**Otázka 11 - Směrovače, směrování a směrovací protokoly RIPv1, RIPv2, OSPF, EIGRP**

**Směrovače**

propojení sítě

směruje a přepíná pakety

segmentace broadcast domén, porty proto nemohou patřit do stejné sítě

směrování paketů do lokální či vzdálené sítě pomocí:

* určení nejlepší cesty pomocí směrovací tabulky
* přepínání paketů směrem k cíli včetně jejich zapouzdření na linkové vrstvě

směrovací tabulka se vytváří:

* dynamicky – protokol vypočítává cestu dynamicky
* staticky – admin ručně vytváří směrování

směrovač na vrstvách ISO/OSI:

* 1. vrstva – zpracování signálů
* 2. vrstva – rozbalení a zapouzdření paketů z a do rámců, nebo přepíná dle L3
* 3. vrstva – směrování paketů z jedné sítě do druhé

**Směrování**

Statické

* využívá předem vytvořené statické cesty
* nerozpoznává jiné cesty
* nedokáží vyměňovat směrovací informace s jinými routery

Dynamické

* routery rozpoznávají cesty pomocí dynamických směrovacích protokolů
* komunikaci mezi routery a umožňuje sdílení informací o stavu sítě
* protokoly např.: RIP, EIGRP, OSPF, …

Passive Interface

* vypínající odesílání dat o směrování dané sítě

Autonomní oblast

* + slouží k rozdělení větší sítě na menší, v nichž můžou operovat směrovací protokoly odlišným způsobem
  + protokoly pracující v oblasti jsou interní (IGP), protokoly pracující mezi oblastmi jsou externí (EGP)
  + každé oblasti je přidělen identifikátor

Směrování skupinového vysílání

* hledání minimálního stromu spojů pro pokrytí cesty od zdroje k momentálním zájemcům o příjem

Hierarchické směrování

* cesta se určuje na základě sítě, pak podsítě, a nakonec podle IP adresy
* při směrování pomocí VLSM se volí cesta nejvíce podobná cílové adrese

**Směrovací tabulka**

* obsahuje seznam připojených sítí
* vzdálené sítě = připojené alespoň o jeden router dál
* v případě dvou cest k stejné síti se upřednostní ta s nižší admin. vzdáleností
* routery se řídí každý svou tabulkou
* informace o cestě tam nesdělují routeru informace o cestě zpátky

**Metrika**

hledání nejlepší cesty podle:

1. Nejmenší administrativní vzdálenosti = kvalita/důvěryhodnost směrovacího protokolu, který vytvořil danou řádku ve směrovací tabulce (přímo připojená – 0, statická cesta – 1, OSPF – 110, ...)
2. masky podsítě
3. metriky = vyjádření kvality linky pro jeden konkrétní protokol (nižší = nejkvalitnější cesta)

k výpočtu může sloužit:

* 1. počet skoků – počet směrovačů
  2. přenosová rychlost a kapacita a šířka pásma
  3. zatížení
  4. zpoždění
  5. spolehlivost
  6. cena – určena buď IOS, nebo adminem

**Statické směrování**

používá se:

* v menších sítích, kde může být dynamické směrování zbytečně náročné na zdroje
* síť je připojena k internetu jediným providerem, který je jediným výstupním bodem ze sítě
* velká síť s topologií s jedním centrálním zařízením

často se kombinuje statické a dynamické směrování

lze nastavit pomocí adresy next hop, nebo pomocí odchozího rozhraní

pro úpravu cesty se musí nejprve smazat stará a pak nastavit nová

**Implicitní cesta**

paket se na tuto cestu odešle, pokud router nenalezl cílovou síť v předchozích záznamech směrovací tabulky

ve směrovací tabulce označena \*

**DVA (Distance-Vector Algorithm)**

cesty jsou inzerovány jako vektory vzdálenosti a směru

vzdálenost definována metrikou, směr definuje next-hop

routery si tato data sdílejí a vytvářejí si směrovací tabulky

protokoly DVA počítají nejkratší cestu v ohodnoceném grafu z uzlu do uzlu, hodnoty mohou být i záporné (Bellman-Ford algoritmus)

lze získat mnoho informací o topologii, ale nelze získat znalost přesné topologie

je celkem pomalý a náchylný ke smyčkám, TTL je proto omezen na 16 skoků

využívá se v sítích s méně než 50 routery

**RIP (Routing Information Protocol)**

protokol typu DVA

v pravidelných intervalech posílá aktualizované zprávy o směrovacích tabulkách

routery užívající RIP udržují cesty s nejnižší metrikou

užívá časovače pro zabránění vzniku smyček

automatické aktualizace při změně v topologii (přidána cesta do směrovací tabulky)

změní se stav rozhraní či routeru

**RIPv1**

jedinou metrikou je počet přeskoků, s každým přeskokem se hodnota zvyšuje o hop count value

třídní protokol – směruje celé velikostní třídy

nelze vypnout automatickou sumarizaci

maximální počet skoků je 15, cesty s více než 15 skoky jsou inzerovány jako neplatné/nedostupné

aktualizace směrovací tabulky vysílány každých 30 s, nesdílí masku podsítě

nepodporuje autentizaci

standartní administrativní vzdálenost je 120

užívá se v malých, plochých sítích, nebo na okrajích větších sítí

**RIPv2**

podporuje rozdílnou velikost masek subsítí (VLSM), masky jsou zahrnuty ve směrovacích informacích

podporuje automatickou sumarizaci, lze ji i vypnout

používá multicast v zasílaných informacích

umožňuje autentizaci

výchozí administrativní vzdálenost je 120

v jedné zprávě podporuje až 25 cest

užití je stejné jako u RIPv1

**LSA (link-state algorithm)**

Složitější než DVA

Router zjišťuje sousední routery, pomocí HELLO paketu pravidelně kontroluje dostupnost

Sdílí směrovací informace (zejména o svých sousedních routerech)

Router má úplné znalosti o topologii

Položky směrovací tabulky se počítají z dat od ostatních routerů

Větší sítě se rozdělují na oblasti s hraničními routery, hraniční routery si vyměňují informace o celých oblastech – předchází se zahlcení komunikace velkým množstvím směrovacích informací

Aplikovatelné i u větších sítí

Dijkstrův algoritmus:

* 1. každý router se dozví o každé přímo připojené síti
  2. každý router pošle sousednímu HELLO paket a vytvoří vztah přilehlosti
  3. každý router sestavuje pakety obsahující stav přilehlých linek (LSP pakety)

LSP paket obsahuje údaje o lince mezi dvěma routery (ID souseda,typ linky**,** adresu sítě**,** masku**,** přenosová kapacita**,** atd.)

Při změně topologie rozesílá každý router LSP pakety všem přímo připojeným sousedům ve směrovací oblasti, přijaté pakety se ukládají do databáze stavu linky (LSDB – Link-state Database)

Každý router si vytváří úplnou mapu topologie a nezávisle vypočítává nejlepší cestu do každé cílové sítě – vytváří strom neobsahující smyčky

**OSPF (Open Shortest Path First)**

nahradil RIP, který byl nepoužitelný pro velké sítě

beztřídní protokol – podporuje VLSM

používá koncept oblastí

oblast je složena z logické skupiny segmentů sítě a v nich připojených zařízení

každá doména (autonomní systém) užívající OSPF musí obsahovat páteřní oblast číslo 0

Typy paketů OSPF:

* HELLO – kontaktní a udržovací pakety, vytváří a udržují vztah přilehlosti
* DBD (The Database Description) – zkrácený výpis LSDB
* LSR (Link-state Request) – žádost o informace
* LSU (Link-state Update) – odpověď na LSR
* LSA (Link-state Advertisements)

Zjednodušená činnost:

* router vysílá HELLO pakety, když se dva propojené routery shodnou na parametrech, stanou se sousedy
* mezi některými sousedy se vytvoří užší vazby – označují se jako přilehlé
* přilehlé routery si vyměňují aktualizační pakety (obsahující oznamovače LSA) s informacemi o stavu rozhraní routeru nebo seznam routerů připojených routerů
* všechny routery si ukládají přijaté LSA do LSDB a přeposílají je ostatním přilehlým routerům – výsledkem je shodná topologická databáze na všech routerech
* po naplnění LSDB provede každý router samostatně výpočet pomocí SPF algoritmu, výsledkem je nalezení nejkratší cesty do každé sítě v podobě stromu, čímž se odstraní možné smyčky
* na základě výpočtů ve stromu SPF lze naplnit směrovací tabulku nejlepšími cestami
* při změně topologie, odešle router, na kterém ke změně došlo, informaci všem přilehlým routerům v podobě LSA v LSU paketu, tato data se rozšíří výše popsaným způsobem a dojde k úpravě topologické databáze přepočtu SPF

Router ID – slouží k jednoznačné identifikaci routeru v doméně

Link-state ID – udává typ inzerované informace

OSPF Area:

* Každá oblast běží s oddělenou kopií základního link-state algoritmu
* Oblast označená 0 se užívá jako páteřní oblast, tvořící jádro OSPF sítě
* Páteřní oblast zodpovídá za distribuci směrovacích informací mezi oblastmi
* Každá nepáteřní oblast musí být připojena k páteřní oblasti
* Do oblasti přidáváme buď jednotlivé sítě, nebo skupinu agregujeme se specifickou cenou – to umožňuje snížit množství předávaných informací a snižuje zátěž procesoru

Role routerů v OSPF

1. Autonomous System Boarder Router (ASBR) – spojen s ostatními AS (Autonomous System), používá se pro předávání cest přijatých z jiných AS
2. Area Boarder Router (ABR) – router propojující více oblastí
3. Internal Router (IR)–router propojen jen v jedné oblasti
4. Designated Router (DR):

* generuje LSA pro síť s více branami, je zálohován pomocí BDR (Backup Designated Router)
* umožňuje snížit počet vyžadovaných sousedství v síti s více přístupy, snižuje počet aktualizací a velikost topologické databáze
* redukuje provoz, v NBMA (Non-Broadcast Multiple Access) a broadcast sítích je jediným zdrojem pro update směrovacích informací
* zodpovědný za aktualizace ostatních routerů OSPF (DROther), když nastane změna v topologii s více přístup

Metrika OSPF

parametry při stanovení externí metriky:

* default route se nepovažuje za statické směrování
* if-installed – zasílá default route jen pokud byla nastavena
* always – vždy zasílá default route
* as-type1 – směrovací rozhodnutí založena na součtu externí a interní metriky
* as-type2 – směrovací rozhodnutí založena jen na externí metrice (vnitřní určena jen prvním spojem)

**EIGRP (Enhaced Interior Gateway Routing Protocol)**

IGRP vylepšený o VLSM

Aktualizace jen při změně topologie

Specifické funkce:

* spolehlivý transportní protokol RTP (Reliable Transport Protocol)
* omezené aktualizace – při změně odešle aktualizaci s daty jen o určité síti, místo celé tabulky, informace zasílány jen routerům, které je potřebují
* vyvážení vztahů sousedství
* používá informace o stavu linek – protokols DVA
* vyvažuje zátěž i na linkách s různou metrikou
* metrika je založena na:
  + počtu přeskoků
  + šířce pásma
  + zpoždění
  + spolehlivost
  + zatížení

používá číslo autonomního systému AS, jeden router může používat více instancí

administrativní vzdálenost interního směrování = 90

Pro činnost používá 3 tabulky:

* Směrovací – obsahuje nejlepší cesty s nejlepší metrikou
* Topologie – obsahuje zjištěné směry – nejlepší, záložní i ostatní do všech cílových sítí ve stejné doméně
* Sousedů – obsahuje informace o sousedních routerech, se kterými si vyměňuje aktualizace ve stejném AS

Typy paketů:

* Aktualizace – jen pro změny, nejsou periodické, unicast/multicast cílová adresa (podle počtu adresátů, potvrzované
  + bounded (vázané) – jen na routery na které má změna vliv
  + partial (částečné) – jen změny topologie a metriky
* Dotaz – hledání sítí, multicast/unicast, potvrzované
* Odpověď na dotaz – unicast, potvrzované
* Kontaktní paket (Hello) – hledání identifikace a verifikace sousedních routerů ve stejném AS, multicast, periodické, udržování vztahu sousedství

Dva směrovače se stanou sousedy:

* jsou ve stejném AS
* IP rozhraní ze stejné sítě
* stejné K-hodnoty
* routery nemusí mít stejné Hello a Hold-down časovače

Pojmy:

* Successor (next hop) – cesta k cíli přes Successor je nejkratší a bez smyček
* Feasible Successor (záložní next-hop) – cesta k cíli není nekratší, ale je pořád bez smyček
* Feasible Distance (FD) - doposud nejkratší známá vzdálenost do cíle
* Reported Distance (RD, advertised distance) - sousedova současná vzdálenost od cíle, kterou oznamuje
* Feasibility connection (FC) - podmínka kontrolující, jestli cesta přes souseda neobsahuje smyčku

Tabulky:

* 1. Neigbour table – info o sousedech
  2. Topology table
* pro každou cílovou síť eviduje vzdálenost, kterou ohlásili sousedi routeru
* uchovává info o cílových sítích a jejich stavu, FD a RD
* neobsahuje topoligický popis sítě, ale seznam cílových sítí a vzdáleností
  1. Stav procesu:
     + Passive state
     + stav cílové sítě, když je znám, successor a použitelný směr
     + Active state
     + stav cílové sítě, když není successor ani feasible successor a router ho hledá
     + Diffusing computations (Difůzní výpočet)
     + způsob řízení distribuovaného výpočtu v síti
     + cílem je spustit výpočet, mít info o jeho průběhu, získávat výsledky a správě ohlásit jeho konec
     + spustí se tím, že směrovač pošle sousedům žádost (query)
     + soused odpoví, nebo (když nezná odpověď) odešle svou žádost do svého okolí
     + router musí odpovídat tak, aby poslední odpověď přišla, až když on sám na žádné odpovědi nečeká, a aby ji odeslal tomu, kdo se ptal první