

Statické smerovanie

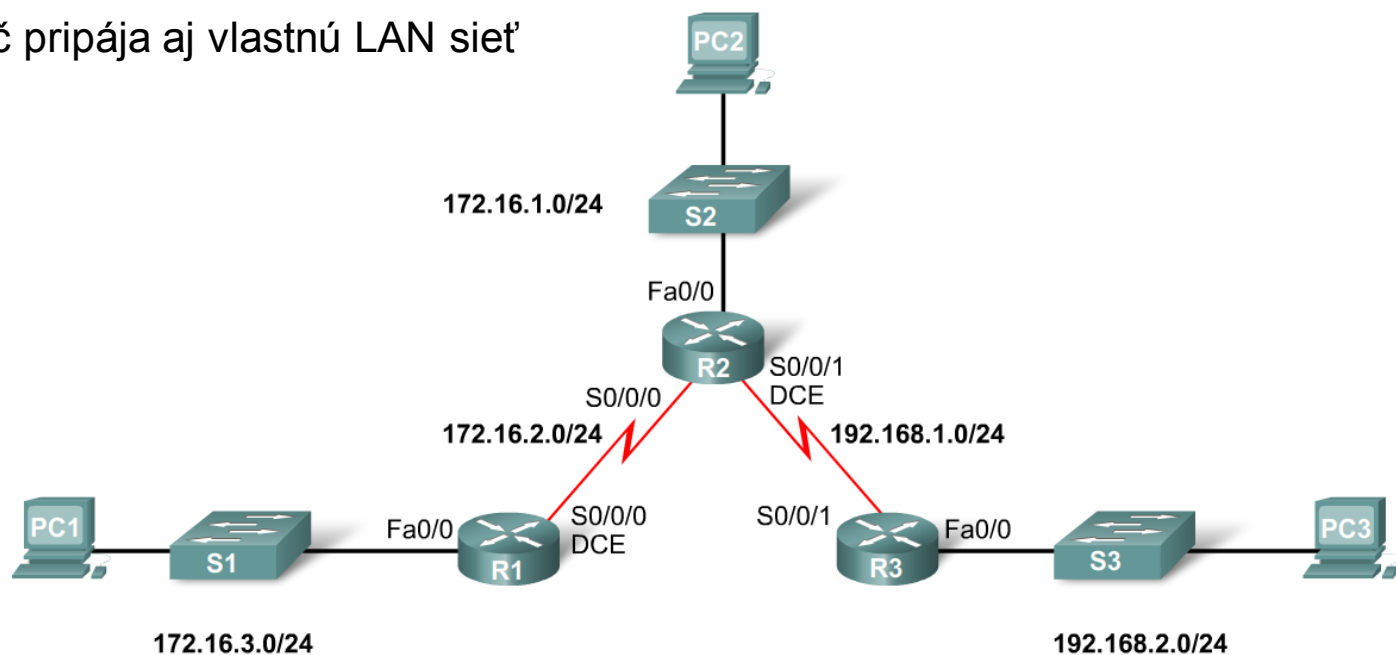


Ciele modulu

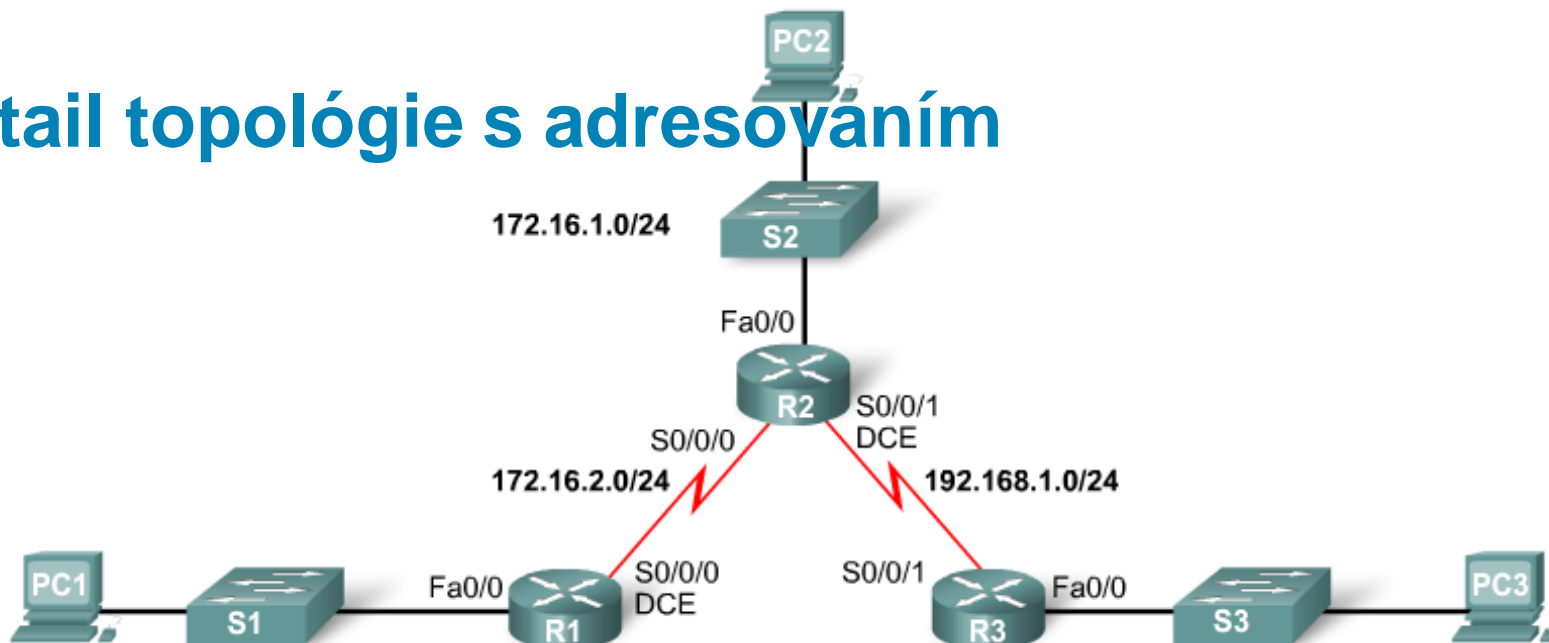
- Diskusia o priamo pripojených sieťach a rozdieloch v rozhraniach smerovačov
- Smerovanie medzi priamo pripojenými sieťami
- Statické smerovacie položky definované výstupným rozhraním resp. adresou nasledujúceho smerovača
- Diskusia o sumárnych smerovacích záznamoch a tzv. default route
- Proces smerovania s využitím statických smerovacích záznamov
- Diskusia o údržbe statických smerovacích položiek a riešení problémov s nimi spojených
- Využitie diagnostického protokolu CDP

Účel smerovača

- Funkcie smerovača v sieti:
 - Ohraničovanie broadcastových domén
 - Prepojenie rôznych (nekompatibilných) linkových technológií
 - Výber najlepšej cesty
 - Preposielanie paketov k ich cieľu
- Predpokladajme nasledujúcu sieťovú topológiu:
 - 3 smerovače vzájomne prepojené sériovými rozhraniami
 - Každý smerovač pripája aj vlastnú LAN sieť



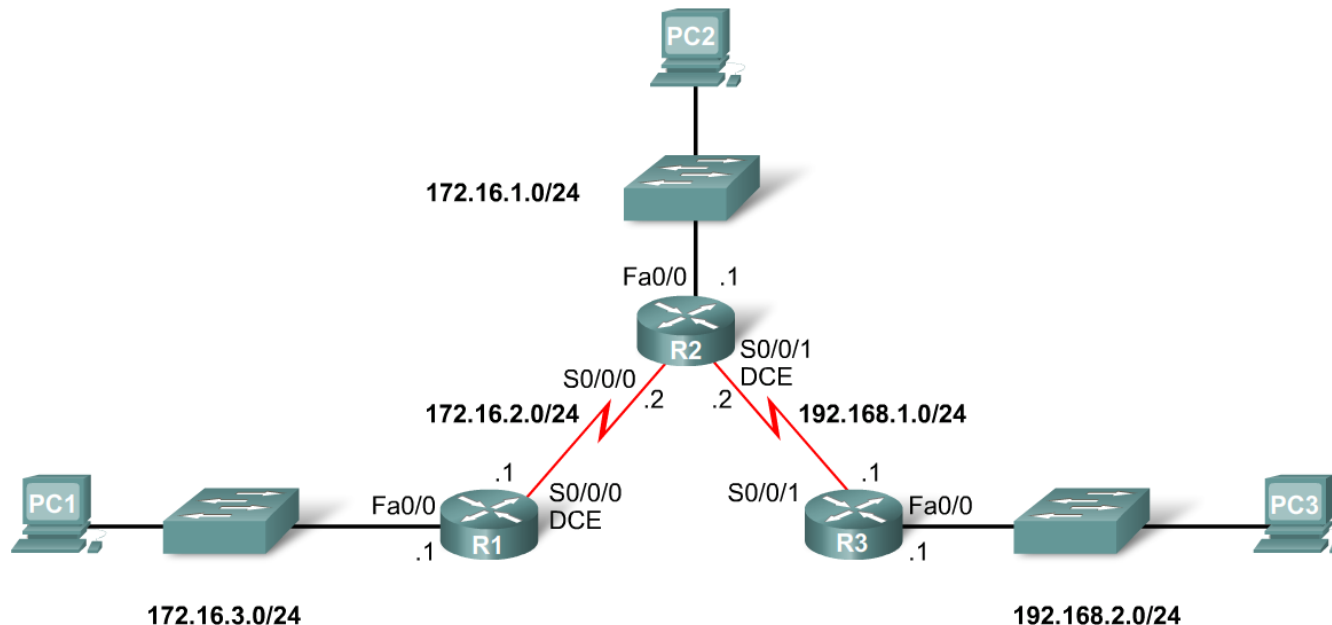
Detail topológie s adresovaním



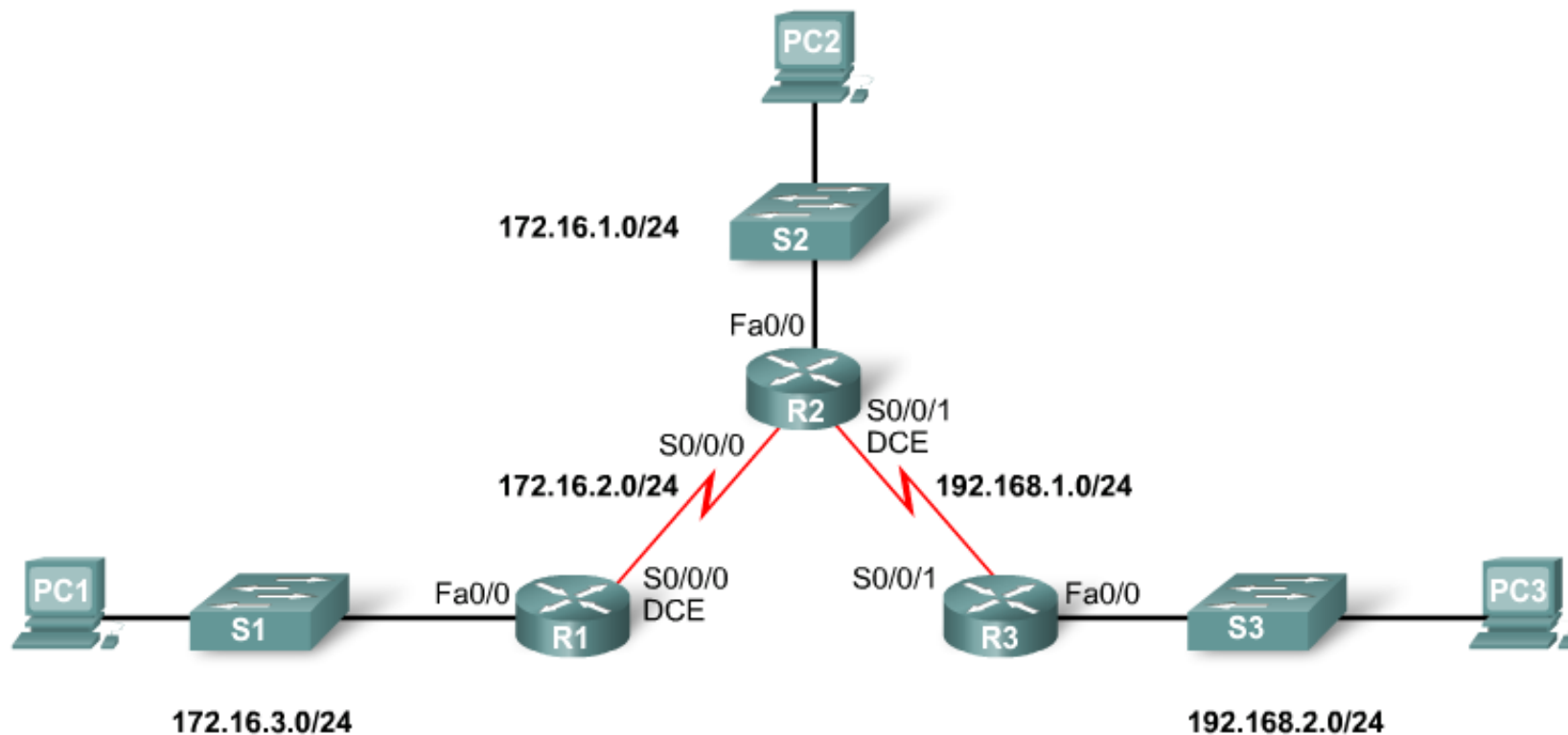
Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	172.16.3.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0	172.16.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.2.2	255.255.255.0	N/A
	S0/0/1	192.168.1.2	255.255.255.0	N/A
R3	Fa0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/1	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
PC1	NIC	172.16.3.10	255.255.255.0	172.16.3.1
PC2	NIC	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
PC3	NIC	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.1

Priamo pripojené siete

- Na smerovači, ktorý má nakonfigurované iba sieťové rozhrania, sa v smerovacej tabuľke nachádzajú iba priamo pripojené siete
 - Siete na vlastných aktívnych rozhraniach smerovača
 - Takýto smerovač teda vie komunikovať iba s bezprostredne susednými zariadeniami



Príklad - diagnostika konektivity



- ping
- admin ping
- traceroute
- Kam sa až dostanem s ping-om z R2 a prečo?

Priamo pripojené siete

- Bez spusteného dynamického smerovacieho protokolu
 - Smerovač má v smerovacej tabs info len o priamo pripojených sieťach
 - Navyše musia byť aktívne (L1/L2)

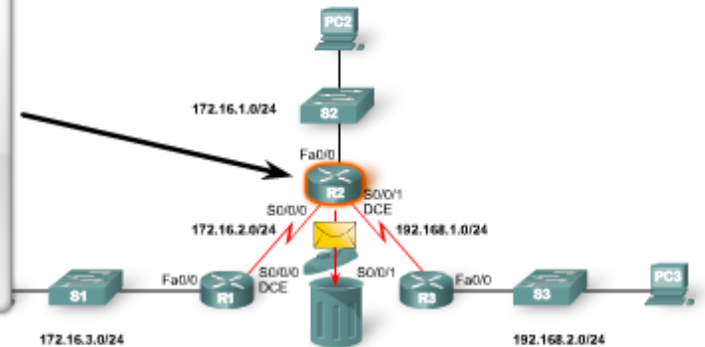
```
R1#show ip route
(**output omitted**)
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
R2#show ip route
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
R3#show ip route
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C       192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Ping z R2 na 172.16.3.1 - zlyhá

```
R2#ping 172.16.3.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.3.1,
  timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
R2#
```

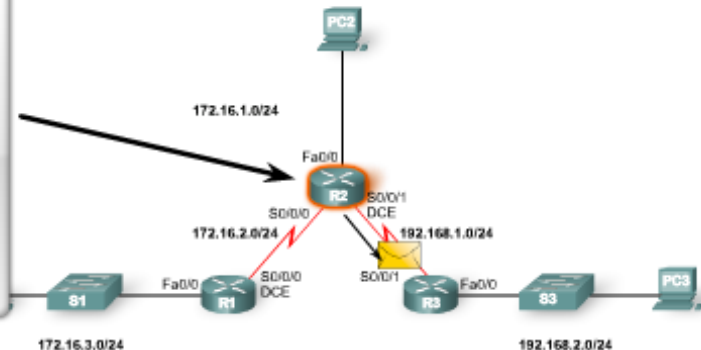


```
R2#show ip route
***output omitted***
      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R2#
```

Destination IP Address	172.16.3.1	10101100.00010000.00000011.00000001	No Match
First route in routing table	172.16.1.0	10101100.00010000.00000001.00000000	
Destination IP Address	172.16.3.1	10101100.00010000.00000011.00000001	No Match
Second route in routing table	172.16.2.0	10101100.00010000.00000010.00000000	
Destination IP Address	172.16.3.1	10101100.00010000.00000011.00000001	No Match
Third route in routing table	192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000	

Ping z R2 na 192.168.1.1 – úspěch

```
R2#ping 192.168.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.1,
timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5)
R2#
```



```
R2#show ip route
***output omitted***
      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R2#
```

Destination IP Address	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001	No Match
First route in routing table	172.16.1.0	10101100.00010000.00000001.00000000	
Destination IP Address	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001	No Match
Second route in routing table	172.16.2.0	10101100.00010000.00000010.00000000	
Destination IP Address	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001	Match!!
Third route in routing table	192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000	

Napíňanie smerovacej tabuľky

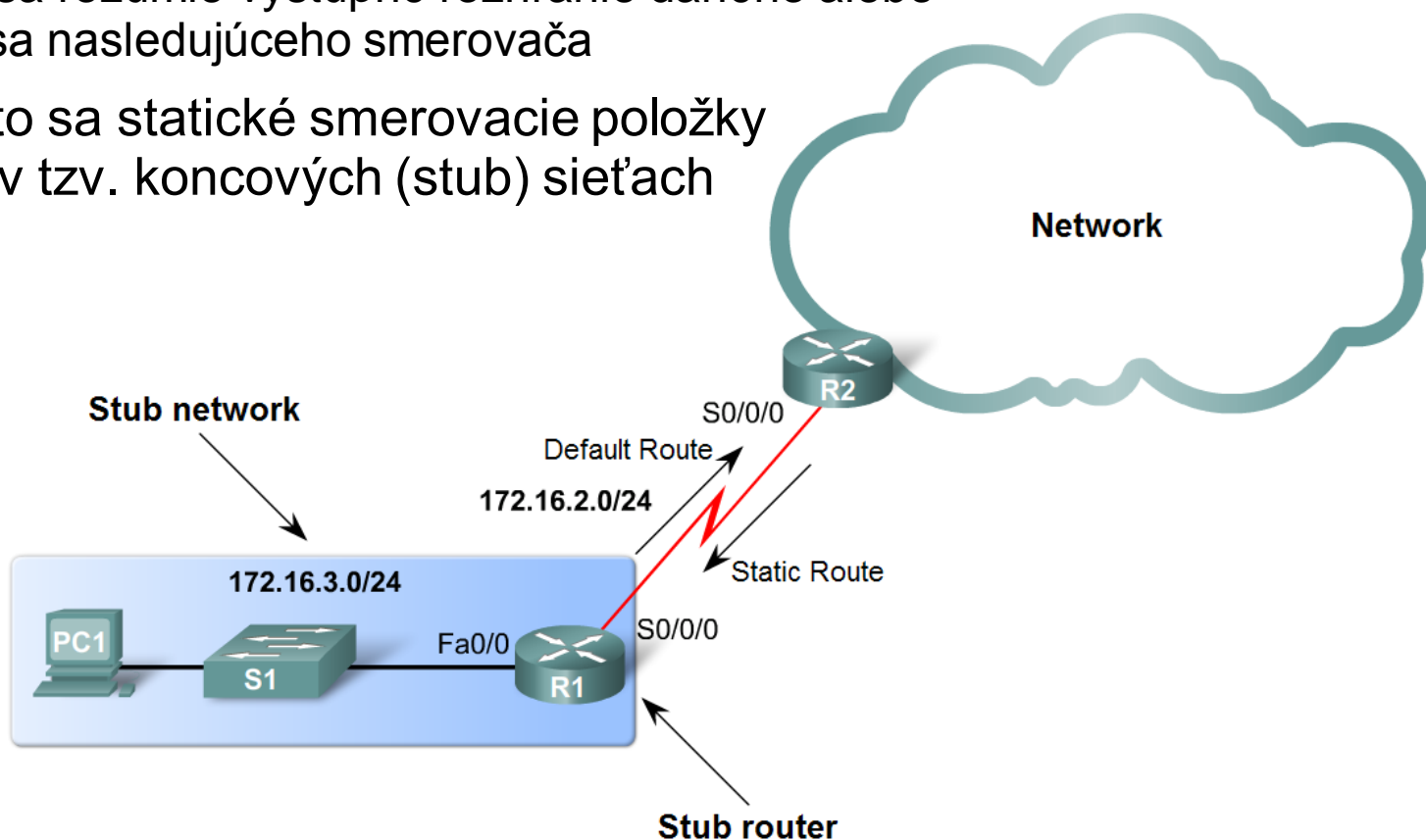
- Siete, ktoré nie sú k smerovaču priamo pripojené, bez ďalšieho zásahu smerovač nepozná
 - Ak však smerovač nejakú sieť nepozná, nemôže do nej doručovať pakety – paket idúci do neznámeho cieľa smerovač zahodí
- Ak má smerovač doručovať pakety do sietí, ktoré nie sú priamo pripojené, musia byť ich adresy do smerovacej tabuľky pridané istým procesom
- Tento proces môže byť dvoch druhov
 - Statický – záznamy v smerovacej tabuľke vytvára administrátor ručne
 - Dynamický – záznamy v smerovacej tabuľke si vytvárajú smerovače automaticky na základe vzájomnej spolupráce pomocou tzv. dynamických smerovacích protokolov

Napíňanie smerovacej tabuľky

- Oba prístupy majú svoje výhody i nevýhody
- Dynamické smerovacie protokoly
 - Po úvodnej konfigurácii pracujú samočinne a zabezpečujú, že smerovacie tabuľky všetkých smerovačov vždy obsahujú aktuálne informácie – cieľové siete a cesty k nim
 - Predstavujú dodatočnú činnosť, ktorú smerovače musia vykonávať, a teda aj dodatočnú spotrebu ich systémových prostriedkov
- Statické smerovacie položky
 - Je ich nutné vkladať ručne na každý smerovač
 - Za ich správnosť a aktuálnosť zodpovedá administrátor
 - Neprispôsobujú sa aktuálnemu stavu siete
 - Nespôsobujú však dodatočnú záťaž pre smerovače

Statické smerovacie položky

- Statická smerovacia položka
 - Informuje o vzdialenej (t.j. nie priamo pripojenej) sieti, jej maske, a ceste k nej
 - Cestou sa rozumie výstupné rozhranie daného alebo IP adresa nasledujúceho smerovača
- Veľmi často sa statické smerovacie položky používajú v tzv. koncových (stub) sieťach



Statické smerovacie položky

- Statické smerovacie položky sa definujú príkazom

ip route *sieť maska výstupné-rozhranie*

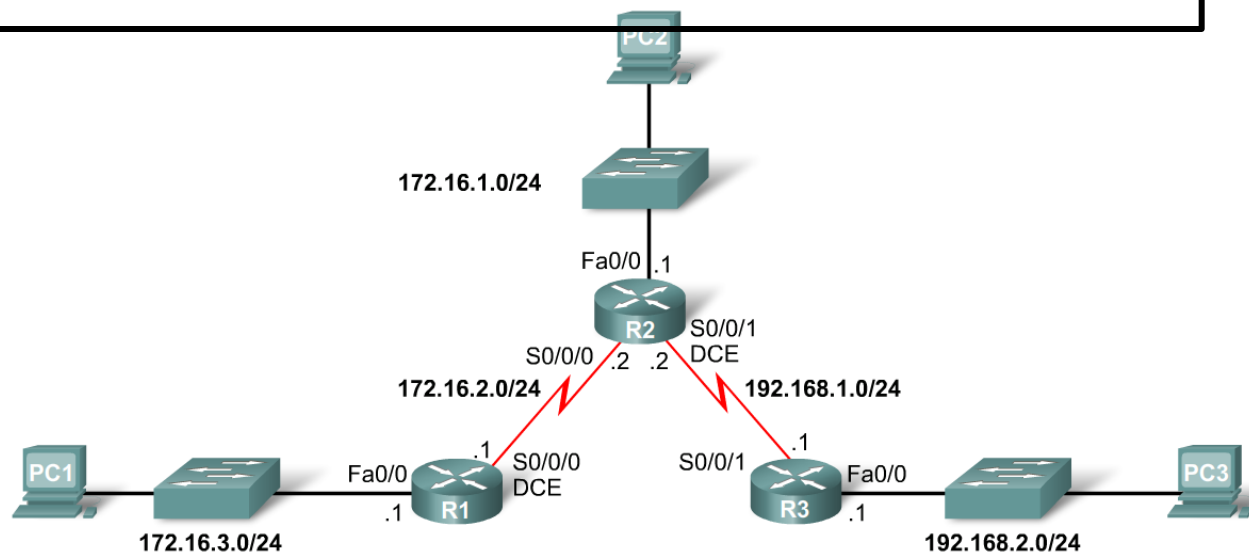
alebo

ip route *sieť maska IP-adresa-ďalšieho-smerovača*

- Príklady pre R1

```
R1(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 s0/0/0
```

```
R1(config)# ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
```



Overenie konfigurácie statickej cesty

```
R1(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
R1(config)#end
R1#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, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S       172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S       192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
S       192.168.2.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
```

```
R1#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 849 bytes
!
hostname R1
!
(**output omitted**)
!
ip classless
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
!
(**output omitted**)
!
end

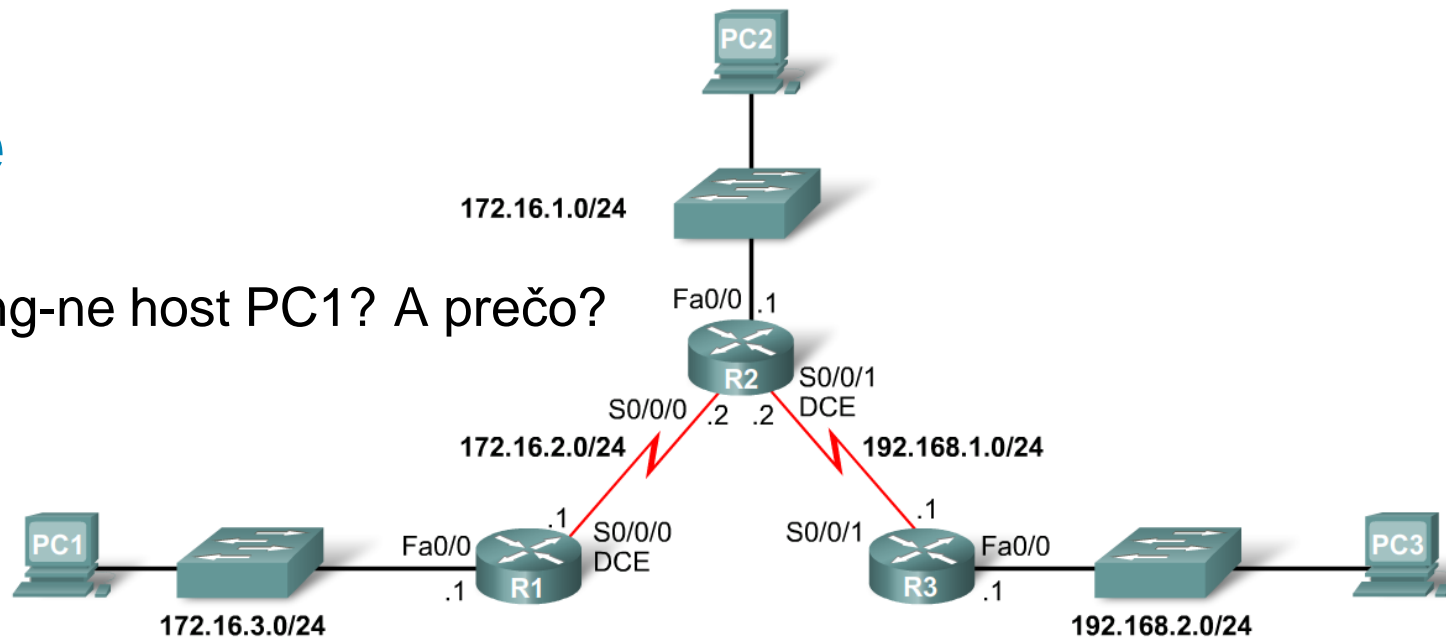
R1#
```

Uloženie konfigurácie

```
R1(config)# copy running-config startup-config
```

Overenie

- Kam sa ping-ne host PC1? A prečo?



- Fakt 1: Každý smerovač sa rozhoduje sám za seba, riadiac sa výlučne informáciami z vlastnej smerovacej tabuľky
- Fakt 2: To, že jeden smerovač má vo svojej smerovacej tabuľke isté informácie, neznamená, že aj ostatné smerovače majú tie isté informácie
- Fakt 3: Informácia o ceste zo siete X do siete Y, ktorú smerovače poznajú, nehovorí nič o spätnej trase zo siete Y do siete X
- **RIEŠENIE: potrebné dokonfigurovať aj zvýšné smerovače**

Statické smery s použitím výstupného rozhrania

- Statická smerovacia položka môže informáciu o ďalšom postupe paketu obsahovať
 - Buď vo forme výstupného rozhrania
 - Alebo vo forme IP adresy nasledujúceho smerovača na ceste
- Statický smer s využitím výstupného rozhrania je veľmi intuitívny a efektívny
 - Hovorí: „Ak paket ide do tejto siete, nech odíde týmto rozhraním“
 - Záznam okamžite informuje o výstupnom rozhraní, nie je potrebné dodatočné vyhľadávanie
- Podmienky správnej činnosti
 - Výstupné rozhranie musí byť správne nakonfigurované a aktívne
 - Výstupné rozhranie by malo byť typu bod-bod

Riziká pri konfigurácii statických smerov pomocou výstupného rozhrania

- Statické smery definované výstupným rozhraním v sebe skrývajú jedno tiché riziko
 - Hovorí, akým rozhraním má paket odísť, ale nehovorí, ktorý ďalší susedný smerovač za týmto rozhraním má paket spracovať
 - Príklad:

```
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 FastEthernet0/0
```
 - Čo sa stane, ak za rozhraním FastEthernet0/0 je viac smerovačov?
- Definovať statický smer pomocou výstupného rozhrania znamená vyhlásiť, že daná sieť je k nemu priamo pripojená
 - Na takéto siete potom platia pravidlá o komunikácii v priamo pripojenej sieti, t.j. napr. používanie ARP protokolu
 - Keďže však táto sieť reálne priamo pripojená nie je, tieto mechanizmy môžu zlyhať alebo sa nesprávať korektne
 - To je dôvod, prečo sa definovanie statických smerov pomocou výstupného rozhrania má robiť iba pre linkové technológie typu bod-bod (HDLC, PPP, DSL), nie však pre Ethernet

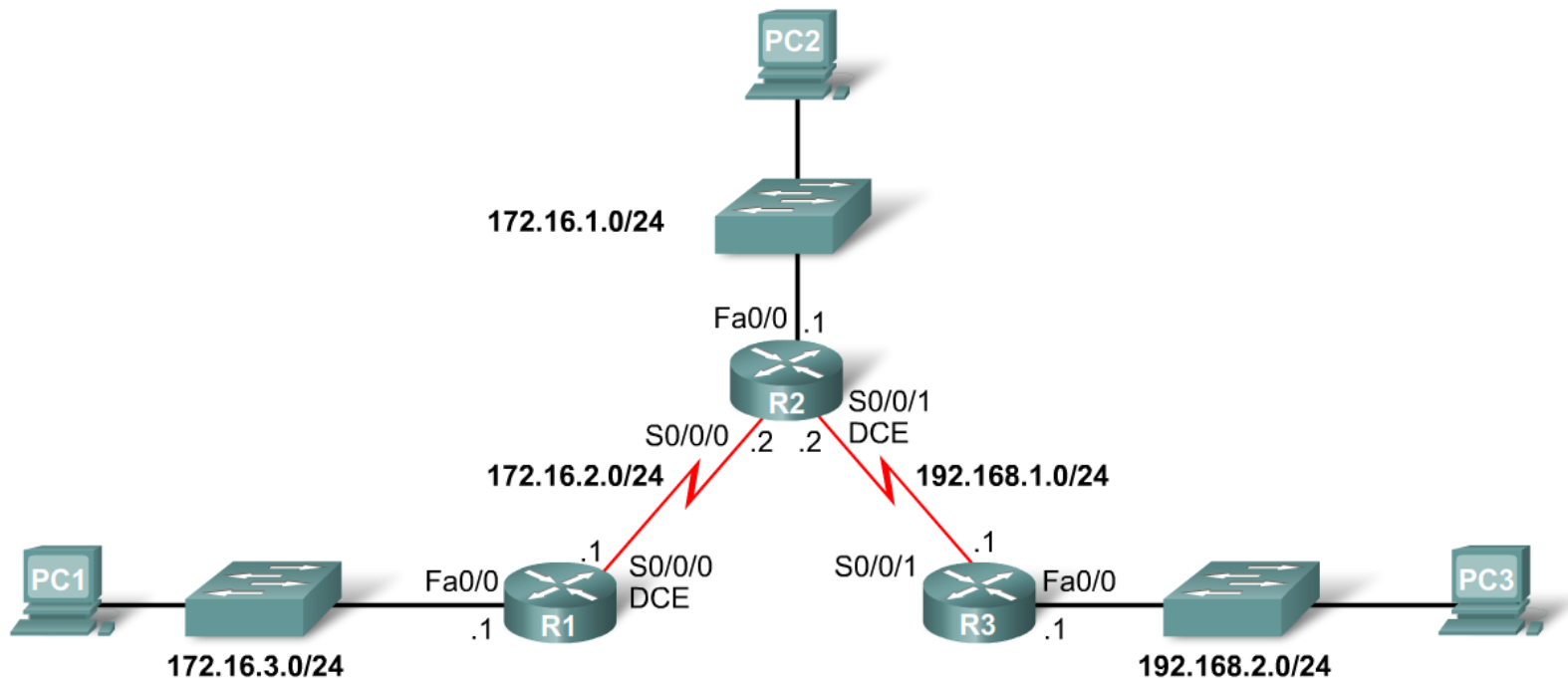
Statické smery s použitím adresy nasledujúceho smerovača

- Statický smer s využitím adresy nasledujúceho smerovača je prirodzený, i keď akomak menej priamy
 - Hovorí: „Ak paket ide do tejto siete, odovzdajme ho tomuto nasledujúcemu smerovaču“
 - Záznam neinformuje o výstupnom rozhraní, iba o IP adrese ďalšieho smerovača na ceste do cieľa
 - Výstupné rozhranie je potrebné zistiť rekurzívnym prehľadávaním smerovacej tabuľky, v ktorom sa snažíme zistiť, na akom priamo pripojenom rozhraní sa tento nasledujúci smerovač nachádza
- Podmienky správnej činnosti
 - IP adresa nasledujúceho smerovača sa musí nachádzať na niektorej priamo pripojenej sieti
 - Rozhranie do tejto priamo pripojenej siete musí byť správne nakonfigurované a aktívne

Príklad konfigurácie statických smerov pomocou adresy nasledujúceho smerovača

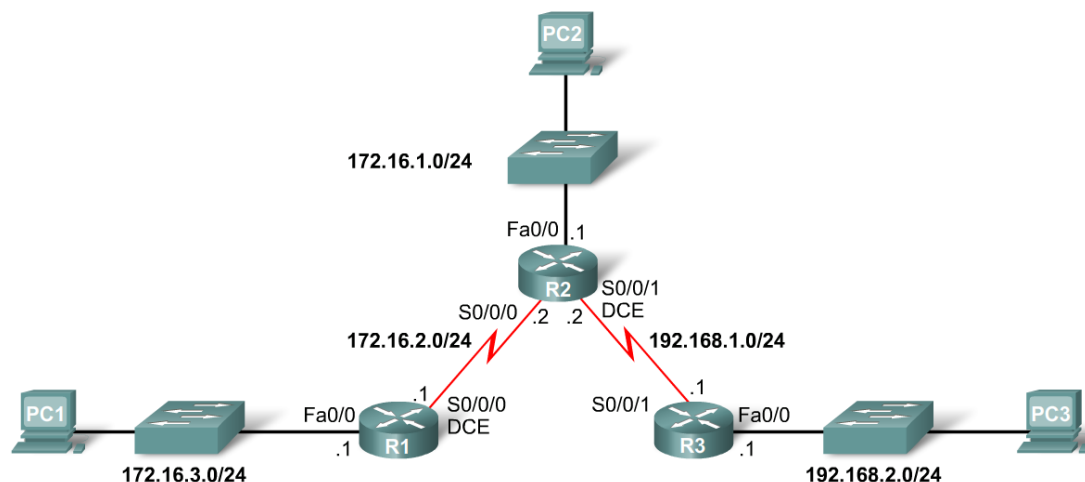
■ Smerovač R1

```
R1(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2  
R1(config)# ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2  
R1(config)# ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
```



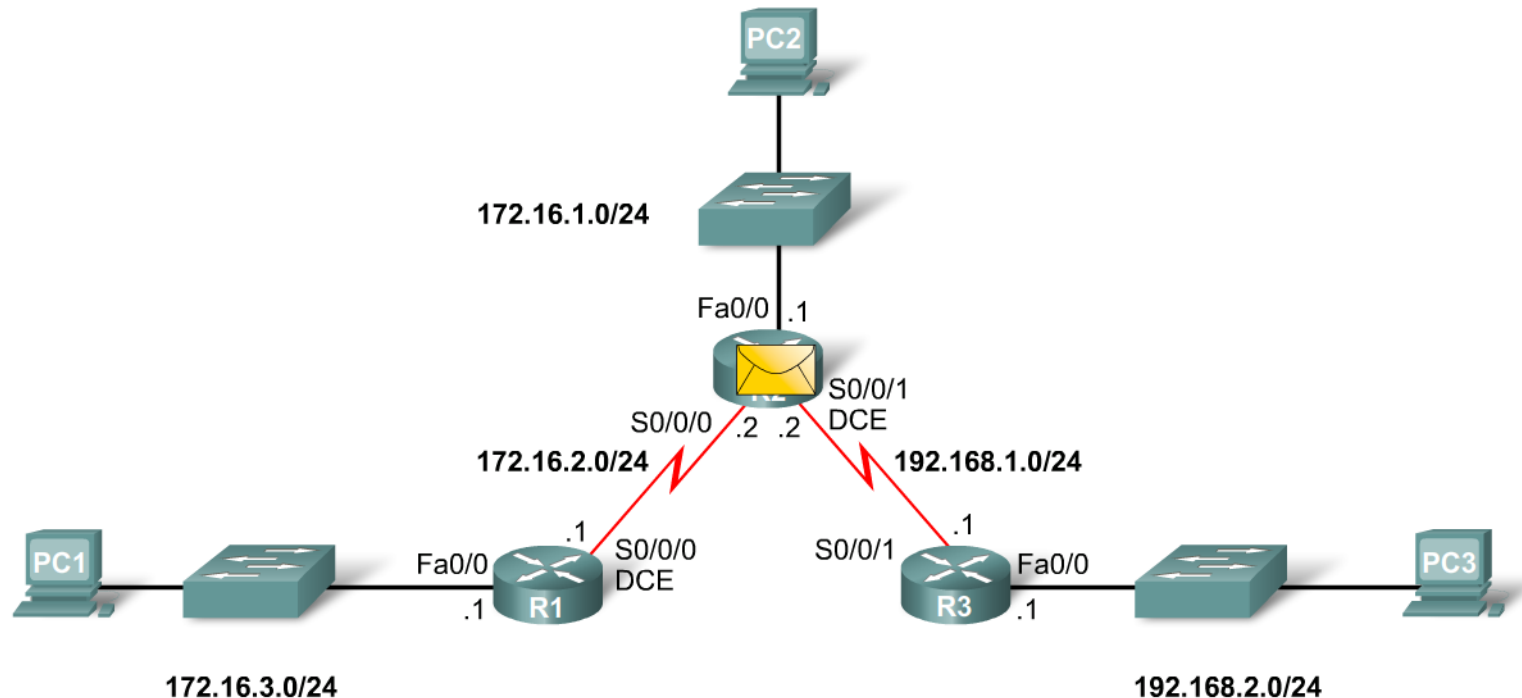
Statické smery s použitím adresy nasledujúceho smerovača

- Pozrime sa na R1, ako obsluži paket idúci na IP adresu 192.168.2.2
 - V smerovacej tabuľke nájde položku
S 192.168.2.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
 - Podľa nej vie, že paket musí postúpiť smerovaču 172.16.2.2, avšak ešte nevie, na ktorom rozhraní sa tento smerovač nachádza
 - Zoberie preto adresu nasledujúceho smerovača 172.16.2.2 a tú opäť vyhladá v smerovacej tabuľke
 - Zistí, že táto IP adresa je z priestoru priamo pripojenej siete na rozhraní Serial0/0/0. Paket preto odošle týmto rozhraním



Proces smerovania paketu do cieľa 192.168.2.2

Static routes and packet forwarding



```
R1#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

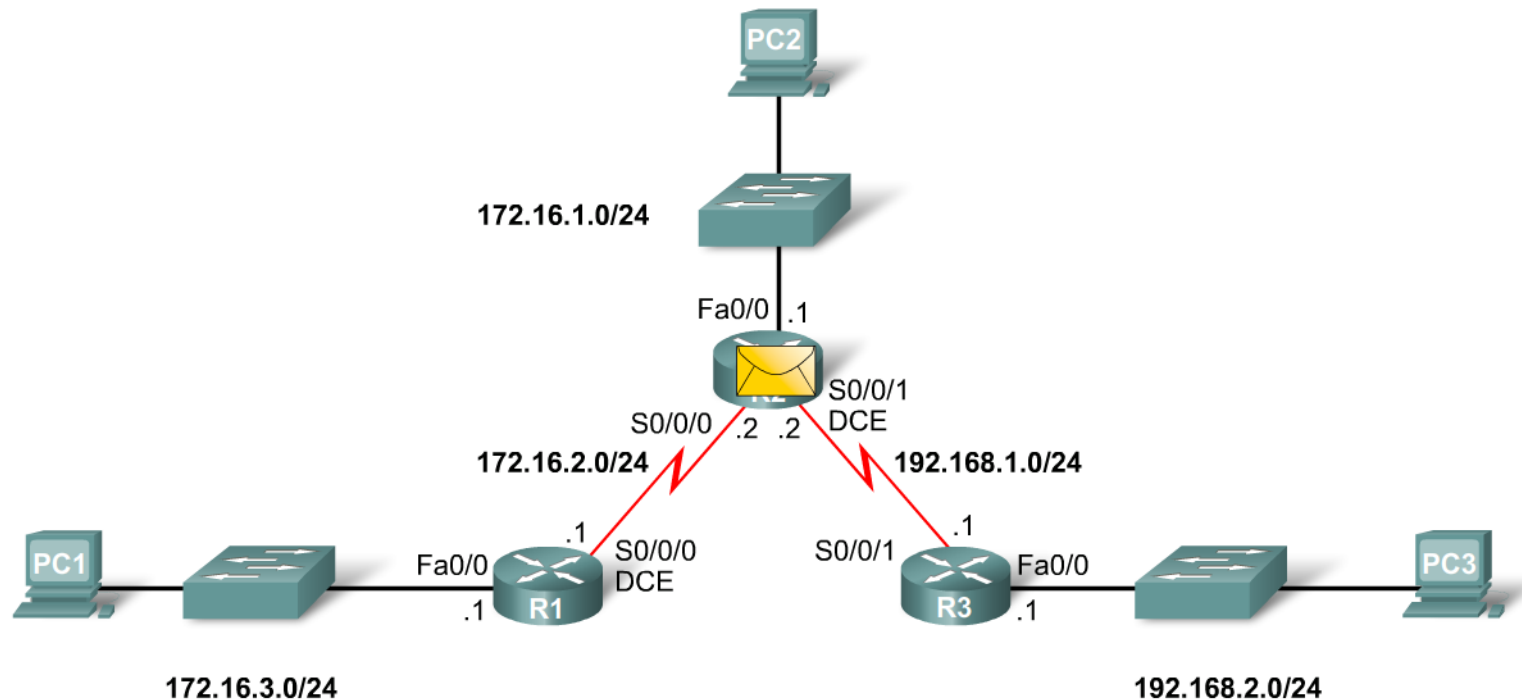
```
C 172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0
```

```
C 172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
S* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0
```

Proces smerovania paketu do cieľa 192.168.2.2

Static routes and packet forwarding



```
R2#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
```

```
C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
C 172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0
```

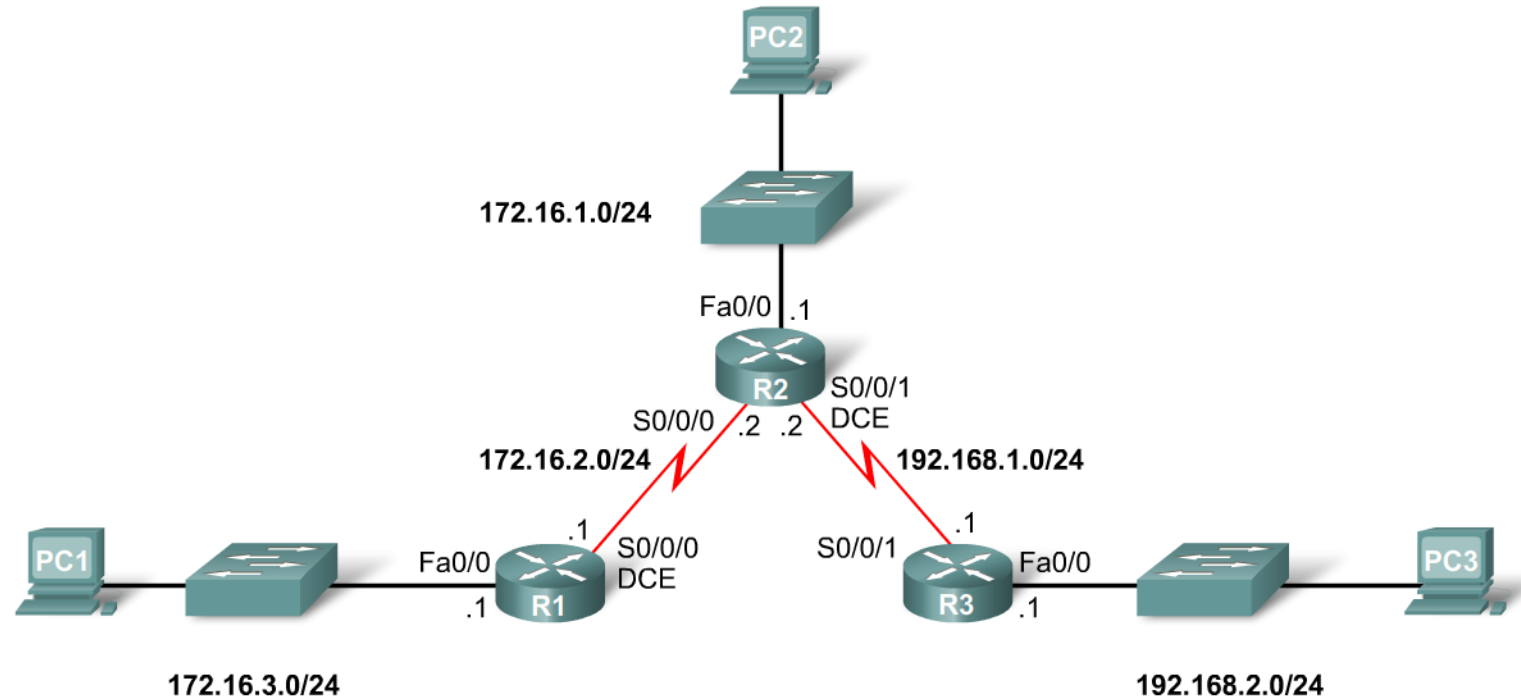
```
S 172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0
```

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/1
```

```
S 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/1
```

Proces smerovania paketu do cieľa 192.168.2.2

Static routes and packet forwarding



```
R3#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
```

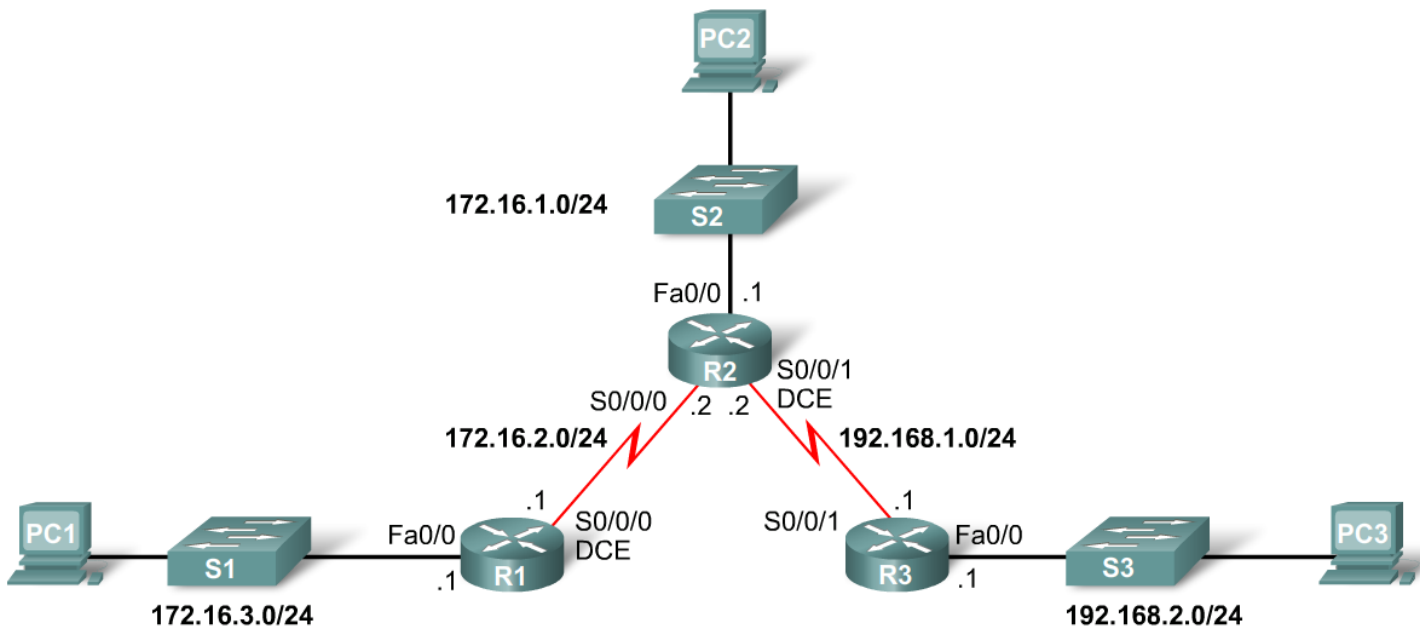
```
S    172.16.0.0 is directly connected, Serial0/1
```

```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/1
```

```
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```


Kontrola správnosti statických smerov

- Vhodný je nasledujúci postup
 - Krok 1: príkaz **ping** na IP adresu v cieľovej sieti
 - Krok 2: príkaz **show ip route** a overiť prítomnosť staticky konfigurovanej cesty v smerovacej tabuľke
 - Krok 3: príkaz **show running-config** a overiť, či bol príkaz **ip route** zadaný korektne



Sumárne smerovacie položky

- Sumarizácia je proces, pri ktorom istý počet cieľových sietí popíšeme jednou väčšou sieťou
 - Adresa väčšej siete je konštruovaná tak, aby pokryla rozsah všetkých IP adries z pôvodných sietí, ktoré sumarizujeme
 - Siete 192.168.0.0/24 a 192.168.1.0/24 je možné sumarizovať sieťou 192.168.0.0/23
 - Siete 172.16.0.0/16, 172.17.0.0/16, 172.18.0.0/16 a 172.19.0.0/16 je možné sumarizovať sieťou 172.16.0.0/14
 - Ideálne by mala sumárna sieť popisovať presne ten istý rozsah adries
- Pomocou sumarizácie znižujeme počet záznamov v smerovacej tabuľke
 - Menší počet záznamov, ktoré musí smerovač prezrieť pri smerovaní paketov
 - Menší objem dát, ktoré si smerovač musí pamätať, prípadne i prenášať medzi susedmi
 - Sumarizovať je možné len siete, ktoré sa všetky nachádzajú za tým istým nasledujúcim smerovačom alebo rozhraním

Príklad použitia sumárnej položky

```
R3#show ip route
<output omitted>


Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S    172.16.1.0 is directly connected, Serial0/0/1
S    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/1
S    172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/1
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
R3#show ip route
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
S    172.16.0.0 is directly connected, Serial0/0/1
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```



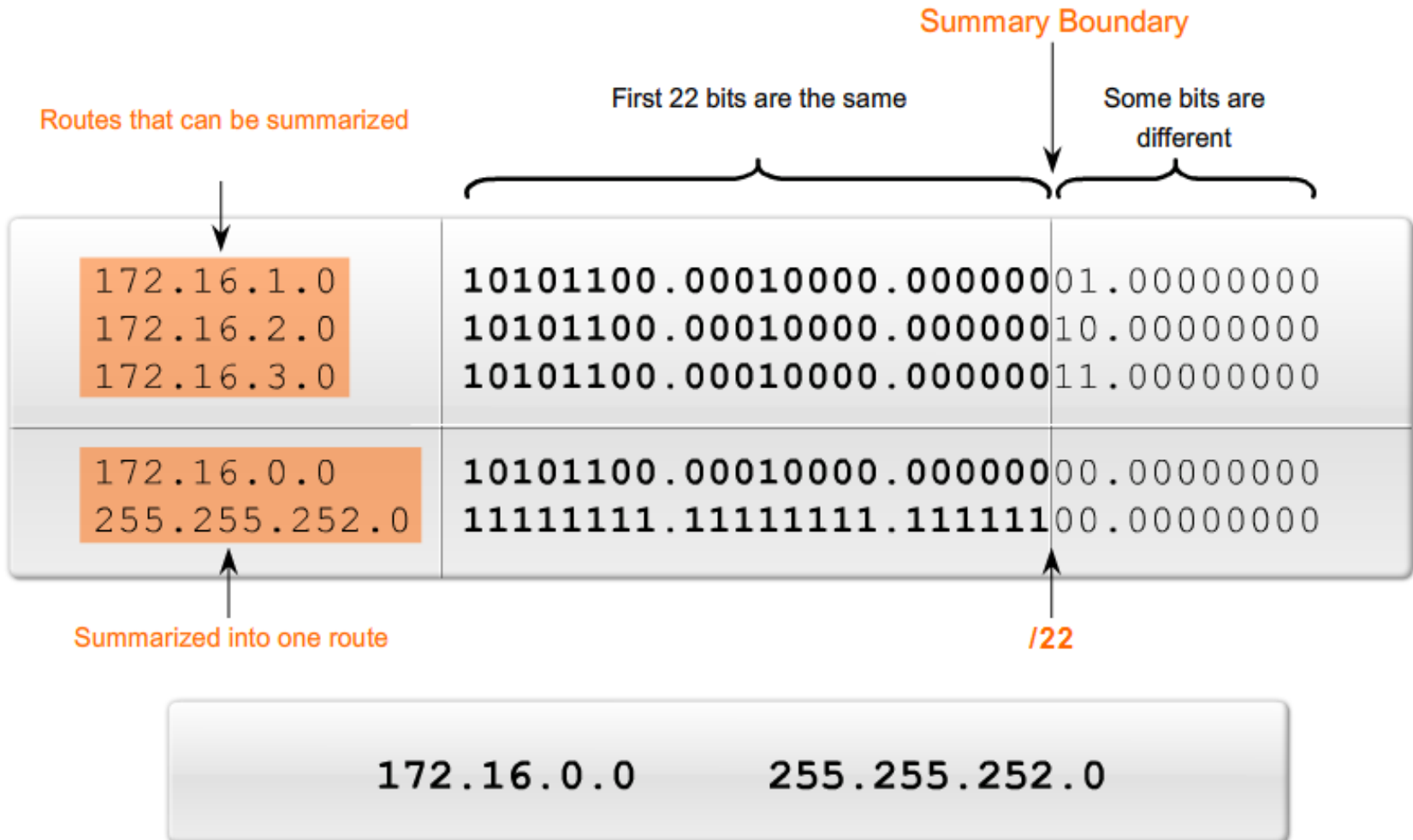
```
R3(config)#no ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 serial0/0/1
R3(config)#no ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 serial0/0/1
R3(config)#no ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 serial0/0/1
```

! Next, we will configure the summary static route:

```
R3(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.252.0 serial0/0/1
```

Ako písať sumarizovanú cestu?

Summarizing Routes



Default Route – východ „von“

- Pojmom „default route“ sa označuje smerovacia položka **0.0.0.0/0**, ktorej vyhovujú všetky cieľové IP adresy
 - Pri prehľadávaní smerovacej tabuľky sa táto položka zhoduje s akoukoľvek cieľovou adresou
 - Default route je vlastne najvšeobecnejšia sumárna položka
 - Pretože sa smerovacia tabuľka prehľadáva v poradí od sietí s najväčšou maskou po najmenšiu, default route bude vždy až celkom posledná, ktorú smerovač použije (má najmenšiu masku)
 - Default route teda slúži ako smer do všetkých sietí, o ktorých smerovač nemá nijaké presnejšie znalosti
 - Typicky: prístup do internetu, cesta z firemnej pobočky na centrálnu lokalitu, brána do všetkých iných sietí
- Default route sa konfiguruje rovnako ako každá iná statická smerovacia položka

Riešenie problémov so statickým smerovaním

- Medzi nástroje vhodné na riešenie problémov so statickým smerovaním patria
 - Príkaz **ping**: overuje možnosť komunikácie s cieľovým uzlom
 - Príkaz **traceroute**: zobrazí poradie smerovačov, cez ktoré paket cestou do svojho cieľa prechádza
 - Príkaz **show ip route**: zobrazuje obsah smerovacej tabuľky
 - Príkaz **show ip interface brief**: zobrazí stručné info o adresách rozhraní a ich stave
 - Príkaz **show cdp neighbors detail**: zobrazí detailné informácie o susedných zariadeniach (len Cisco)

Cisco Discovery Protocol

- Pri ladení problémov so vzájomnou konektivitou susedných zariadení sú okrem bežných nástrojov veľmi užitočné aj protokoly, ktorými zariadenie iba ohlasuje svoju prítomnosť, typ a časti konfigurácie (napr. IP adresy)
 - Takýto protokol sa nekonfiguruje – stačí mu funkčné rozhranie
 - Takýto protokol nezávisí na IP – jeho správy sa môžu prenášať priamo v rámcoch
 - Ideálne pri ladení problémov s IP
- V praxi sa často používa dvojica protokolov
 - Cisco Discovery Protocol – proprietárny
 - Link Layer Discovery Protocol (LLDP) – podľa IEEE 802.1AB

Informácie získané pomocou CDP

- Príkaz **show cdp neighbors** zobrazí
 - Meno susedného zariadenia
 - Rozhranie vedúce k susednému zariadeniu
 - Schopnosti susedného zariadenia
 - Typ susedného zariadenia
 - Rozhranie na susednom zariadení, ktoré ho spája s nami
- Príkaz **show cdp neighbors detail** je podstatne podrobnejší
 - Obsahuje napr. IP adresu susedného rozhrania, ak je nastavená

Cisco Discovery Protocol

- Detailné údaje pre diagnostiku sú užitočné, avšak pri prevádzke siete by mohli prezrádať príliš dôverné údaje
- CDP je možné deaktivovať
 - Buď na rozhraní príkazom
`Router(config-if)# no cdp enable`
 - Alebo na celom smerovači príkazom
`Router(config)# no cdp run`