***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 Systém)** – OS routeru, řízen konfiguračními soubory, které obsahují instrukce k řízení provozu  
Směrovací protokoly slouží k určení nejlepší cesty pro pakety

***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 (NonVolatile Random Access Memory)**  
Uchovává startovní konfigurační soubor  
Její obsah zůstává zachován i při vypnutí či restartu routeru

**Paměť Flash**Obsahuje obraz IOS (případně více verzí)  
Umožňuje aktualizaci softwaru, aniž by bylo třeba měnit čipy  
Je typu EEPROM (umožňuje opakovatelné mazání a přepisování dat)  
Obsah paměti flash zůstává zachován i při vypnutí či restartu routeru  
Může být do routeru přidána jako SIMM modul nebo jako PCMCIA karta

**Paměť ROM (Read-Only Memory)**Obsahuje instrukce pro diagnostický test po spuštění (POST – Power-On Self Test), základní operační systém a samozaváděcí program (zavedení IOS z Flash do RAM)  
Pro změnu obsahu je třeba výměna čipu na základní desce

**Rozhraní**Slouží k propojení routeru se sítí  
Mohou být na základní desce nebo jako oddělený modul  
Typy: LAN, WAN a AUX

**CPU**Provádí instrukce routeru, inicializaci systému, směrování, řízení síťových rozhraní)  
Velké routery mohou mít i více CPU

**Sběrnice**Obvykle dvě systémové (ke komunikaci mezi CPU a rozhraními) a sběrnice procesoru – přístup ke komponentám routeru

**Napájecí zdroj**

**Hlavní funkce routeru**Směrování dat za použití IP adresy v hlavičce paketu na 3. síťové vrstvě ISO/OSI modelu. (LAN, WAN)  
Propojení mezi různými standardy fyzické a linkové vrstvy – WAN

**Vnější konektory**Rozhraní LAN – Ethernet (Token Ring, FDDI)  
Rozhraní WAN – nabízí konektory pro dálkové spoje či do Internetu (sériová rozhraní)  
Management porty – správa routeru, asynchronní sériové porty (EIA-232 konzolový port, auxiliary-pomocný port)

**Zapojení síťových rozhraní**LAN – zapojen obvykle přes rozhraní Ethernet nebo Fast Ethernet  
- s LAN komunikuje přes hub nebo switch  
- propojení router-switch (hub) přímým (straight-through) kabelem UTP alespoň cat5  
- propojení router-PC nebo router-router kříženým (crossover) kabelem

WAN – zapojen obvykle přes sériová rozhraní  
- router = DTE, modem nebo CSU/DSU = DCE

**Spuštění routeru**Po zapnutí (spuštění POST – Power On Self Test) se zkontroluje HW routeru (kontrola základních operací CPU, paměti a portů síťových rozhraní)  
Spuštění zaváděcího programu z ROM a nahrání operačního systému  
Dále nahraje konfigurační soubor z NVRAM a provede podle něj nastavení routeru (pokud v NVRAM není konfigurační soubor, hledá na TFTP serveru, případně se spustí setup mód – k instalaci základní konfigurace)

**Konfigurační režimy routeru**Uživatelskýrežim – základní monitorovací příkazy  
Privilegovaný režim – umožňuje použití všech příkazů routeru

**Směrovací tabulka**Routery se řídí každý svou směrovací tabulkou   
Informace o cestě tam nesdělují routeru informace o cestě zpátkyVytváří se: dynamicky – protokol vypočítává cestu dynamicky  
 staticky – admin ručně vytváří směrování

**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)**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 (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**) 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