# 8. Routing a směrování cest v síti

## Teoretická část

**Vysvětlete a popište pojem routing a směrování ve všech podobách. Popište pojmy autonomní systém (AS),** **administrativní vzdálenost (AD).**

## Praktická část

1. **Vysvětlete a nakreslete směrování (routing) mezi dvěma počítači: na sdíleném médiu, oddělené switchem a oddělené routerem.**
2. **Vyberte jeden z dodaných materiálů Routing-směrování a popište, jakým způsobem bude síť pracovat. Popřípadě vzneste návrh na zefektivnění sítě.**
3. **V dodaném obrázku doplňte a popište efektivní nastavení sítě.**

## Doplňující otázky

1. **Popište rozdělení routovacích protokolů: Statické routování, dynamické routování a default routing**
2. **Popište routování uvnitř AS pomocí IGP (Distance-vector a link-state).**
3. **V CMD ukažte aktuální routovací tabulku uloženou na vašem PC a popište rozdíly mezi routovací tabulkou a mac tabulkou switche.**

# Směrování

* **Směrování je proces nalezení optimální cesty v síti od zdrojové stanice k cílové stanici.**
* Tento proces využívá k nalezení optimální cesty informace obsažené v cílové síťové adrese koncové stanice. Směrovací proces patří do třetí vrstvy OSI modelu.
* Směrovací proces využívá hierarchické adresace koncových stanic.
* Zařízení, které je odpovědné za směrování, se nazývá směrovač - router

Ve větších sítích již není možné propojit všechny počítače přímo. Limitujícím faktorem je zde množství paketů všesměrového vysílání – broadcast, omezené množství IP adres atd. Jednotlivé sítě se proto oddělují směrovači. Směrování je proces, který určí cestu, jakou se data dostanou k cíli. Směrování musí být podporováno protokolem, kterým přenášíme data. Nadále se budeme zabývat pouze směrováním protokolu IP. Směrování probíhá na 3. síťové vrstvě. Největší sítí, která by bez směrování nefungovala, je bezesporu síť internet.

## Statické směrování (Neadaptivní směrování)

Při statickém směrování Admin manuálně vloží směrovací informace do směrovací tabulky. Ručně zadané cesty (záznamy v routovací tabulce), bezpečné a dobré, ale nereflektuje změny v topologii sítě. Statické směrovací cesty jsou používány v malých sítích nebo pro zpřístupnění vzdálených sítí, které nejsou přímo připojeny ke směrovači. Je důležité statické cesty nastavit obousměrně.

Nemá žádnou režii na své průběžné udržování (když k němu nedochází), a je také více odolná vůči eventuálním útokům, které by se snažily mechanismus směrování nějak nabourat.

## Dynamické směrování (Adaptivní směrování)

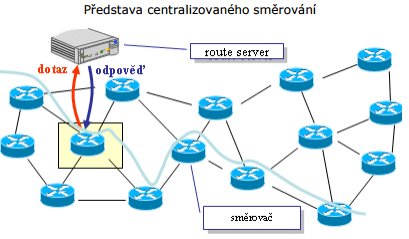
Dynamické směrování – tento druh směrování dynamicky vytváří záznamy ve směrovací tabulce, používá při tom informace získané směrovacími protokoly.Síť se automaticky přizpůsobuje změnám v topologii a dopravě, automaticky se vypočítávají cesty pomocí routovacího protokolu.

Dynamické směrování je zapotřebí použít tam, kde existuje více cest k cíli a je požadována redundance. Ve větších sítí již statické směrování není vhodné, protože by znamenalo příliš mnoho ručně přidaných záznamů na velkém počtu směrovačů. I drobná změna by pak znamenala velkou námahu. Směrovací tabulka může obsahovat tisíce záznamů. V případě sítě internet je to dnes cca. 250.000 záznamů (autonomních systémů). Kompletní směrovací tabulka pak zabírá cca. 700MB. K jejím aktualizacím je v internetu použit protokol BGP.

# Druhy dynamického směrování

## Centralizované

Jde o řešení, v rámci kterého veškeré rozhodování (o volbě nejvhodnější cesty) provádí jeden centrální prvek, zatímco všechny směrovače již jen mechanicky naplňují jeho rozhodnutí. Lze si to představit také tak, že jednotlivé směrovače přestanou samy přemýšlet, a kdykoli neví, co a jak mají dělat, zeptají se centrálního prvku. Tomu se říká "route server", což by se dalo rozepsat jako "server, poskytující jako svou službu informace o cestách".



Výhodou centralizovaného směrování je nulová režie na aktualizační informace, kterými by se jednotlivé směrovače jinak vzájemně informovaly o změnách. Další významnou výhodou je i soustředění veškeré "inteligence" do jednoho místa, což usnadňuje systémovou správu. Nevýhodou je, že zde vzniká "klíčové místo", s jehož výpadkem se celá soustava vzájemně propojených sítí stává nefunkční - jednotlivé směrovače se pak vůbec nedozví, do a jak mají dělat.

## Izolované

Další variantou směrování, vedle centralizovaného, je směrování označované jako izolované. To proto, že zde už se rozhodují jednotlivé směrovače, ale skutečně jen samy za sebe, aniž by přitom spolupracovaly s ostatními. Proto přívlastek "izolované". Jde ovšem o celou skupinu různých dílčích variant, mezi které patří mj.:

* **záplavové směrování** - každý směrovač rozešle přijatý paket do všech směrů, kromě toho odkud přišel. Tím vzniká jakási záplava, která dříve či později dorazí na místo svého správného určení.
* **směrování metodou horké brambory** - Ta se začíná používat (jako náhradní varianta) v situaci, kdy jinak používané směrování se dostává do problémů a směrovači hrozí zahlcení. Když se v některém odchozím směru začínají hromadit pakety, které směrovač nestíhá odeslat, může nastoupit právě směrování metodou horké brambory - směrovač volí odchozí směr nikoli podle toho, kudy by měl paket správně pokračovat, ale podle toho, který odchozí směr je právě nejméně vytížený
* **náhodné směrování**
* **metoda zpětného učení**

## Distribuované směrování

V praxi nejčastěji používané varianty směrování však spadají do kategorie "distribuovaných". To proto, že zde není žádný centrální prvek, který by o volbě směru rozhodoval (jako je tomu u centralizovaného směrování), ale celé rozhodování je rozděleno (distribuováno) mezi jednotlivé uzly, které na něm spolupracují (což je zase odlišnost od izolovaného směrování).

### Interior Gateway Protocol

Směrování uvnitř autonomního systému (RIP, OSPF, EIGRP)

#### Vector-Distance

Sousední směrovače si mezi sebou vyměňují celé své směrovací tabulky, i s jejich obsahem (viz výše). Každou položku směrovací tabulky si přitom lze představit jako vektor, který říká, že z určitého směrovače se lze dostat do konkrétní cílové sítě takovým a takovým směrem, a že tato síť je tak a tak daleko.

**RIP – Routing Internet Protocol**  
RIP je v [informatice](https://cs.wikipedia.org/wiki/Informatika) [směrovací protokol](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sm%C4%9Brovac%C3%AD_protokol) umožňující [směrovačům](https://cs.wikipedia.org/wiki/Router) (routerům) komunikovat mezi sebou a reagovat na změny [topologie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Topologie_s%C3%ADt%C3%AD) [počítačové sítě](https://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_s%C3%AD%C5%A5).

Ačkoliv tento protokol patří mezi nejstarší doposud používané směrovací protokoly v sítích [IP](https://cs.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol), má stále své uplatnění v menších sítích a to především pro svoji nenáročnou konfiguraci a jednoduchost.

**IGRP**

IGRP používá kompozitní metriku vypočítanou z několika položek, jako jsou zpoždění sítě (delay), šířka pásma (bandwidth), spolehlivost (reliability) a zatížení (load).

#### Link-State

Routery posílají pouze informace o tom, že někde existuje nějaké spojení mezi dvěma uzly (směrovači), a je funkční. Každý směrovač - uzel rozešle do celé soustavy vzájemně propojených sítí (obvykle pomocí záplavového směrování) informaci o tom, kdo jsou jeho sousedé a zda jsou pro něj dosažitelní (zda spojení mezi nimi funguje). Ostatní směrovače, když takto "posbírají" informace o sousedech všech ostatních směrovačů, získají ucelenou představu o skutečné topologii celé soustavy sítí, a mohou si také samy vypočítat nejvhodnější cestu, odkudkoli kamkoli.

**IS-IS - Intermediate System to Intermediate System**

IS-IS je [Interior gateway protocol (IGP)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Interior_gateway_protocol" \o "Interior gateway protocol) sloužící pro výměnu směrovacích informací v rámci administrativní domény nebo sítě. IS-IS je protokol pro výměnu směrovacích informací [založený na stavu linek](https://cs.wikipedia.org/wiki/Link-state), který informace o stavu linek šíří v síti směrovačů spolehlivě záplavovým způsobem. Každý IS-IS směrovač si nezávisle vytváří informace o topologie sítě na základě shromažďování informací z ostatních směrovačů.

**OSPF - Open Shortest Path First**

OSPF je adaptivní hierarchický distribuovaný [routovací](https://cs.wikipedia.org/wiki/Router" \o "Router) [protokol](https://cs.wikipedia.org/wiki/Protokol_(informatika)), provádějící změny v routovacích tabulkách na základě změny stavu v [síti](https://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_s%C3%AD%C5%A5). Jedná se o nejpoužívanější routovací protokol uvnitř [autonomních systémů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Autonomn%C3%AD_syst%C3%A9m).

Routery, používající tento protokol, si v pravidelných krátkých intervalech zvláštními zprávami (Hello) kontrolují spojení se svými sousedními routery. Při zjištění jakékoliv změny zasílá oznámení všem routerům v síti, ty si pak podle nové informace přepočítají nové cesty v síti a podle toho upraví routovací tabulky.

# Exterior Gateway protocol

Směrování mezi autonomními systémy, např. v internetu (BGP)

**Border gateway protocol – BGP**

Je dynamicky směrovací protokol, používaný pro směrování mezi autonomními systémy – AS. Jejím základním propojením ISP (Internet Service Provider) v peeringových uzlech. Je také nazývaný Exterior protocol. Směrovaní mezi autonomními systémy má charakteristické požadavky, které se nevyskytují v interním směrování. Vzhledem k velkému počtu záznamů se v případě změn v topologii vyměňují pouze informace o změnách, nikoliv celé směrovací tabulky, jak je tomu v případě protokolu RIP.

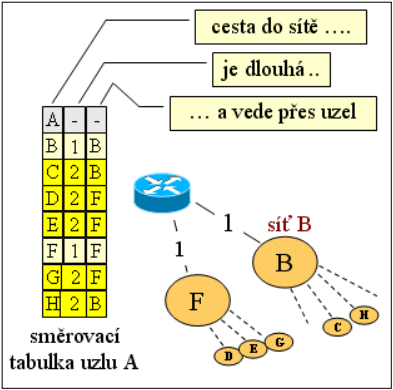
**Autonomní systém (AS)**

* je skupina IP sítí a routerů, které jsou pod stejnou technickou administrací
* uvnitř AS se routy naučené z BGP mohou redistribuovat do IGP

#### **Administrative Distance (AD)**

* určuje důvěryhodnost protokolu - definuje spolehlivost protokolu a prioritizuje lepší nižším číslem
* je vlastnost používaná na routrech k určení nejlepší cesty mezi více routovacími protokoly
* Jinak řečeno na routeru může běžet více routovacích protokolů a podle AD se rozhoduje, který se použije.

## Směrovací tabulky

K tomu, aby se směrovače mohly snáze a rychleji rozhodovat, udržují si potřebné (směrovací) informace v tzv. směrovacích tabulkách. Jejich obsah, resp. organizace, se může lišit, ale v nejjednodušším případě je takový, jak jej ukazuje následující obrázek: každá jednotlivá položka směrovací tabulky je vyhrazena jedné cílové síti. Součástí položky je pak i informace o tom, jak je cílová síť daleko, a hlavně kudy (kterým "odchozím" směrem) je třeba paket předat, aby se dostal blíže k cílové síti (neboli: kudy pokračuje cesta k této cílové síti).

S popisovaným obsahem směrovacích tabulek souvisí ještě jedna důležitá skutečnost: směrování, jako rozhodování o dalším směru přenosu, vychází z příslušnosti cílového uzlu k určité síti. Jinými slovy: směruje se podle sítě, a nikoli podle konkrétního uzlu. Odpovídá to ostatně i rozdílu mezi přímým a nepřímým směrováním: po celé trase přenosu probíhá nepřímé směrování, a v každém kroku se zajišťuje přenos do další sítě jako takové (jako celku). Teprve v poslední (cílové) síti se již nejedná o nepřímé směrování, ale o směrování přímé (v rámci dané sítě). Zde už tedy směrovací tabulka není zapotřebí, protože doručení konkrétnímu uzlu v cílové síti zajistí zdejší linková vrstva.

Existence směrovacích tabulek se přitom netýká pouze směrovačů. Mají je i koncové uzly, protože i ony se podle nich musí rozhodovat při odesílání, přes který "odchozí" směrovač data poslat. Základem jejich obsahu je informace o existenci výchozí brány. Další položky pak do směrovací tabulky koncového uzlu přibývají obvykle postupně, na základě "upozornění" od směrovače, že správný směr vede jinudy (přes jiný směrovač, viz výše). Zobrazení tabulky v CMD okně příkazem **„route print“**

Routovací tabulka je potřeba ke směrování paketů v autonomním systému a mezi nimi.

MAC Tabulka je potřeba při Přepínání Rámců v rámci jedné LAN.

### Směrování mezi dvěma PC přes Switch a Router

