



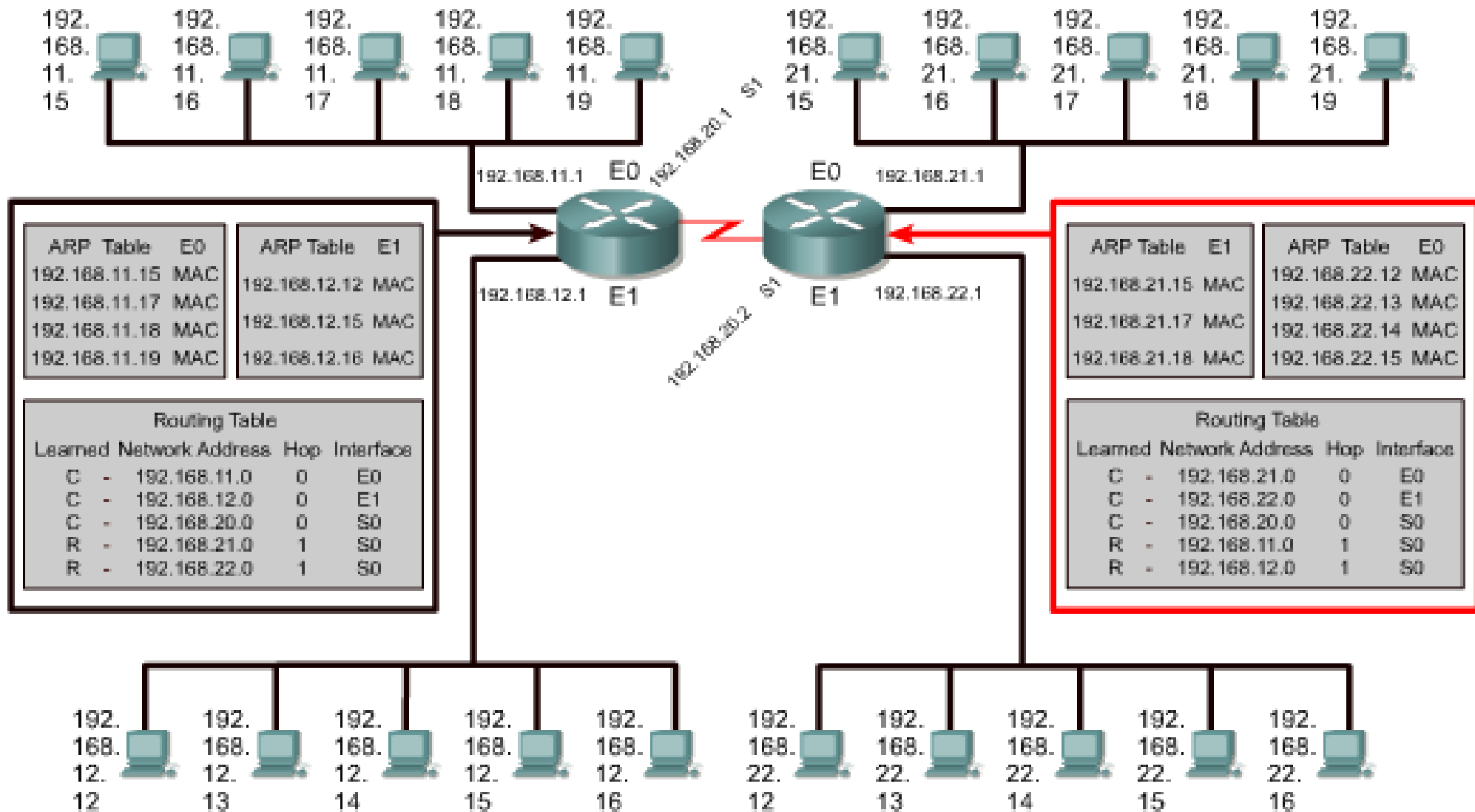
Němeček Vladimír
NET-SYSTÉM Liberec , CCNA/CCNP

Úvod do IP směrování

Agenda—Routing Protocols

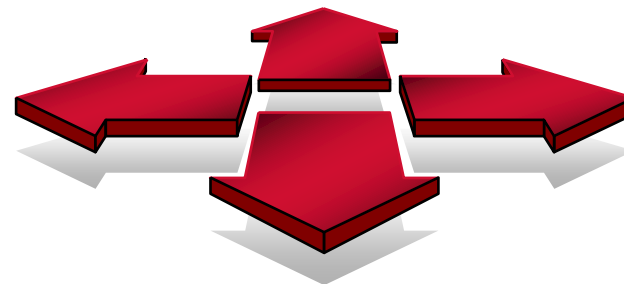
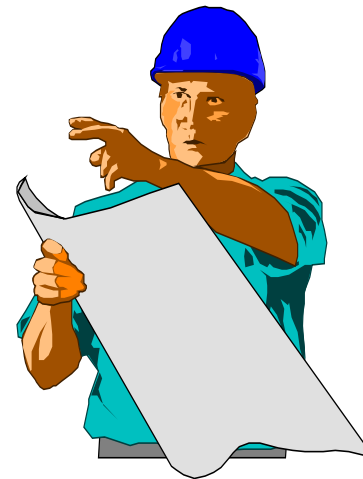
- Co je to routing?
- Static Routes
- RIP – již se nepoužívá
- RIPv2 – je všude
- IGRP – CISCO
- EIGRP - CISCO
- OSPF – standard
- IS-IS - standard
- ODR – CISCO
- BGP
- Další...

Routing vers.switching



Funkce routerů

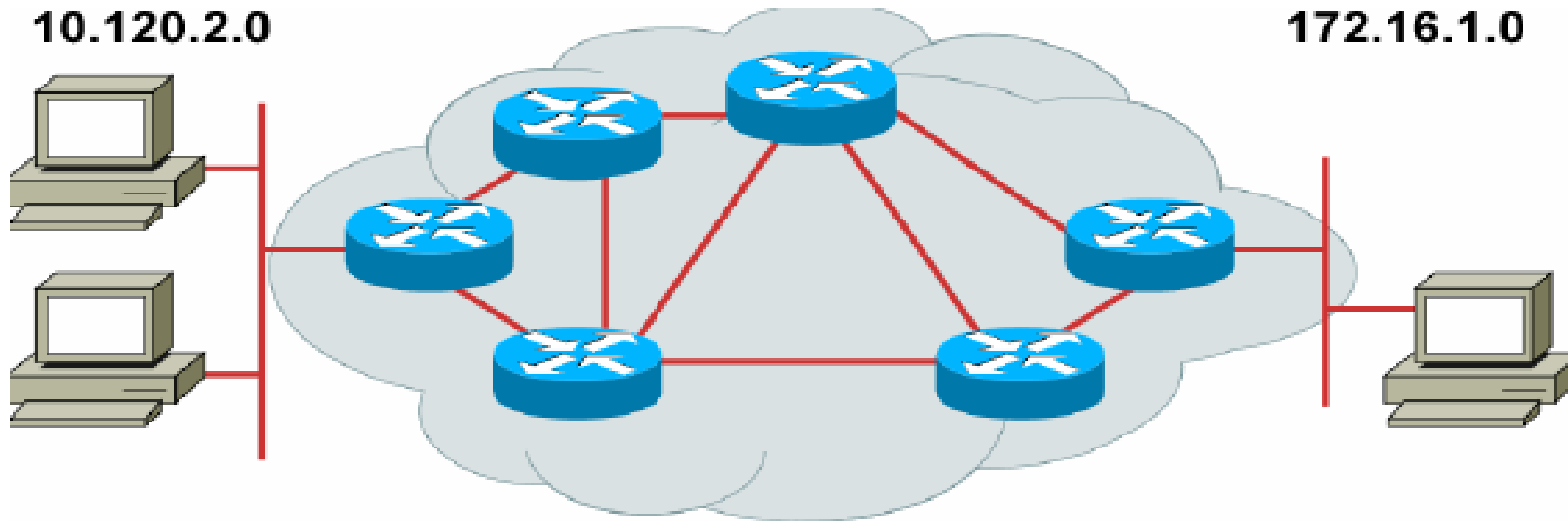
- Routing = vytváření map a určení směru paketu
- Switching = přenos paketů mezi interface



Směrování: Definice problému

- Proces výběru cesty, po které je datagram dále vyslán
- Probíhá na úrovni IP protokolu
- Přímé směrování - v rámci jedné fyzické sítě (ARP)
- Nepřímé směrování - mezi různými fyzickými sítěmi, na směrování se podílí i **router** (vysílající počítač musí znát adresu aspoň jednoho routeru)
- Uzly začínají s minimální směrovací informací a průběžně se učí od GW. V poslední době spíše příklon k zadání pouze default gateway
- Počítač může být uzel (host) i GW.

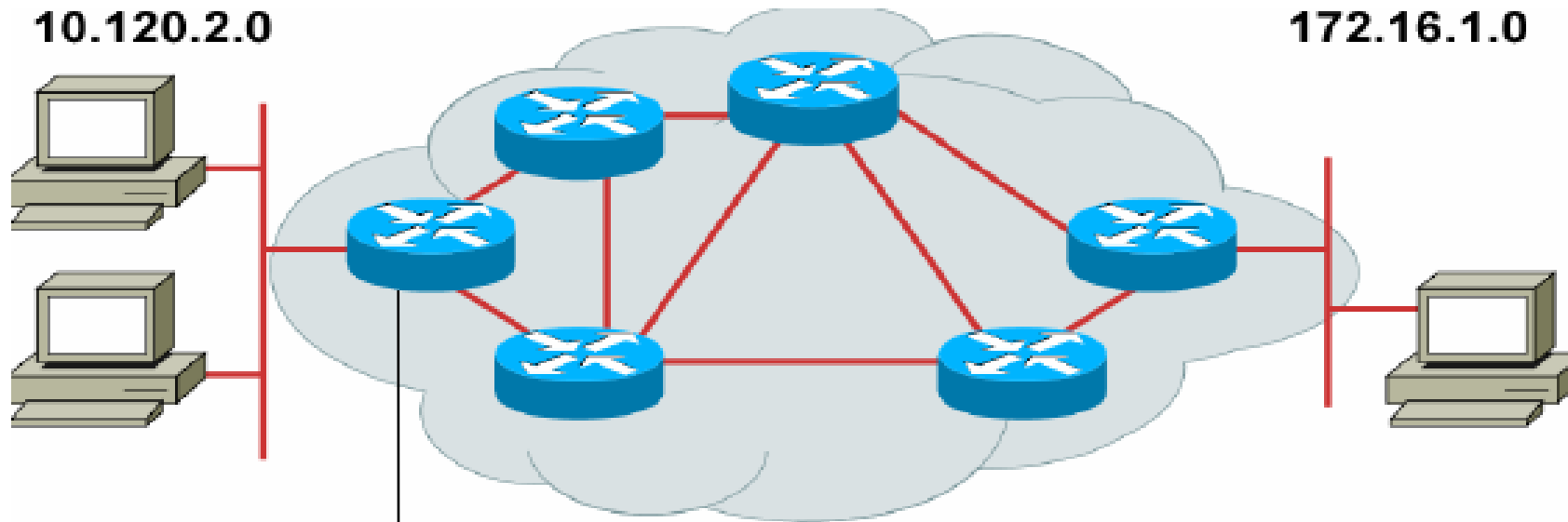
Směrování



Router pro směrování musí provádět následující:

- .Znát cílovou adresu (sít')
- .Znát zdroje, od kterých se může učit
- .Nalézt možné cesty
- .Vybrat nejvhodnější cestu
- .Udržovat a kontrolovat směrovací informace

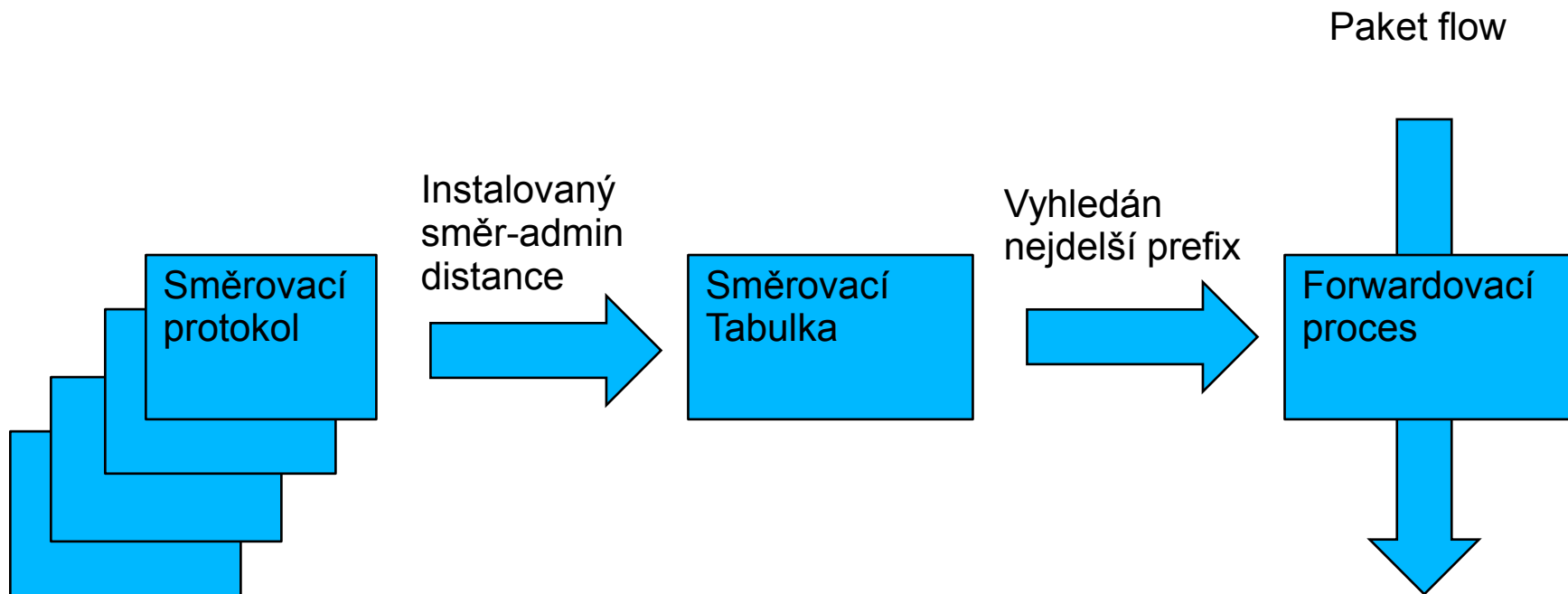
Směrovací tabulka



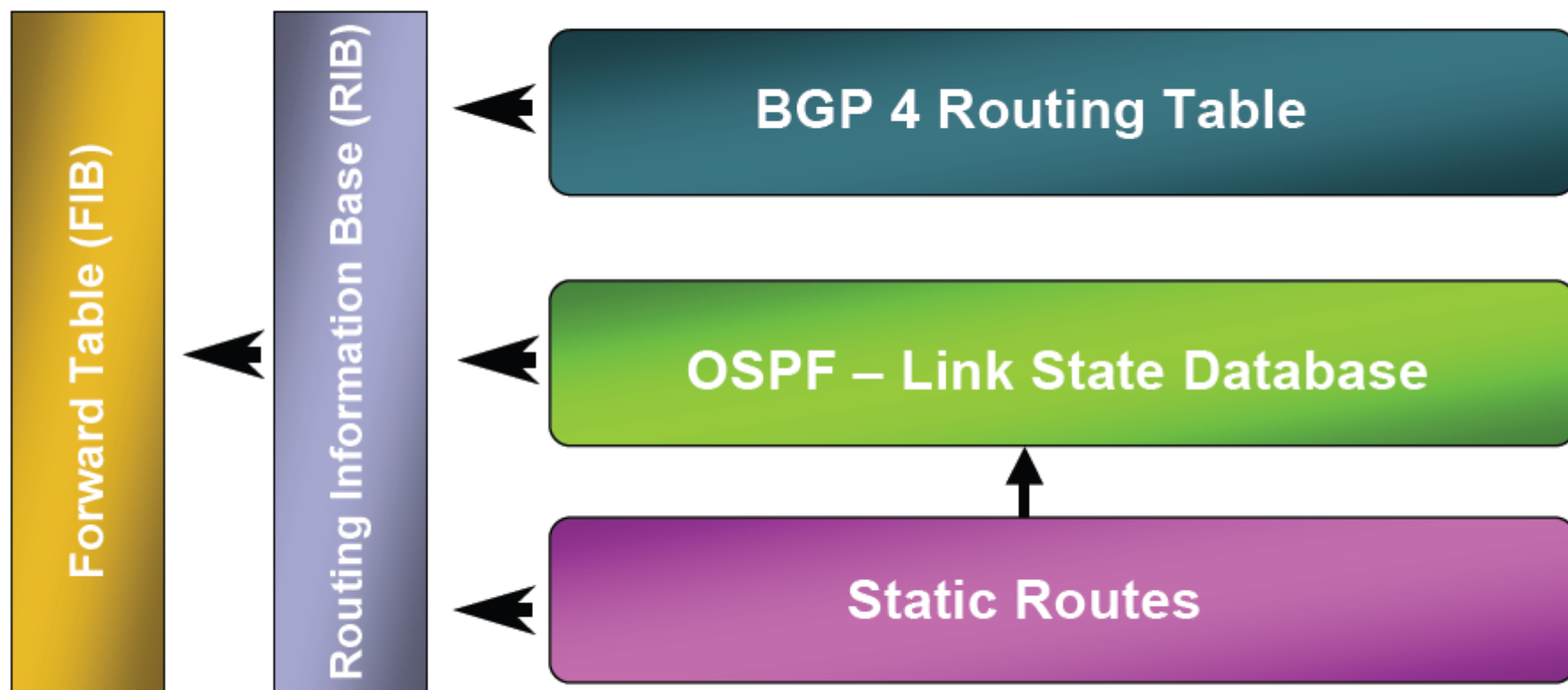
Network Protocol	Destination Network	Exit Interface
Connected	10.120.2.0	E0
Learned	172.16.1.0	S0

Obsah tabulek je zadáván buď staticky nebo dynamicky

Mechanismus směrování

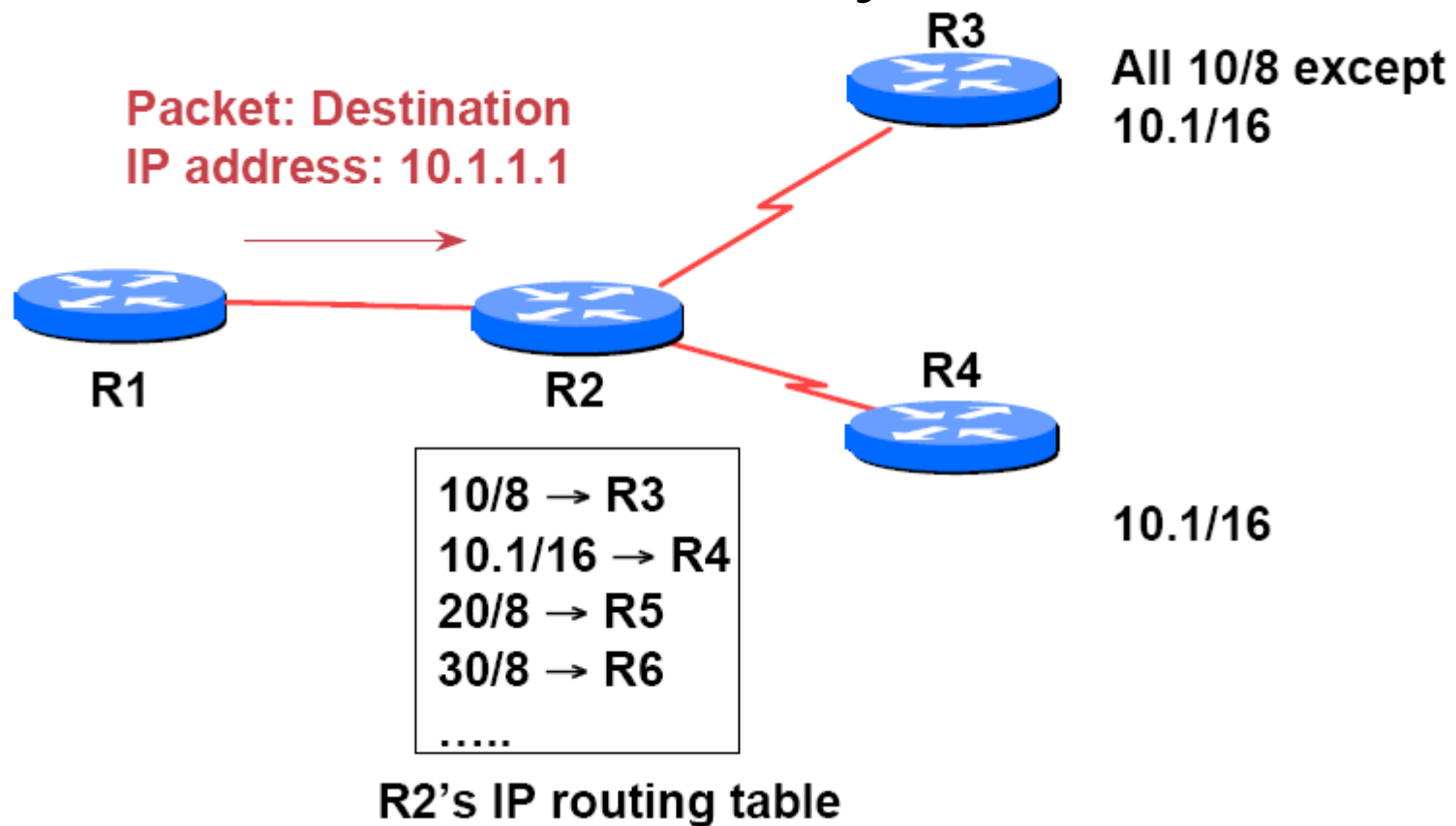


Co je to RIB a FIB ve směrovačích



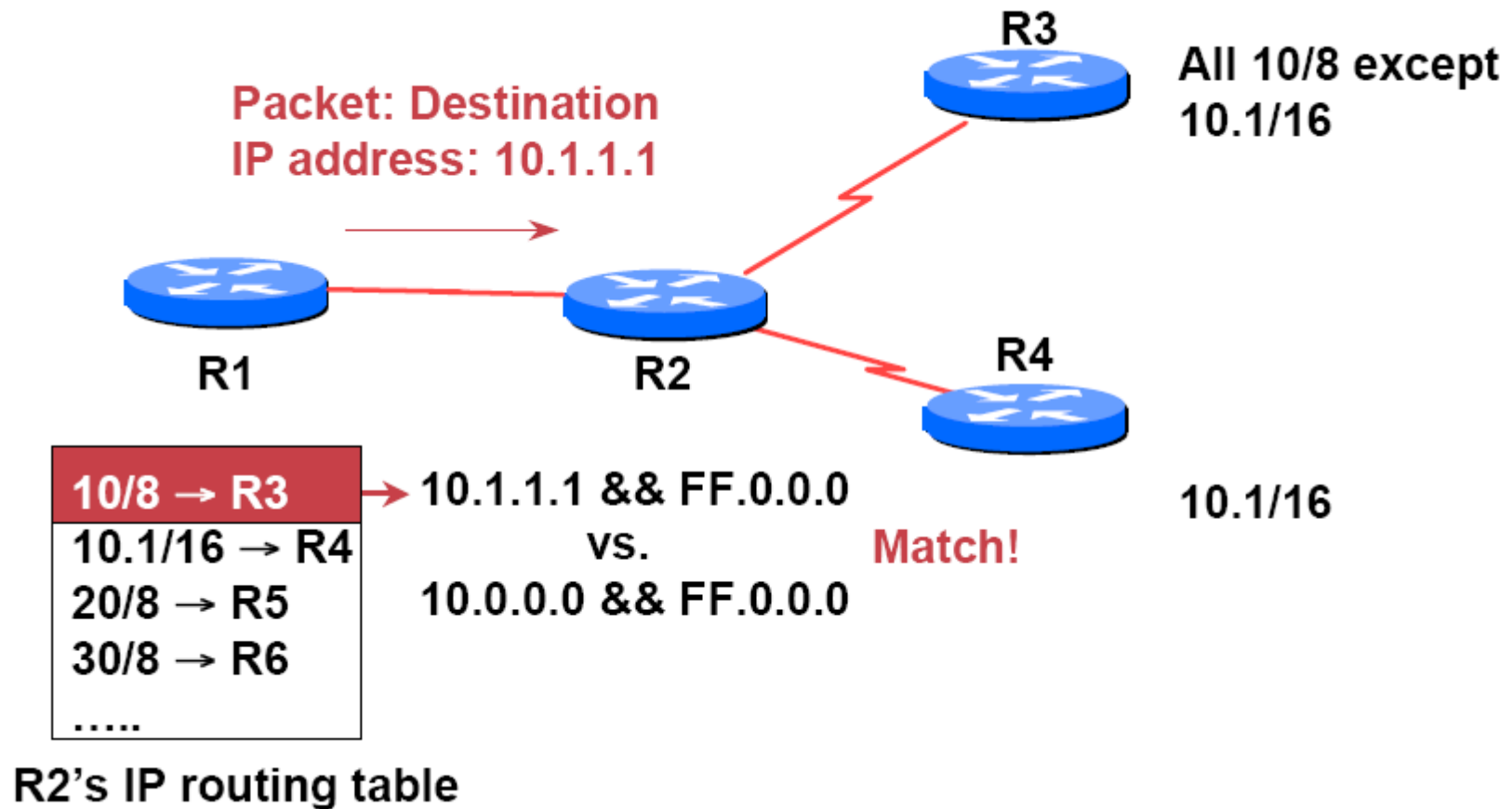
IP route lookup: přes nejdelší prefix

- na bázi cílové IP adresy



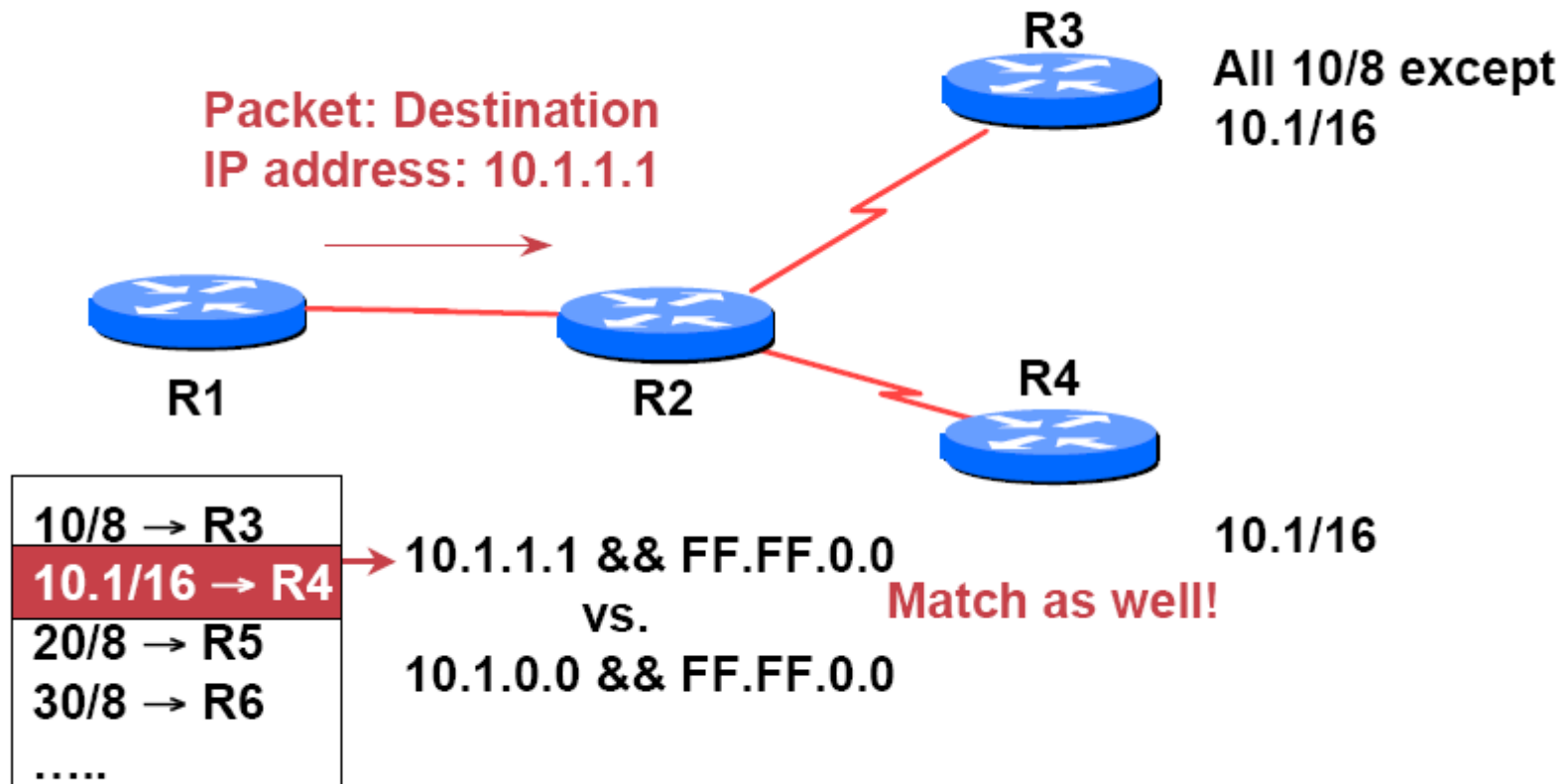
IP route lookup: přes nejdelší prefix

- na bázi cílové IP adresy



IP route lookup: přes nejdelší prefix

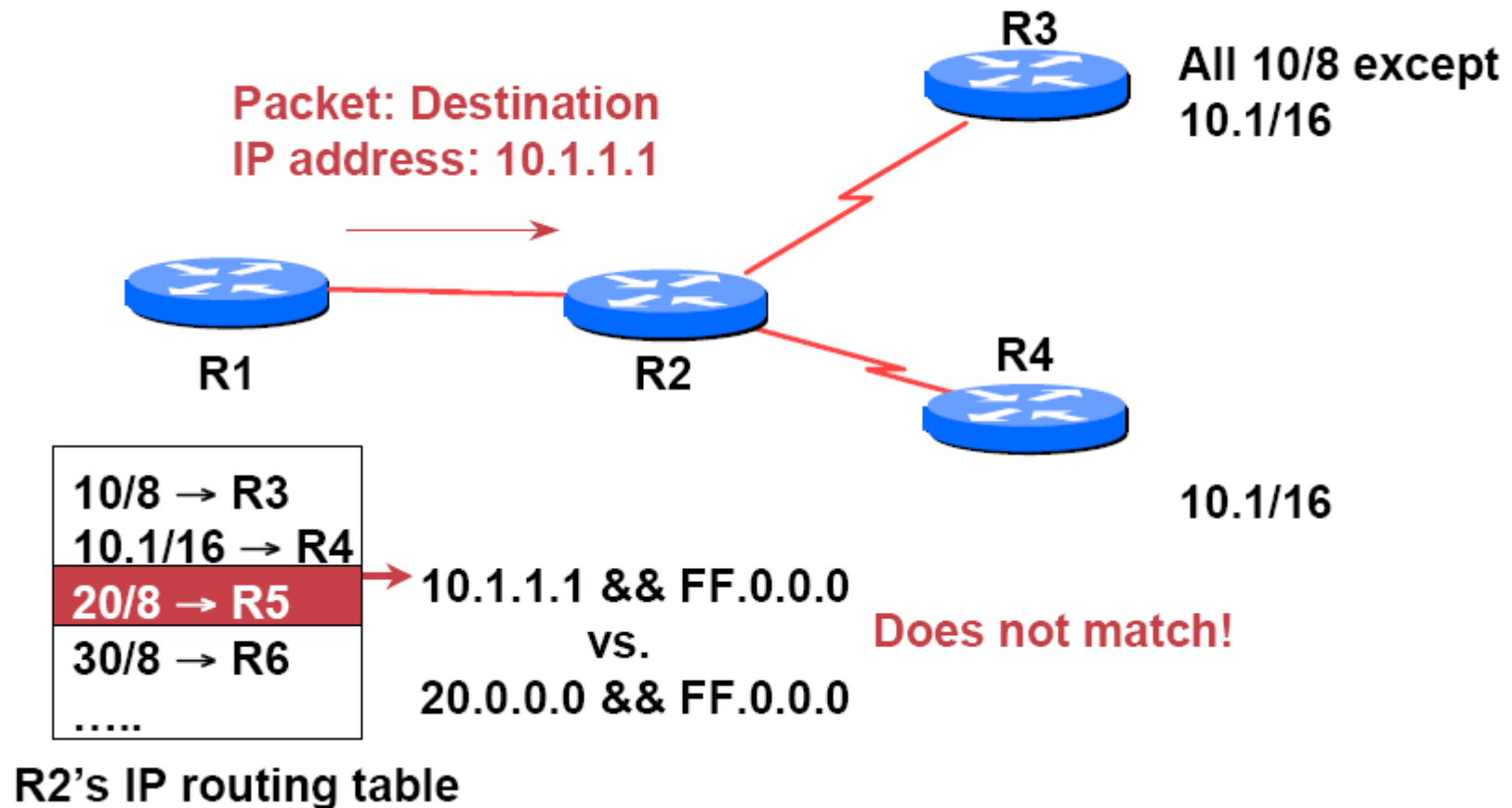
- na bázi cílové IP adresy



R2's IP routing table

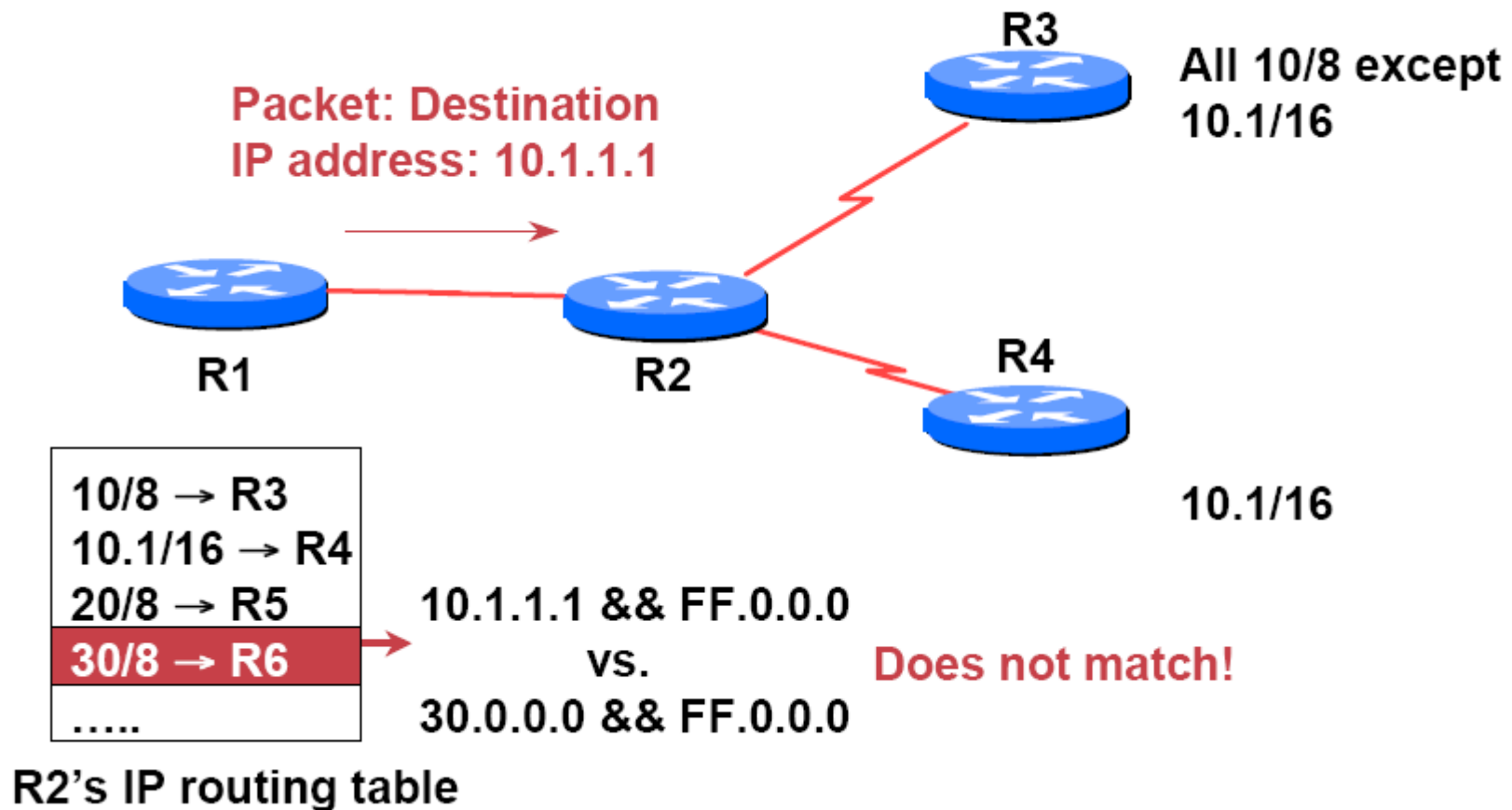
IP route lookup: přes nejdelší prefix

- na bázi cílové IP adresy



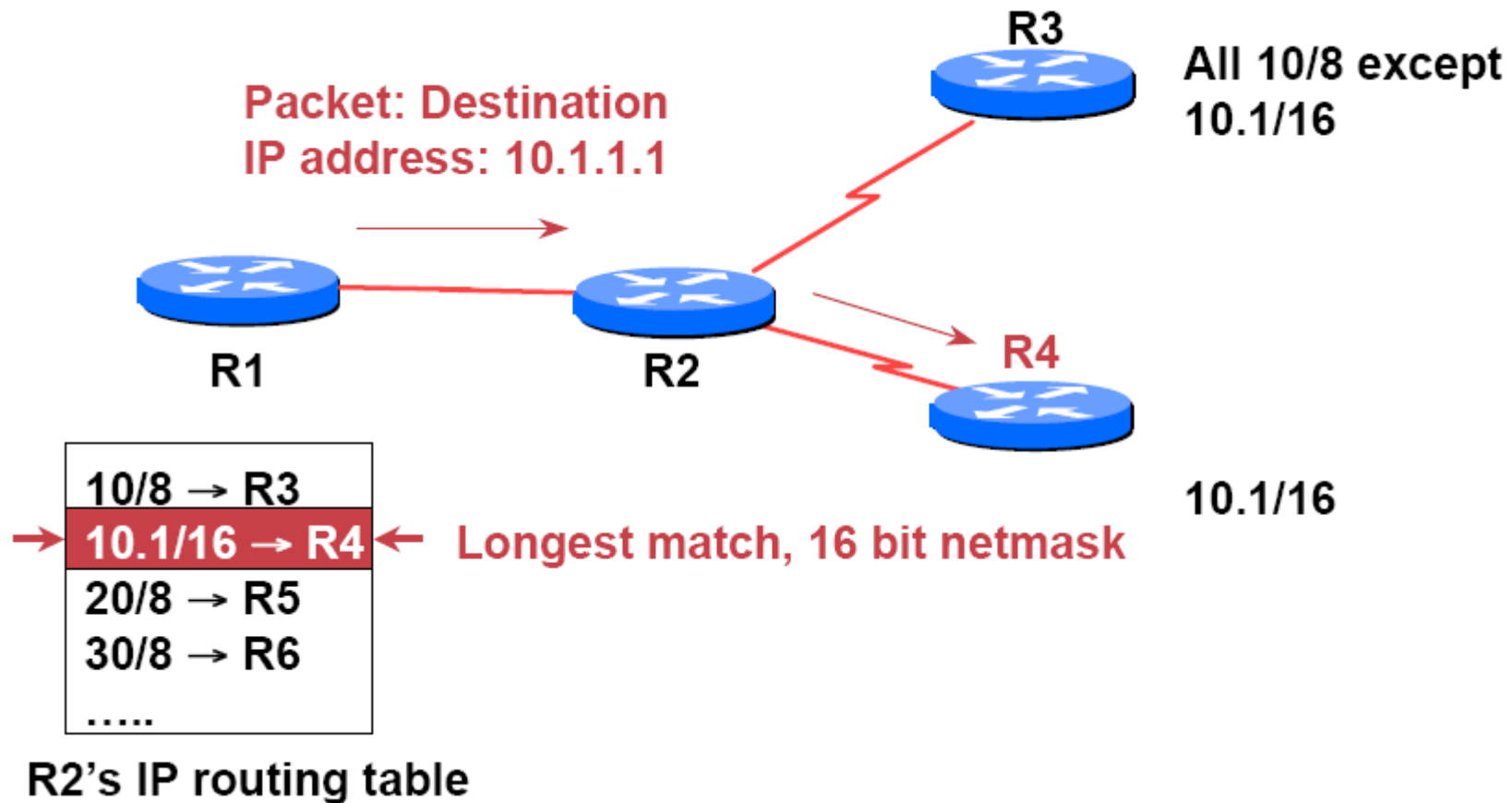
IP route lookup: přes nejdelší prefix

- na bázi cílové IP adresy



IP route lookup: přes nejdelší prefix

- na bázi cílové IP adresy



FIB tabulka s AD



Network #	Interface	Next Hop	Metric	Age	Source
198.113.181.0	Ethernet0	192.150.42.177	[170/304793]	02:03:50	D
198.113.178.0	Ethernet0	192.150.42.177	[110/9936]	02:03:50	O
192.168.96.0	Ethernet0	192.150.42.177	[120/3]	00:00:20	R
192.168.97.0	Ethernet0				C

Default Administrative Distance

Route Source	Default AD
Connected Interface	0
Static Route	1
EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
RIP	120
External EIGRP	170
Unknown	255 (no traffic)

Vytváření směrovací tabulky

- **Hardware určeno**

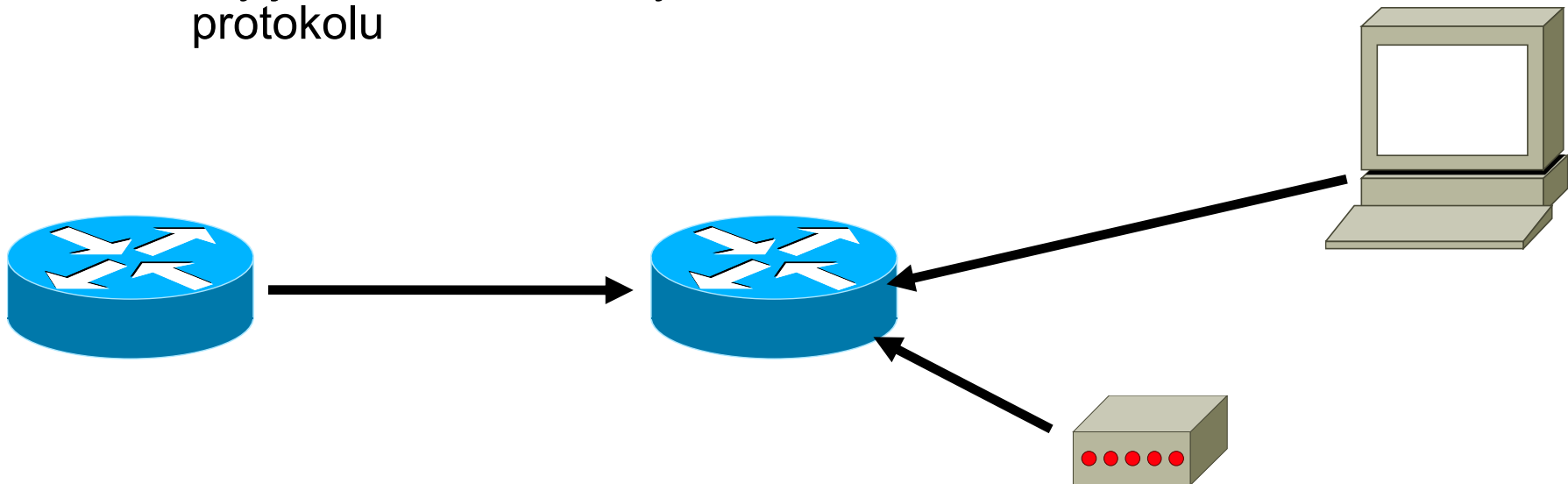
- přímo připojené sítě

- **Static**

Routy jsou manuálně determinovány

- **Dynamic**

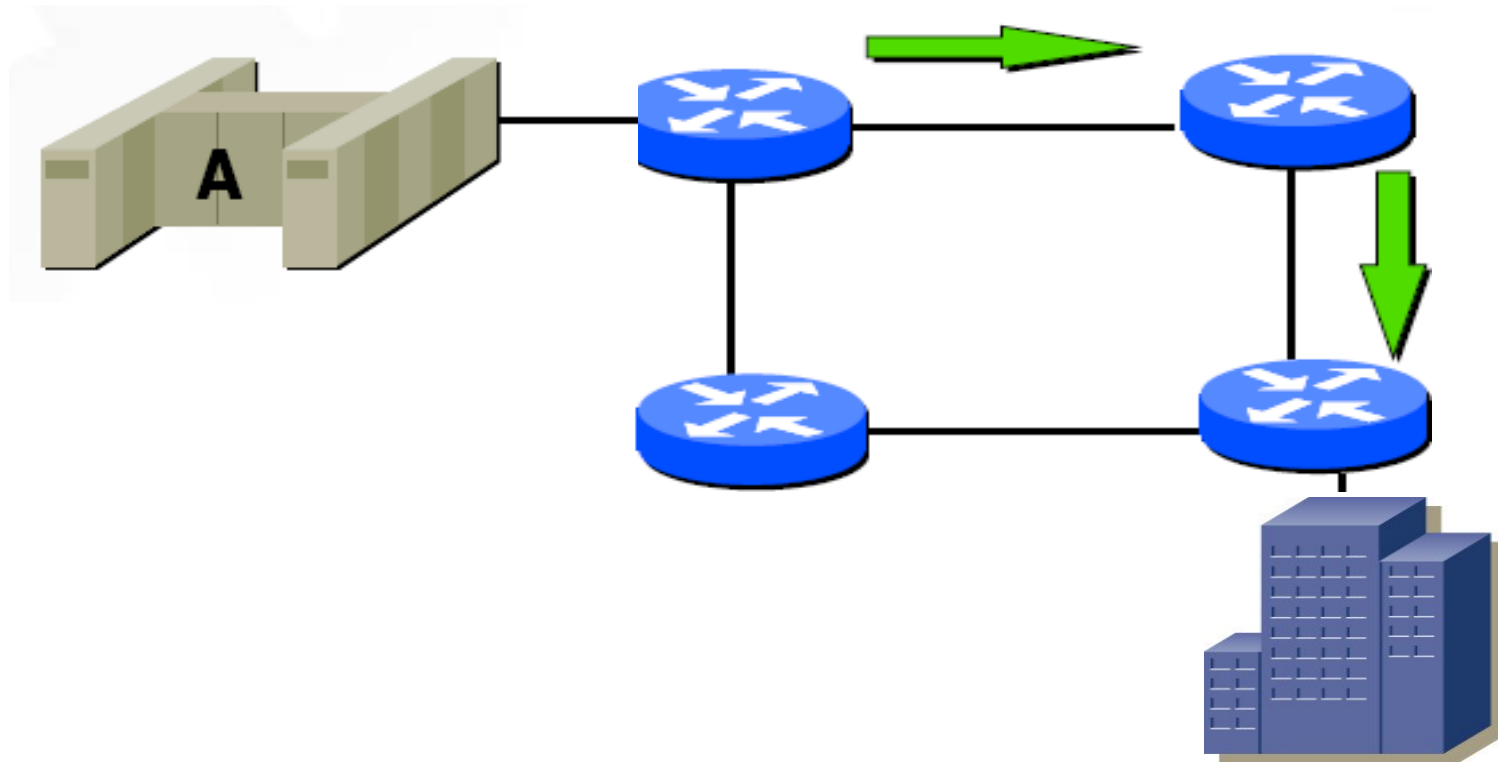
Routy jsou naučené ze dynamického směrovacího protokolu



Statické cesty

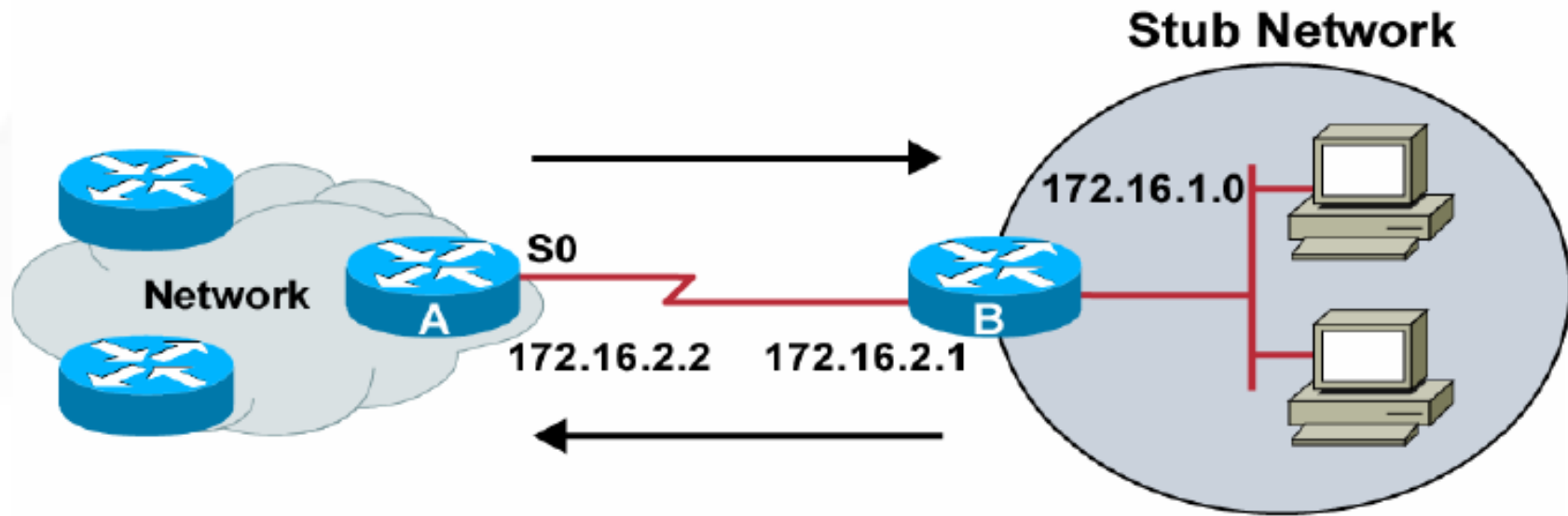
- Routy jsou určeny staticky
- Obvykle to bývá jeden nebo málo
- Většinou to bývá na kraji sítě
- Zodpovědnost je na administrátorovi
- Nejčastěji se realizují pro default route

Statické cesty



Do směrovací tabulky zadány administrátorem manuálně

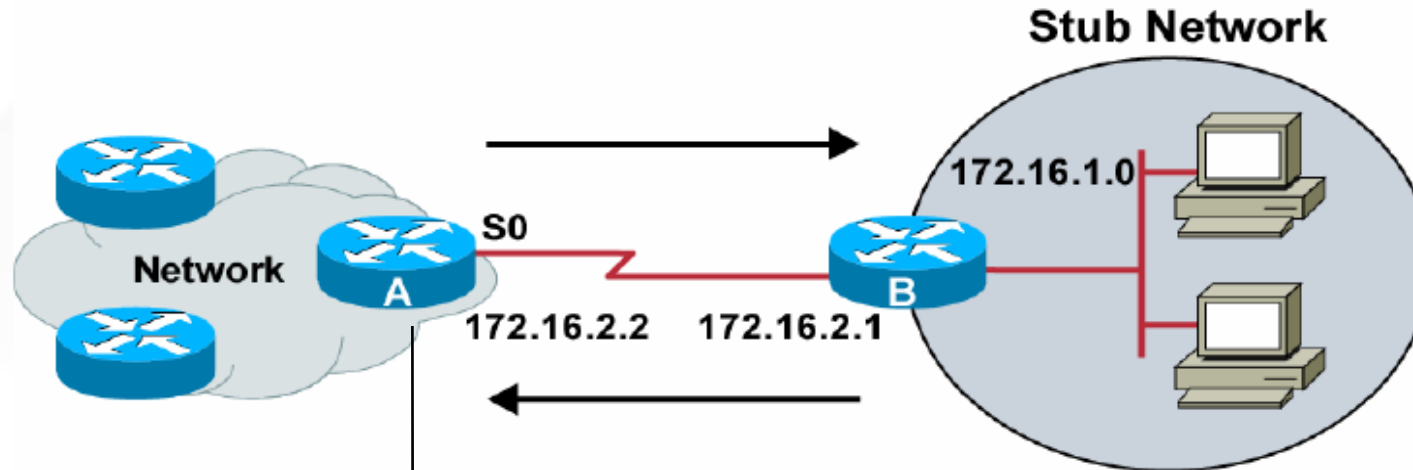
Statické cesty- užití



Point to point spojení do a od sítí, ze kterých vede pouze jedno spojení (tzv. stub network, někdy nazývané také jako 'leaf node')

Statické směrování-konfigurace

```
Router(config)# ip route network mask {next_hop | interface}  
[distance] [permanent]
```



```
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
```

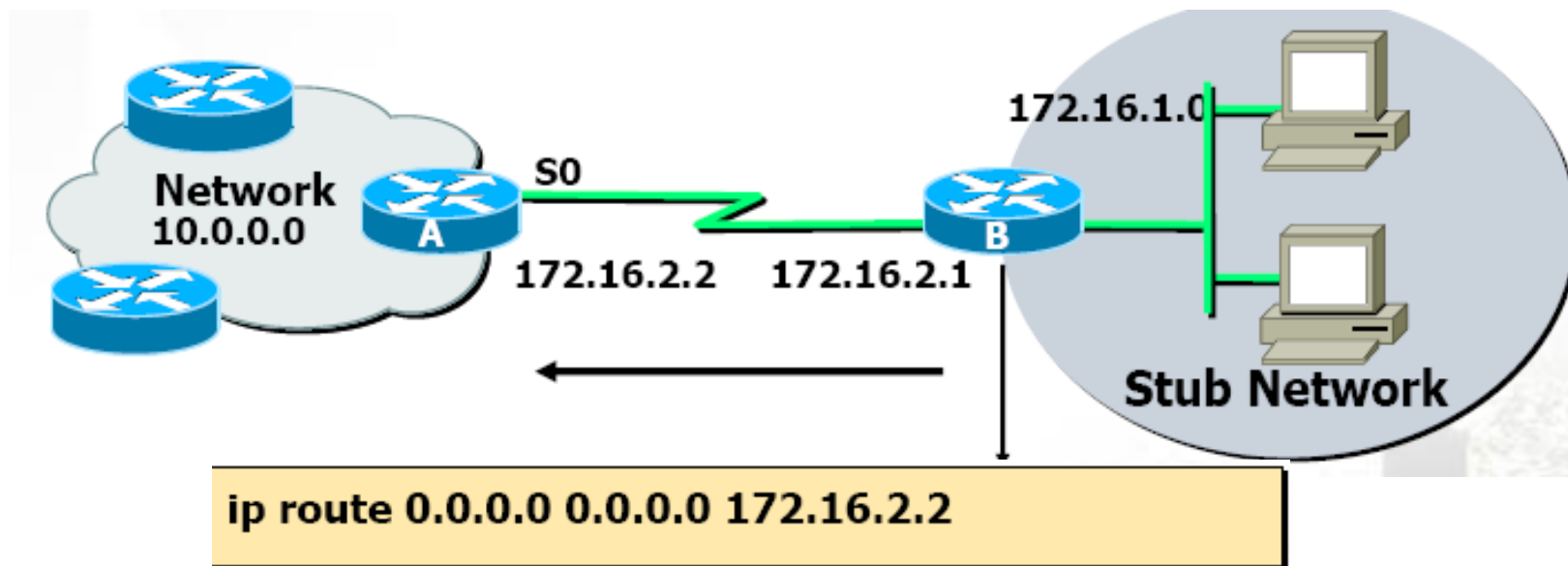
Toto je pouze cesta jedním směrem. Nesmíme zapomenout nakonfigurovat cestu i směrem druhým.

- statická cesta na next-hop má adm. distance 1
- statická cesta na interface má adm. distance 0
- změnou “distance” lze vytvořit “floating static” cestu
- “permanent” - cesta nezmizí ze směr. tabulky, ani když spadne odchozí interface

next_hop – obvykle v broadcast mediu
Interface – point to point interface

Defaultní cesta-konfigurace

Lokální
`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {next_hop | interface}`
`[distance] [permanent]`



Výpis směrovací tabulky

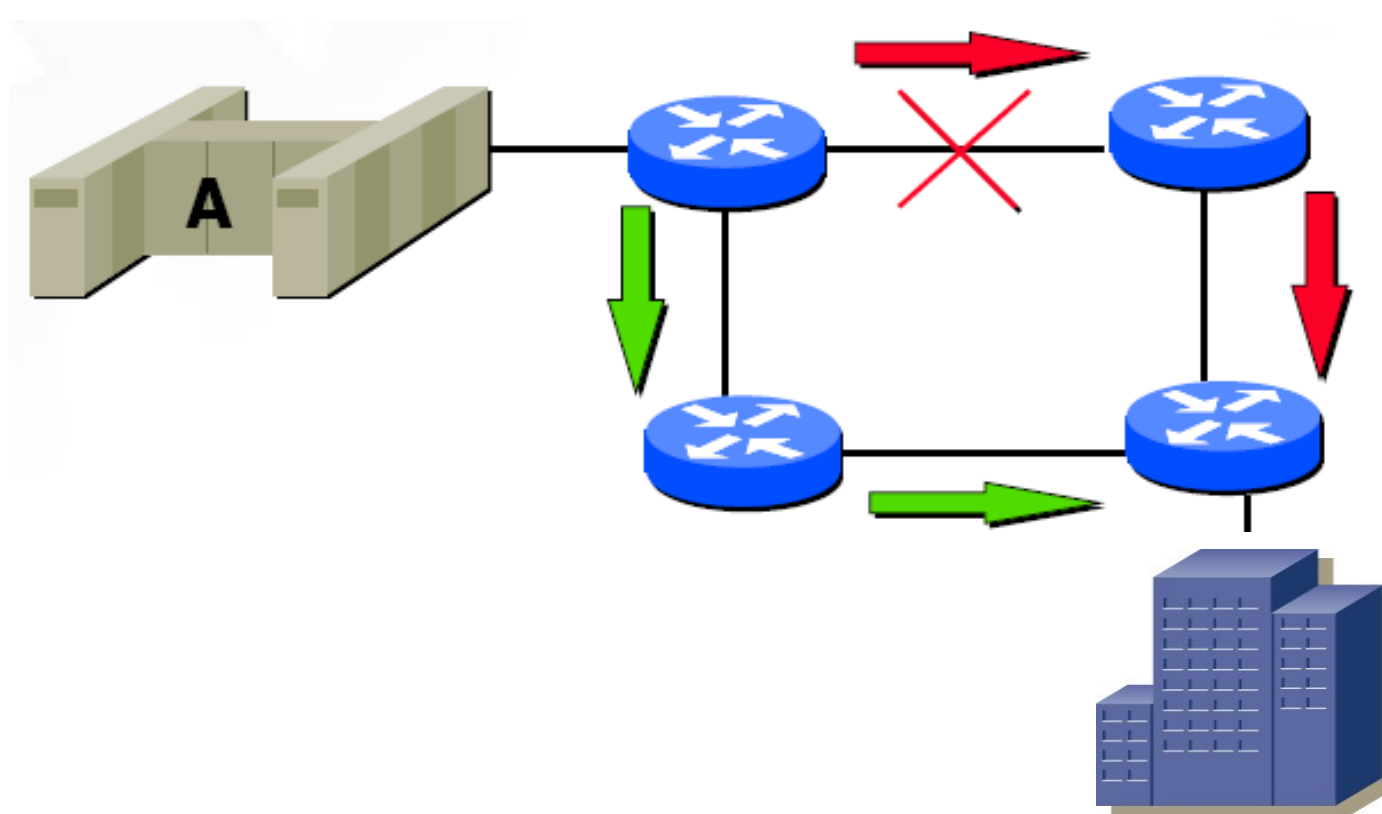
Router# **show ip route**

Codes: **C** - connected, **S** - static, **I** - IGRP, **R** - RIP, **M** - mobile, **B** - BGP
D - EIGRP, **EX** - EIGRP external, **O** - OSPF, **IA** - OSPF inter area
E1 - OSPF external type 1, **E2** - OSPF external type 2, **E** - EGP
i - IS-IS, **L1** - IS-IS level-1, **L2** - IS-IS level-2, ***** - candidate default
U - per-user static route

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

S 193.85.158.0/24 [1/0] via 193.86.0.71
193.86.239.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 5 masks
C 193.86.239.10/32 is directly connected, Serial1
S 193.86.239.0/24 is directly connected, Serial1
C 193.86.0.0/24 is directly connected, Ethernet0
S 204.231.196.0/24 [1/0] via 193.86.0.91
S* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0

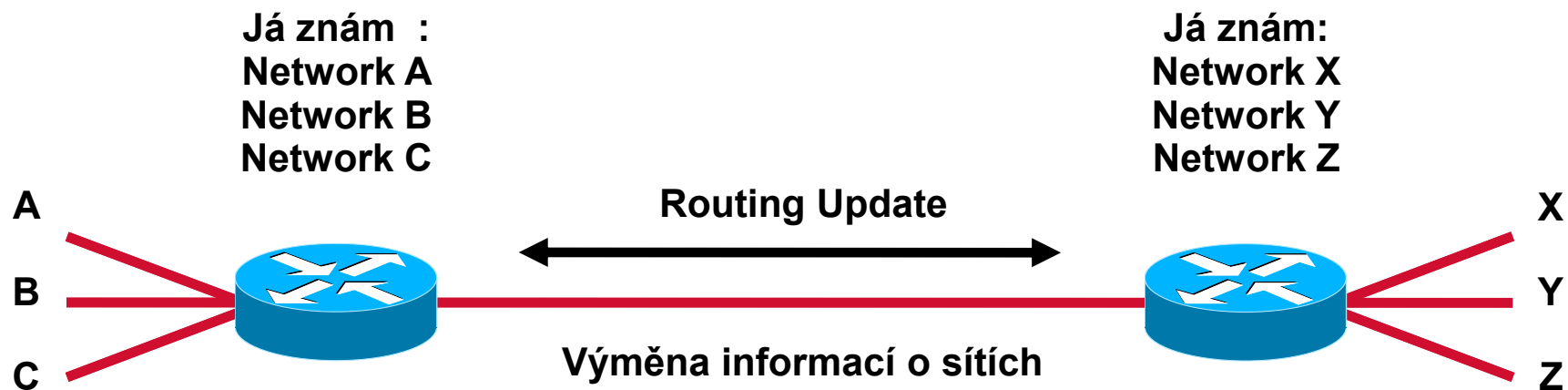
Problém statického směrování



- Cesty se **dynamicky nemění**, je nutno napsat další možné cesty podle změn sítě.

Dynamické směrování – směrovací protokoly

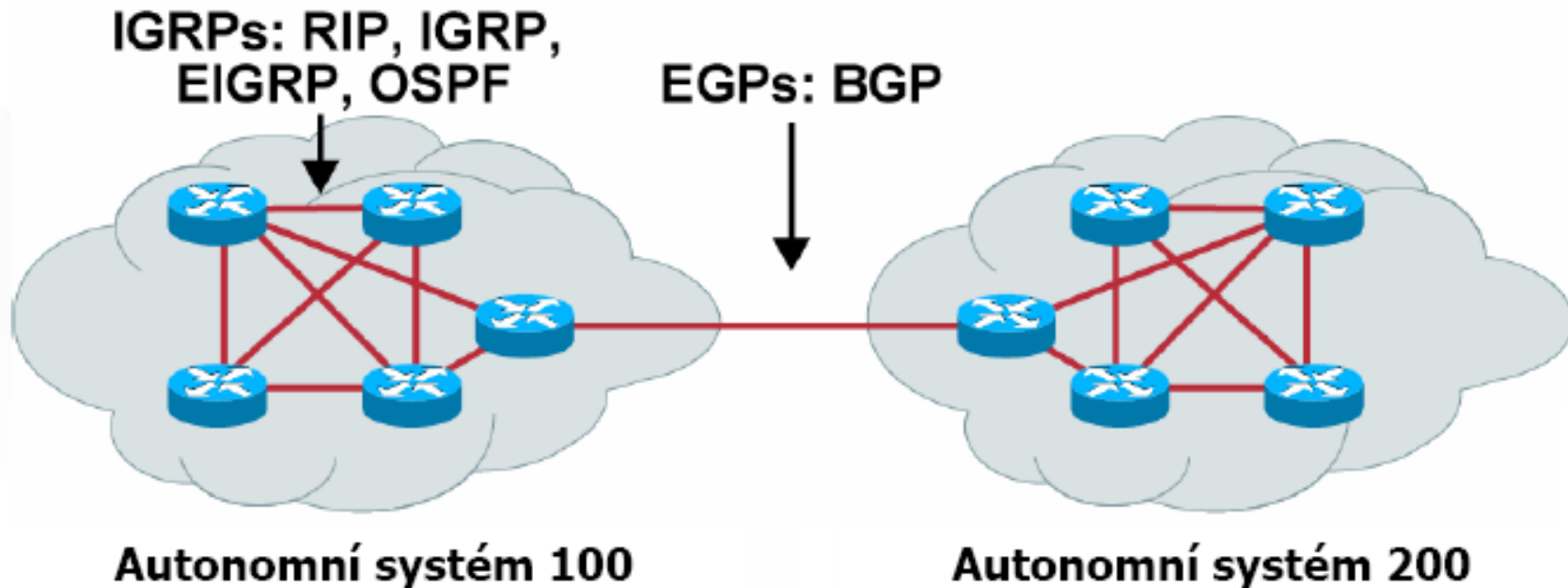
- Routers pakety přepínají a forwardují na bázi layer 3 logické adresy
- Routing protokoly periodicky obnovují informace o cestách a vytvářejí si logickou mapu sítě
- Každý routing protokol nabízí rozdílné vlastnosti a jeho nasazení by mělo být optimalizováno dle potřeb sítě



Úkoly pro směrovací protokoly

- Optimalizace cesty
- Zabránění směrovacím smyčkám
- Rychle konvergence
- Snadná administrace
- Malý update trafik
- Optimalizovaný počet informací o sítích
- podpora hierarchické topologie
- Snadná konfigurace
- Optimalizace přenosu v případě změny topologie
- Snadná rozšiřitelnost
- Kompatibilita s jinými routery a hosty
- podpora variable length subnet masks a discontinuous subnets
- Podpora policy routing

Směrovací protokoly – interní a externí

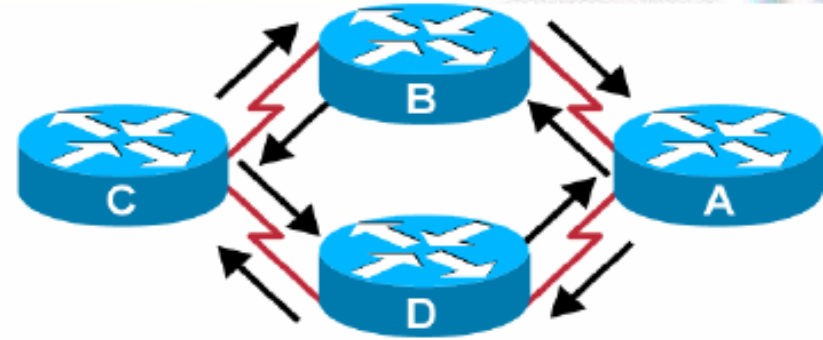


.Interní směrovací protokoly (IGP)- protokoly používané k výměně směrovacích informací uvnitř autonomního systému. Například RIP ,OSPF,IGRP, EIGRP

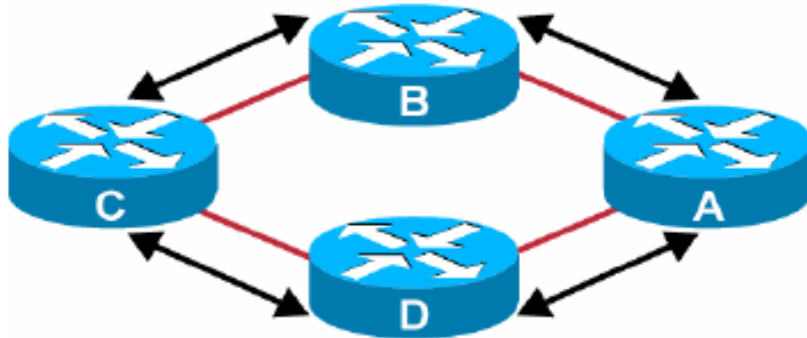
.Externí směrovací protokoly (EGP)- používané mezi autonomními systémy. Nejpoužívanějším protokolem EGP je BGP

Typy IGP: Distance Vector a Link State

Distance Vector



Hybrid Routing

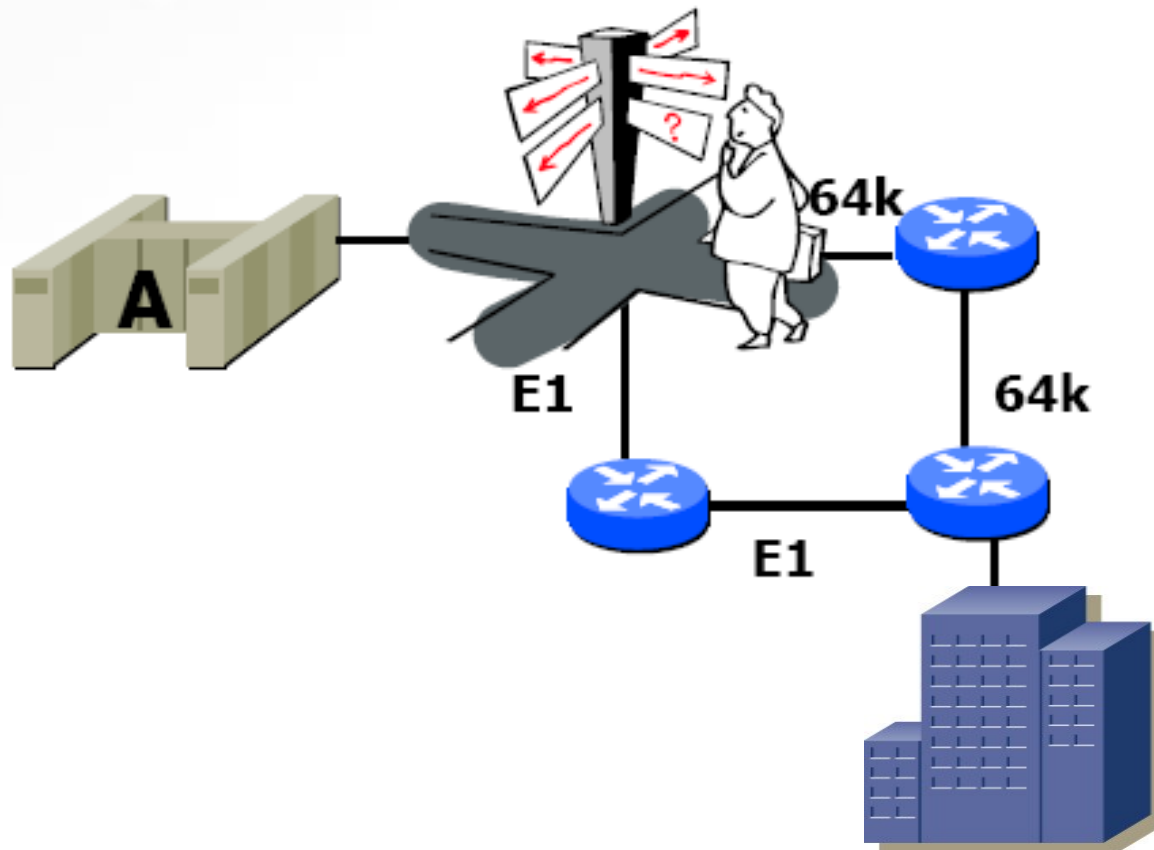


Link State

Distance vector (Bellman-Ford): jednotlivé routery periodicky vysílají obsah svých směrovacích tabulek a na jejich základě si své tabulky upravují (aktualizují), čili “všechny informace svým sousedům”.

Link State (SPF): jednotlivé routery si zasílají pouze informace o stavu linek, na něž jsou bezprostředně připojeni, pak se počítá nejkratší cesta, čili “informace o svých susedech všem”.

Základní parametry IGP –metrika



Hop count

Bandwidth

Delay

Reliability

Load

MTU

Cost

Metrika je hodnota, kterou směrovací protokoly používají k hodnocení různých cest vedoucích k cíli. Každý protokol se řídí jinými faktory.

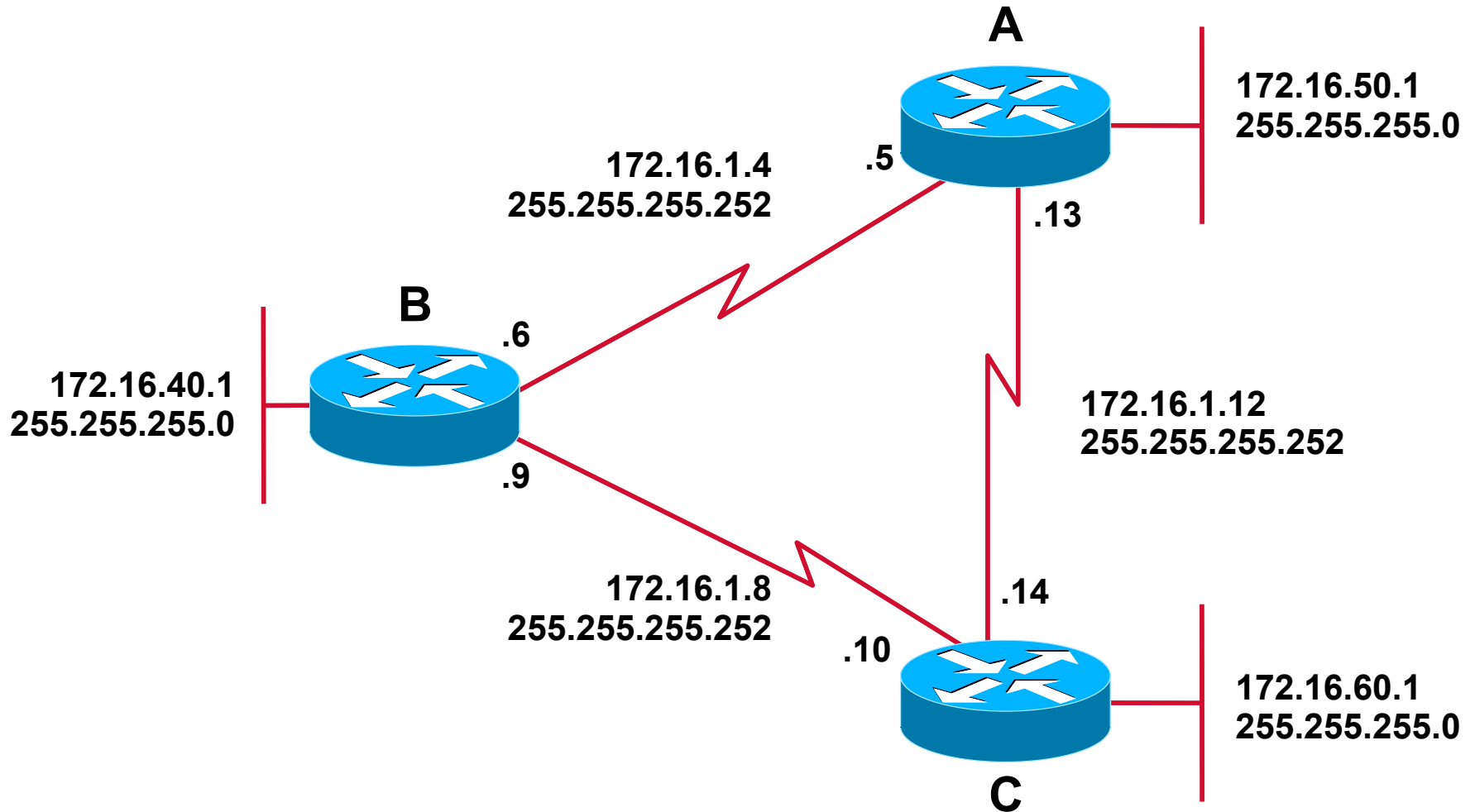
Další dělení IGP- Classful protokoly

- Classful routing protokoly neposílají masku podsítě s informacemi o dostupných sítích
- V rámci jedné sítě je předpokládána stejná délka masky podsítě (tj. není podporována VLSM)
- Mezi jednotlivými sítěmi jsou posílány sumarizované cesty (na hranicích třídních sítí dochází k autosumarizaci)
- Příklad classful routing protokolů: RIP v1, IGRP- **už se prakticky nepoužívají**

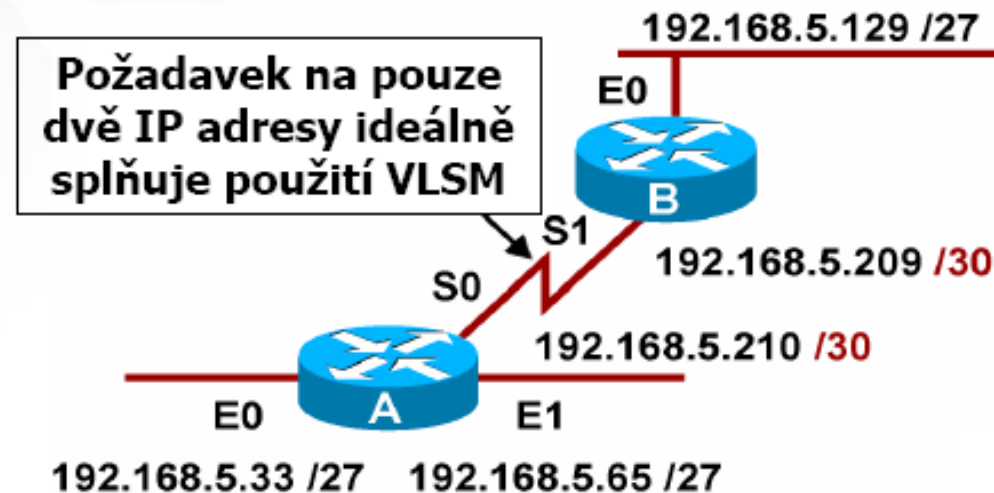
Další dělení IGP- Classless protokoly

- V informacích o dosažitelných sítích posílají masku podsítě
- Podporují variable- length subnet mask (VLSM)
- Sumarizace může být manuálně kontrolována
- Příklad classless routing protokolů: RIPv2, EIGRP, OSPF, IS-IS

Variable Length Subnetting (IP)



Classless směrování a podsítě

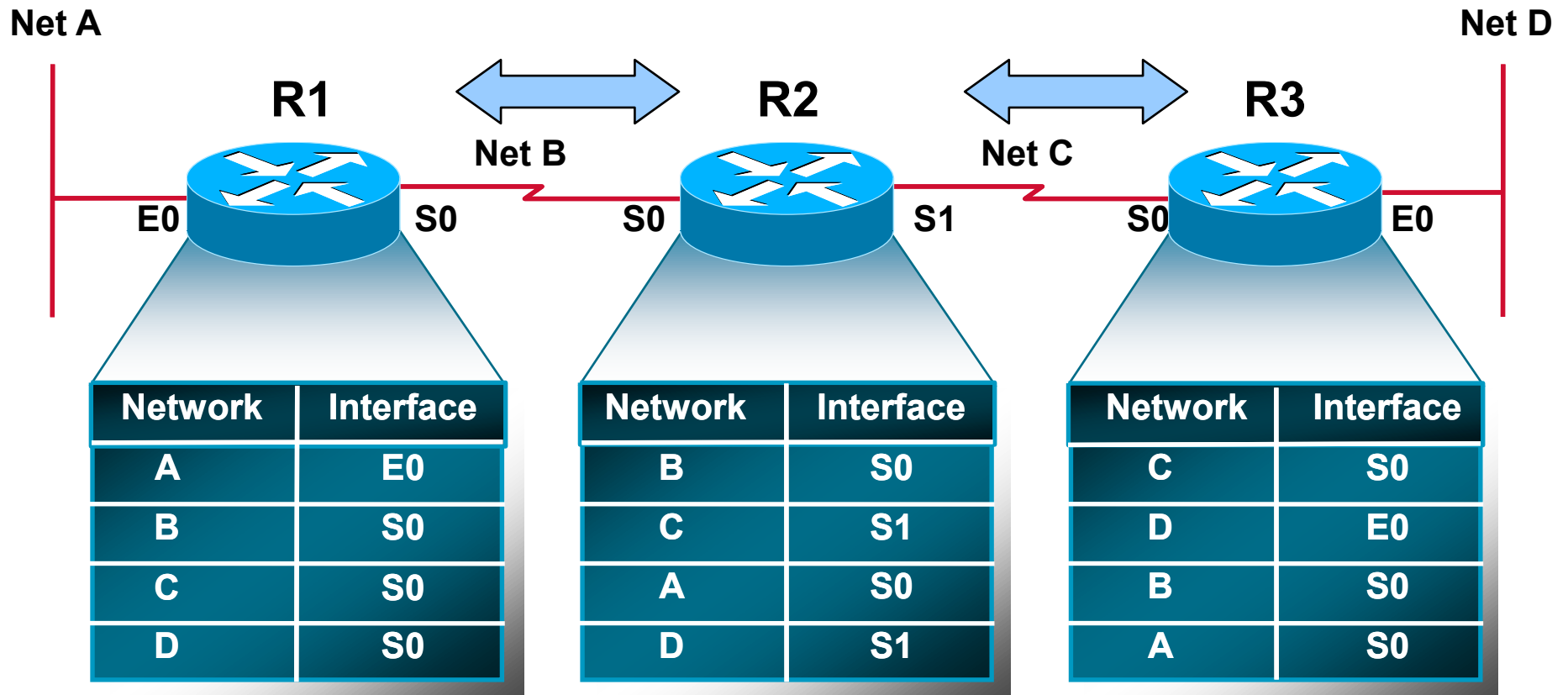


• Router může mít na rozhraní v rámci jedné třídny sítě IP adresy s různými délkami subnet masek

- VLSM je podporováno

• Tento přístup dovolí maximálně efektivně využít přidělených IP adres

Distance Vector

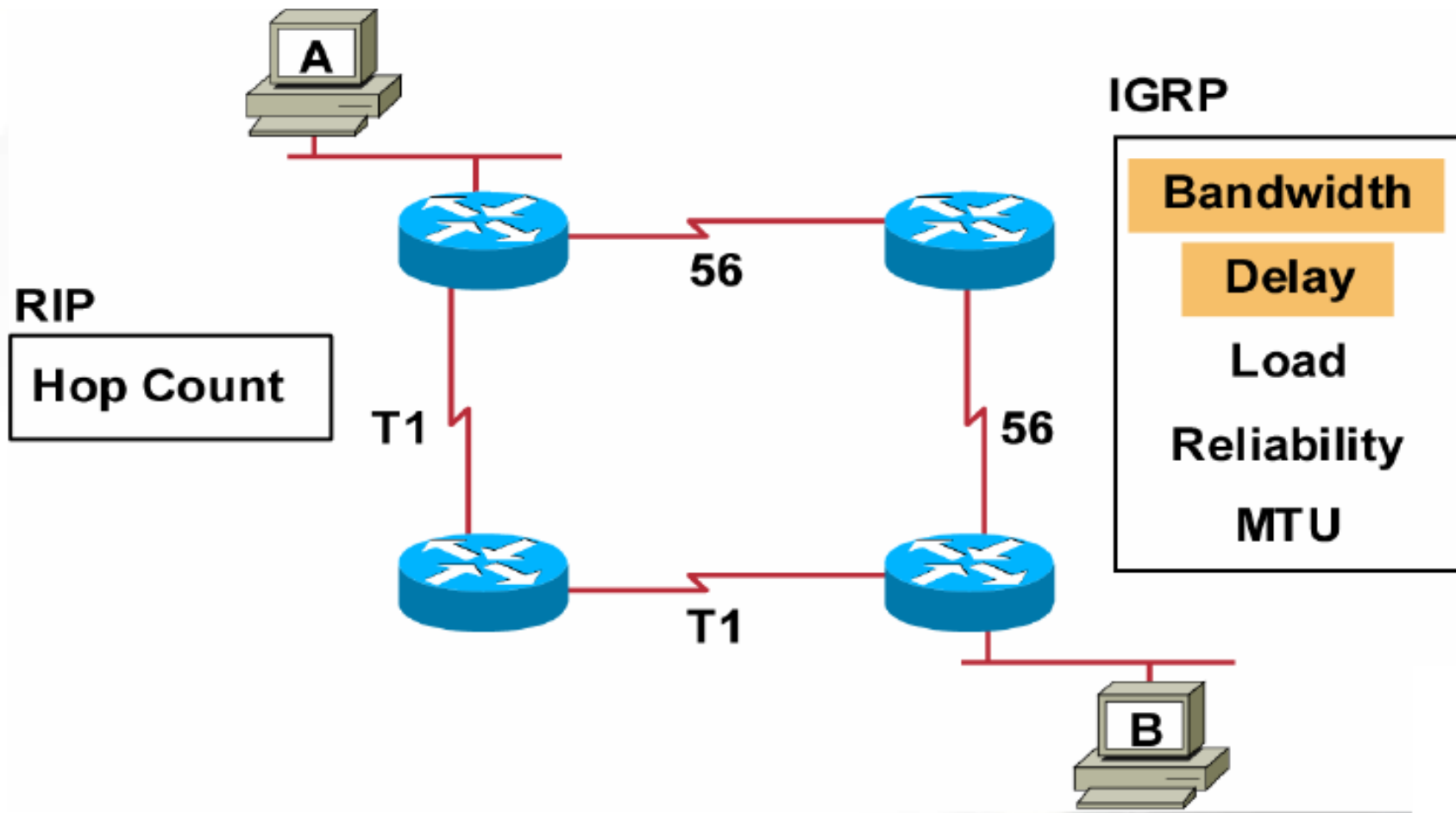


Distance Vector (Bellman-Ford): jednotlivé routery periodicky vysílají obsah celých svých směrovacích tabulek svým sousedům a na jejich základě si své tabulky upravují (aktualizují), čili “všechny informace svým sousedům”

Distance Vector

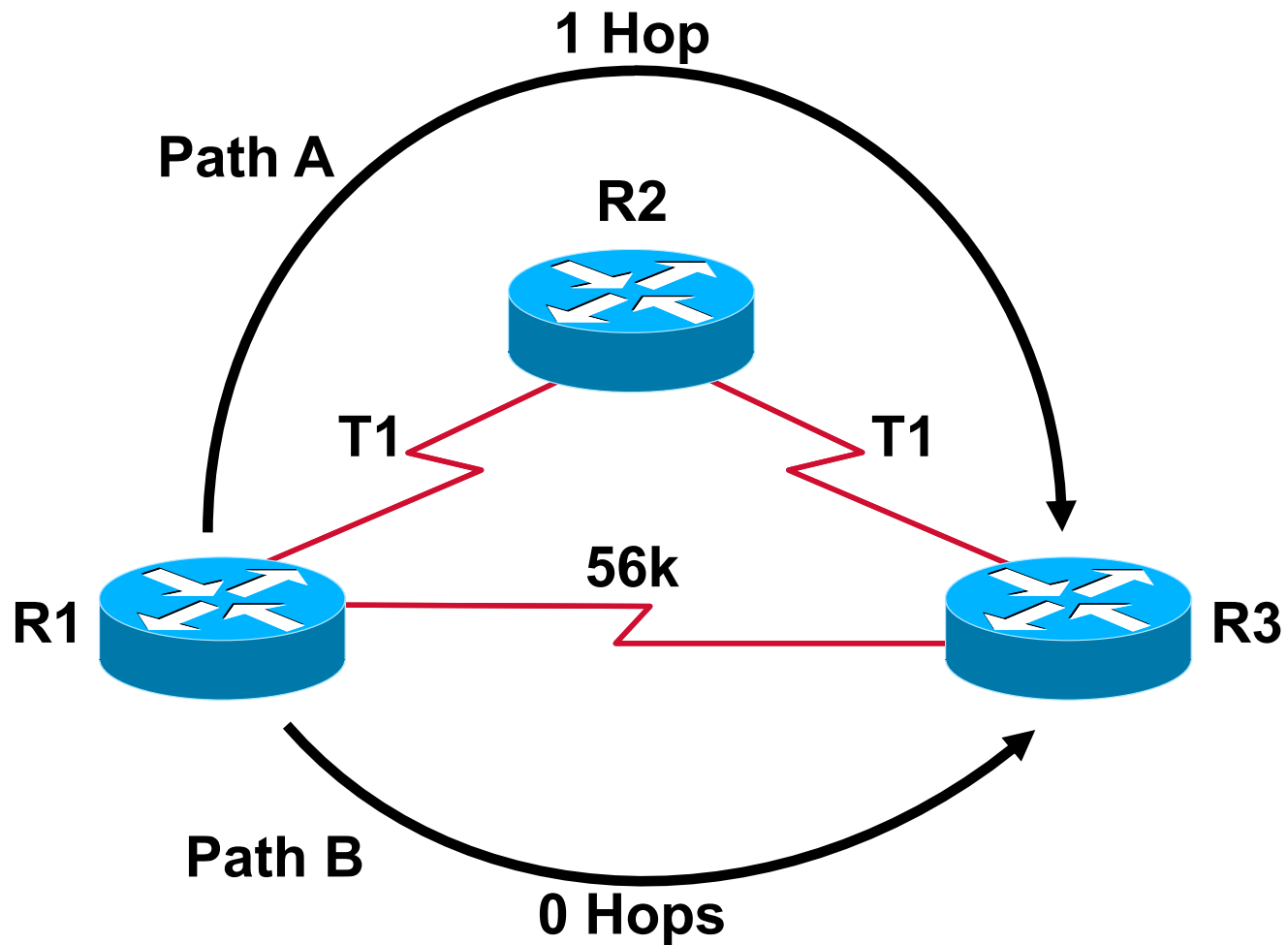
- Router si udržuje všechny známé routy v tabulce ve formě uspořádaných trojic (N, G, D), kde:
 - N je cílová síť, G adresa následujícího routeru a D vzdálenost do cílové sítě- metrika (např. RIP - hop count)
- Tabulky se upravují tak, aby se směřovalo nejkratší cestou (existuje nová, nebo kratší cesta, délka cesty přes router, od kterého update přišel, se změnila)
- Problémy: pomalá konvergence, příliš mnoho režijních dat

Distance Vector- metrika

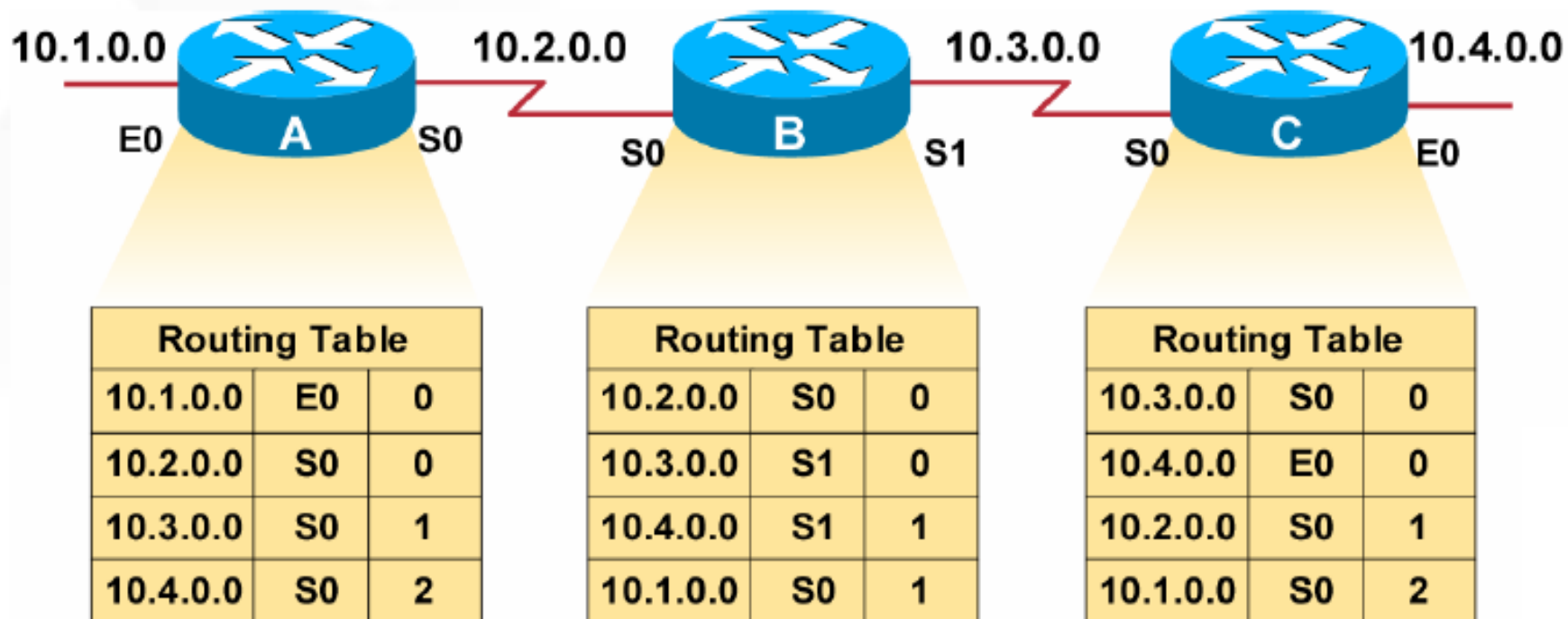


RIP Metric

Hops

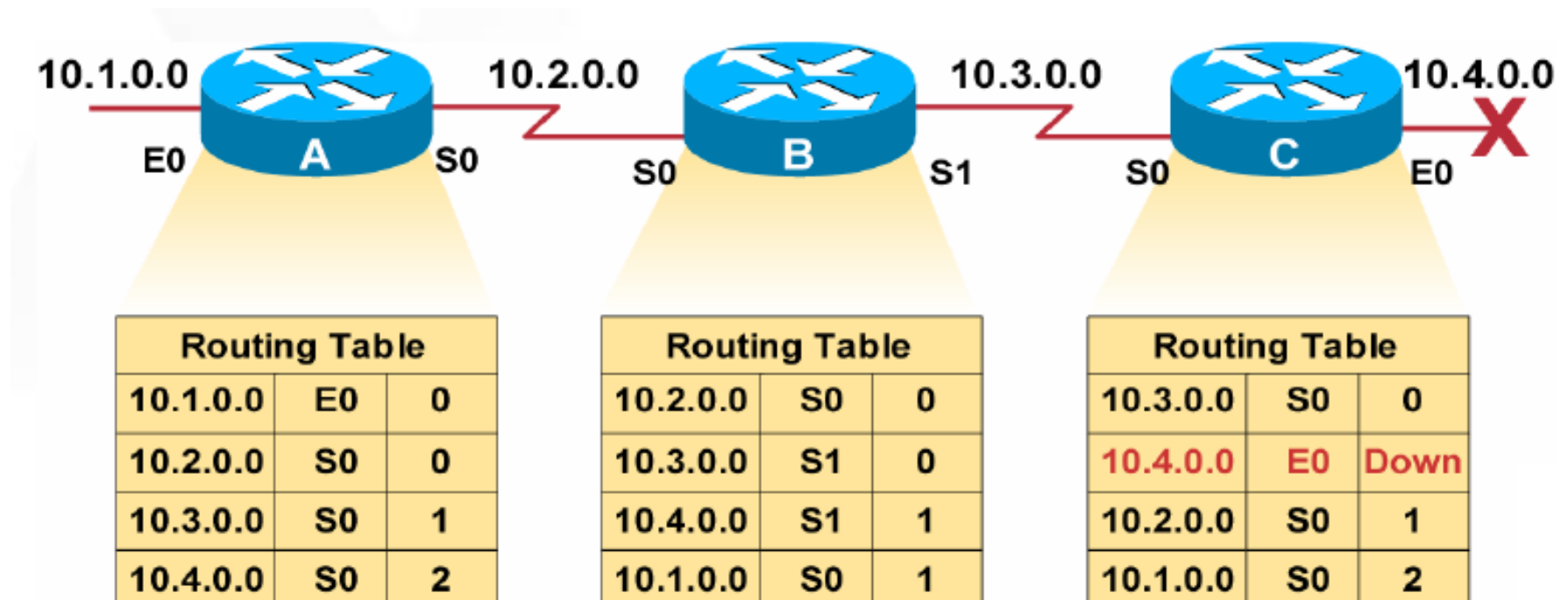


Distance Vector- problematika



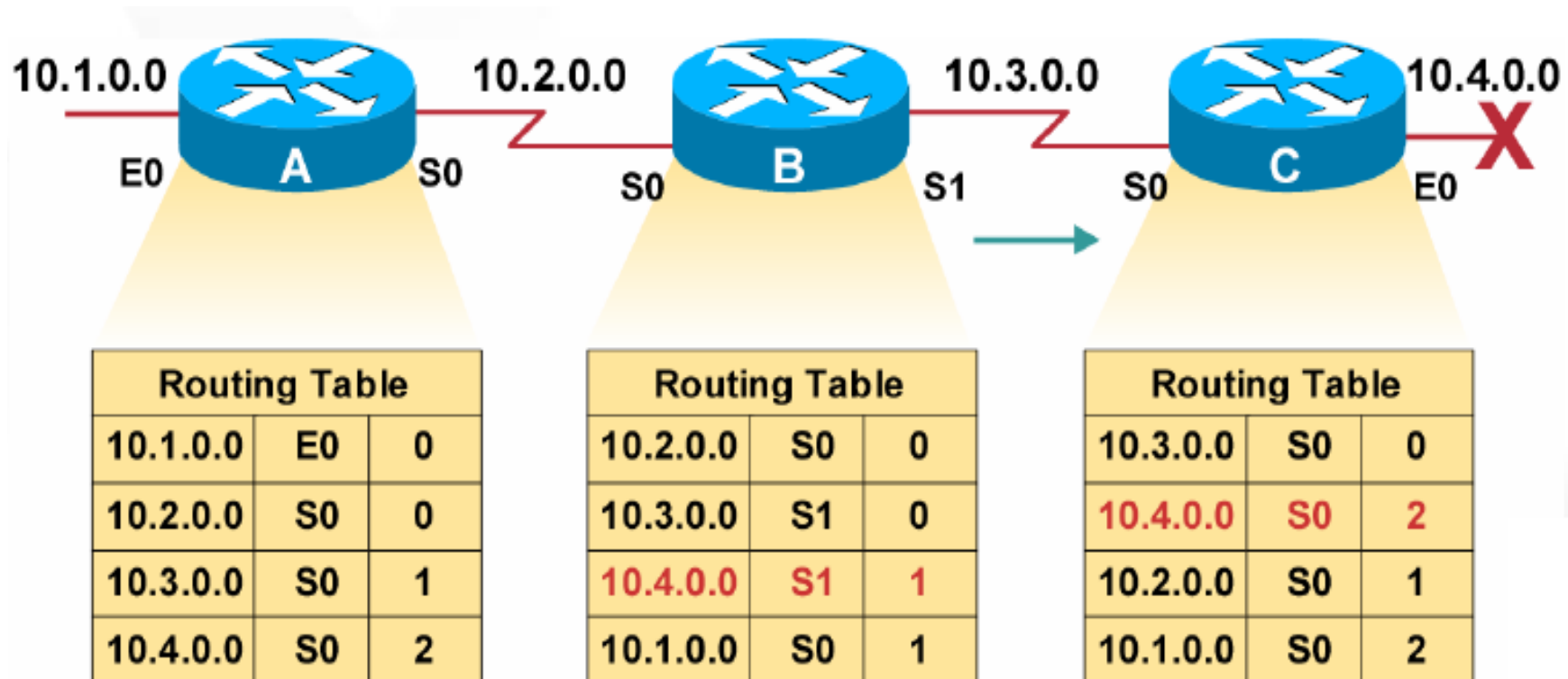
- Každý uzel udržuje informace o nejkratší cestě k cílové síti a její metrice

Distance Vector- problematika vzniku nesprávných údajů ve směrování



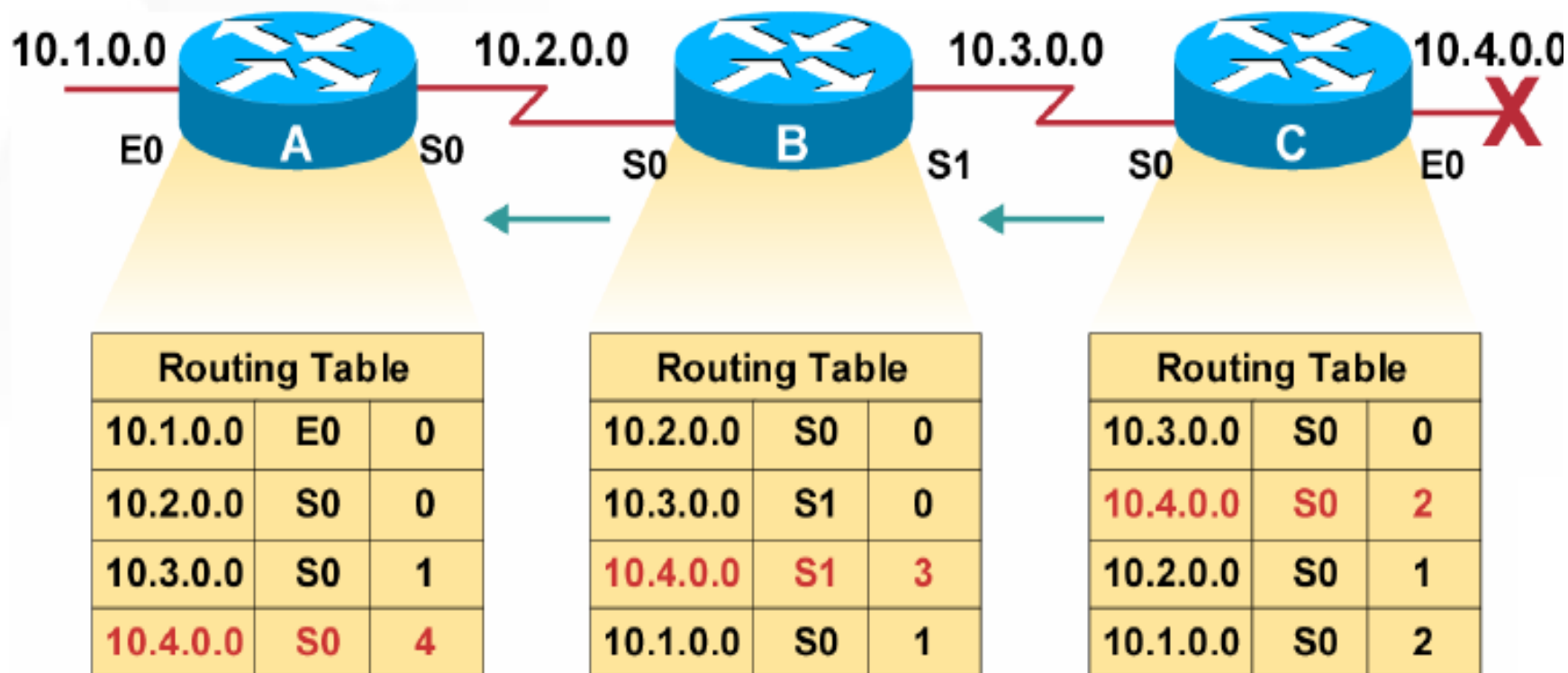
- Pomalá konvergence zapříčiní nesprávných údajů ve směrovacích tabulkách

Distance Vector- problematika vzniku nesprávných údajů ve směrování



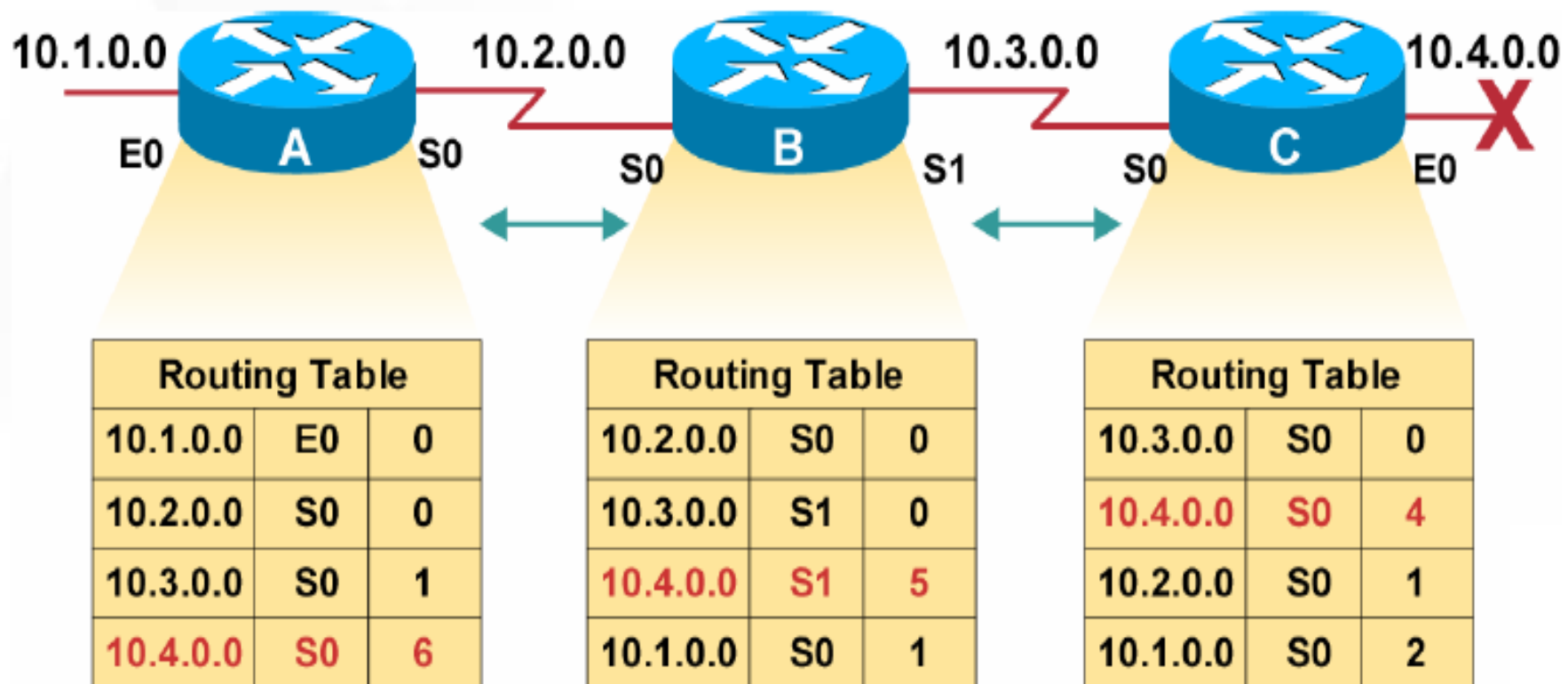
- Router C usoudí, že nejlepší cesta do sítě 10.4.0.0 je přes router B.

Distance Vector- problematika vzniku nesprávných údajů ve směrování



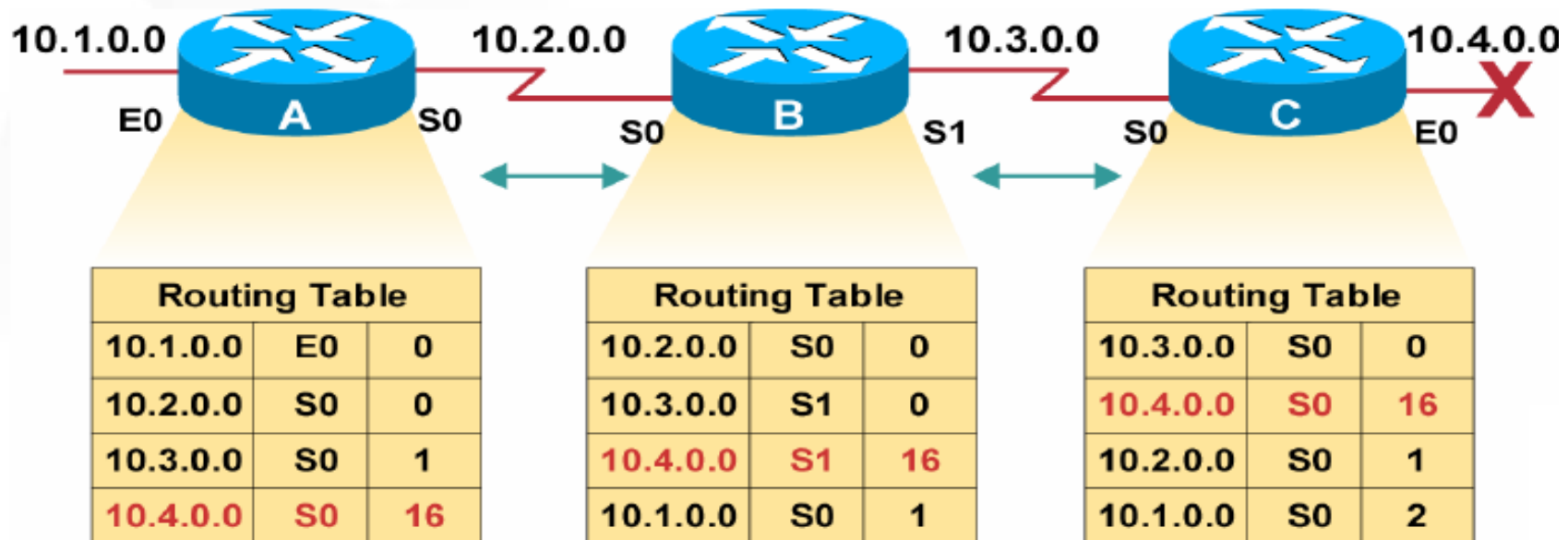
- Router A opraví svojí směrovací tabulku - chybně

Distance Vector- problematika vzniku nesprávných údajů ve směrování



- Metrika pro síť 10.4.0.0 roste do nekonečna.

Distance Vector- maximální hodnota metriky

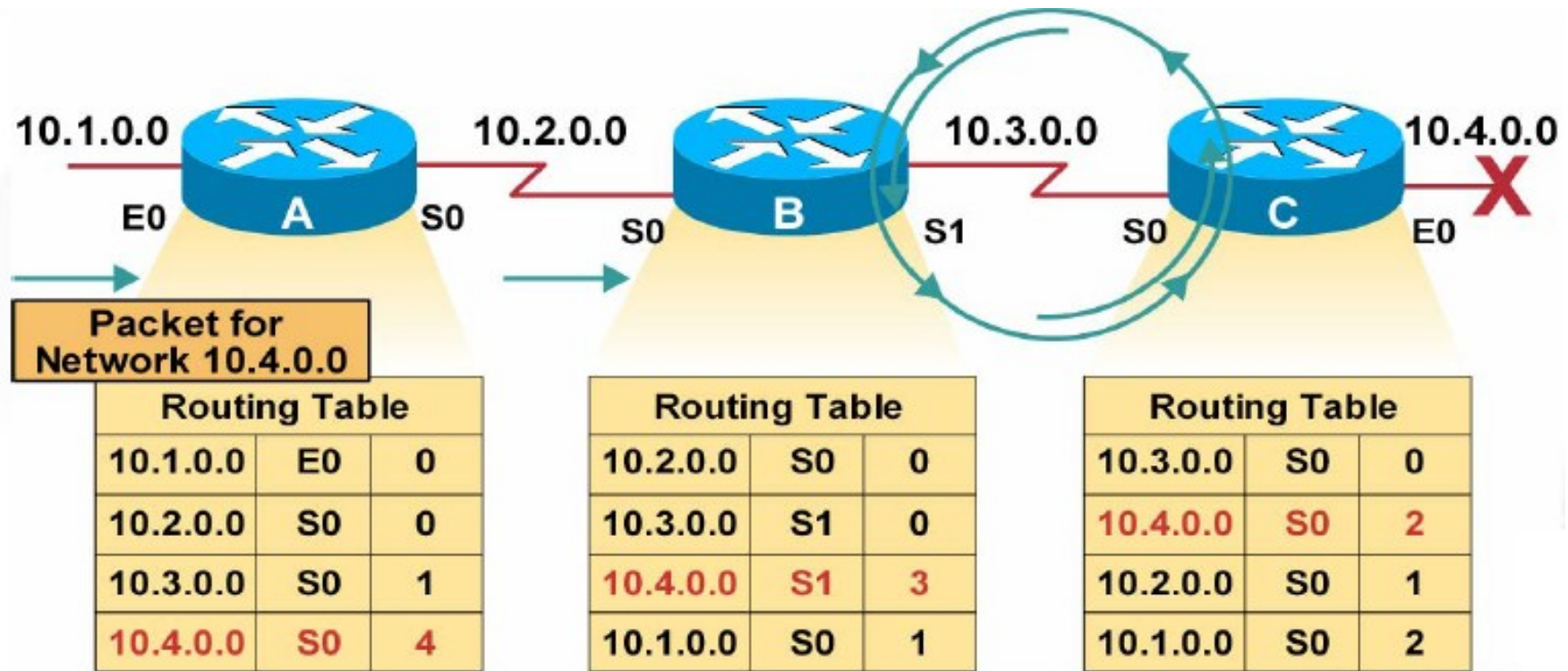


Count to Infinity

Definice nekonečné metriky jako konkrétního čísla (např. 16 hopů).

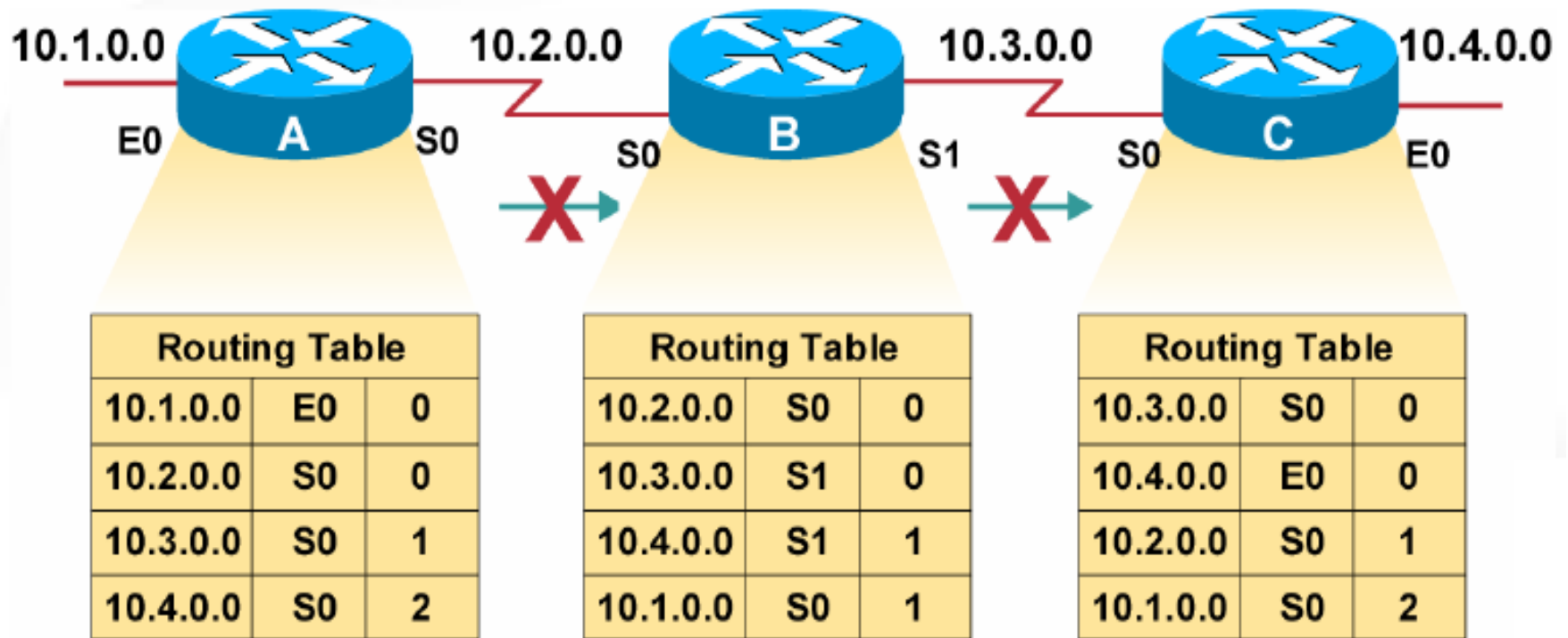
- Pro zamezení tvoření 'nekonečných' směrovacích smyček je definována maximální hodnota metriky (v případě RIP protokolu maximální počet směrovačů od uzlu k cílové síti)

Distance Vector- směrovací smyčky



- Paket pro síť 10.4.0.0 skáče mezi routery B a C (smyčka)

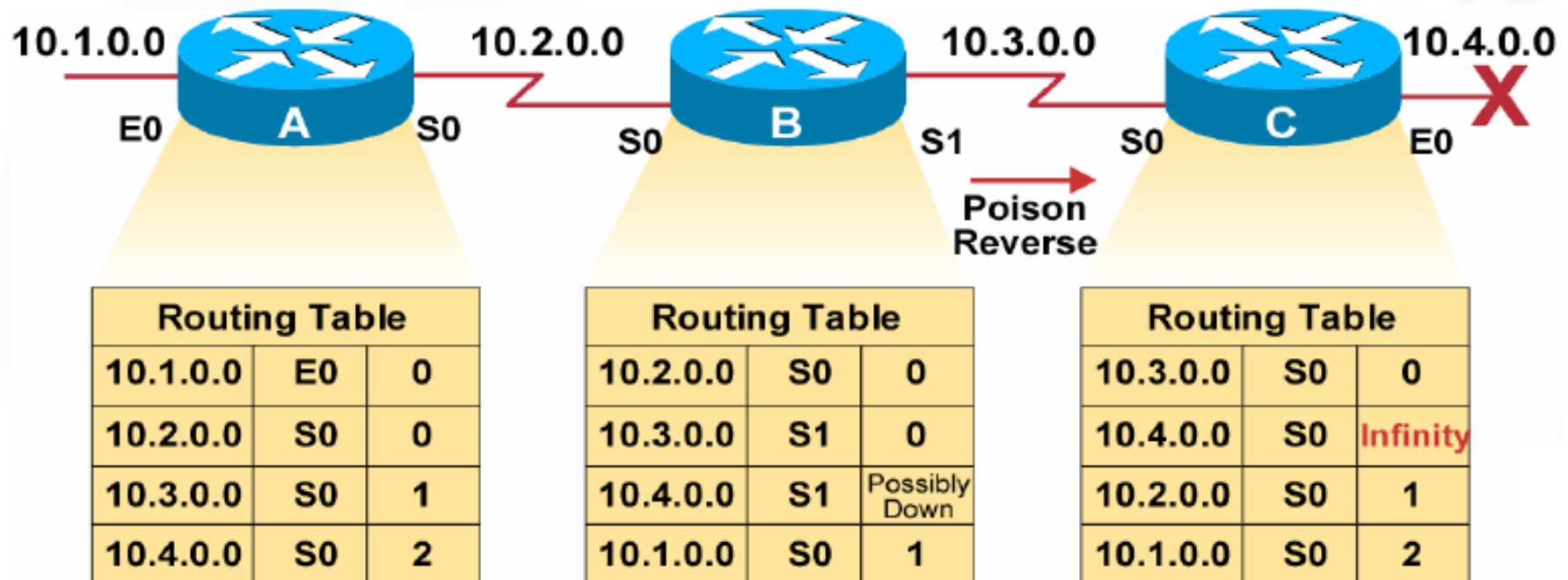
Distance Vector- řešení problémů - Split Horizon



Split Horizon

cesty k sítím se nezasílají zpět přes interface, kterým přišly.

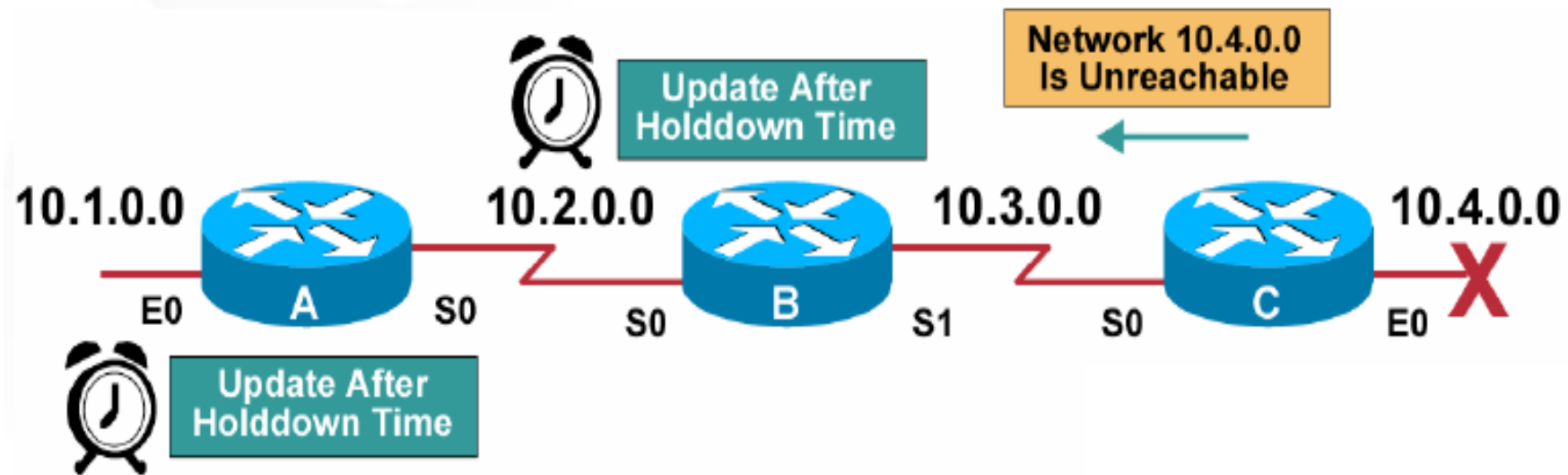
Distance Vector- řešení problémů – Poison Reverse



Poison Reverse

Silnější forma “split horizon” - informace o sítích se zpět posílají jako “unreachable”.

Distance Vector- řešení problémů – Holddown Timers

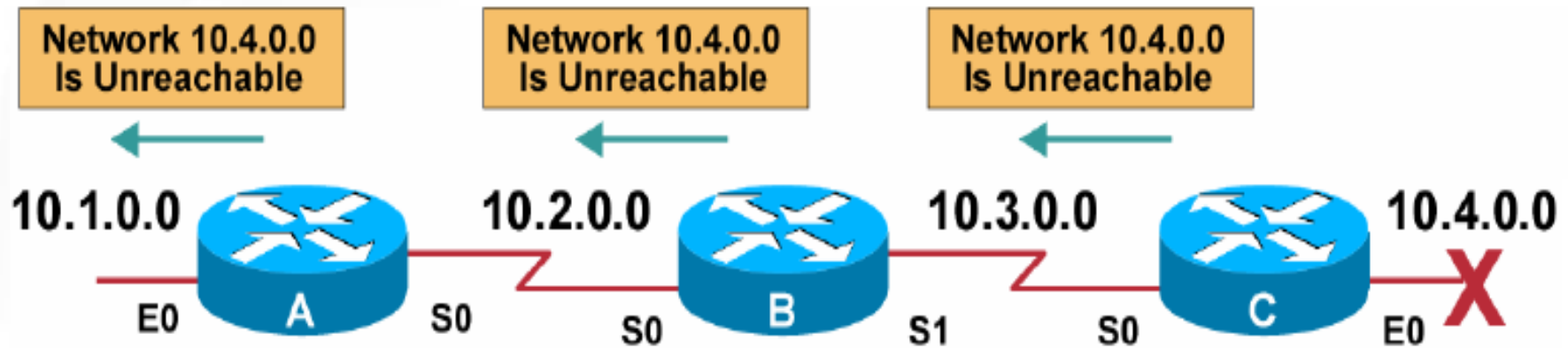


Holddown Times

Přijaté změny k horšímu se neavízují ihned a současně se po určité době informace ani nepřijímají.

- spuštění časovače v případě zavedení nové cesty do tabulky (180s). Nedorazí-li v limitu pro tuto cestu alespoň jedna další směrovací informace (s metrikou stejnou nebo lepší než byla původní hodnota), cesta ztrácí platnost.

Distance Vector- řešení problémů – Triggered Updates



Trigger Update

Je-li potřeba poslat změnu, nečeká se až uplyne ohlašovací perioda.

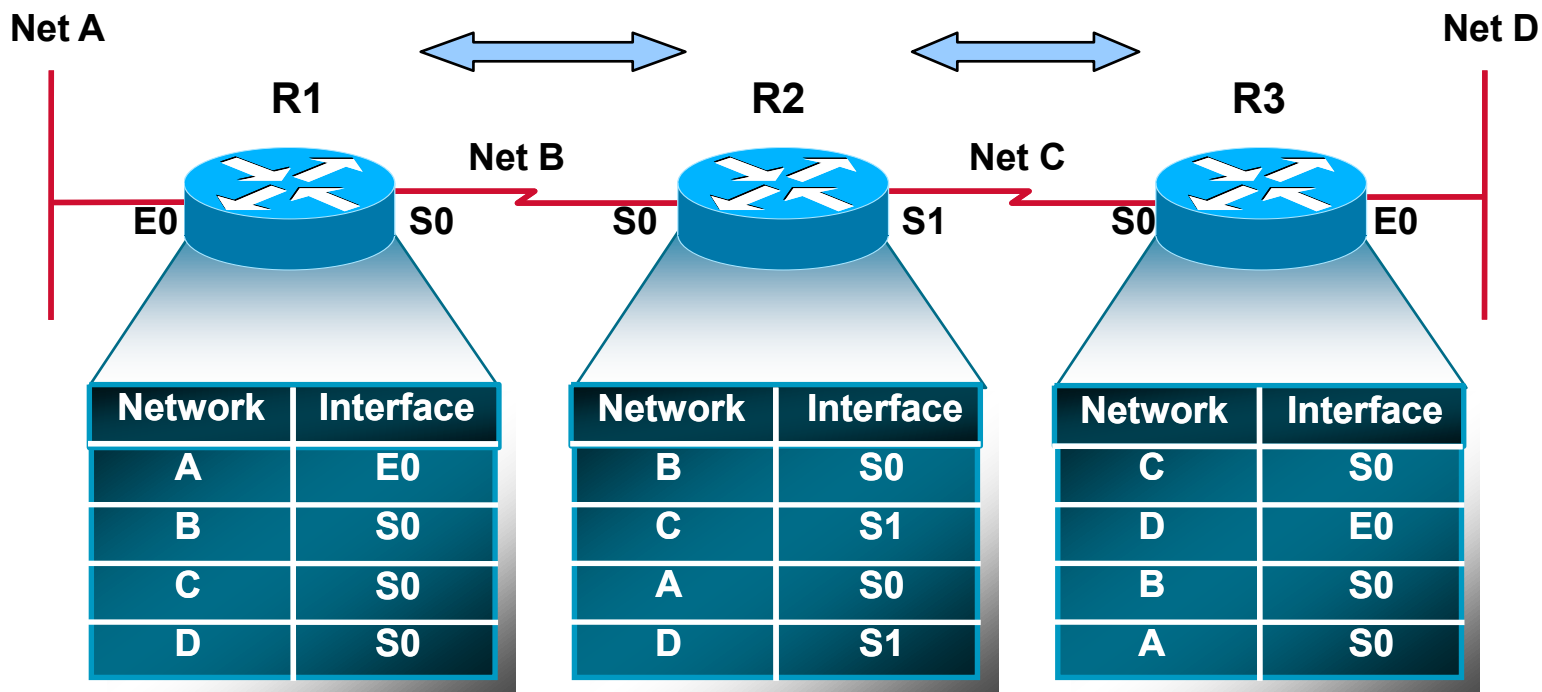
- kdykoliv router změní metriku nějaké cesty, vyšle novou směrovací informaci okamžitě – **nečeká na interval běžného update**

Hlavní zástupce RIP- V2

- RFC 1723
- Variable length subnet masks
- Možná sumarizace
- Classless InterDomain Routing (CIDR)
- Multicast routing updates
- Autentifikace update s užitím MD5

RIP časovače

- Update = 1x 30 sec
- Invalid = 3x 90 sec
- Holddown = 3x 90 sec
- Flush = 7x 210 sec



Kdy používat RIP ?

- Potřebuji rychlou implementaci
- Dobré pro stabilní linky
- Dobré pro malé sítě
- *routed* demon je téměř všude
- Vhodný pro multivendor prostředí
- Není příliš vhodný pro redundantní sítě

Záhlaví RIPv2 - Multicast

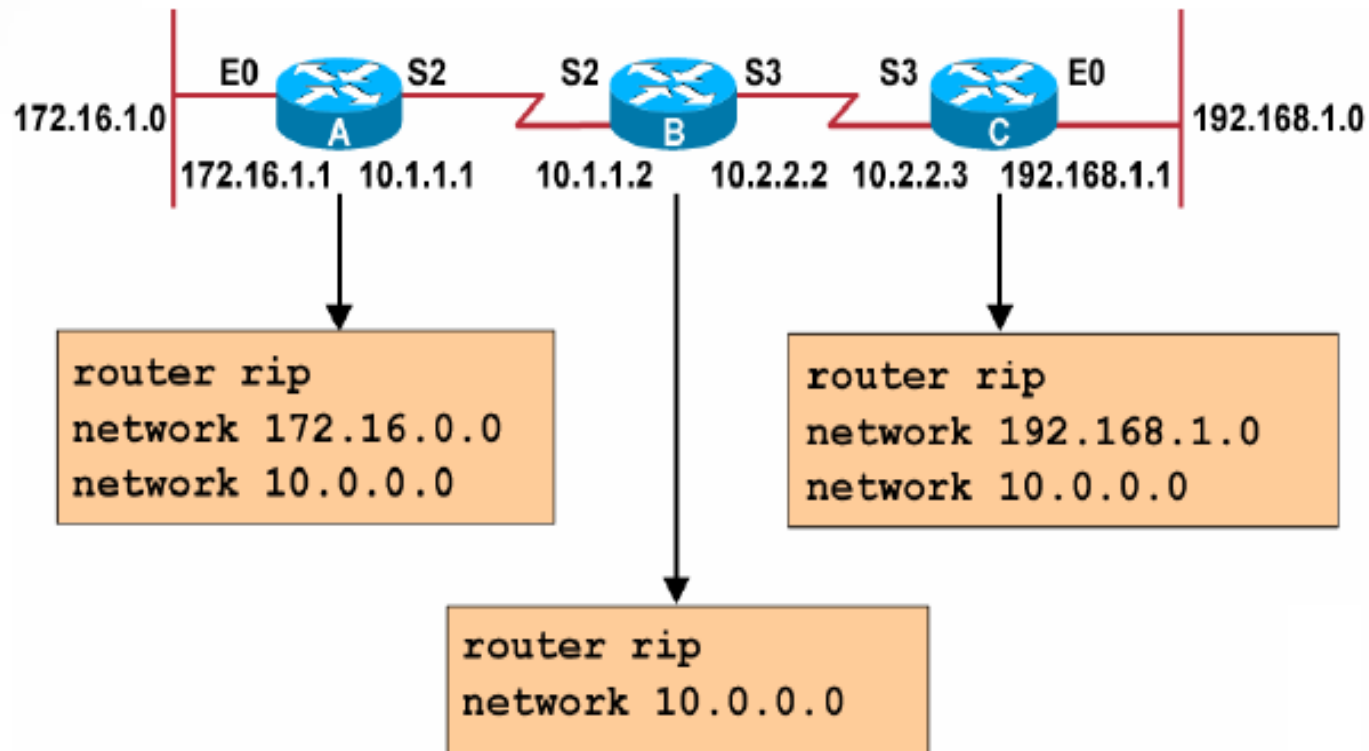
Command (request, response)	Verze	Vyhrazeno (musí být nula)
Address Family Identifier (pro IP má hodnotu 2)		Route Tag
IP adresa sítě		
Podsíťová maska		
Next hop (pokud je 0.0.0.0, potom se má posílat přes autora updatu)		
Metrika		

Konfigurace RIP

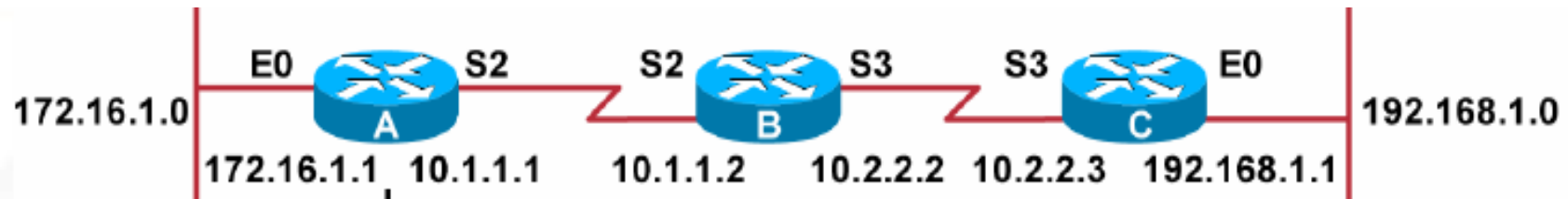
```
Router(config)# router rip  
Router(config-router)# network network-number
```

pouze přímo
připojené sítě v
třídním tvaru

- **Příklad**

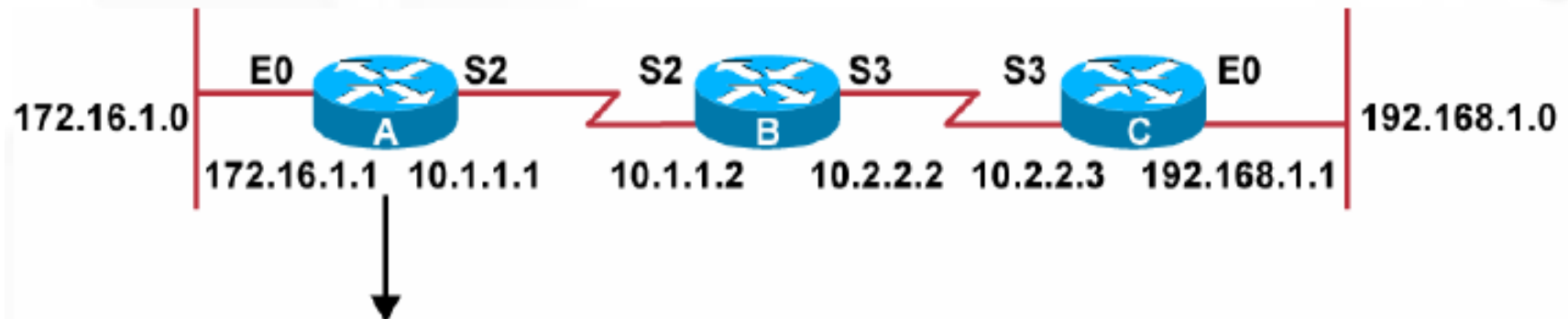


Kontrola konfigurace RIP



```
RouterA#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 12 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 1, receive any version
    Interface      Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
  Ethernet0       1     1 2
  Serial2         1     1 2
  Routing for Networks:
    10.0.0.0
    172.16.0.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance    Last Update
  (this router)    120        02:12:15
  10.1.1.2         120        01:09:01
  Distance: (default is 120)
```


Výpis směrovací tabulky

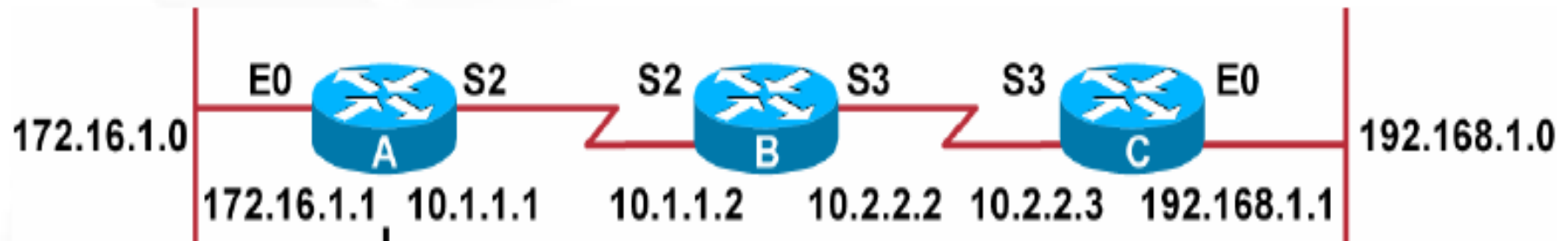


```
RouterA#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate
       default
       U - per-user static route, o - ODR
       T - traffic engineered route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
    10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R       10.2.2.0 [120/1] via 10.1.1.2, 00:00:07, Serial2
C       10.1.1.0 is directly connected, Serial2
R       192.168.1.0/24 [120/2] via 10.1.1.2, 00:00:07, Serial2
```

Kontrola činnosti RIP

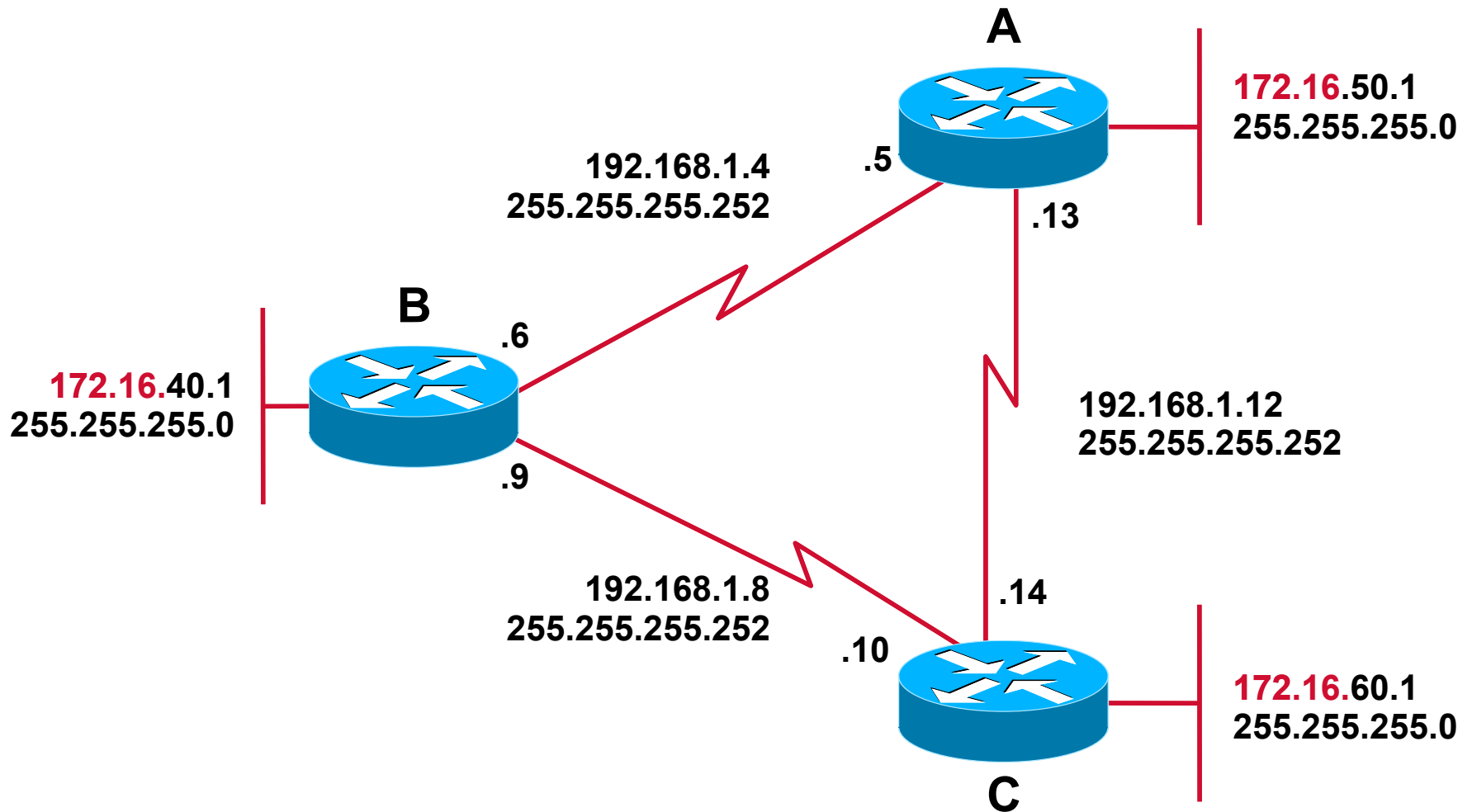


```
RouterA#debug ip rip
RIP protocol debugging is on
RouterA#
00:06:24: RIP: received v1 update from 10.1.1.2 on Serial2
00:06:24:      10.2.2.0 in 1 hops
00:06:24:      192.168.1.0 in 2 hops
00:06:33: RIP: sending v1 update to 255.255.255.255 via Ethernet0 (172.16.1.1)
00:06:34:      network 10.0.0.0, metric 1
00:06:34:      network 192.168.1.0, metric 3
00:06:34: RIP: sending v1 update to 255.255.255.255 via Serial2 (10.1.1.1)
00:06:34:      network 172.16.0.0, metric 1
```

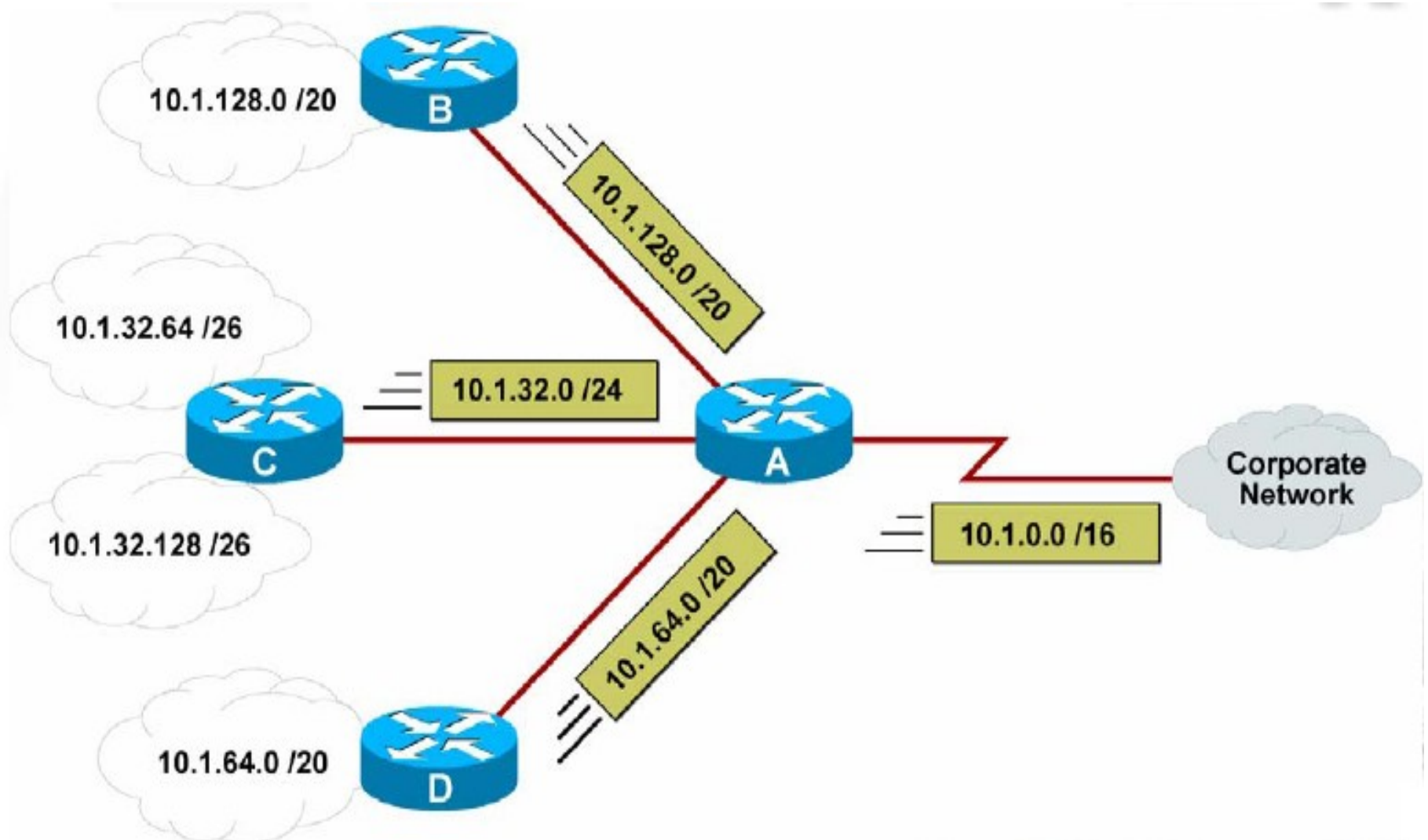
Co to je sumarizace route ?

- Sumarizace zmenšuje počet záznamů v routovacích tabulkách- snižuje nároky na CPU, paměť a šířku pásma
- Izoluje topologické změny v rozsáhlých sítích do oblastí, mimo tyto oblasti nedochází při změně topologie k přepočítávání routovacích tabulek
- Nejefektivnější v sítích při použití subnettingu, jeden záznam pak může reprezentovat několik sítí (počet sítí musí být mocninou čísla 2)
- Manuální sumarizace podporována classless protokoly- RIPv2, OSPF, IS-IS, EIGRP)
- Automatická sumarizace na hranicích třídních sítí classful protokoly RIPv1, IGRP
- Route Summarization- RFC 1518 *An Architecture for IP Address Allocation with CIDR*

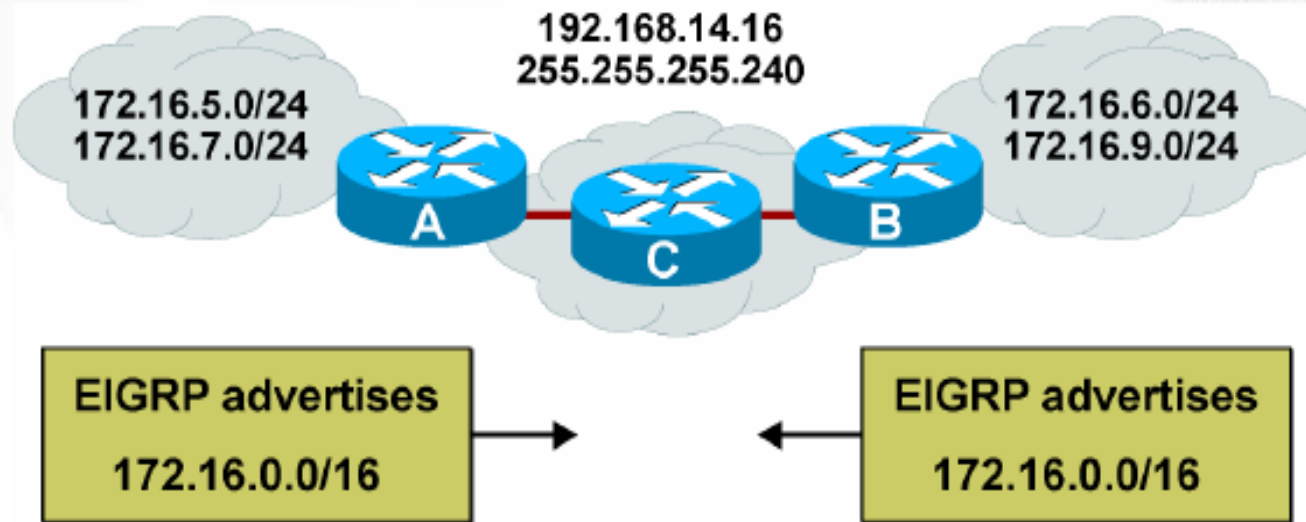
Nesouvislý IP Subnet-



Co to je sumarizace ?



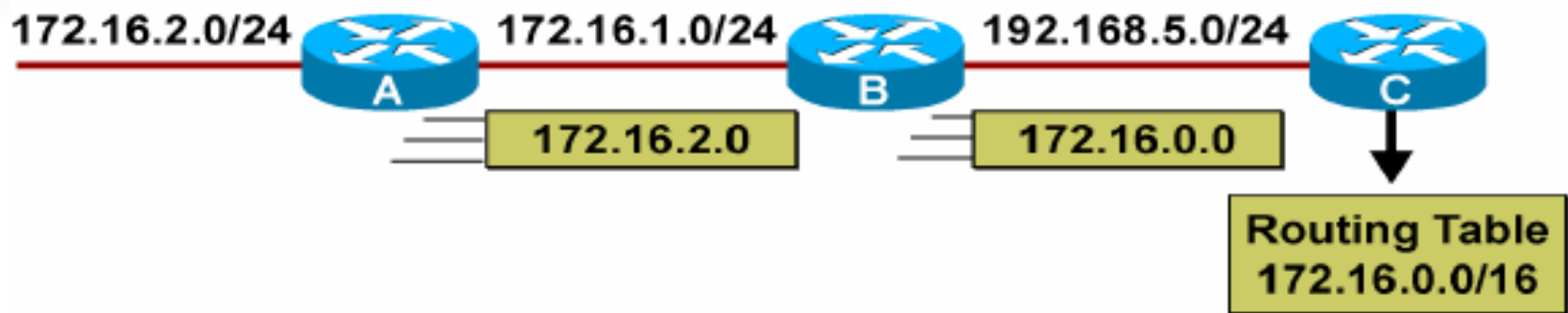
Co je problematika automatické sumarizace – RIP a EIGRP



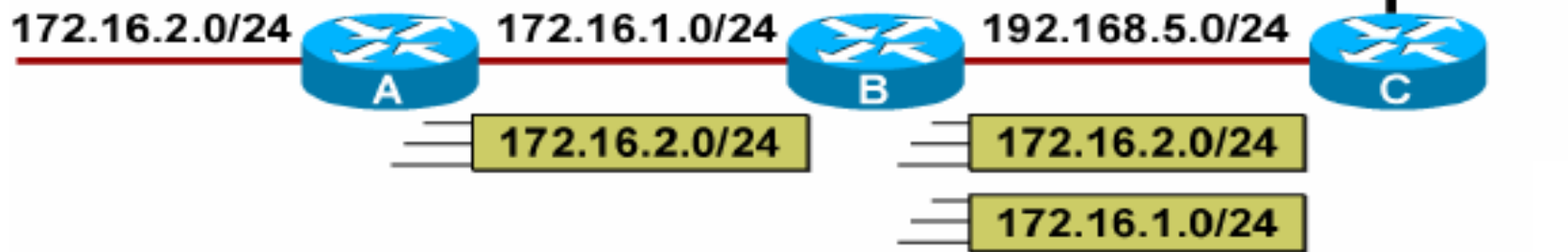
- EIGRP na routeru A i routeru B inzeruje cestu do sítě 172.16.0.0/16.
- Router C obdrží dvě cesty do sítě 172.16.0.0/16.
- Router A nebo B, nebo oba, by měly být nakonfigurovány nesumarizovat

Ještě problematika automatické sumarizace - pokr.

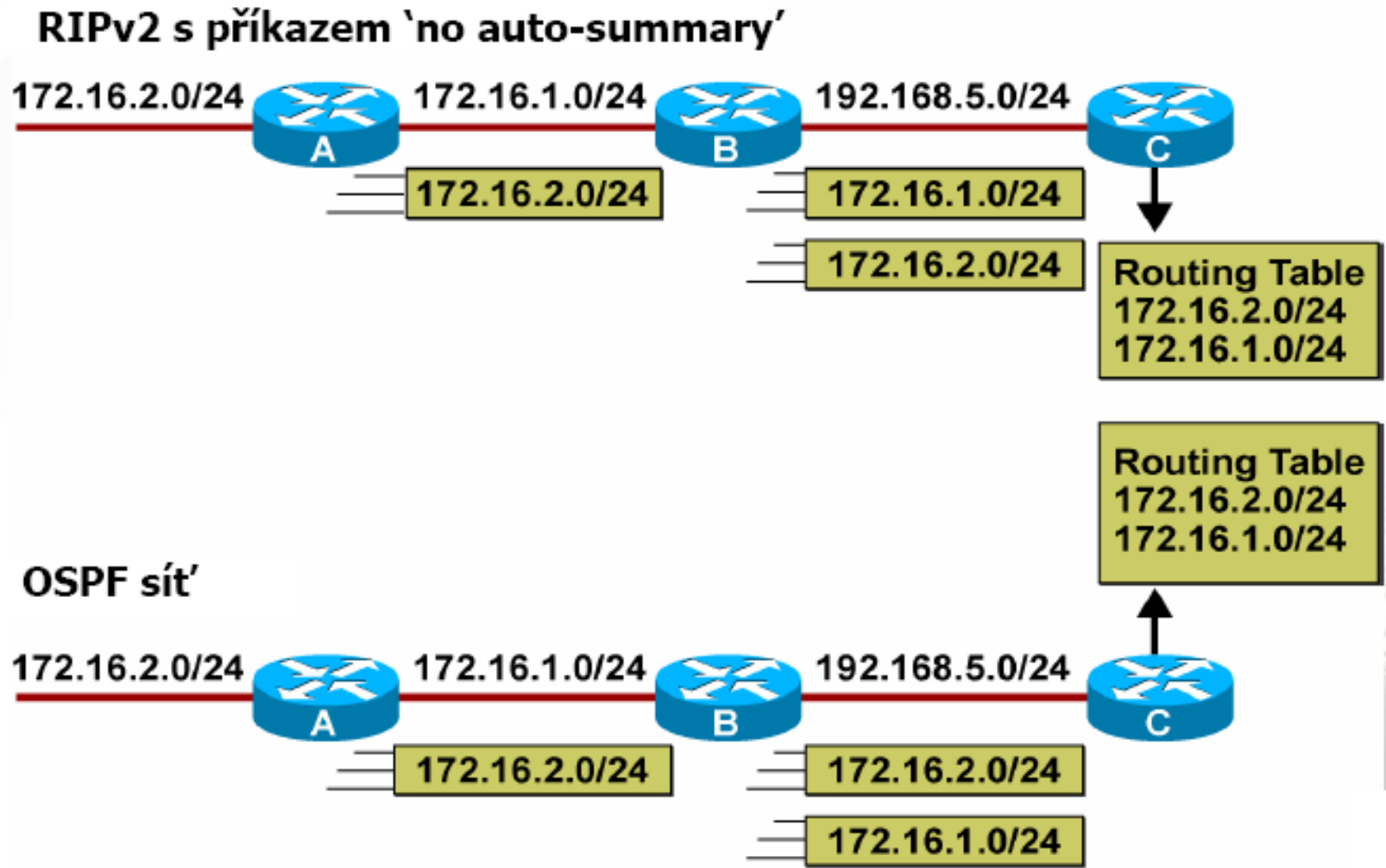
Defaultní chování RIPv2



OSPF síť



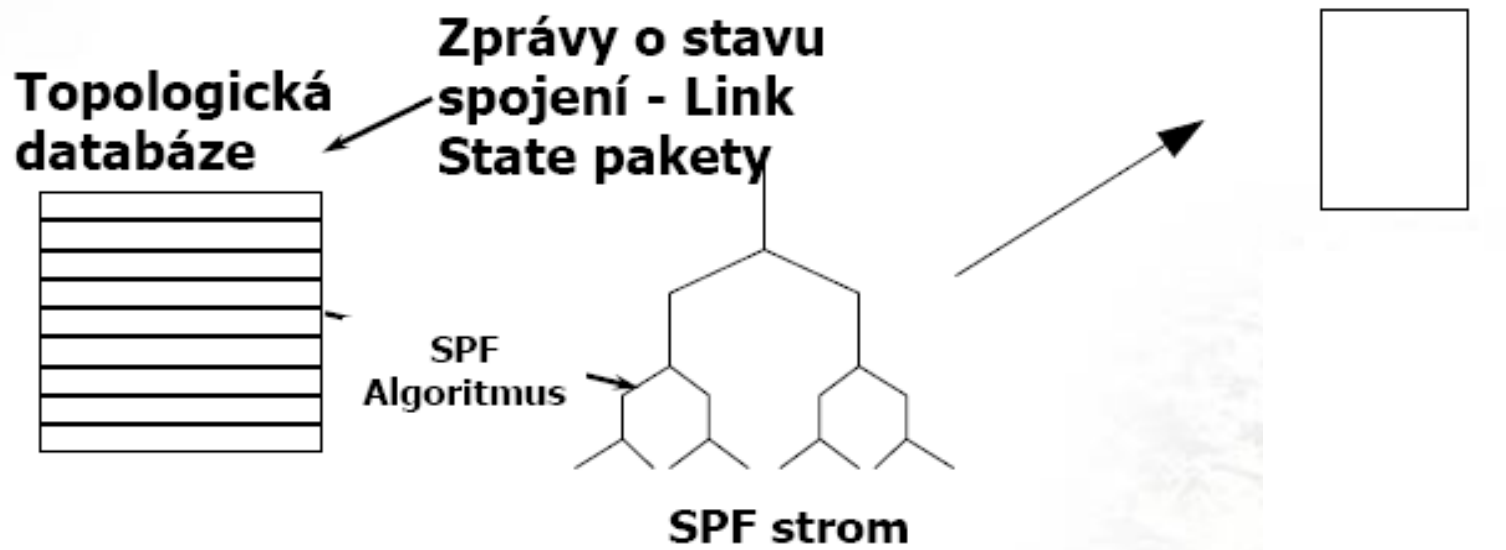
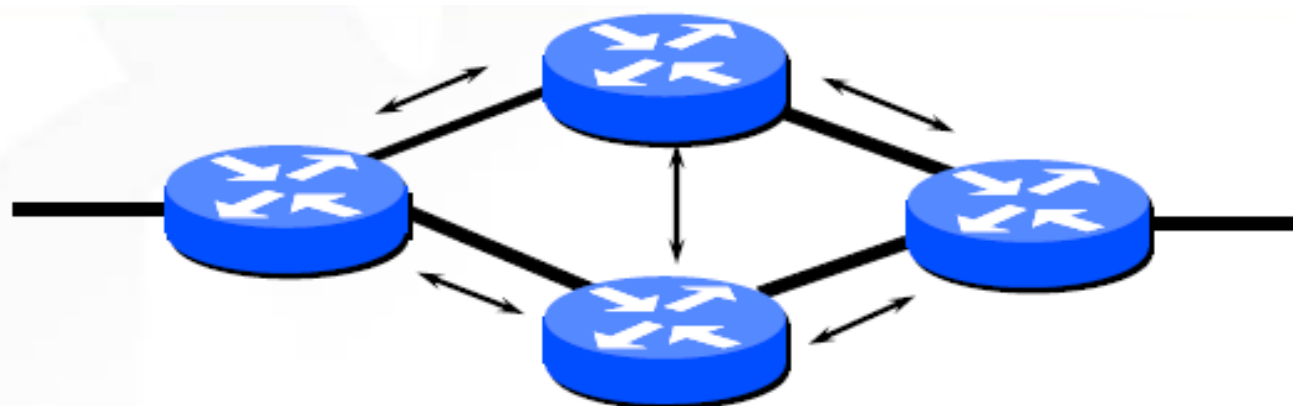
Příkaz no auto-summary



Co jsou Link State směrovací protokoly ?

- Link State (SPF): jednotlivé routery si zasílají pouze informaci o stavu linek, na něž jsou bezprostředně připojeny, pak se počítá nejkratší cesta, čili “informace o svých sousedech všem”
- Každý router má kompletní mapu a testuje pouze dosažitelnost svých bezprostředních susedů
- Kdykoliv router na základě přijaté informace zjistí změnu stavu linek, spustí Dijkstrův algoritmus pro výpočet nejkratší cesty
- Výhodou je zaručená a rychlá konvergence
- Nevýhodou může být větší nárok na CPU a paměť

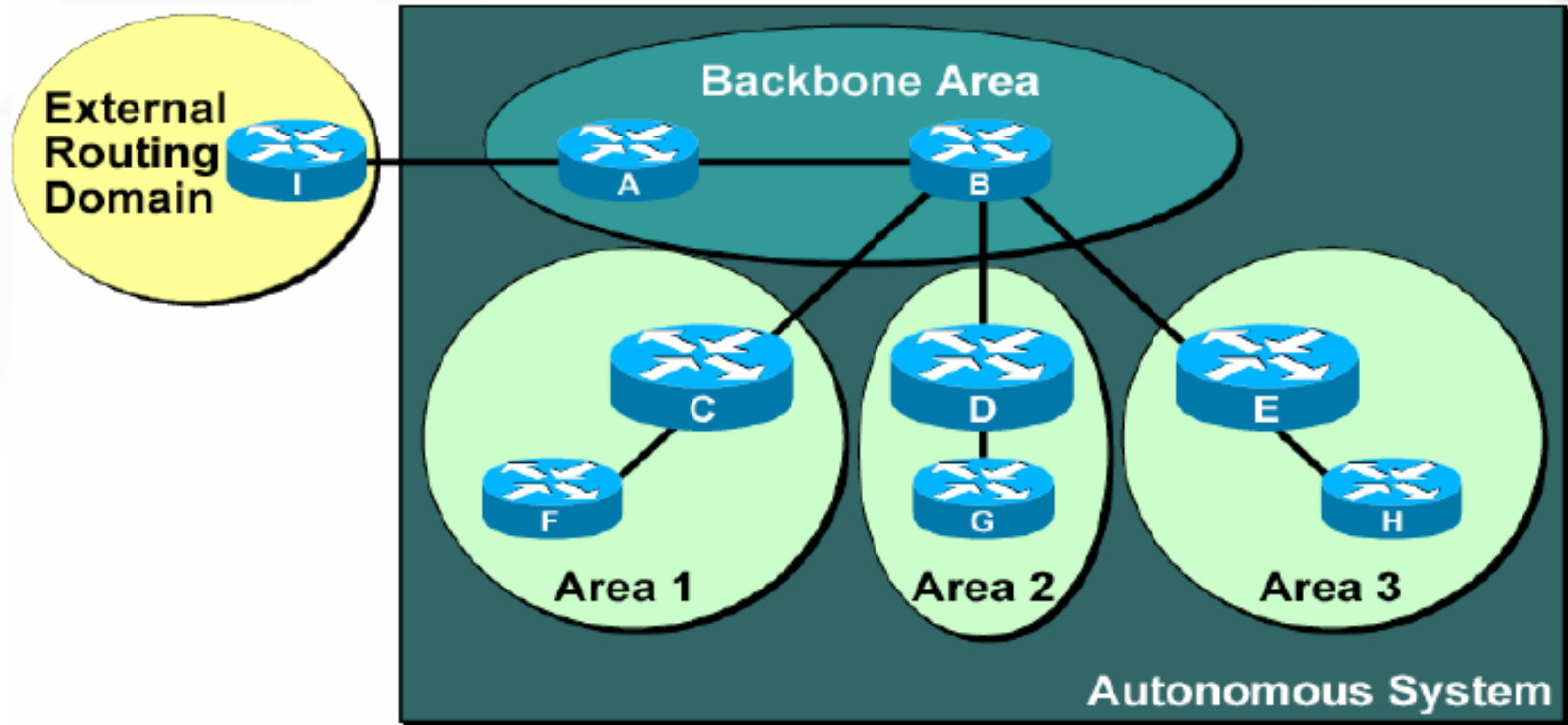
Link State



Link State Routing

- Vyhledání sousedů
- Kalkulace LSP
- Distribuce LSP
- Výpočet routes
- Pokud některá síť je down
 - Nový LSPs flooded
 - Všechny routery přepočítávají routing tabulku

Link-State protokoly- hierarchie



Minimalizace záznamů ve směrovacích tabulkách

Topologické změny uvnitř jednotlivých oblastí nemají vliv na směrovače z jiných oblastí Link-State protokoly-hierarchie

Topology/Link State Database

- Router má separátní LS database pro každou area do které patří
- Všechny routery patřící do té samé area mají identickou databázi
- SPF kalkulace je realizována separátně pro každou area
- LSA flooding je ohraničen area
- Router ID je generováno interface nebo příkazem

Nejzámějšší představitel Link-State - **OSPF** (Open Shortest Path First)

- Dynamický routing protokol
- Link state nebo SPF technology
- Rozšíření OSPF pracovní skupinou IETF (RFC 1253)
- Intra-autonomous system (IGP)
- Desing speciálně pro TCP/IP Internet prostředí
- Rychlá konvergence
- Variable-length subnet masks
- Discontiguous subnets
- Bez periodic updates
- Route authentication
- Implementováno 2 roky po IGRP

OSPF Metrika

- Je derivována z bandwidth

$100 \div \text{bandwidth}$

56-kbps serial link = 1785

64-kbps serial link = 1562

T1 (1.544-Mbps serial link) = 65 E1 (2.048-Mbps serial link) = 48

4-Mbps Token Ring = 25

16-Mbps Token Ring = 6

Ethernet = 10 Fast Ethernet / FDDI = 1

- Je možno jí konfigurovat

Interface sub-command: `bandwidth`

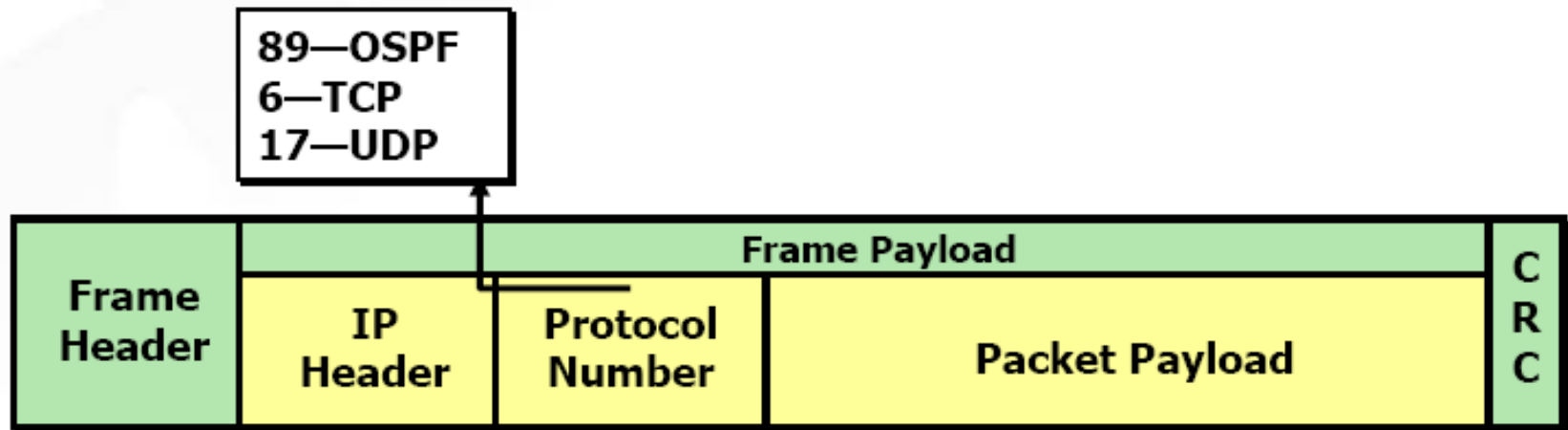
Interface sub-command: `ip ospf cost`

Router sub-command:

`ospf auto-cost reference-bandwidth`

Default = 108

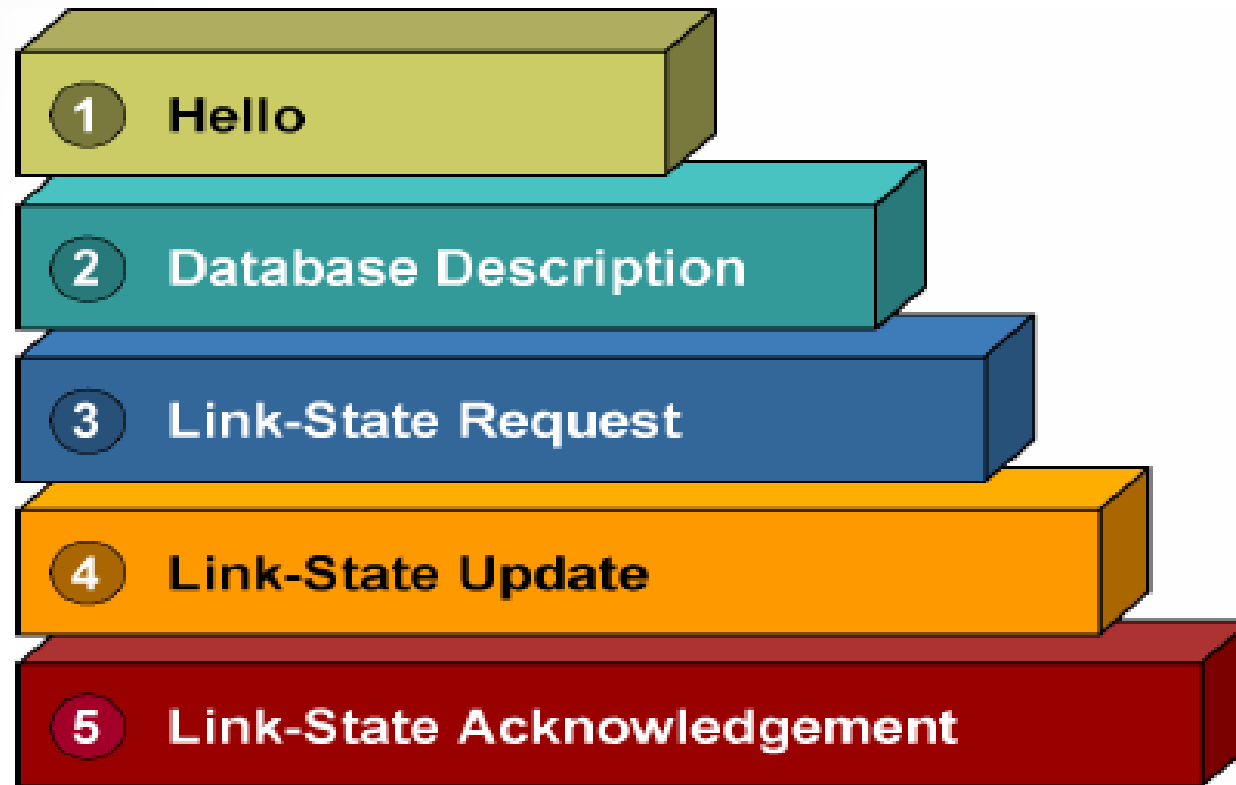
OSPF pakety



Využívá IP paketů pro přenos směrovacích informací

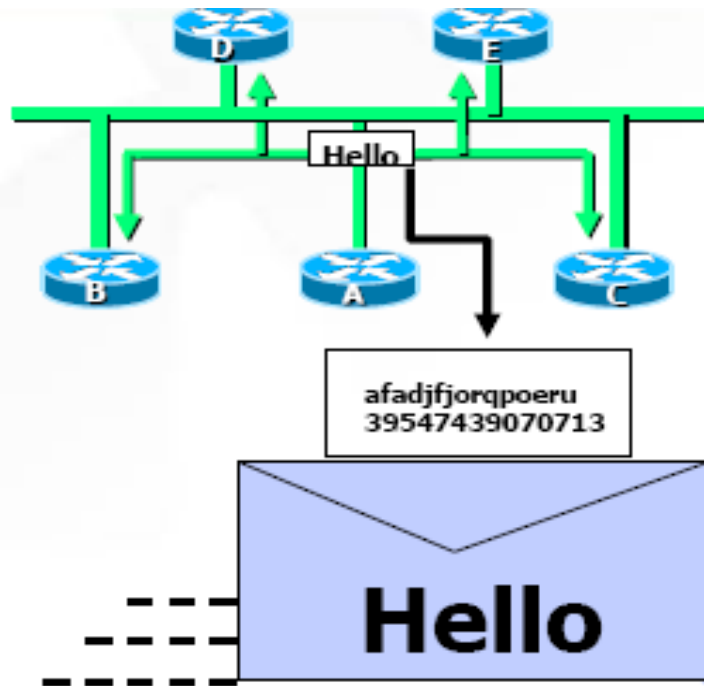
Používá Protocol Number 89

OSPF- typy paketů



OSPF hello pakety

- navazují a udržují vztahy mezi routery
- posílány každých 10sec



Router ID
Hello/dead intervals *
Neighbors
Area-ID *
Router priority
DR IP address
BDR IP address
Authentication password *
Stub area flag *

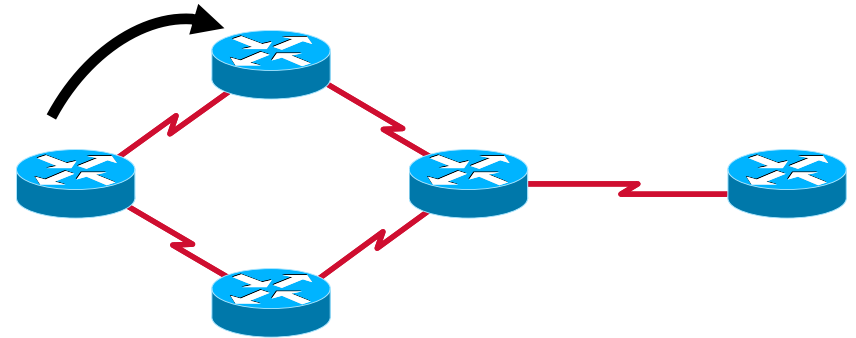
* Záznam musí být shodný na sousedních směrovačích.

OSPF časovače

- Hello = 10s

`hello-interval`

Hello timers supersede
keepalive timers



- Neighbor down = 4 x hello

`dead-interval`

- Mezi LSA resends = 5s

> RTT

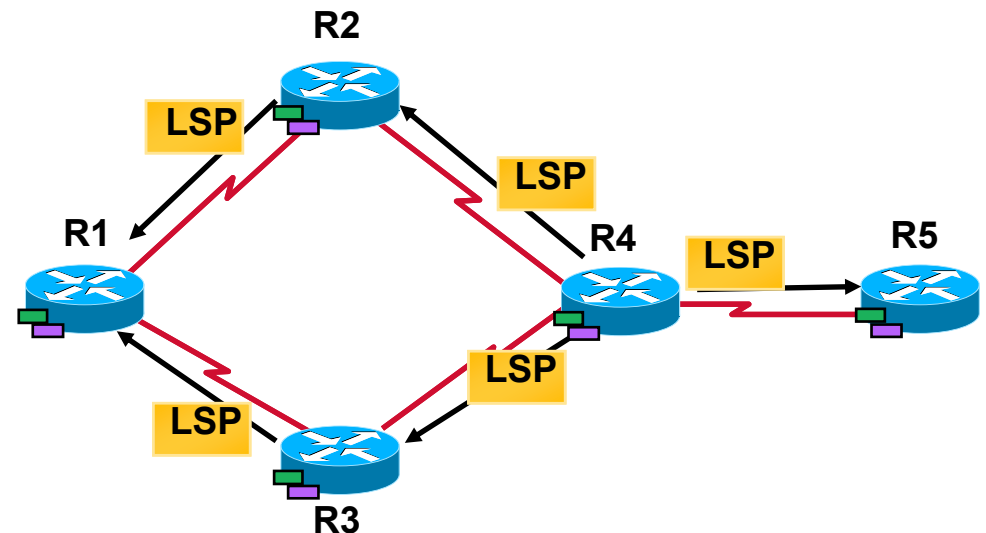
`retransmit-interval`

- Time pro posílání update = 1s

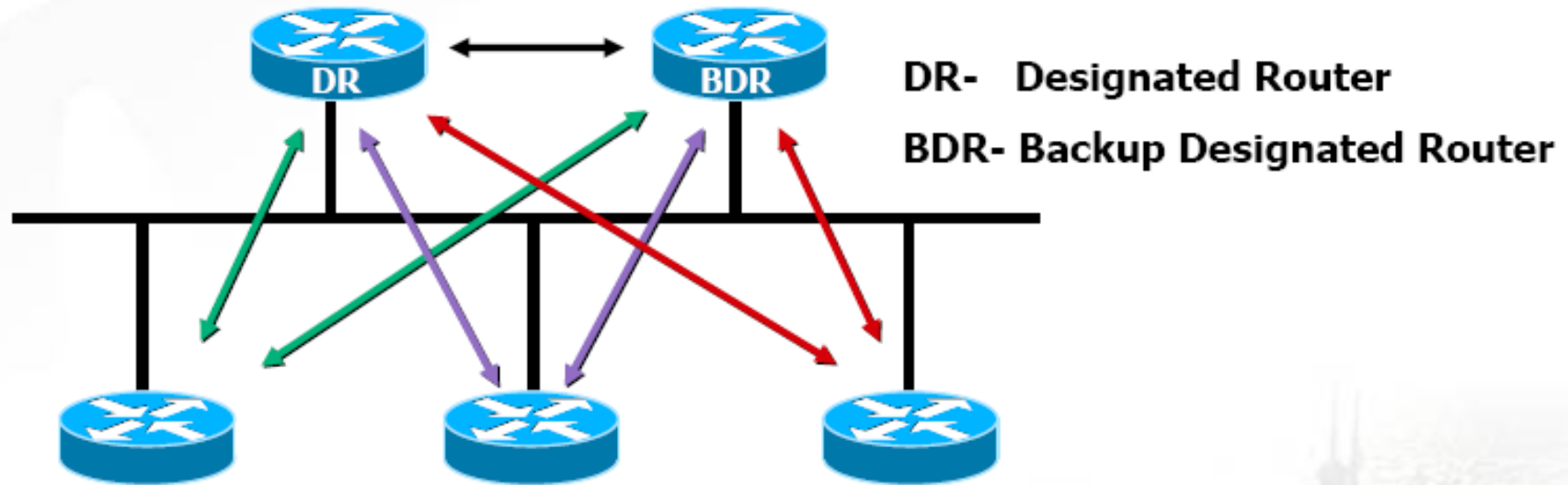
`transmit-delay`

- Čas mezi spuštěním spf
= 10s

`timers spf`



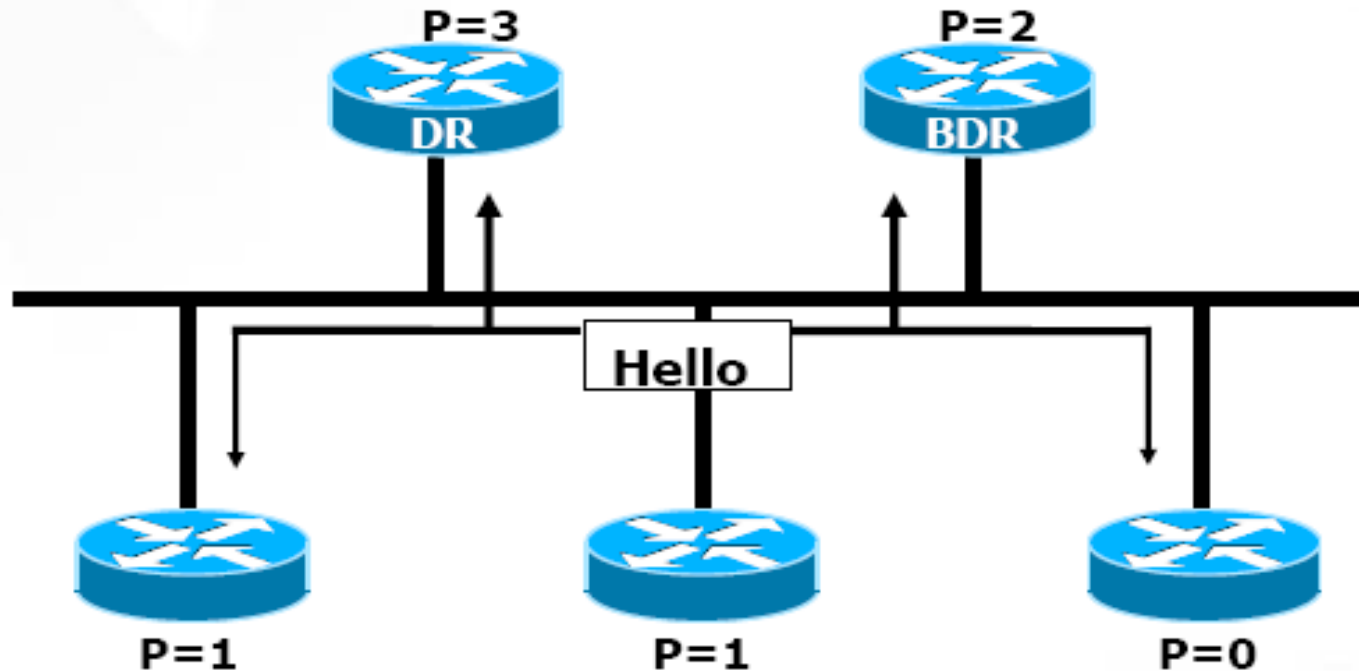
Navázání vztahů (adjacency) - DR a BDR



Problém broadcast sítí – hodně HELLO paketů protože je hodně sousedů – výběr DR a BDR

- Hello pakety je pro každý segment zvolen jeden DR a jeden BDR
- Každý směrovač pak vytvoří sousední vztahy pouze s DR a BDR

Jak se DR a BDR volí ?



- Hello pakety jsou posílány jako multicasty
- Router s nejvyšší OSPF prioritou je zvolen jako DR, druhý nejvyšší jako BDR

Identifikace routeru v OSPF – RID

- číslo pod kterým je router identifikován v OSPF
- automaticky : nejvyšší IP adresa na aktivním rozhraní
- lepší je změnit na LOOPBACK interface

```
Router(config)# interface loopback 0  
Router(config-if)# ip address A.B.C.D M.M.M.M
```

OSP v point-to-point spoji

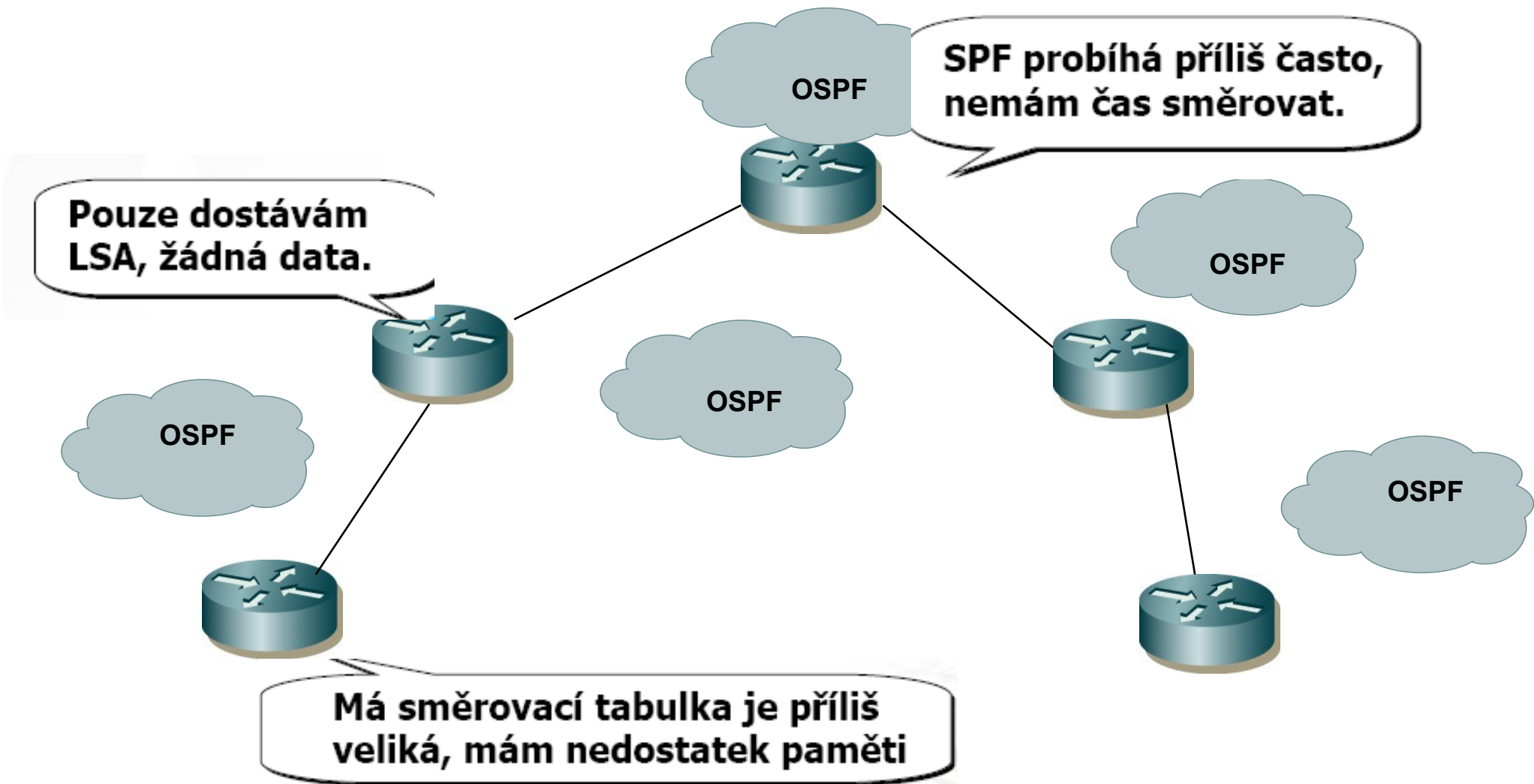


- Router automaticky zjistí svého souseda pomocí Hello protokolu
- Nevolí se DR a BDR- routery vytvoří 'adjacency' spolu
- OSPF pakety jsou vždy posílány jako multicasty na 224.0.0.5

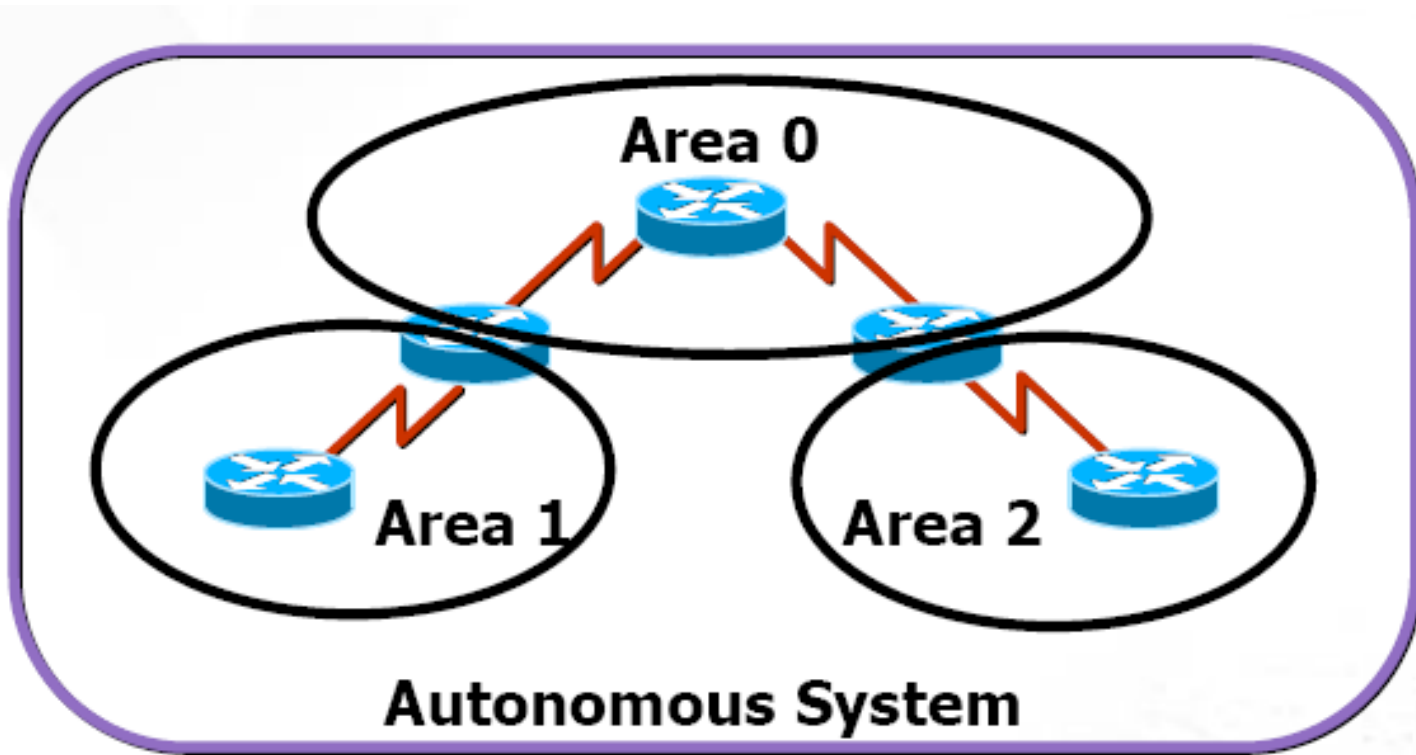
LSA –Link State Advertisements

- LSA typ 1 – jakýkoliv router (RID, počet linek, popis linek)
- LSA typ 2 – posílá RD o segmentu který zastupuje (NET, připojené routery RID)
- LSA typ 3/4 – posílá ABR router mezi AREA
- LSA typ 5 - posílá ASBR informaci o externí route

Problematika rozsáhlých OSPF sítí

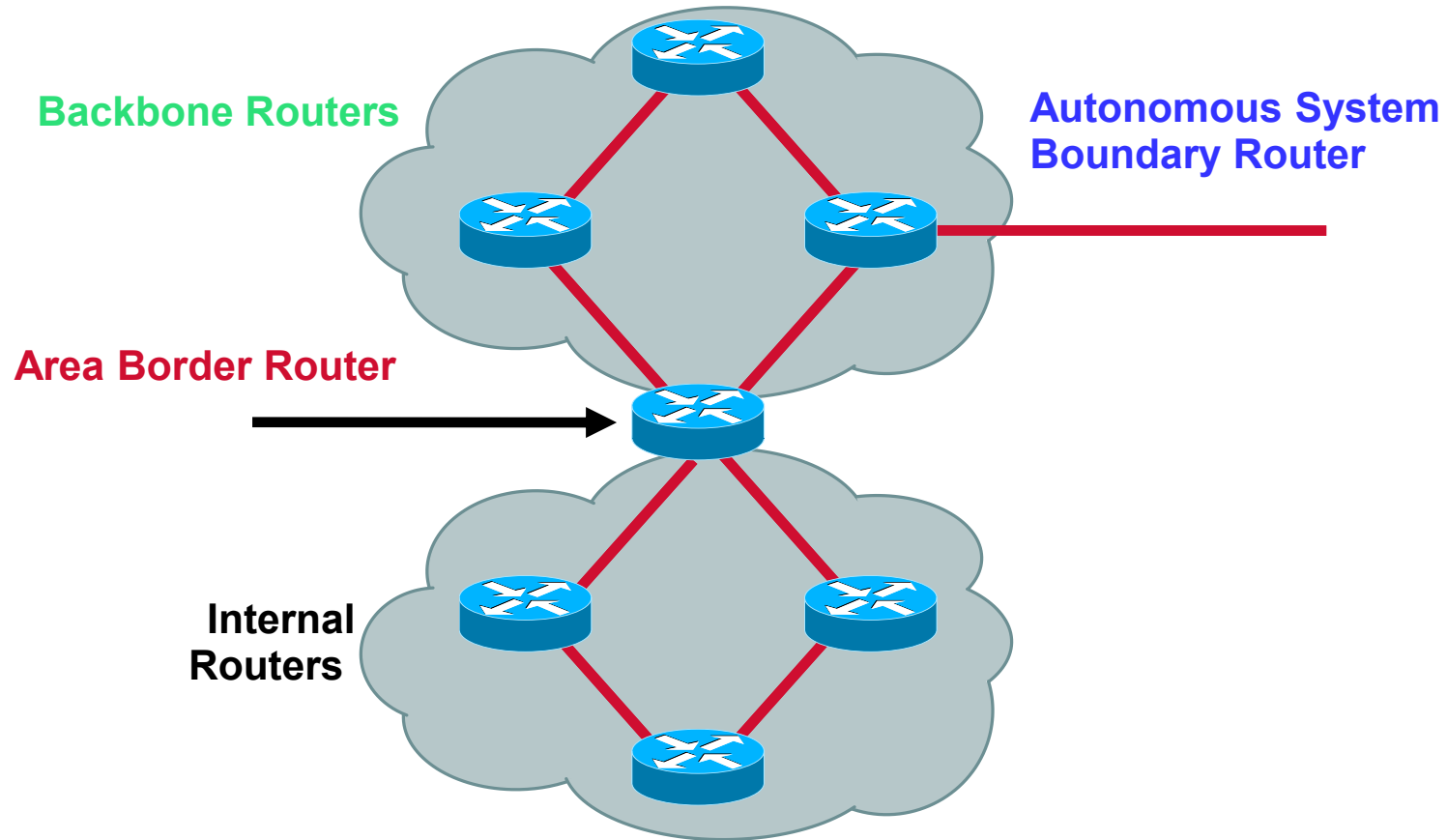


Řešení: hierarchické směrování



V jednom AS několik oblastí
Minimalizuje posílání směrovacích
informací

Klasifikace OSPF routerů



Konfigurace OSPF (pro area 0)

```
Router (config)# router ospf process-id
```

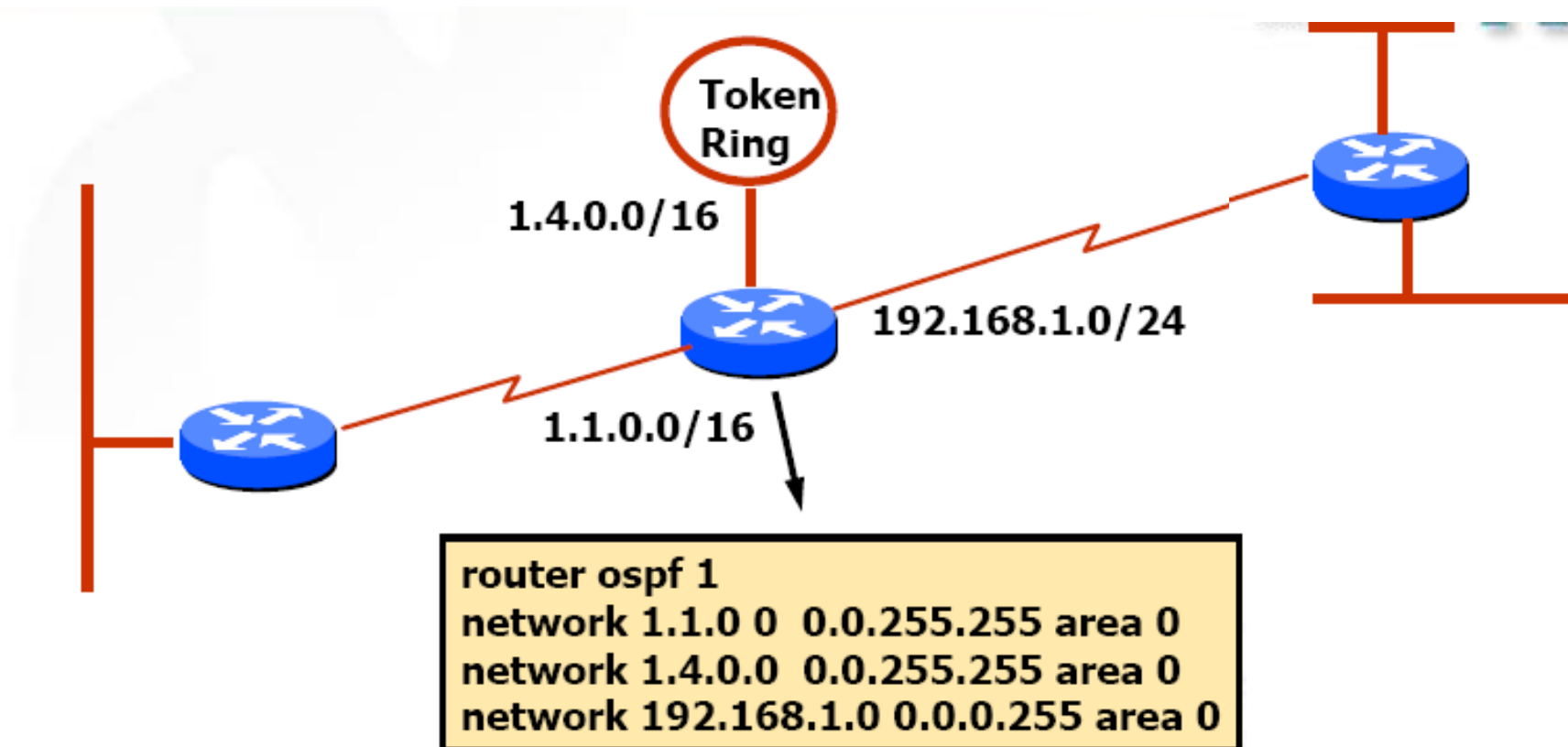
- Spustí směrovací protokol OSPF na routeru

```
Router (config-router)# network address wildcard-mask area area-id
```

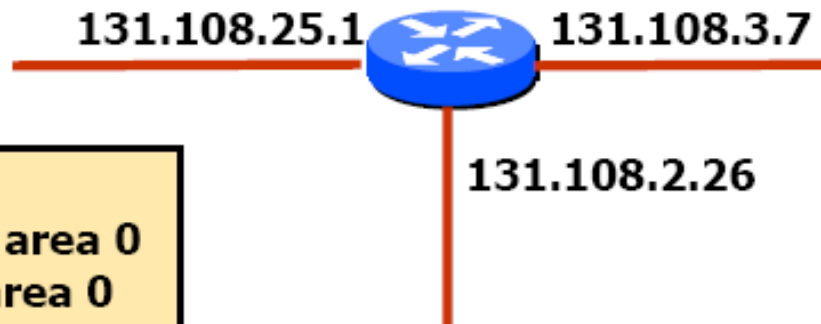
- Spustí protokol OSPF na příslušném rozhraní

wildcard-mask = „**obrácená**“ ***network mask***

Příklad konfigurace OSPF (pro area 0)



Příklad alternativních konfigurací OSPF

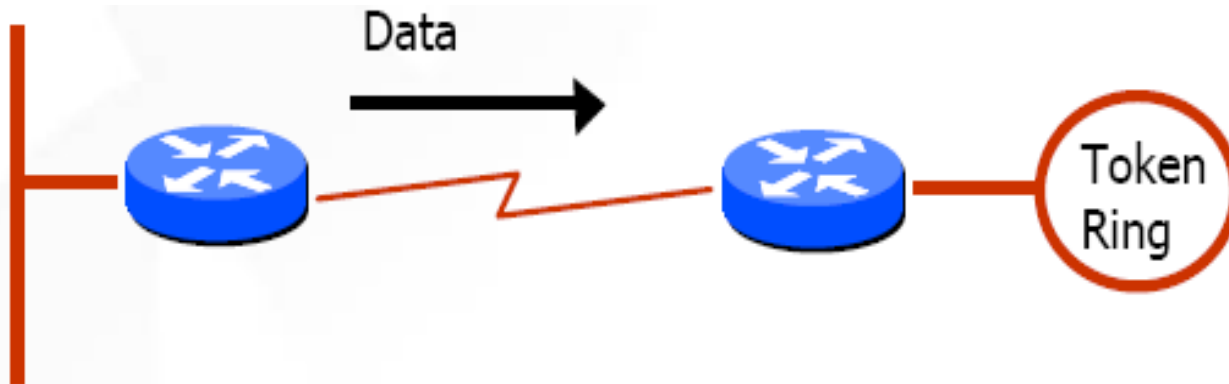


```
router ospf 63
network 131.108.25.1 0.0.0.0 area 0
network 131.108.3.7 0.0.0.0 area 0
network 131.108.2.26 0.0.0.0 area 0
```

```
router ospf 63
network 131.108.0.0 0.0.255.255 area 0
```

```
router ospf 63
network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
```

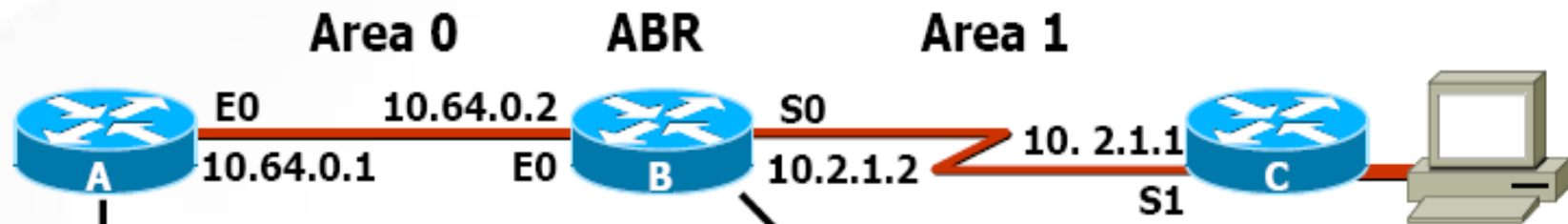
Změna metriky



```
Router (config-if)# ip ospf cost cost
```

- Přiřazuje určitou metriku výstupnímu rozhraní administrátorským zásahem

Příklad konfigurace OSPF - multiarea



```
<Output Omitted>
interface Ethernet0
 ip address 10.64.0.1 255.255.255.0
!
<Output Omitted>
router ospf 77
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

```
<Output Omitted>
interface Ethernet0
 ip address 10.64.0.2 255.255.255.0
!
interface Serial0
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
<Output Omitted>
router ospf 50
 network 10.2.1.2 0.0.0.0 area 1
 network 10.64.0.2 0.0.0.0 area 0
```


Kontrola OSPF konfigurace

Router#

```
show ip ospf border-routers
```

Vypíše ABR a ASBR routery v OSPF AS

Router#

```
show ip ospf process-id
```

Statistiky o každé oblasti, ke které je router připojen

Router#

```
show ip ospf database
```

Vypíše obsah OSPF link-state databáze

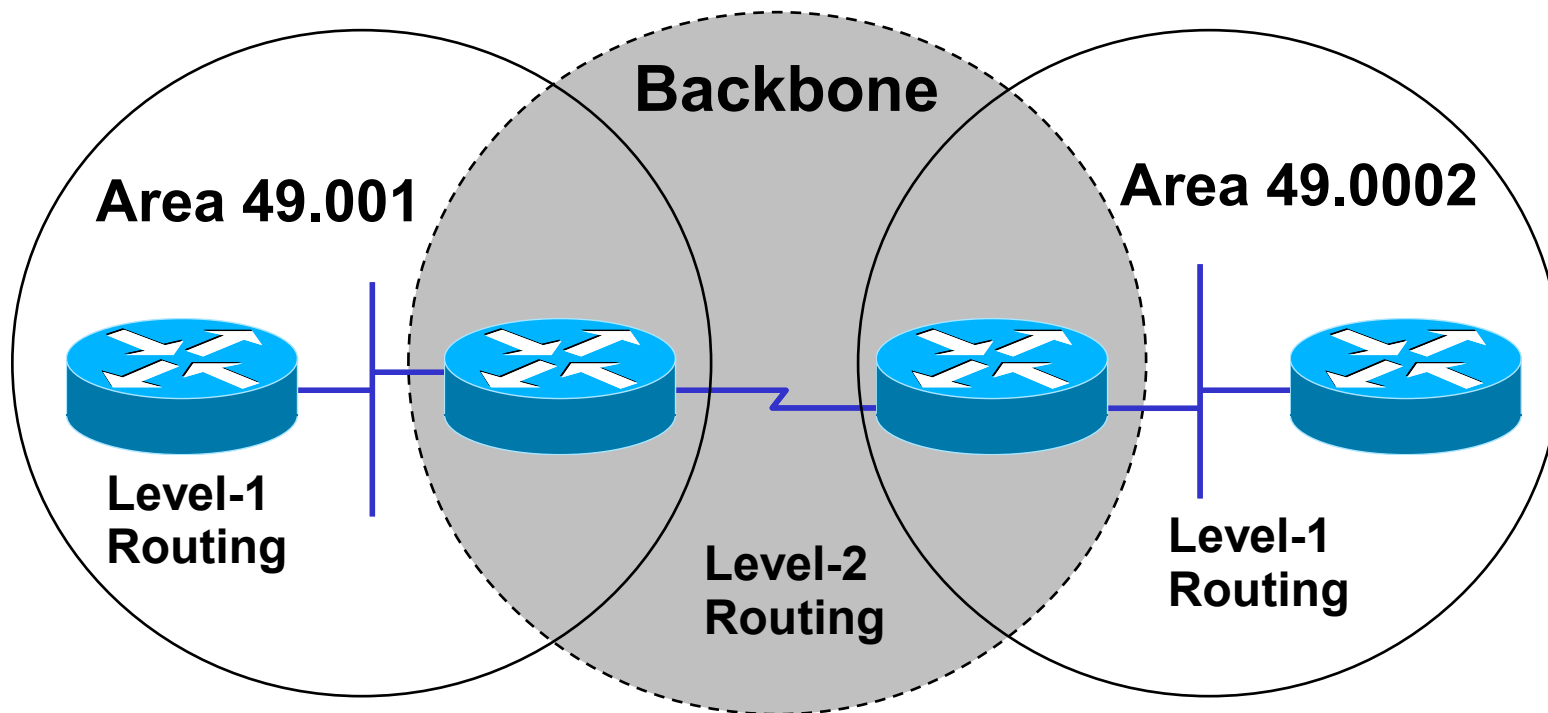
OSPF – další kontrolní příkazy

- **show ip protocols**
- **show ip ospf interface**
- **show ip ospf neighbors**
- **show ip ospf database**
- **debug ip ospf events**
- **....**

Protokol IS-IS - Intermediate System-to-Intermediate System

- **Intradomain Open System Interconnection (OSI)** dynamic routing protocol
- OSI Connectionless Network Service (CLNS)
- Popis v ISO 8473, ISO 9542, ISO 10589 (CLNP, ES-IS, **IS-IS**)
- OSI CLNS is a network layer service similar to IP service
- IS-IS routing protocol link-state protocol

Směrovací protokol IS-IS

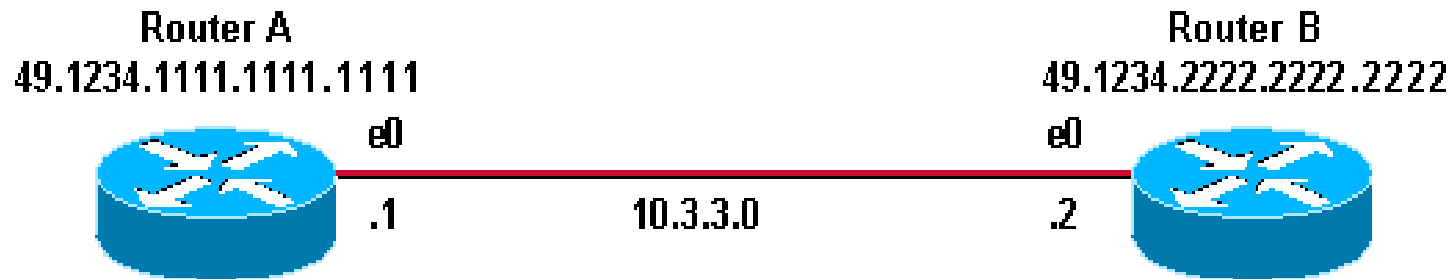


- Jako OSPF, 2-level routing hierarchy
 - **Uvnitř area:** level-1
 - **Mezi areas:** level-2
 - Level 1-2 Routers: Level-2 routers may also participate in L1 routing

Protokol IS-IS

- Hierarchical routing
- Classless behavior
- Rapid flooding of new information
- Fast Convergence
- Very scalable
- Flexible timer tuning

IS-IS konfigurace



Router A

```
interface ethernet 0
ip address 10.3.3.1 255.255.255.0
ip router isis
```

```
interface ethernet1
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
ip router isis
```

```
router isis
net 49.1234.1111.1111.1111.00
```

Router B

```
interface ethernet 0
ip address 10.3.3.2 255.255.255.0 ip
router isis
```

```
interface ethernet1
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
ip router isis
```

```
router isis
net 49.1234.2222.2222.2222.00
```

Kontrola rozesílání směrovacích informací

Změna administrativní vzdálenosti

- Pro RIP, IGRP, OSPF

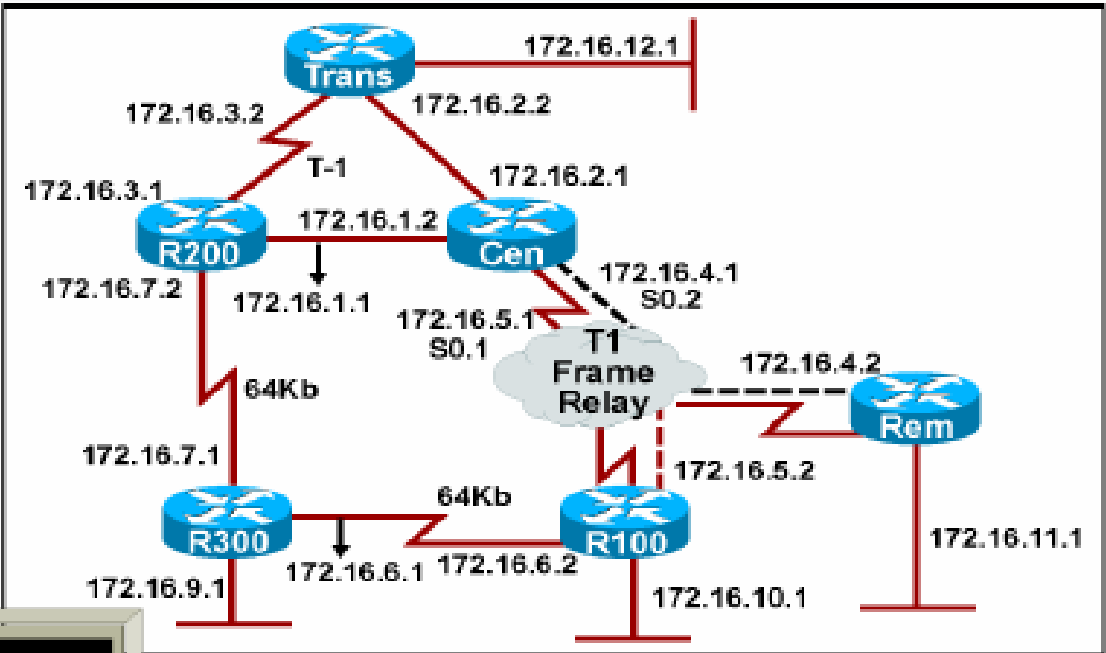
```
Router(config-router)#distance weight [address-mask [access-list-number | name]]
```

- Pro EIGRP

```
Router(config-router)#distance eigrp internal-distance external-distance
```


Omezení zasílání směrovacích informací

Jak mohu omezit rozesílání routing updates na některé z těchto linek??

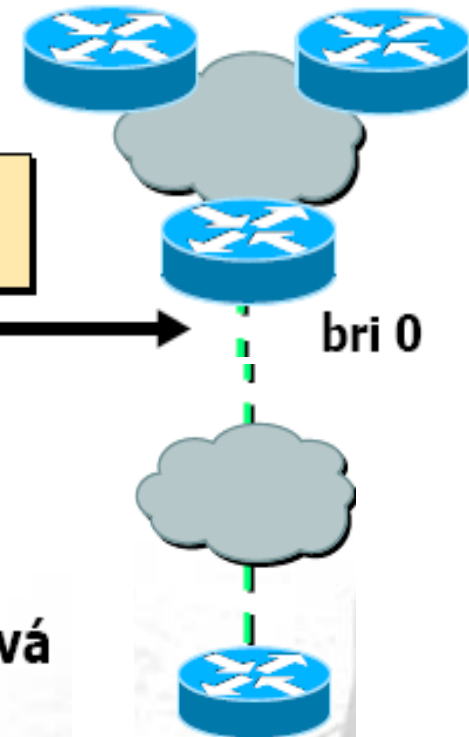


- Passive interface
- Default routes
- Static routes
- Route Filters (Distribute list)

Passive interface

```
Router(config)#router igrp 100  
Router(config-router)#passive-interface bri0
```

- **Neposílá routing updates na specifikované rozhraní**
- **U RIP a IGRP protokolu router stále dostává routing updates na dané rozhraní**
- **U EIGRP a link-state protokolů router nedostává routing updates na dané rozhraní**
- **Příkaz *passive-interface default* aplikuje passive-interface na všechny rozhraní (od IOS ver 12.0)**



Konfigurace distribute - listu

Pro odchozí rozhraní:

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

```
distribute-list {access-list-number | name} out  
[interface-name | routing-process | [autonomous-system  
number]]
```

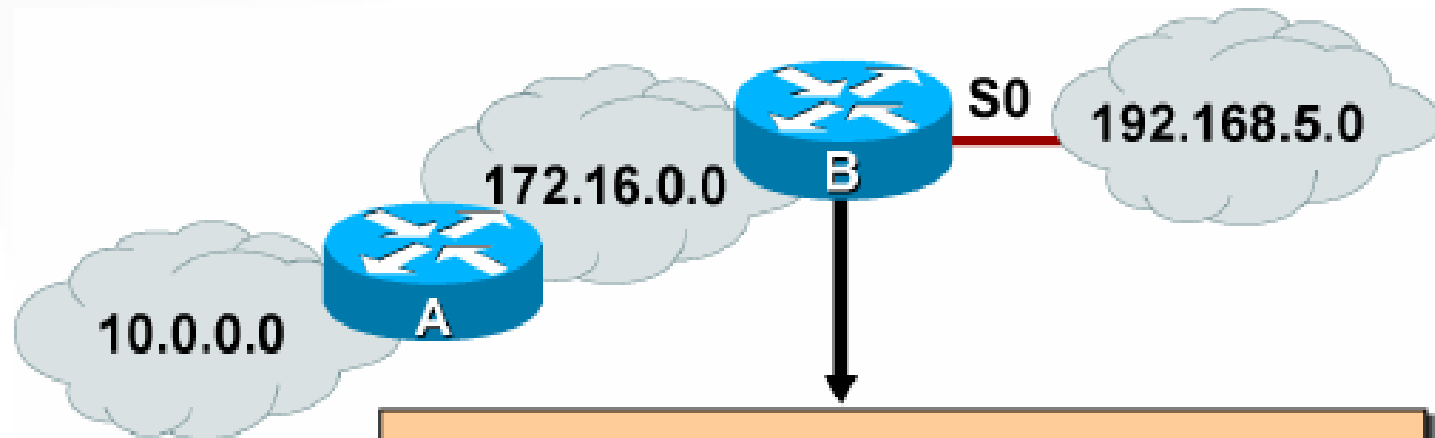
Pro příchozí (přijímající) rozhraní:

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

```
distribute list {access-list-number | name} in [type number]
```

- K povolení/ zakázání publikovaných sítí použít access list.
- Access list může být aplikován na příchozí, odchozí a redistribuované směrovací informace

Filtrování s použitím distribute - listu



```
router eigrp 1
  network 172.16.0.0
  network 192.168.5.0
  distribute-list 7 out s0
!
access-list 7 permit 172.16.0.0 0.0.255.255
```

Filtrování redistribuce s distribute - listem



Konfigurace směrovače B

```
router ospf 1
 network 10.0.0.8 0.0.0.3 area 0
 redistribute rip subnets
 distribute-list 2 out rip

router rip
 network 10.0.0.0
 version 2
 passive-interface s3
 redistribute ospf 1 metric 5
 distribute-list 3 out ospf 1

access-list 2 deny 10.3.0.0.0.0.0.255.255
access-list 2 permit any

access-list 3 permit 10.9.0.0
```