***Směrovače, směrování a směrovací protokoly RIPv1, RIPv2, OSPF, EIGRP***

**Směrovač** – Speciální počítač, který má základní součásti jako běžný PC (CPU, paměť, systémovou sběrnici, I/O rozhraní)  
Specializován na některé specifické operace týkající se síťového provozu

**IOS (Internetwork Operating System)**

IOS je operační systém používaný na směrovačích, který zajišťuje správu veškerého provozu na zařízení. IOS je řízen konfiguračními soubory, které obsahují konkrétní instrukce pro směrování provozu. Každý router může mít jinou konfiguraci v závislosti na specifických požadavcích sítě. Tyto soubory určují, jak směrovač vyhledává nejlepší trasy pro odesílání paketů a jakým způsobem komunikuje s dalšími síťovými prvky.

**Složení routeru**

**Paměť RAM (Random Access Memory)** – Slouží k uchování směrovacích tabulek – ta obsahuje informace potřebné k určení, kudy má být síťový paket směrován do cílové sítě  
obsah směrovací tabulky: **IP adresa** cílové sítě nebo zařízení kam se má paket doručit; **maska podsítě**; **bránu** ( IP adresa nejbližšího routeru, na který má být paket předán); **rozhraní** přes které bude paket vyslán (s0/0/0); **metrika**, ta nám určuje „spolehlivost cesty“, pokud máme více cest ke stejnému cíli, router vybere tu s menší metrikou; **protokol,** jak byly informace o trase získány

**ARP cache a fast-switching cache** – provádí ukládání paketů do vyrovnávací paměti (buffering), udržuje fronty paketů  
Nabízí dočasnou paměť pro konfigurační soubor po zapnutí routeru  
Dělí se na hlavní paměť procesoru a sdílenou I/O paměť (slouží rozhraním pro operace s pakety  
Obsah paměti RAM se ztratí po vypnutí nebo restartu routeru  
RAM moduly mohou být přidávány do slotů na základní desce (DIMM moduly)

**Paměť NVRAM (Non-Volatile Random Access Memory)**

Uchovává startovací konfigurační soubor, který je načten při každém spuštění routeru. Na rozdíl od RAM zůstává její obsah zachován i po vypnutí nebo restartu směrovače.

**Paměť Flash**

Ukládá obraz operačního systému IOS. Umožňuje aktualizace softwaru bez nutnosti výměny hardwarových komponent, jako jsou čipy.

**Vlastnosti:** Flash paměť je typu EEPROM, což umožňuje opakované mazání a přepisování dat. Její obsah se uchovává i po vypnutí zařízení.

**Použití:** Paměť flash lze přidat do routeru jako SIMM modul nebo prostřednictvím PCMCIA karty.

**Paměť ROM (Read-Only Memory)**

Obsahuje základní instrukce, včetně diagnostických testů POST (Power-On Self Test) a zaváděcího programu, který načítá operační systém IOS z paměti Flash do RAM po spuštění zařízení.

**Rozhraní:**

Slouží k propojení směrovače se sítí. Mohou být součástí základní desky nebo připojena jako oddělené moduly. Typy rozhraní:

**LAN rozhraní**: Ethernet, Token Ring, FDDI.

**WAN rozhraní:** Poskytují konektory pro dálkové spoje nebo připojení k internetu (např. sériová rozhraní).

**Management porty:** Slouží k řízení a správě směrovače, např. konzolový port nebo pomocný port (AUX).

**CPU (Central Processing Unit):**

Provádí všechny instrukce routeru, zajišťuje inicializaci systému, směrování paketů a správu síťových rozhraní.

**Sběrnice:**

Zajišťuje komunikaci mezi CPU a dalšími komponentami routeru. Obvykle zahrnuje dvě systémové sběrnice a jednu sběrnici procesoru, která umožňuje přístup k jednotlivým prvkům směrovače.

**Napájecí zdroj:**

Zajišťuje stabilní napájení pro správnou funkci směrovače.

**Hlavní funkce směrovače:**

Směrovač plní klíčovou roli při směrování dat mezi sítěmi. Na třetí vrstvě OSI modelu (síťová vrstva) používá IP adresy uvedené v hlavičkách paketů k rozhodnutí, kudy bude paket dále přenášen. Tento proces umožňuje propojení různých síťových standardů na fyzické a linkové vrstvě (např. LAN a WAN). Směrovač zajišťuje efektivní směrování paketů, čímž podporuje plynulý provoz v síti.

**Směrovací tabulka**

Směrovače využívají směrovací tabulky, které obsahují informace o cestách, jimiž mohou být pakety odesílány. Tabulka se může vytvářet dvěma způsoby:

Dynamicky: Protokoly jako RIP nebo OSPF automaticky vypočítávají trasy na základě aktuálních podmínek v síti.

Staticky: Správce sítě ručně zadává konkrétní trasy, což je užitečné v menších nebo stabilních sítích, kde změny nejsou časté.

**Směrování**Nalezení nejkratší cestypodle metriky u každé cestyStatické – 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,

**Implicitní cesta**   
Paket se na tuto cestu odešle, pokud router nenalezl cílovou síť v předchozích záznamech směrovací tabulky   
Ve směrovací tabulce označena

**Metrika**

**Hledání nejlepší cesty podle:  
1) Administrativní vzdálenost** je číselné vyjádření kvality či důvěrnosti směrovacího protokolu, kterým byla vytvořena příslušná řádka ve směrovací tabulce.  
(přímo připojená – 0, statická cesta – 1, OSPF – 110, RIPv1 – 120 …)

**2) masky podsítě**

**3) Metriky**Pomáhá směrovači určovat nejlepší cestu – vyjadřuje kvalitu linky.Metriky se u různých směrovacích protokolů počítají různým způsobem:  
- Počet skoků  
- Digitální přenosová rychlost, přenosová kapacita a šířka pásma  
- Zatížení – bere v úvahu vytížení dané linky síťovým provozem  
- Zpoždění – bere v úvahu dobu, kterou paket potřebuje při své cestě přes síť  
- Spolehlivost - vyhodnocuje pravděpodobnost výskytu chyby na lince, vypočteno z počtu chyb rozhraní nebo předchozí selhání linky  
-Cena– hodnota určena buď IOS, nebo administrátorem vyznačující preferování dané cesty

**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

**Směrovací protokoly**

**RIP (Routing Information Protocol):**

RIP je protokol typu distance-vector, který pravidelně vysílá informace o směrovacích tabulkách všem sousedním směrovačům. Směrovače si vzájemně vyměňují data a udržují trasy s nejnižší metrikou (nejméně skoků).

**RIPv1 (Routing Information Protocol Version 1)**:

Metrika RIP používá jako maximální počet skoků hodnotu 15. Pokud je síť více než 15 skoků daleko, považuje ji za nedosažitelnou.  
RIPv1 posílá aktualizace směrovacích tabulek každých 30 sekund všem sousedním routerům pomocí broadcastu, který má poslední adresu v rozsahu sítě  
Podpora jen třídních adres (classful): RIPv1 nepodporuje masky podsítě (subnetting) ani VLSM (Variable Length Subnet Mask). Směruje na základě třídních adres (Class A, B, C).  
Nepodporuje autentizaci   
Standartní administrativní vzdálenost je 120   
Užívá se v malých, plochých sítích, nebo na okrajích větších sítí

**RIPv2 (Routing Information Protocol Version 2):**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

* 1. **SPF** (**Shortest Path First**) :
  2. je algoritmus používaný ve směrovacím protokolu OSPF k výpočtu nejkratší cesty mezi routery v síti. Tento algoritmus je známý také jako **Dijkstrův algoritmus:**   
     každý router se dozví o každé přímo připojené síti  
     každý router pošle sousednímu HELLO paket a vytvoří vztah přilehlosti  
     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 kapacitaatd.)

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 přilehlost  
 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)

**Činnost:** Router vysílá „Hello“ pakety, když se dva propojené routery shodnou na parametrech, stanou se sousedy  
Tyto routery se označují jako přilehlé – ty si mezi sebou vyměňují aktualizační pakety (obsahující oznamovače LSA) s informacemi o stavu rozhraní routeru nebo seznam 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 stejným 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 můžeme přidávat buď jednotlivé sítě, nebo skupinu agregujeme se specifickou cenou – to umožnuje snížit množství předávaných informací a snižuje zátěž procesoru

**Role routeru v OSPF:***Autonomous System Boarder Router (ASBR)* – spojen s ostatními AS (Autonomous System), používá se pro předávání cest přijatých z jiných AS  
*Area Boarder Router (ABR)* – router propojující více oblastí  
*Internal Router (IR)* – router propojen jen v jedné oblasti  
? je to potřeba? *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 velikosti topologické databáze  
Redukuje provoz, v NBMA (Non-Broadcast Multiple Access) a broadcast sítích je jediným zdrojem pro update směrovacích informací

**EIGRP (Enhaced Interior Gateway Routing Protocol):**Je hybridní směrovací protokol vyvinutý společností Cisco, který kombinuje prvky distance-vector a link-state směrovacích protokolů. Tento protokol byl navržen pro zlepšení efektivity a rychlosti konvergence oproti tradičním protokolům jako RIP, přičemž je méně náročný než OSPF. EIGRP je v současnosti klasifikován jako vylepšený distance-vector směrovací protokol. Aktualizace jen při změně topologie

**Funkce:**Spolehlivý transportní protokol RTP (Reliable Transport Protocol)  
Omezená aktualizace – při změně odešle aktualizaci s daty jen o určité síti, místo celé tabulky, informace zasílá jen routerům, které ji potřebují  
Používá informace o stavu linek – protokol s DVA  
Vyvážení vztahů sousedství  
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 vzdálenosti interního směrování = 90

**Pro činnost používá 3 tabulky:** Směrovací – obsahuje nejlepší cesty s nejlepší metrikou  
Topologie – obsahuje zjištěné směry – nejlepší, záložní i ostatní od 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   
Dotaz – hledání sítí, multicast/unicast, potvrzované  
Odpověď na dotaz – unicast, potvrtzované  
Kontaktní paket (Hello) – hledání identifikace a verifikace sousedních routerů ve stejném AS, multicast

**Dva směrovače se stanou sousedy:**Jsou ve stejném AS  
IP rozhraní ze stejné sítě