - Ak nie je možné vybrať RID, router sa bude sťažovať
- Pre stabilitu sa odporúča používať
 - buď príkaz **router-id** alebo
 - Loopback ako RID (alebo oboje)
 - Vhodné aj smerovať (manažment, testing apod.)

Príkaz OSPF router-id

Router(config-router) #

```
router-id A.B.C.D
```

- Tento príkaz sa používa v kontexte príkazu **router ospf process-id**
- Ako RID je použiteľná ľubovoľná 32-bitová hodnota v tvare IP adresy
- Ak sa príkaz použije v čase, keď už bežiaci OSPF proces má zvolené RID, zmena sa prejaví
 - až po reštarte routera alebo
 - po ručnom reštarte OSPF procesu

```
Router# clear ip ospf process
```

```
Router(config)# router ospf 1
```

```
Router(config-router)# router-id 172.16.1.1
```

```
Router# clear ip ospf process
```


Ovplyvnenie voľby DR a BDR

– nastavenie priority

- Nastavenie špecifickej priority rozhraniu smerovača.

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

```
ip ospf priority number
```

- Rozhranie smerovača môže mať nastavenú prioritu v rozsahu 0 - 255:
 - 0 = DROTHER - Router cannot be a DR
 - 1 = Favorable - **Default** for all routers
 - 255 = Very favorable - Ensures at least of a tie.
- Priorita by mala byť nastavená pred samotnou voľbou
- Zobrazenie nastavenej priority a iných kľúčových údajov
 - **show ip ospf interface**

OSPF Passive-Interface

- Zabraňuje zasielaniu OSPF updatov cez dané rozhranie

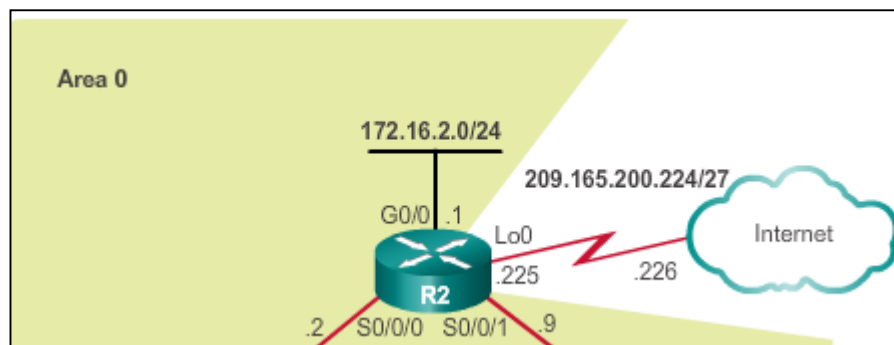
```
Router(config-router) #
```

```
passive-interface type number [default]
```

- Voľba **default** nastaví všetky rozhrania ako pasívne
 - Dané rozhranie musíme potom explicitne povoliť
 - **no passive-interface type number**
- Z pohľadu OSPF:
 - Špecifikované rozhranie sa javí ako stub network
 - Cez rozhranie nie sú prijaté ani posielané updates
 - Zabráni formovaniu susedského vzťahu
 - Ale info o sieti sa posiela

Default route v OSPF

- Posielanie default route v OSPF je možné zabezpečiť iba príkazom **default-information originate**
 - Typ siete v smerovacej tabuľke bude: O E2
 - Router, na ktorom je tento príkaz zadáný, bude rozposielať default route len vtedy, ak ju už sám má v smerovacej tabuľke (rozdiel oproti RIP)
 - Napr. vytvorenú staticky
 - Nepovinný parameter **always** sa používa, ak chceme, aby router posielal default route vždy
- Do OSPF nie je možné default route redistribuovať!



Default route v OSPF

default-information originate

- Rozposielanie externej default cesty do OSPF.

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

```
default-information originate [always] [metric metric-value]  
[metric-type type-value] [route-map map-name]
```

Parameter	Description
always	(Optional) Specifies that OSPF always advertises the default route regardless of whether the router has a default route in the routing table.
metric <i>metric-value</i>	(Optional) A metric used for generating the default route. If you omit a value and do not specify a value using the default-metric router configuration command, the default metric value is 1. Cisco IOS Software documentation indicates that the default metric value is 10; testing shows that it is actually 1.
metric-type <i>type-value</i>	(Optional) The external link type that is associated with the default route that is advertised into the OSPF routing domain. It can be one of the following values: 1—Type 1 external route 2—Type 2 external route. The default is type 2 external route (indicated by O*E2 in the routing table).
route-map <i>map-name</i>	(Optional) Specifies that the routing process generates the default route if the route map is satisfied.

Zmena časovačov

- Časovače musia byť na linke rovnaké
 - inak sa nevytvorí susedský vzťah
- Dead zvyčajne štyri krát dlhší ako hello

```
Router(config-if) # ip ospf hello-interval seconds
```

```
Router(config-if) # ip ospf dead-interval seconds
```

Verifying the OSPF Intervals on R1

```
R1# show ip ospf interface serial 0/0/0 | include Timer
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40,
Retransmit 5
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40,
Retransmit 5
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40,
Retransmit 5
R1#
```

Verifying OSPF Timer Activity

```
R1# show ip ospf neighbor
```

Neighbor	ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
3.3.3.3		0	FULL/-	00:00:35	192.168.10.6	Serial0/0/1
2.2.2.2		0	FULL/-	00:00:33	172.16.3.2	Serial0/0/0

```
R1#
```

Autentifikácia v OSPF

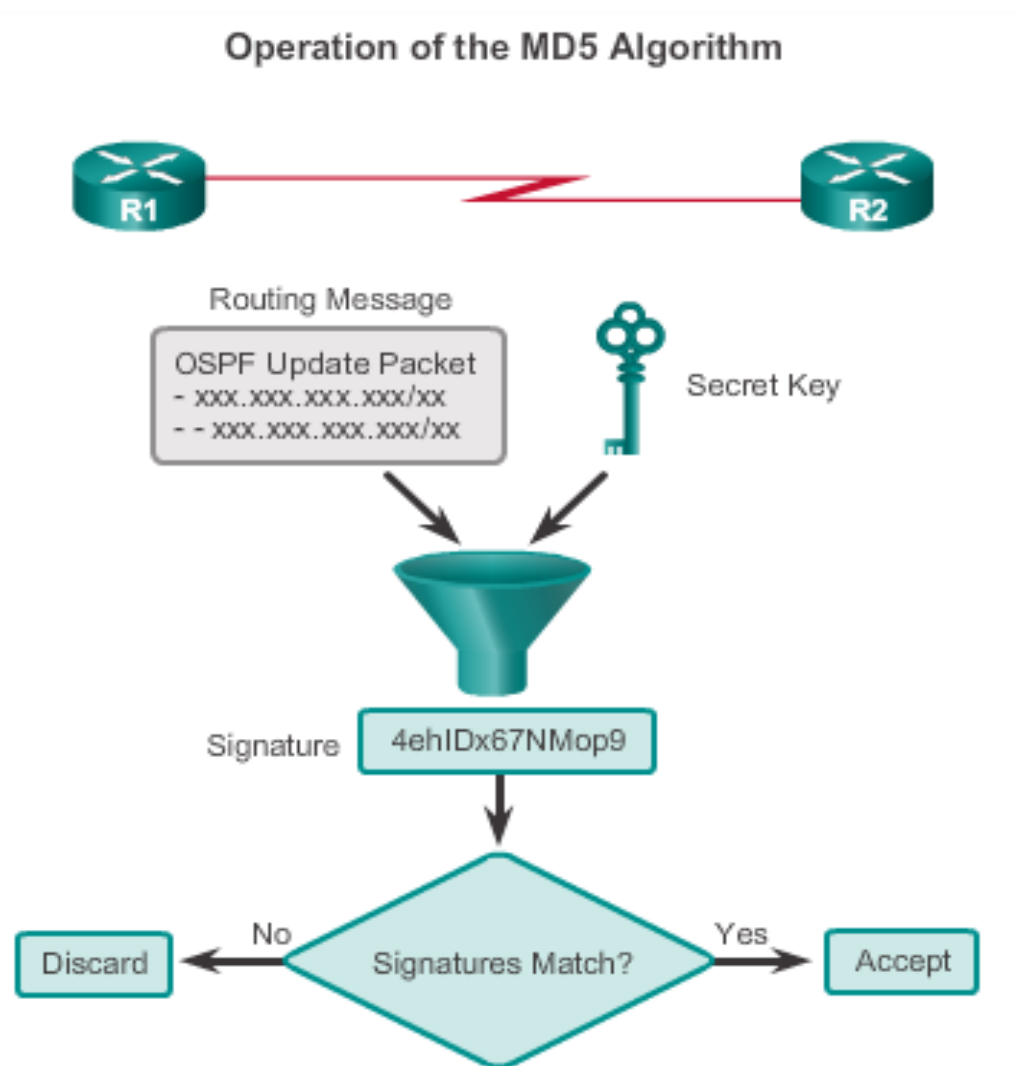


Zabezpečenie smerovacích updates

- Pri zapnutej autentifikácii smerovač overuje zdroj od ktorého dostáva update
- Autentifikačné heslo musí byť zhodné na oboch stranách
- OSPF podporuje tri typy autentifikácie:
 - **Null** – žiadna autentifikácia.
 - **Simple password authentication** – heslo je poslané ako plain text, neodporúča sa (outdated method).
 - **MD5 authentication** – odporúčaná forma, heslo sa neposiela, posiela sa MD5 hash vypočítaný z hesla

Zabezpečenie OSPF

Počítanie MD5



Konfigurácia tzv. Simple Password Authentication (plaintext)

Router(config-if) #

```
ip ospf authentication-key password
```

- Na rozhraní nastaví heslo pre plaintext

Router(config-router) #

```
area area-id authentication
```

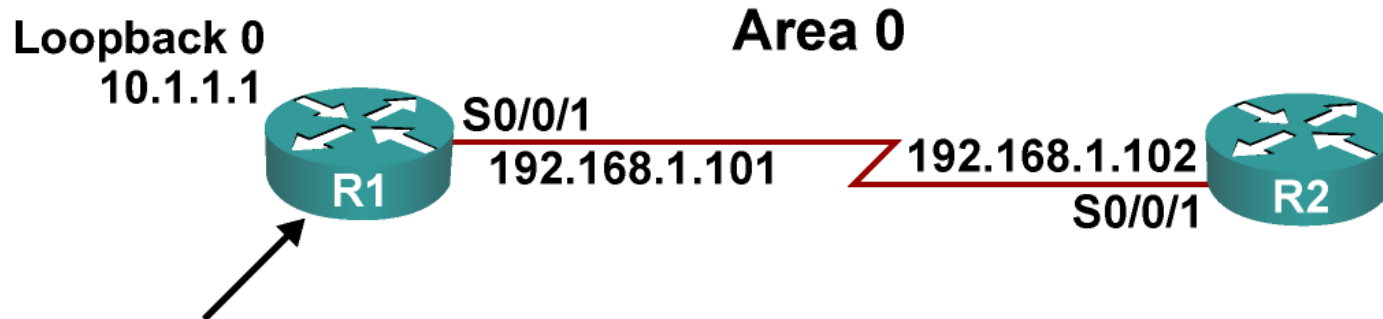
- Definuje druh autentifikácie pre oblasť (v tomto prípade plaintext)

Router(config-if) #

```
ip ospf authentication [null]
```

- Prepíše druh autentifikácie na konkrétnom rozhraní (bez argumentu aktivuje plaintext, argument **null** deaktivuje autentifikáciu)

Príklad konfigurácie plaintext autentifikácie



```
<output omitted>
interface Loopback0
  ip address 10.1.1.1 255.255.255.0

<output omitted>
interface Serial0/0/1
  ip address 192.168.1.101 255.255.255.224
  ip ospf authentication
  ip ospf authentication-key plainpas

<output omitted>
router ospf 10
  log-adjacency-changes
  network 10.1.1.1 0.0.0.0 area 0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```

314P_076

Konfigurácia MD5 autentifikácie

Router(config-if) #

```
ip ospf message-digest-key key-id md5 key
```

- Vytvorí kľúč so zadaným ID a heslom
 - Kľúče susedov sa musia zhodovať v ID i hesle
 - Ak je na rozhraní kľúčov viac, pre odosielanie sa používa naposledy pridaný (alebo všetky, ak sú na segmente routery s rôznymi kľúčmi), pre prijatie sa akceptuje ktorýkoľvek

Router(config-router) #

```
area area-id authentication message-digest
```

- Definuje druh autentifikácie pre oblasť (v tomto prípade MD5)

Router(config-if) #

```
ip ospf authentication {message-digest | null}
```

- Prepíše druh autentifikácie na konkrétnom rozhraní (argument **message-digest** aktivuje MD5, argument **null** deaktivuje autentifikáciu)

Zabezpečenie OSPF

OSPF MD5 autentifikácie – príklad 1

```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# area 0 authentication message-digest
R1(config-router)# exit
R1(config)#
*Apr  8 09:58:09.899: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2
on Serial0/0/0 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Dead timer
expired
R1(config)#
*Apr  8 09:58:28.627: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 3.3.3.3
on Serial0/0/1 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Dead timer
expired
R1(config)#
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0
R1(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 CISCO-123
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface Serial 0/0/0
R1(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 CISCO-123
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface Serial 0/0/1
R1(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 CISCO-123
R1(config-if)#
```

continued

Zabezpečenie OSPF

OSPF MD5 autentifikácie – príklad 2

```
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0
R1(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 CISCO-123
R1(config-if)# ip ospf authentication message-digest
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface Serial 0/0/0
R1(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 CISCO-123
R1(config-if)# ip ospf authentication message-digest
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface Serial 0/0/1
R1(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 CISCO-123
R1(config-if)# ip ospf authentication message-digest
R1(config-if)# exit
R1(config)#
*Apr  8 10:20:10.647: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2
on Serial0/0/0 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Dead timer
expired
R1(config)#
*Apr  8 10:20:50.007: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 3.3.3.3
on Serial0/0/1 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Dead timer
expired
R1(config)#
```

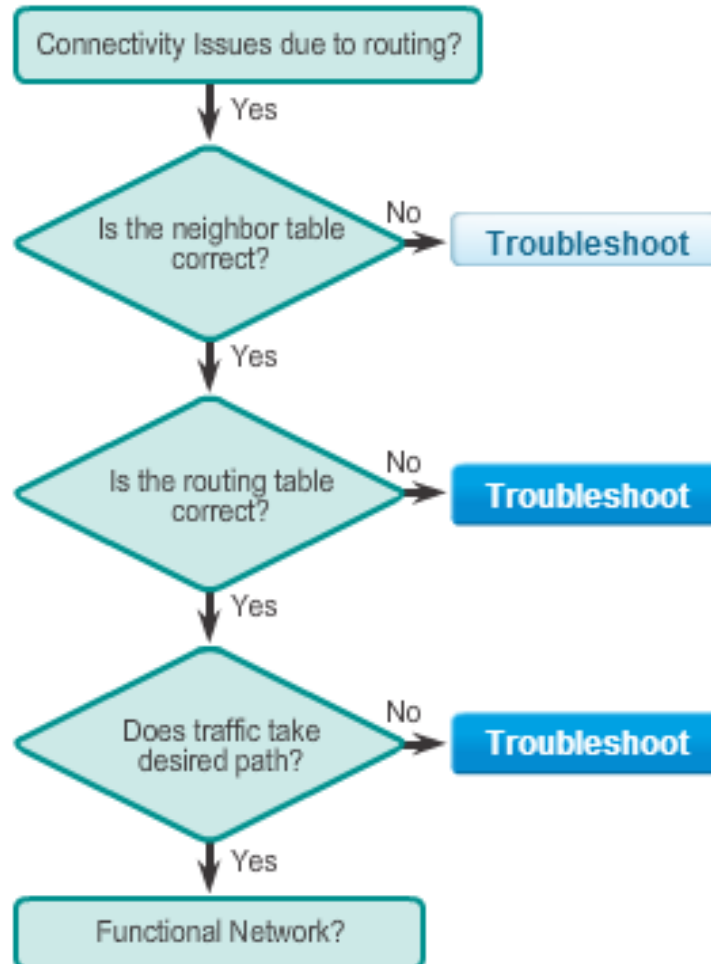


Overenie a diagnostika OSPF



Diagnostika Single-Area OSPF

Postup pri diagnostike OSPF



Troubleshoot

- Are the interfaces operational?
- Are the interfaces enabled for OSPF?
- Does the OSPF area match?
- Is there an interface that is configured as passive?

Show commands

```
show ip ospf neighbors
show ip interface brief
show ip ospf interface
```

Budovanie OSPF Adjacency vzťahu

OSPF Adjacencies



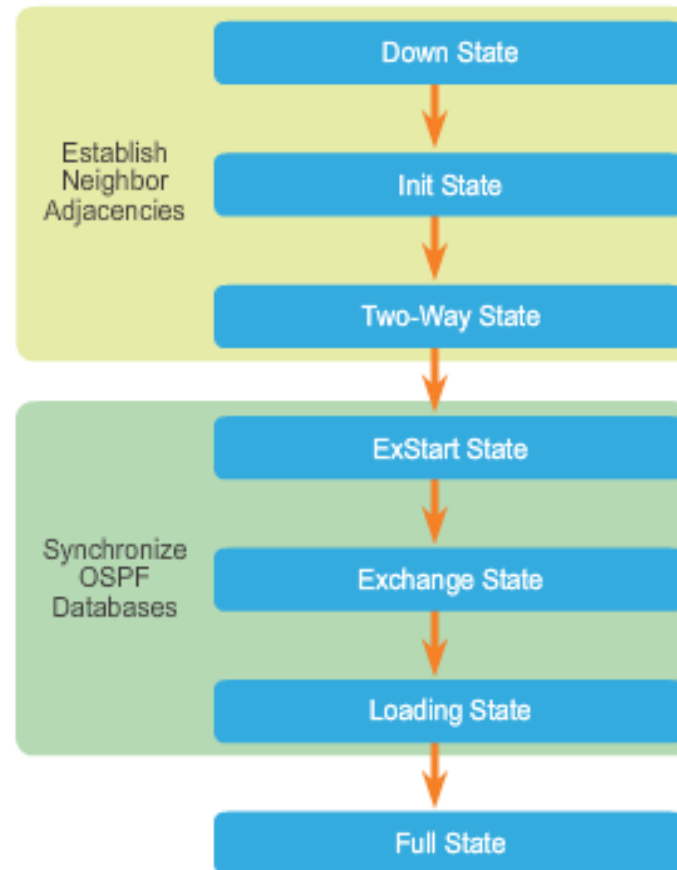
OSPF Adjacencies will not form if:

- The interfaces are not on the same network.
- OSPF network types do not match.
- OSPF Hello or Dead Timers do not match.
- Interface to neighbor is incorrectly configured as passive.
- There is a missing or incorrect OSPF network command.
- Authentication is misconfigured.

Diagnostika Single-Area OSPF

Prechody cez OSPF stavy

Smerovač by mal
ostať buď v Two Way
alebo až vo Full



Overenie OSPF

Command	Description
<code>show ip protocols</code>	Displays OSPF process ID, router ID, networks router is advertising & administrative distance
<code>show ip ospf neighbors</code>	Displays OSPF neighbor relationships.
<code>show ip ospf neighbors detail</code>	
<code>show ip route</code>	Displays the routing table.
<code>show ip ospf interface</code>	Displays hello interval and dead interval
<code>show ip ospf</code>	Displays OSPF process ID, router ID, OSPF area information & the last time SPF algorithm calculated
<code>debug ip ospf</code>	Adjacency, packet, events...

show ip protocols

Overenie, či je spustený smerovací proces a či máme susedov

```
R1# show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "ospf 1"
```

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

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

```
  Router ID 10.64.0.1
```

```
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
```

```
  Maximum path: 4
```

```
  Routing for Networks:
```

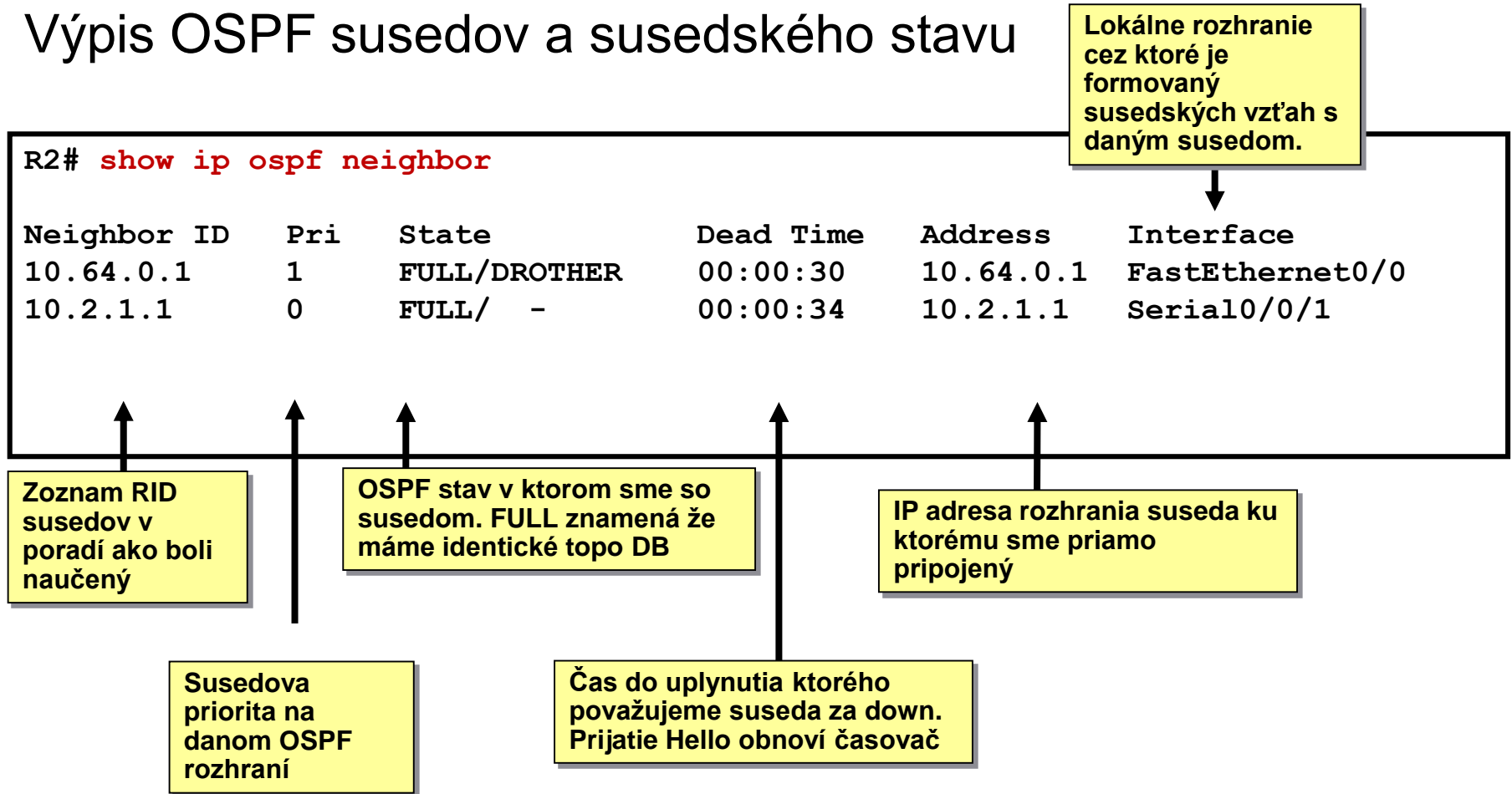
```
    10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

```
  Reference bandwidth unit is 100 mbps
```

```
<output omitted>
```

show ip ospf neighbors

Výpis OSPF susedov a susedského stavu



Document ID: 13688 What Does the show ip ospf neighbor Command Reveal?

http://www.cisco.com/en/US/tech/tk365/technologies_tech_note09186a0080094a85.shtml

show ip ospf interface brief

```
R1# sh ip ospf interface brief
```

Interface	PID	Area	IP Address/Mask	Cost	State	Nbrs	F/C
Lo1	1	0	10.1.1.1/24	1	LOOP	0/0	
Fa0/0	1	0	10.1.200.1/24	1	BDR	1/1	
Se0/0	1	0	10.1.100.1/24	1562	P2P	1/1	

show ip route ospf

Výpis smerovacích ciest naučených cez OSPF.

```
R1# show ip route ospf
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O IA    10.2.1.0/24 [110/782] via 10.64.0.2, 00:03:05, FastEthernet0/0
R1#
```

show ip ospf interface

Overenie natavenia OSPF na rozhraní.

```
R1# show ip ospf interface fastEthernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet Address 10.64.0.1/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.64.0.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 0
  Designated Router (ID) 10.64.0.2, Interface address 10.64.0.2
  No backup designated router on this network
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    oob-resync timeout 40
    Hello due in 00:00:04
  Supports Link-local Signaling (LLS)
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 4
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 4 msec
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
    Adjacent with neighbor 10.64.0.2 (Designated Router)
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

Document ID: 13689 What Does the show ip ospf interface Command Reveal??

http://www.cisco.com/en/US/partner/tech/tk365/technologies_tech_note09186a0080094056.shtml

show ip ospf

Overenie OSPF informácií

```
R2# show ip ospf
Routing Process "ospf 50" with ID 10.64.0.2
<output omitted>
Area BACKBONE(0)
    Area has no authentication
    SPF algorithm last executed 00:01:25.028 ago
    SPF algorithm executed 7 times
<output omitted>
    Area 1
        Number of interfaces in this area is 1
        Area has no authentication
        SPF algorithm last executed 00:00:54.636 ago
        SPF algorithm executed 3 times
<output omitted>
R2#
```


Diagnostika susedských vzťahov

```
RouterA# debug ip ospf adj
OSPF: Interface Serial0/0/0.1 going Up
OSPF: Build router LSA for area 0, router ID 192.168.1.1, seq 0x80000023
OSPF: Rcv DBD from 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 seq 0xCF0 opt 0x52 flag 0x7 len 32 mtu 1500
state INIT
OSPF: 2 Way Communication to 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1, state 2WAY
OSPF: Send DBD to 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 seq 0xF4D opt 0x52 flag 0x7 len 32
OSPF: NBR Negotiation Done. We are the SLAVE
OSPF: Send DBD to 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 seq 0xCF0 opt 0x52 flag 0x2 len 132
OSPF: Rcv DBD from 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 seq 0xCF1 opt 0x52 flag 0x3 len 132 mtu 1500
state EXCHANGE
OSPF: Send DBD to 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 seq 0xCF1 opt 0x52 flag 0x0 len 32
OSPF: Database request to 192.168.1.2
OSPF: sent LS REQ packet to 192.168.1.2, length 12
OSPF: Rcv DBD from 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 seq 0xCF2 opt 0x52 flag 0x1 len 32 mtu 1500
state EXCHANGE
OSPF: Exchange Done with 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1
OSPF: Send DBD to 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 seq 0xCF2 opt 0x52 flag 0x0 len 32
OSPF: Synchronized with 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1, state FULL
%OSPF-5-ADJCHG: Process 100, Nbr 192.168.1.2 on Serial0/0/0.1 from LOADING to FULL, Loading Done
OSPF: Build router LSA for area 0, router ID 192.168.1.1, seq 0x80000024
```

```

RouterA# debug ip ospf adj
OSPF: Interface FastEthernet0/0 going Up
OSPF: Build router LSA for area 0, router ID 192.168.1.1,seq 0x80000008
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
OSPF: 2 Way Communication to 172.16.1.1 on FastEthernet0/0, state 2WAY
OSPF: end of Wait on interface FastEthernet0/0
OSPF: DR/BDR election on FastEthernet0/0
OSPF: Elect BDR 192.168.1.1
OSPF: Elect DR 192.168.1.1
OSPF: Elect BDR 172.16.1.1
OSPF: Elect DR 192.168.1.1
DR: 192.168.1.1 (Id) BDR: 172.16.1.1 (Id)
OSPF: Send DBD to 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0xDCE opt 0x52 flag 0x7 len 32
OSPF: No full nbrs to build Net Lsa for interface FastEthernet0/0
OSPF: Neighbor change Event on interface FastEthernet0/0
OSPF: DR/BDR election on FastEthernet0/0
OSPF: Elect BDR 172.16.1.1
OSPF: Elect DR 192.168.1.1
DR: 192.168.1.1 (Id) BDR: 172.16.1.1 (Id)
OSPF: Neighbor change Event on interface FastEthernet0/0
OSPF: DR/BDR election on FastEthernet0/0
OSPF: Elect BDR 172.16.1.1
OSPF: Elect DR 192.168.1.1
DR: 192.168.1.1 (Id) BDR: 172.16.1.1 (Id)
OSPF: Rcv DBD from 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0x14B 7 opt 0x52 flag 0x7 len 32 mtu 1500 state EXSTART
OSPF: First DBD and we are not SLAVE-if)#
OSPF: Send DBD to 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0xDCE opt 0x52 flag 0x7 len 32
OSPF: Retransmitting DBD to 172.16.1.1 on FastEthernet0/0[1]
OSPF: Rcv DBD from 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0xDCE opt 0x52 flag 0x2 len 152 mtu 1500 state EXSTART
OSPF: NBR Negotiation Done. We are the MASTER
OSPF: Send DBD to 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0xDCf opt 0x52 flag 0x3 len 132
OSPF: Database request to 172.16.1.1
OSPF: sent LS REQ packet to 172.16.1.1, length 24
OSPF: Rcv DBD from 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0xDCf opt 0x52 flag 0x0 len 32 mtu 1500 state EXCHANGE
OSPF: Send DBD to 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0xDD0 opt 0x52 flag 0x1 len 32
OSPF: No full nbrs to build Net Lsa for interface FastEthernet0/0
OSPF: Build network LSA for FastEthernet0/0, router ID 192.168.1.1
OSPF: Build network LSA for FastEthernet0/0, router ID 192.168.1.1
OSPF: Rcv DBD from 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 seq 0xDD0 opt 0x52 flag 0x0 len 32 mtu 1500 state EXCHANGE
OSPF: Exchange Done with 172.16.1.1 on FastEthernet0/0
OSPF: Synchronized with 172.16.1.1 on FastEthernet0/0, state FULL
%OSPF-5-ADJCHG: Process 100, Nbr 172.16.1.1 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
OSPF: Build router LSA for area 0, router ID 192.168.1.1, seq 0x80000009
OSPF: Build network LSA for FastEthernet0/0, router ID 192.168.1.1
OSPF: Build network LSA for FastEthernet0/0, router ID 192.168.1.1

```

OSPFv3



OSPFv3 - Podobnosti s OSPFv2

- OSPFv3 je verzia OSPF pre IPv6 (RFC 2740):
 - Vychádza z OSPFv2 + rozšírenia
 - Distribuuje IPv6 prefixy
 - Beží priamo nad IPv6
- OSPFv3 & v2 je možné v sieti prevádzkovať súčasne
 - Sú však úplne nezávislé a každá si spravuje vlastnú databázu
- OSPFv3 používa rovnaké základné typy paketov:
 - Hello
 - Database description (DBD)
 - Link state request (LSR)
 - Link state update (LSU)
 - Link state acknowledgement (LSAck)

OSPFv3 - Podobnosti s OSPFv2

- Mechanizmus zisťovania susedov a tvorby neighborhood/adjacency sú identické
- OSPFv3 má rovnaké typy paketov, niektoré však zmenili formát

Packet Type	Description
1	Hello
2	Database Description
3	Link State Request
4	Link State Update
5	Link State Acknowledgement

- Všetky OSPFv3 pakety majú 16B hlavičku namiesto 24B hlavičky v OSPFv2

Version	Type	Packet Length
Router ID		
Area ID		
Checksum		Autype
Authentication		
Authentication		

Version	Type	Packet Length
Router ID		
Area ID		
Checksum		Instance ID 0

314P_110

Rozdiely medzi OSPFv2 a OSPFv3

- Na identifikáciu suseda sa používa unicast link-local adresa
- Použité multicastové adresy
 - FF02::5 – Všetky OSPFv3 routery na segmente (link-local scope)
 - FF02::6 – Všetky DR/BDR routery na segmente (link-local scope)
- Zmena v spôsobe používania adres
 - IPv6 adresy sa nenachádzajú v hlavičkách OSPF paketov (súčasť payload)
 - Router LSA (LSA1) a network LSA (LSA2) neobsahujú IPv6 adresy
 - Tie sú v nových LSA8 (link) a LSA9 (intra-area prefixes)
 - Router ID, area ID a link-state ID zostávajú 32-bitové
 - DR a BDR sú identifikované podľa ich Router ID, nie podľa ich IPv6 adresy
- Bezpečnosť
 - OSPFv3 využíva IPSec hlavičky AH a ESP pre autentifikáciu
 - Samotné OSPFv3 neobsahuje nijaký mechanizmus pre autentifikáciu

Konfigurácia OSPFv3



Konfigurácia OSPFv3

- OSPFv3 príkazy sú v mnohom podobné tým v OSPFv2
 - Záměna klúčového slova **ip** za **ipv6**
- OSPFv3 sa zásadne konfiguruje na rozhraniach
 - Príkaz **network** už neplatí a využíva sa spôsob konfigurácie priamo na rozhraní
 - Podobne ako v novších IOS pre OSPFv2, resp. IS-IS
 - Namiesto slova „ip“ sa používa „ipv6“
- Konfiguračná sekcia pre OSPFv3 (arey, autentifikácia, Router ID...)
 - Samostatný kontext: **ipv6 router ospf process-id**
 - Väčšina známych príkazov z OSPFv2 sa používa rovnako, resp. primerane vzhľadom na zmenu formátu adresy
 - napr. sumarizácia príkazmi **area range**, **summary-prefix**, nastavenie typov arey, redistribúcia, atď...
 - Summary route má Cost najvyšší zo sumarizovaných
 - oproti Cisco OSPFv2 – tam je najmenší

Povolenie a spustenie OSPFv3 procesu

■ Voliteľný príkaz

Router(config) #

```
ipv6 router ospf process-id
```

- *process-id* jednoznačne identifikuje OSPFv3 proces lokálny smerovaču

```
R1(config) # ipv6 router ospf 10
```

```
R1(config-rtr) #?
```

area	OSPF area parameters
auto-cost	Calculate OSPF interface cost according to bandwidth
default	Set a command to its defaults
default-information	Distribution of default information
default-metric	Set metric of redistributed routes
discard-route	Enable or disable discard-route installation
distance	Administrative distance
distribute-list	Filter networks in routing updates
ignore	Do not complain about specific event
log-adjacency-changes	Log changes in adjacency state
maximum-paths	Forward packets over multiple paths
passive-interface	Suppress routing updates on an interface
process-min-time	Percentage of quantum to be used before releasing CPU
redistribute	Redistribute IPv6 prefixes from another routing protocol
router-id	router-id for this OSPF process
summary-prefix	Configure IPv6 summary prefix
timers	Adjust routing timers



Multiarea OSPF

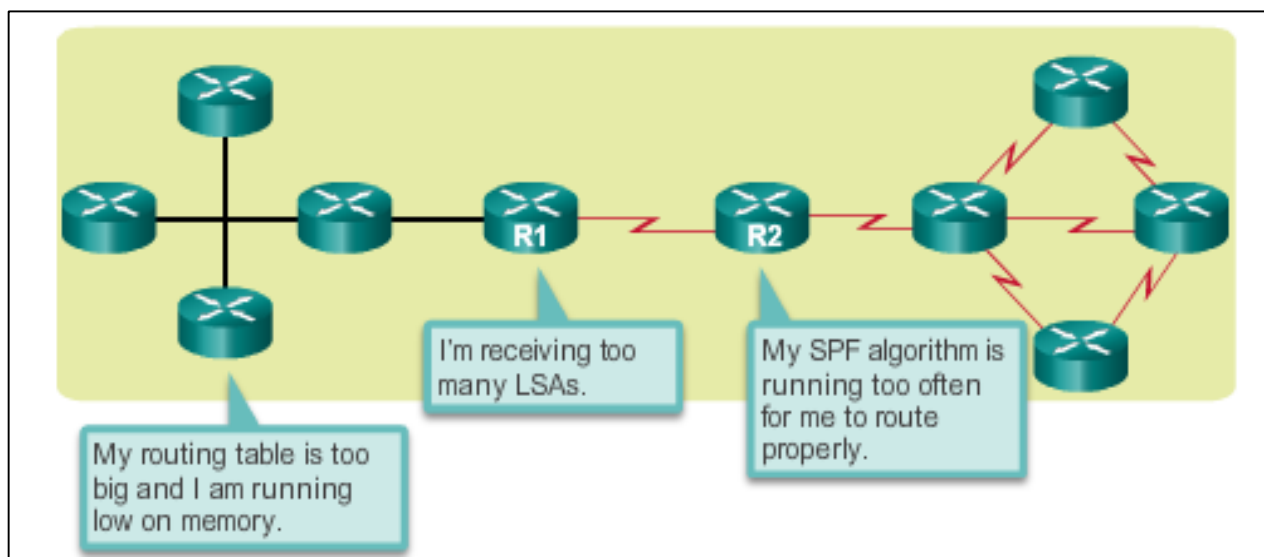


Prečo Multiarea OSPF?

Single-Area OSPF

▪ Oblasť (area)

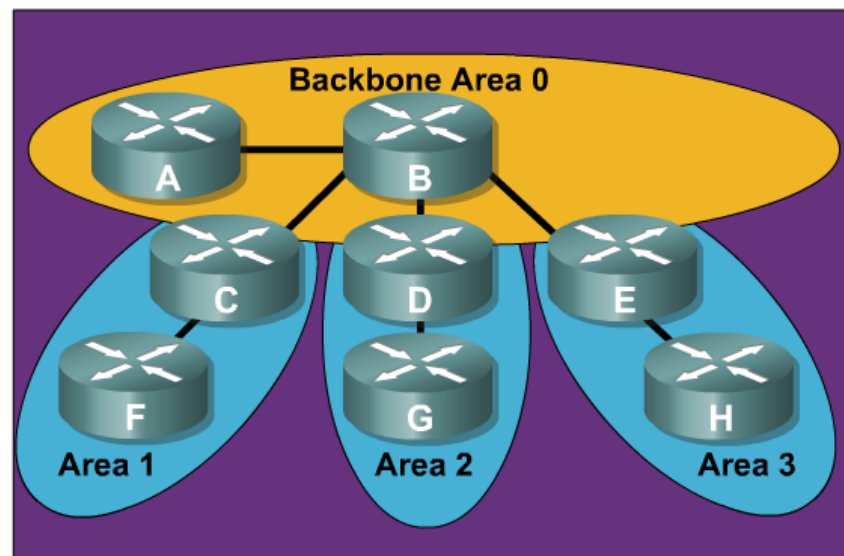
- Množina sietí a smerovačov, ktoré poznajú vlastnú topológiu, ale ktoré nepoznajú topológiu zostávajúcej časti autonómneho systému
- Ak máme len jednu oblasť a tá sa stane veľká => musíme riešiť
 - Veľké smerovacie tabuľky (no summarization by default)
 - Veľké link-state database (LSDB)
 - Časté prepočty SPF algoritmu
- Záver: Single-area OSPF vhodné do menších sietí



Prečo Multiarea OSPF?

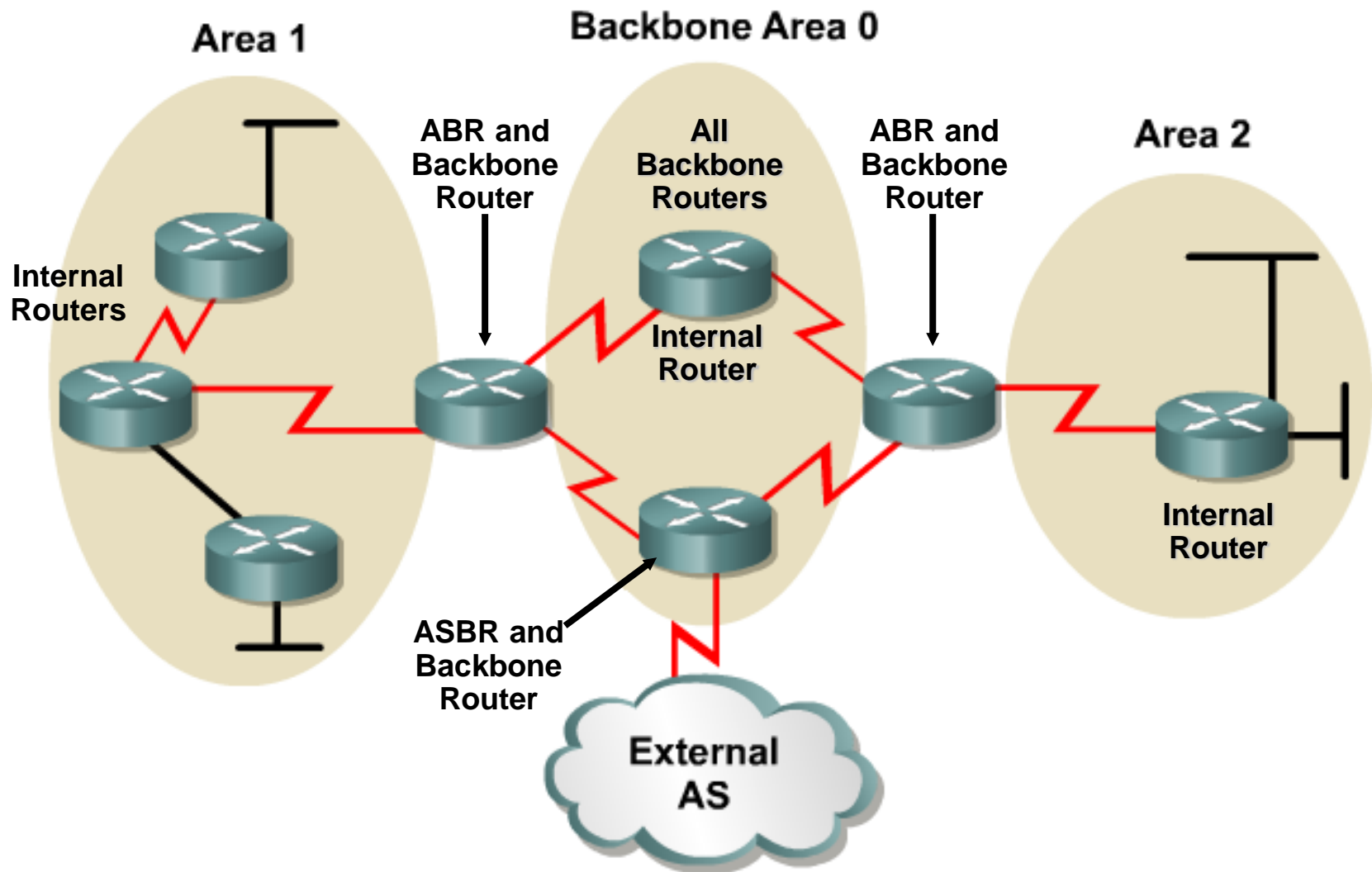
Viaceré oblasti - multiarea

- Možnosť použiť viaceré oblasti
- **Oblasť (area)**
 - Vytvorená za účelom pamäťovej a procesnej optimalizácie
 - Množina sietí a smerovačov, ktoré poznajú vlastnú topológiu, ale ktoré nepoznajú topológiu zostávajúcej časti autonómneho systému
 - Oblasť je identifikovaná 4B číslom
 - Každá oblasť musí byť fyzicky spojená s oblasťou 0 (backbone)
 - Dvojúrovňová hierarchia
 - Hranice oblastí sú **na smerovačoch** (nie na linkách!)
- **Oblasť**
 - Optimalizuje počet smerovacích položiek
 - Lokalizuje dopad zmien topológie
 - Lokalizuje LSA flooding
- **OSPF má dve úrovne oblastí**
 - Backbone
 - Regulárnu (štandardnú)



Multiarea OSPF

Typy OSPF smerovačov



Multiarea OSPF

Typy OPSF smerovačov

▪ Internal router

- Smerovač, ktorý má všetky svoje rozhrania v tej istej oblasti
- Všetky interné smerovače majú rovnakú LSDB

▪ Backbone router

- Smerovač pripojený aspoň jedným zo svojich rozhraní do backbone area 0
- Môže byť Internal, ABR, ASBR

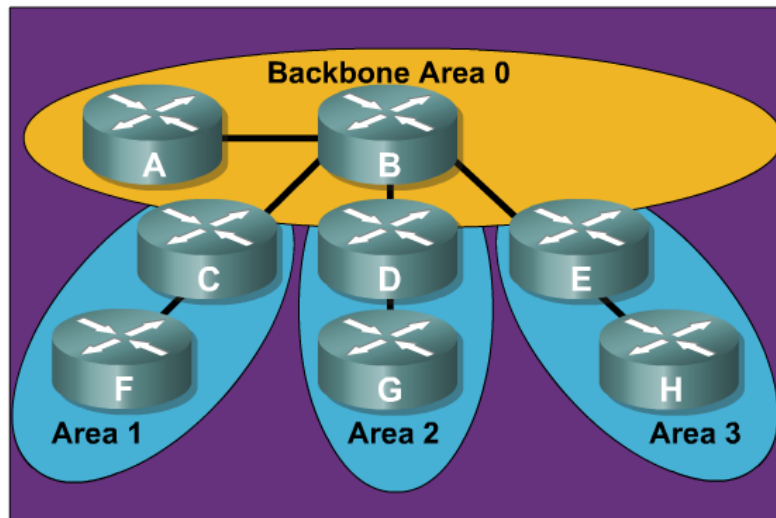
▪ Area Border Router (ABR)

- Smerovač na rozhraní medzi viacerými oblasťami
 - V OSPF musí každý ABR byť členom oblasti 0 (chrbtice)
- ABR plní funkcie pre šírenie, filtrovanie a sumarizáciu informácií preposielaných medzi oblasťami

▪ Autonomous System Boundary Router (ASBR)

- Smerovač na rozhraní medzi autonómnym systémom a vonkajším svetom
- ASBR plní funkcie pre import, filtrovanie a sumarizáciu informácií do OSPF zvonku autonómneho systému

Typy OSPF smerovačov



- Smerovače A, B, C, D a E sú backbone smerovače
 - Backbone routers make up Area 0.
- Smerovače C, D a E sú Area Border Routers (ABRs).
 - ABR pripájajú iné oblasti na backbone
- Smerovače A, B, F, G, a H sú internal routers
 - Sú vo vnútri danej oblasti všetkými rozhraniami
 - Neprepájajú iné oblasti

LSA a ich typy



Typy LSA

Typy Link State Advertisement (LSA) štruktúr

- LSA sú základné stavebné bloky LSDB
 - Individuálne LSA tvoria záznamy v LSDB
 - Spolu tvoria topologickú DB

LSA Type	Description
1	Router LSAs
2	Network LSAs
3 or 4	Summary LSAs
5	Autonomous System External LSAs
6	Multicast OSPF LSAs
7	Defined for Not-So-Stubby Areas
8	External Attributes LSA for Border Gateway Protocol (BGP)
9, 10, 11	Opaque LSAs

Základné údaje v LSA

- Každé LSA obsahuje hlavičku s nasledujúcimi údajmi
 - **Link State Age**: Vek LSA v sekundách
 - **Options**: Bitové príznaky pre rozšírené možnosti OSPF
 - **Link State Type**: Typ LSA
 - **Link State ID (LSID)**: 4B číslo, ktoré jednoznačne identifikuje toto LSA v databáze
 - **Advertising Router**: RID routera, ktorý vygeneroval dané LSA
 - **LS Sequence Number**: Sekvenčné číslo LSA
 - **LS Checksum, Length**: Kontrolný súčet a veľkosť LSA

LSA Type 1: Router LSA

- Každý router v oblasti sám za seba vygeneruje jedno LSA1
 - LSA1 obsahuje zoznam rozhraní smerovača s ich popisom (`sh ip ospf database router self-originate`)
- LSA1 sa rozposiela do celej oblasti, neprechádza však cez ABR do iných oblastí
- **Link State ID**: RID routera, ktorý LSA1 vygeneroval
- LSA1 obsahuje jedno alebo viac polí Link ID (LID) , ktoré indikujú, k čomu je daný router pripojený a akým spôsobom
 - LID ukazuje na LSID ďalšieho objektu, s ktorým je router spojený
 - + Link Data
- Smerovacia položka = O

LSA Type 1 paket

```
Open Shortest Path First
  OSPF Header
    OSPF Version: 2
    Message Type: LS Update (4)
    Packet Length: 88
    Source OSPF Router: 10.1.1.2 (10.1.1.2)
    Area ID: 0.0.0.0 (Backbone)
    Packet Checksum: 0xdeb2 [correct]
    Auth Type: Null
    Auth Data (none)
  LS Update Packet
    Number of LSAs: 1
    LS Type: Router-LSA
      LS Age: 1 seconds
      Do Not Age: False
      Options: 0x22 (DC, E)
      Link-State Advertisement Type: Router-LSA (1)
      Link State ID: 10.1.1.2
      Advertising Router: 10.1.1.2 (10.1.1.2)
      LS Sequence Number: 0x80000036
      LS Checksum: 0x31e5
      Length: 60
      Flags: 0x00 ( )
      Number of Links: 3
      Type: Stub ID: 1.1.1.1 Data: 255.255.255.255 Metric: 1
        IP network/subnet number: 1.1.1.1
        Link Data: 255.255.255.255
        Link Type: 3 - Connection to a stub network
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 metric: 1
      Type: PTP ID: 10.1.1.1 Data: 10.1.1.2 Metric: 64
        Neighboring router's Router ID: 10.1.1.1
        Link Data: 10.1.1.2
        Link Type: 1 - Point-to-point connection to another router
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 metric: 64
      Type: Stub ID: 10.1.1.0 Data: 255.255.255.0 Metric: 64
        IP network/subnet number: 10.1.1.0
        Link Data: 255.255.255.0
        Link Type: 3 - Connection to a stub network
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 metric: 64
```

```
R1# show ip ospf database router 10.1.1.2 adv-router
10.1.1.2
```

OSPF Router with ID (10.1.1.2) (Process ID 1)

Router Link States (Area 0)

LS age: 748
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: Router Links
Link State ID: 10.1.1.2
Advertising Router: 10.1.1.2
LS Seq Number: 80000036
Checksum: 0x31E5
Length: 60
Number of Links: 3

Link connected to: a Stub Network

(Link ID) Network/subnet number: 1.1.1.1
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.255
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 1

Link connected to: another Router (point-to-point)

(Link ID) Neighboring Router ID: 10.1.1.1
(Link Data) Router Interface address: 10.1.1.2
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

Link connected to: a Stub Network

(Link ID) Network/subnet number: 10.1.1.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of TOS metrics: 0

Dve LSA za linku (prepoj na suseda) a siet'

LSA Type 2: Network LSA

- Generované DR routerom pre každú *tranzitnú multiaccess* sieť
 - Obsahuje zoznam RID všetkých smerovačov pripojených k danej sieti
- LSA2 sa rozposiela do celej oblasti, neprechádza však cez ABR do iných oblastí
- **Link State ID**: IP adresa DR v danej sieti
 - Na toto pole sa odvoláva pole Link ID v LSA1 typu tranzitvšetkých členských routerov
- Smerovacia položka = 0

LSA Type 2 paket

```
Open Shortest Path First
├── OSPF Header
│   ├── OSPF Version: 2
│   ├── Message Type: LS Update (4)
│   ├── Packet Length: 60
│   ├── Source OSPF Router: 5.5.5.5 (5.5.5.5)
│   ├── Area ID: 0.0.0.20
│   ├── Packet Checksum: 0x1462 [correct]
│   ├── Auth Type: Null
│   └── Auth Data (none)
├── LS Update Packet
│   ├── Number of LSAs: 1
│   └── LS Type: Network-LSA
│       ├── LS Age: 3600 seconds
│       ├── Do Not Age: False
│       └── Options: 0x22 (DC, E)
│           ├── 0... .... = DN: DN-bit is NOT set
│           ├── .0.. .... = O: O-bit is NOT set
│           ├── ..1. .... = DC: Demand Circuits are supported
│           ├── ...0 .... = L: The packet does NOT contain LLS data block
│           ├── .... 0... = NP: NSSA is NOT supported
│           ├── .... .0.. = MC: NOT Multicast Capable
│           ├── .... ..1. = E: External Routing Capability
│           └── .... ...0 = MT: NO Multi-Topology Routing
│           Link-State Advertisement Type: Network-LSA (2)
│           Link State ID: 10.0.20.2
│           Advertising Router: 5.5.5.5 (5.5.5.5)
│           LS Sequence Number: 0x80000002
│           LS Checksum: 0xf4ee
│           Length: 32
│           Netmask: 255.255.255.252
│           Attached Router: 5.5.5.5
│           Attached Router: 4.4.4.4
```

LSA Type 3: Summary LSA (IP network)

- LSA3 generuje ABR za príslušnú oblasť do iných oblastí
 - LSA3 obsahujú (potenciálne sumarizovaný) zoznam IP sietí v danej oblasti, avšak bez dodatočnej topologickej informácie (efektívne distance-vector)
 - Bez sumarizácie LSA3 obsahujú jednoducho zoznam IP sietí v danej oblasti
 - By default sa nerobí sumarizácia, je ju potrebné nastaviť konfiguračne
 - Pre oznámenú každú sieť sa generuje jedno LSA3
- LSA3 sa za normálnych okolností rozposielajú do celého autonómneho systému, teda do všetkých oblastí
- **Link State ID**: IP adresa samotnej ohlasovanej podsiete, maska + cost je obsiahnutý v ďalšom poli správy
- Smerovacia položka = **O IA**

LSA Type 3 paket

- [-] Open Shortest Path First
 - [-] OSPF Header
 - OSPF Version: 2
 - Message Type: LS Update (4)
 - Packet Length: 400
 - Source OSPF Router: 4.4.4.4 (4.4.4.4)
 - Area ID: 0.0.0.20
 - Packet Checksum: 0xd794 [correct]
 - Auth Type: Null
 - Auth Data (none)
 - [-] LS Update Packet
 - Number of LSAs: 11
 - [+] LS Type: Router-LSA
 - [+] LS Type: Router-LSA
 - [+] LS Type: Network-LSA
 - [-] LS Type: Summary-LSA (IP network)
 - LS Age: 11 seconds
 - Do Not Age: False
 - [+] Options: 0x22 (DC, E)
 - Link-State Advertisement Type: Summary-LSA (IP network) (3)
 - Link state ID: 192.168.10.0
 - Advertising Router: 4.4.4.4 (4.4.4.4)
 - LS Sequence Number: 0x80000001
 - LS Checksum: 0x1e7d
 - Length: 28
 - Netmask: 255.255.255.0
 - Metric: 30
 - [+] LS Type: Summary-LSA (IP network)
 - [+] LS Type: Summary-LSA (IP network)

LSA Type 4: Summary LSA (ASBR)

- LSA4 generuje ABR za príslušnú oblasť
 - V LSA4 sa prenáša informácia o existencii (ak existuje) ASBR v danej oblasti
- LSA4 sa za normálnych okolností rozposielajú do celého autonómneho systému, teda do všetkých oblastí
- **Link-state ID**: RID príslušného ASBR

LSA Type 1 s E bitom (ASBR)

```
[-] Open Shortest Path First
  [+] OSPF Header
  [-] LS Update Packet
    Number of LSAs: 1
    [-] LS Type: Router-LSA
      LS Age: 1 seconds
      Do Not Age: False
      [-] Options: 0x22 (DC, E)
        0... .... = DN: DN-bit is NOT set
        .0.. .... = O: O-bit is NOT set
        ..1. .... = DC: Demand Circuits are supported
        ...0 .... = L: The packet does NOT contain LLS data block
        .... 0... = NP: NSSA is NOT supported
        .... .0.. = MC: NOT Multicast Capable
        .... ..1. = E: External Routing Capability
        .... ...0 = MT: NO Multi-Topology Routing
      Link-State Advertisement Type: Router-LSA (1)
      Link State ID: 5.5.5.5
      Advertising Router: 5.5.5.5 (5.5.5.5)
      LS Sequence Number: 0x80000005
      LS Checksum: 0x0a40
      Length: 48
      [+] Flags: 0x00
        Number of Links: 2
        [+] Type: Stub      ID: 192.168.20.0      Data: 255.255.255.0      Metric: 10
        [+] Type: Stub      ID: 10.0.20.0        Data: 255.255.255.252   Metric: 10
```

LSA Type 4 paket

- [-] Open Shortest Path First
 - [-] OSPF Header
 - OSPF Version: 2
 - Message Type: LS Update (4)
 - Packet Length: 400
 - Source OSPF Router: 4.4.4.4 (4.4.4.4)
 - Area ID: 0.0.0.20
 - Packet Checksum: 0xd794 [correct]
 - Auth Type: Null
 - Auth Data (none)
 - [-] LS Update Packet
 - Number of LSAs: 11
 - [+] LS Type: Router-LSA
 - [+] LS Type: Router-LSA
 - [+] LS Type: Network-LSA
 - [+] LS Type: Summary-LSA (IP network)
 - [+] LS Type: Summary-LSA (IP network)
 - [+] LS Type: Summary-LSA (IP network)
 - [-] LS Type: Summary-LSA (ASBR)
 - LS Age: 11 seconds
 - Do Not Age: False
 - [+] Options: 0x22 (DC, E)
 - Link-State Advertisement Type: Summary-LSA (ASBR) (4)
 - Link State ID: 5.5.5.5
 - Advertising Router: 4.4.4.4 (4.4.4.4)
 - LS Sequence Number: 0x80000001
 - LS Checksum: 0x6fa0
 - Length: 28
 - Netmask: 0.0.0.0
 - Metric: 20

LSA Type 5: External LSA

- LSA5 generuje ASBR
 - V LSA5 sa prenášajú informácie o vonkajších sieťach, t.j. sieťach mimo nášho autonómneho systému
 - Pre každú externú sieť sa generuje jedno LSA5
- **Link State ID**: IP adresa vonkajšej siete
- By default sa nerobí sumarizácia
 - Jej implementácia je na zváženie, je ju potrebné nastaviť konfiguračne
- Smerovacia položka = **O E1** or **O E2** tzv. metric-type

LSA Type 5 paket

```
[-] Open Shortest Path First
  [-] OSPF Header
    OSPF Version: 2
    Message Type: LS Update (4)
    Packet Length: 400
    Source OSPF Router: 4.4.4.4 (4.4.4.4)
    Area ID: 0.0.0.20
    Packet Checksum: 0xd794 [correct]
    Auth Type: Null
    Auth Data (none)
  [-] LS Update Packet
    Number of LSAs: 11
    [+ LS Type: Router-LSA
    [+ LS Type: Router-LSA
    [+ LS Type: Network-LSA
    [+ LS Type: Summary-LSA (IP network)
    [+ LS Type: Summary-LSA (IP network)
    [+ LS Type: Summary-LSA (IP network)
    [+ LS Type: Summary-LSA (ASBR)
    [-] LS Type: AS-External-LSA (ASBR)
      LS Age: 197 seconds
      Do Not Age: False
      [+ options: 0x20 (DC)
      Link-State Advertisement Type: AS-External-LSA (ASBR) (5)
      Link State ID: 172.16.3.0
      Advertising Router: 2.2.2.2 (2.2.2.2)
      LS Sequence Number: 0x80000001
      LS Checksum: 0x2860
      Length: 36
      Netmask: 255.255.255.0
      External Type: Type 2 (metric is larger than any other link state path)
      Metric: 100
      Forwarding Address: 0.0.0.0
      External Route Tag: 0
```

Prehľad LSA v OSPFv3

LSA Name	LS Type code	Flooding scope	LSA Function code
Router LSA	0x2001	Area scope	1
Network LSA	0x2002	Area scope	2
Inter-Area-Prefix-LSA	0x2003	Area scope	3
Inter-Area-Router-LSA	0x2004	Area scope	4
AS-External-LSA	0x4005	AS scope	5
Group-membership-LSA	0x2006	Area scope	6
Type-7-LSA	0x2007	Area scope	7
Link-LSA	0x0008	Link-local scope	8
Intra-Area-Prefix-LSA	0x2009	Area scope	9

Premenované

Nové

Link LSA – LSA 8

- A link LSA per link
- Link local scope flooding on the link with which they are associated
- Provide router link local addresses
- List all IPv6 prefixes attached to the link
- Assert a collection of option bit for the Router-LSA

LSA v OSPFv3

Intra Area Prefix (LSA9)

- Zoznam prefixov
- Odvolávka na Link ID v LSA1/2

Inter-Area Prefix LSA – LSA 3

- Describes the destination outside the area but still in the AS
- Summary is created for one area, which is flooded out in all other areas
- Originated by an ABR
- Only intra-area routes are advertised into the backbone
- Link State ID simply serves to distinguish inter-area-prefix-LSAs originated by the same router
- Link-local addresses must never be advertised in inter-area- prefix-LSAs

Interpretácia OSPF LSDB a OSPF smerovacieho procesu



Obsah OSPF databázy – význam stĺpcov

```
RouterA# show ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (10.0.0.11) (Process ID 1)
```

Router Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
10.0.0.11	10.0.0.11	548	0x80000002	0x00401A	1
10.0.0.12	10.0.0.12	549	0x80000004	0x003A1B	1
100.100.100.100	100.100.100.100	548	0x800002D7	0x00EEA9	2

Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
172.31.1.3	100.100.100.100	549	0x80000001	0x004EC9

Summary Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
10.1.0.0	10.0.0.11	654	0x80000001	0x00FB11
10.1.0.0	10.0.0.12	601	0x80000001	0x00F516

<output omitted>

**Pozor, stĺpec sa volá Link ID,
ale v skutočnosti zobrazuje Link State ID**

Voľby výpisu OSPF topo DB

- show ip ospf database ?

```
R1# sh ip ospf database ?
```

adv-router	Advertising Router link states
asbr-summary	ASBR summary link states
database-summary	Summary of database
external	External link states
network	Network link states
nssa-external	NSSA External link states
opaque-area	Opaque Area link states
opaque-as	Opaque AS link states
opaque-link	Opaque Link-Local link states
router	Router link states
self-originate	Self-originated link states
summary	Network summary link states
	Output modifiers
<cr>	

- Dobré na prezeranie jednotlivých LSA záznamov

Show ip ospf database router (LSA1)

```
R1# show ip ospf database router 10.1.1.2 adv-router 10.1.1.2
```

```
OSPF Router with ID (10.1.1.2) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

```
LS age: 748
```

```
Options: (No TOS-capability, DC)
```

```
LS Type: Router Links
```

```
Link State ID: 10.1.1.2
```

```
Advertising Router: 10.1.1.2
```

```
LS Seq Number: 80000036
```

```
Checksum: 0x31E5
```

```
Length: 60
```

```
Number of Links: 3
```

```
Link connected to: a Stub Network
```

```
(Link ID) Network/subnet number: 1.1.1.1
```

```
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.255
```

```
Number of TOS metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 1
```

```
Link connected to: another Router (point-to-point)
```

```
(Link ID) Neighboring Router ID: 10.1.1.1
```

```
(Link Data) Router Interface address: 10.1.1.2
```

```
Number of TOS metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 64
```

```
Link connected to: a Stub Network
```

```
(Link ID) Network/subnet number: 10.1.1.0
```

```
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
```

```
Number of TOS metrics: 0
```

Smerovacia tabuľka v OSPF

Route Designator	Description	
O	OSPF intra-area (router LSA) and network LSA	<ul style="list-style-type: none"> • Networks from within the router's area. Advertised by way of router LSAs and network LSAs.
O IA	OSPF interarea (summary LSA)	<ul style="list-style-type: none"> • Networks from outside the router's area but within the OSPF AS. Advertised by way of summary LSAs.
O E1	Type 1 external routes	<ul style="list-style-type: none"> • Networks from outside the router's AS, advertised by way of external LSAs.
O E2	Type 2 external routes	<ul style="list-style-type: none"> • Networks from outside the router's AS, advertised by way of external LSAs.

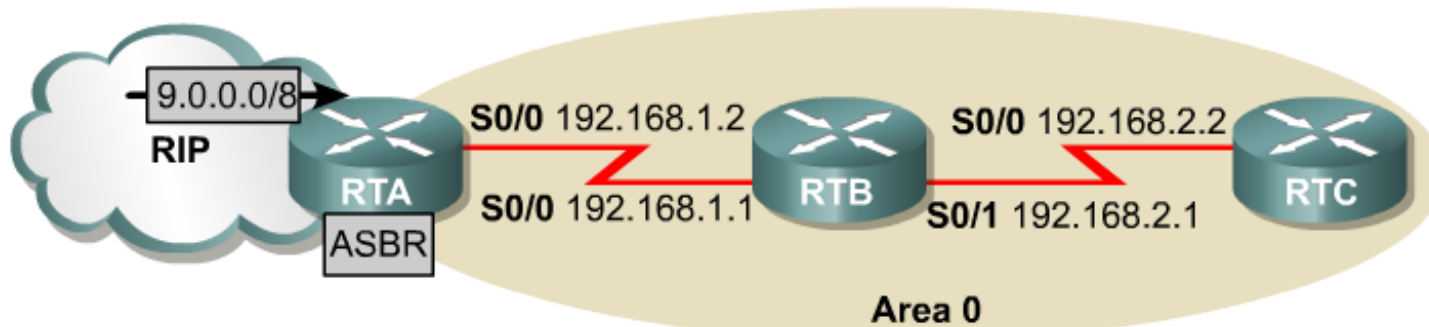
```

R1# show ip route
<output omitted>
Gateway of last resort is not set
172.31.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.31.2.0 [110/1563] via 10.1.1.1, 00:12:35, FastEthernet0/0
O IA 172.31.1.0 [110/782] via 10.1.1.1, 00:12:35, FastEthernet0/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C 10.200.200.13/32 is directly connected, Loopback0
C 10.1.3.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
O 10.1.2.0/24 [110/782] via 10.1.3.4, 00:12:35, Serial0/0/0
C 10.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O 10.1.0.0/24 [110/782] via 10.1.1.1, 00:12:37, FastEthernet0/0
O E2 10.254.0.0/24 [110/50] via 10.1.1.1, 00:12:37, FastEthernet0/0

```

E2 Routes

```
RTB#show ip route
<output omitted>
O E2 9.0.0.0/8 [110/20] via 192.168.1.2, 00:00:07, Serial0/0
C   192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0
C   192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/1
```

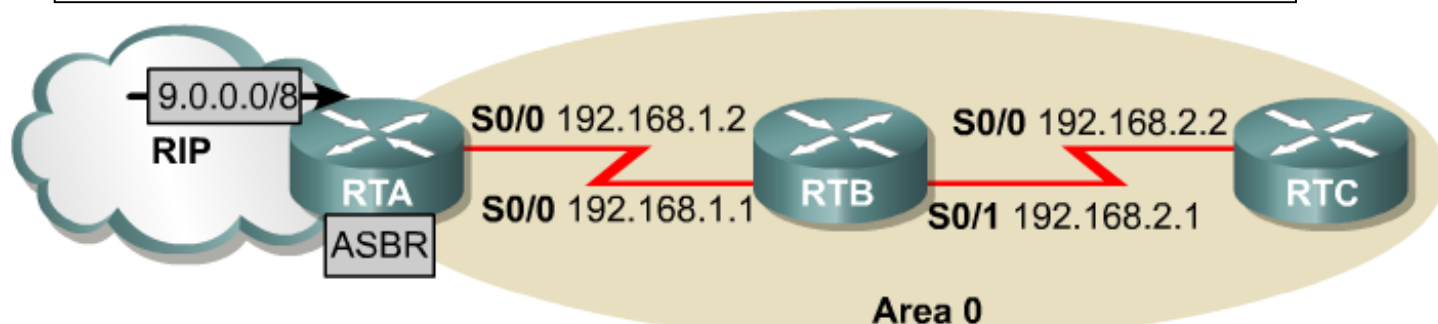


```
RTC#show ip route
<output omitted>
O E2 9.0.0.0/8 [110/20] via 192.168.2.1, 00:00:46, Serial0/0
O   192.168.1.0/24 [110/1171] via 192.168.2.1, 00:03:09, Serial0/0
C   192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0
```

- By default, RTA uses a Type 2 metrics to send external routing information.
- RTB will receive the external RIP routes, including 9.0.0.0/8 from RTA.
- When RTB forwards this route, the metric for the external route remains the same (in this case, 20).

E1 Routes

```
RTB#show ip route
<output omitted>
O E1 9.0.0.0/8 [110/410] via 192.168.1.2, 00:00:05, Serial0/0
C   192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0
C   192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/1
```



```
RTC#show ip route
<output omitted>
O E1 9.0.0.0/8 [110/1191] via 192.168.2.1, 00:00:47, Serial0/0
O   192.168.1.0/24 [110/1171] via 192.168.2.1, 00:04:50, Serial0/0
C   192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0
```

- If RTA is configured to use a Type 1 metric with external routes, OSPF will increment the metric value of the external route according to its standard cost algorithm.



Konfigurácia multiarea OSPF



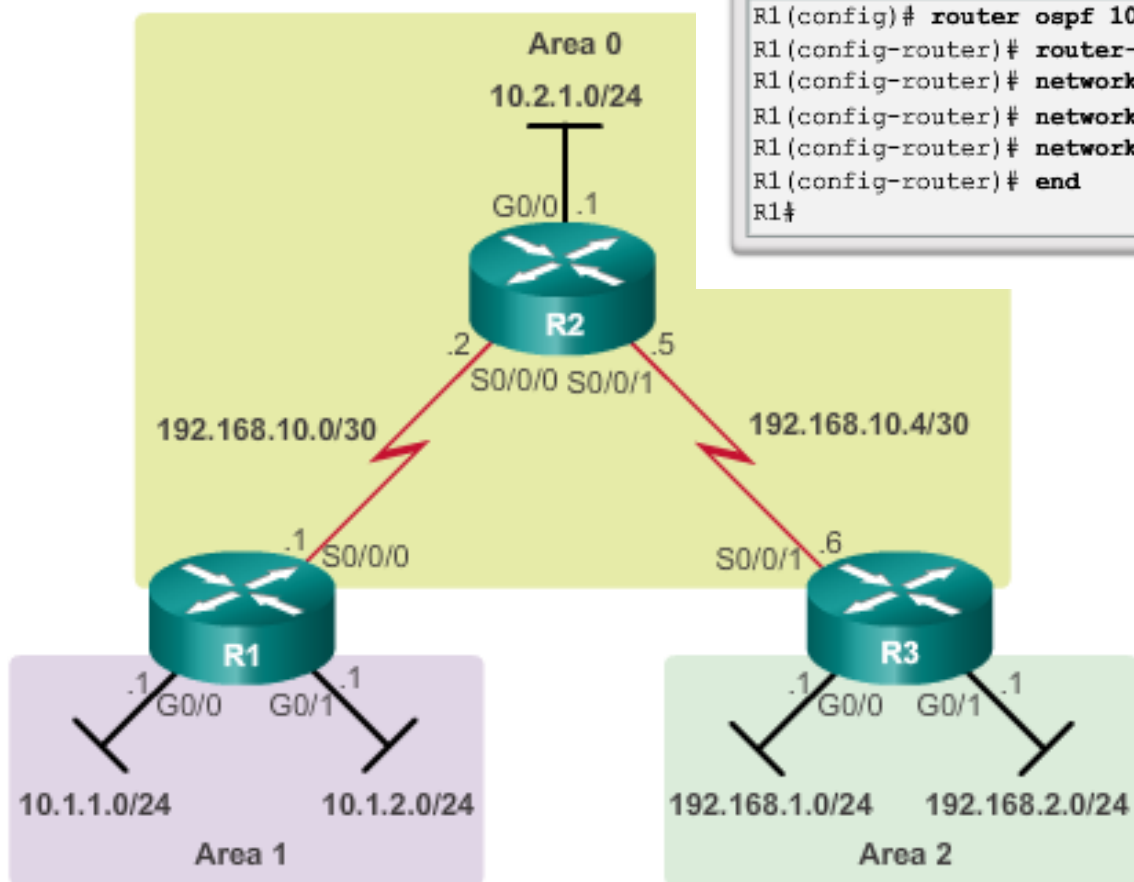
Implementačný plán multiarea OSPF

Implementation Plan Steps

1. Gather the network requirements and parameters.
2. Define the OSPF parameters.
3. Configure OSPF.
4. Verify OSPF.

Konfigurácia Multiarea OSPF

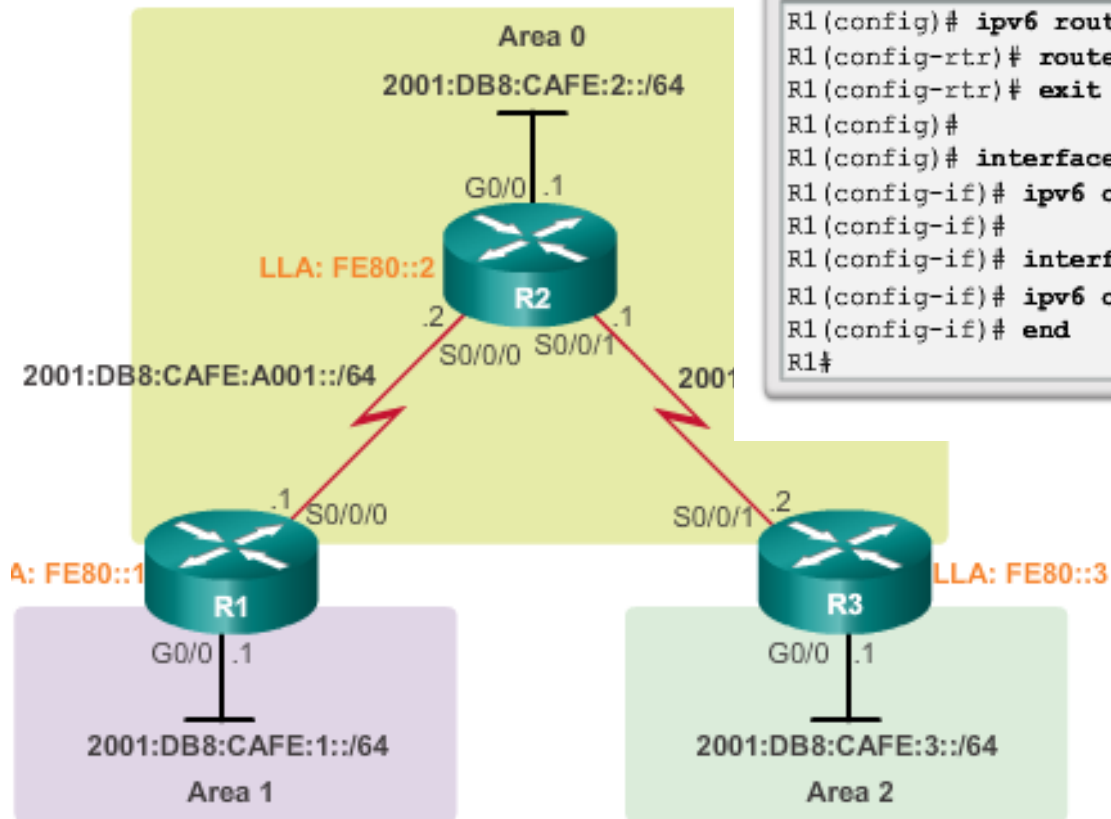
Príklad



```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# router-id 1.1.1.1
R1(config-router)# network 10.1.1.1 0.0.0.0 area 1
R1(config-router)# network 10.1.2.1 0.0.0.0 area 1
R1(config-router)# network 192.168.10.1 0.0.0.0 area 0
R1(config-router)# end
R1#
```

Konfigurácia Multiarea OSPF

Konfigurácia Multiarea OSPFv3



```
R1(config)# ipv6 router ospf 10
R1(config-rtr)# router-id 1.1.1.1
R1(config-rtr)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0
R1(config-if)# ipv6 ospf 10 area 1
R1(config-if)#
R1(config-if)# interface Serial0/0/0
R1(config-if)# ipv6 ospf 10 area 0
R1(config-if)# end
R1#
```

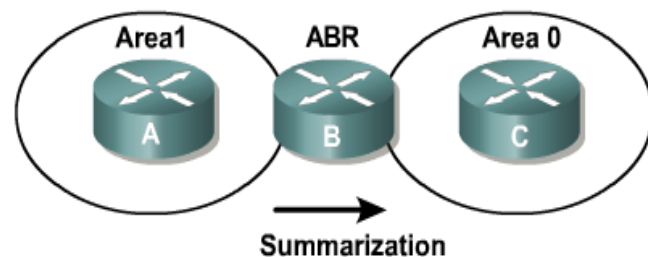
Sumarizácia v OSPF



Sumarizácia v OSPF

Sumarizovanie sietí

- Sumarizovanie = vyjadrenie viacerých sietí v jednom LSA
- Sumarizovanie priamo ovplyvňuje BW, pamäť a CPU smerovačov potrebných na beh OSPF procesu a držanie DB
- Nepriamo ovplyvňuje:
 - Ak zlyhá linka siete ktorá je sumarizovaná, alebo často mení stav (flapping), topo zmena sa do iných oblastí neprenáša
 - Tým zabráňujeme neustálemu prepočítavaniu OSPF procesu
- Predpokladom dobrej sumarizácie je samozrejme kontinuálny blok adries



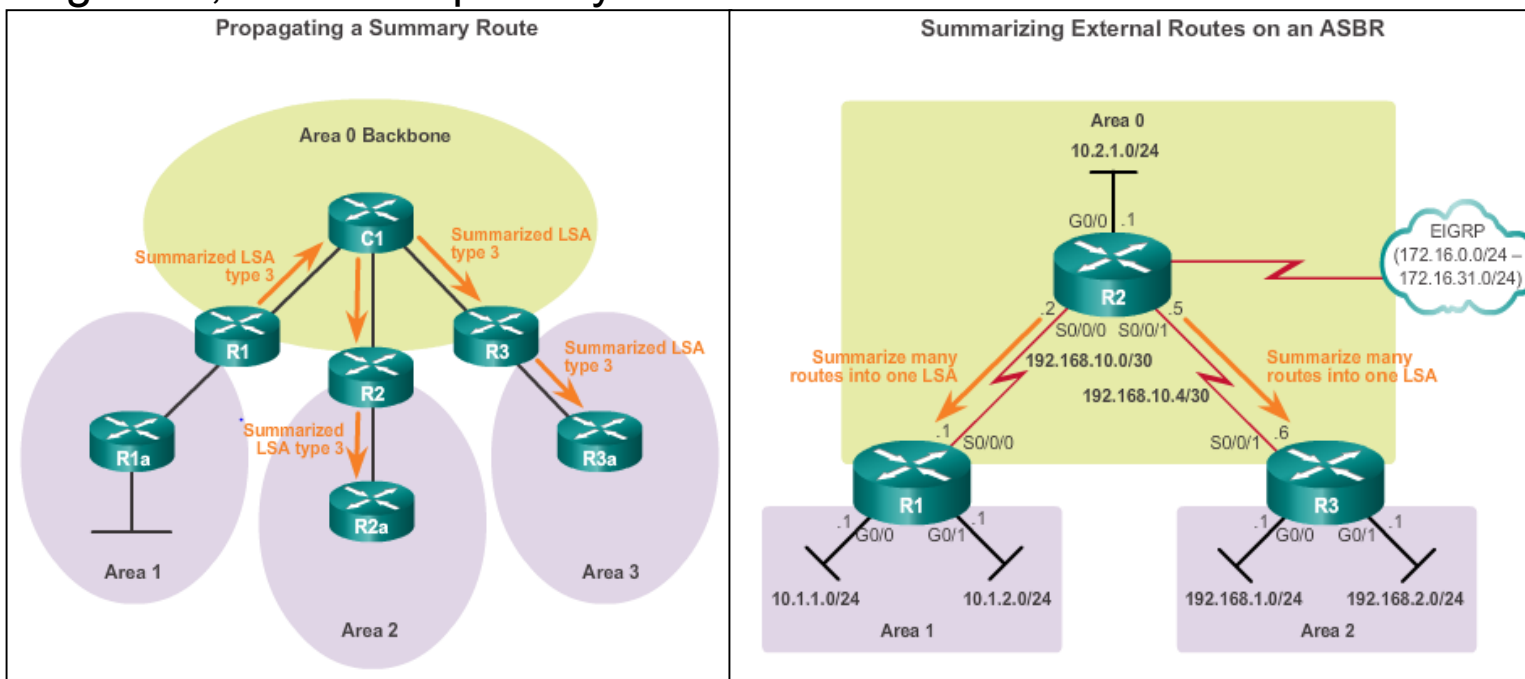
Routing Table for B		LSAs Sent to Router C	
0	172.16.8.0 255.255.255.0	IA 172.16.8.0 255.255.248.0	
0	172.16.9.0 255.255.255.0		
0	172.16.10.0 255.255.255.0		
0	172.16.11.0 255.255.255.0		
0	172.16.12.0 255.255.255.0		
0	172.16.13.0 255.255.255.0		
0	172.16.14.0 255.255.255.0		
0	172.16.15.0 255.255.255.0	IA 172.16.16.0 255.255.252.0	
0	172.16.16.0 255.255.255.0		
0	172.16.17.0 255.255.255.0		
0	172.16.18.0 255.255.255.0		
0	172.16.19.0 255.255.255.0		

- Interarea summary link carries mask.
- One or more entries can represent several subnets.

Sumarizácia v OSPF

Typy sumarizovania v OSPF

- V OSPF sa nezávisle od seba konfigurujú dva druhy sumarizácií
 - Sumarizácia sietí v oblastiach (**interarea**)
 - Zmysel len na ABR, ktorý vytvára Type LSA 3 z LSA1 a 2 pre inter area LSU
 - Sumarizácia externých sietí získaných redistribúciou (**External route**)
 - Zmysel len na ASBR, ktorý vytvára Type LSA 5
- Na interných smerovačoch môžeme sumarizovať len cesty vkladané do routing table, nie LSDB položky



Sumarizovanie sietí v oblastiach

- Sumarizácia sietí v oblastiach sa zásadne konfiguruje na príslušných ABR, a to príkazom

```
Router(config-router)#area area-id range SIEŤ MASKA [not-advertise | advertise] [cost COST]
```

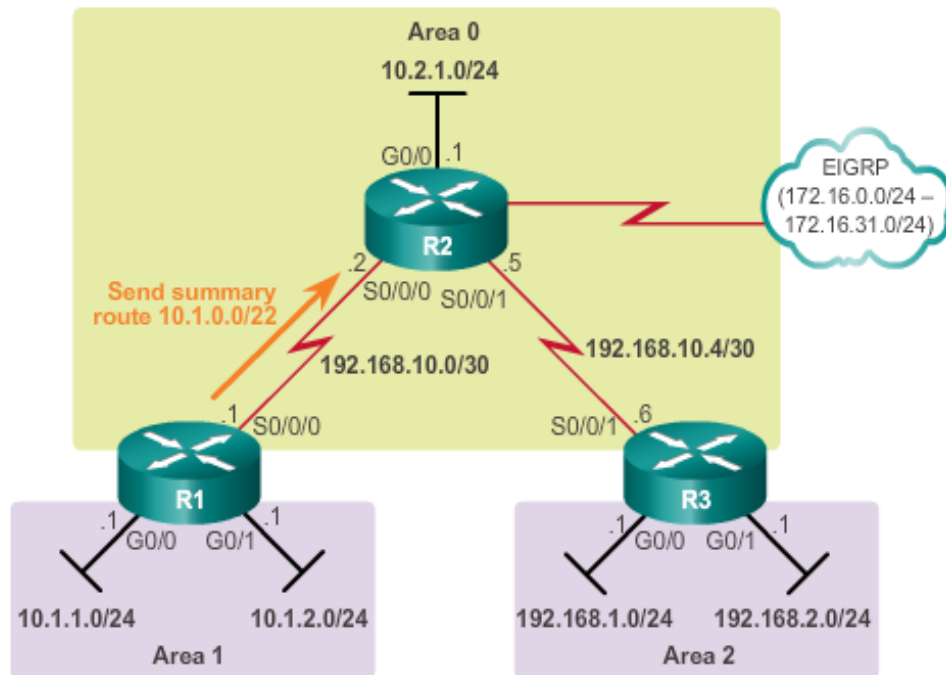
- **area-id**: oblasť, ktorá obsahuje sumarizované siete
 - **not-advertise**: daná pokrývajúca sieť a jej komponenty sa neprepošlú do ostatných oblastí (budú skryté)
 - **advertise**: rozsah sa bude preposielať ako Lsa 3
 - **cost**: cena pre sumarizovanú cestu. Defaultne nastavená na *najnižšiu* cenu z cien sumarizovaných ciest
- Príkaz je možné opakovane použiť a sumarizovať na rôzne siete podľa potreby

Sumarizácia v OSPF

Príklad pre Inter-Area sumarizáciu

```
R1(config)# router ospf 1
R1(config-router)# network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R1(config-router)# network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 1
R1(config-router)# network 10.1.2.0 0.0.0.255 area 1
R1(config-router)# area 1 range 10.1.0.0 255.255.224.0
```

Summarizing Interarea Routes on ABRs



Verify the R3 Routing Table Before Summarization

```
R3# show ip route ospf | begin Gateway
Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
O IA   10.1.1.0 [110/1295] via 192.168.10.5, 00:27:14, Serial0/0/1
O IA   10.1.2.0 [110/1295] via 192.168.10.5, 00:27:14, Serial0/0/1
O      10.2.1.0 [110/648] via 192.168.10.5, 00:27:57, Serial0/0/1
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O      192.168.10.0/30 [110/1294] via 192.168.10.5, 00:27:57,
Serial0/0/1
R3#
```



```
R3# show ip route ospf | begin Gateway
Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O IA   10.1.0.0/22 [110/1295] via 192.168.10.5, 00:00:06,
Serial0/0/1
O      10.2.1.0/24 [110/648] via 192.168.10.5, 00:29:23,
Serial0/0/1
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2
masks
O      192.168.10.0/30 [110/1294] via 192.168.10.5,
00:29:23, Serial0/0/1
R3#
```

Overenie OSPF



Overenie Multiarea OSPF

Overenie Multiarea OSPF

Používajú sa tie isté príkazy ako pri single area!

- `show ip ospf neighbor`
- `show ip ospf`
- `show ip ospf interface`

Commands specific to multiarea information include:

- `show ip protocols`
- `show ip ospf interface brief`
- `show ip route ospf`
- `show ip ospf database`

Note: Pre OSPFv3, nahrad' `ip` with `ipv6`.

