



PIKS, prednáška 6 Adresovanie v IPv4 sieťach

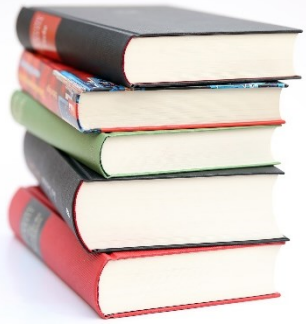
Introduction to Networks v6.0 – Chapters 7.1, 8.1.1, 8.1.2

Katedra informačných sietí

Fakulta riadenia a informatiky, UNIZA



Networking
Academy



Obsah prednášky

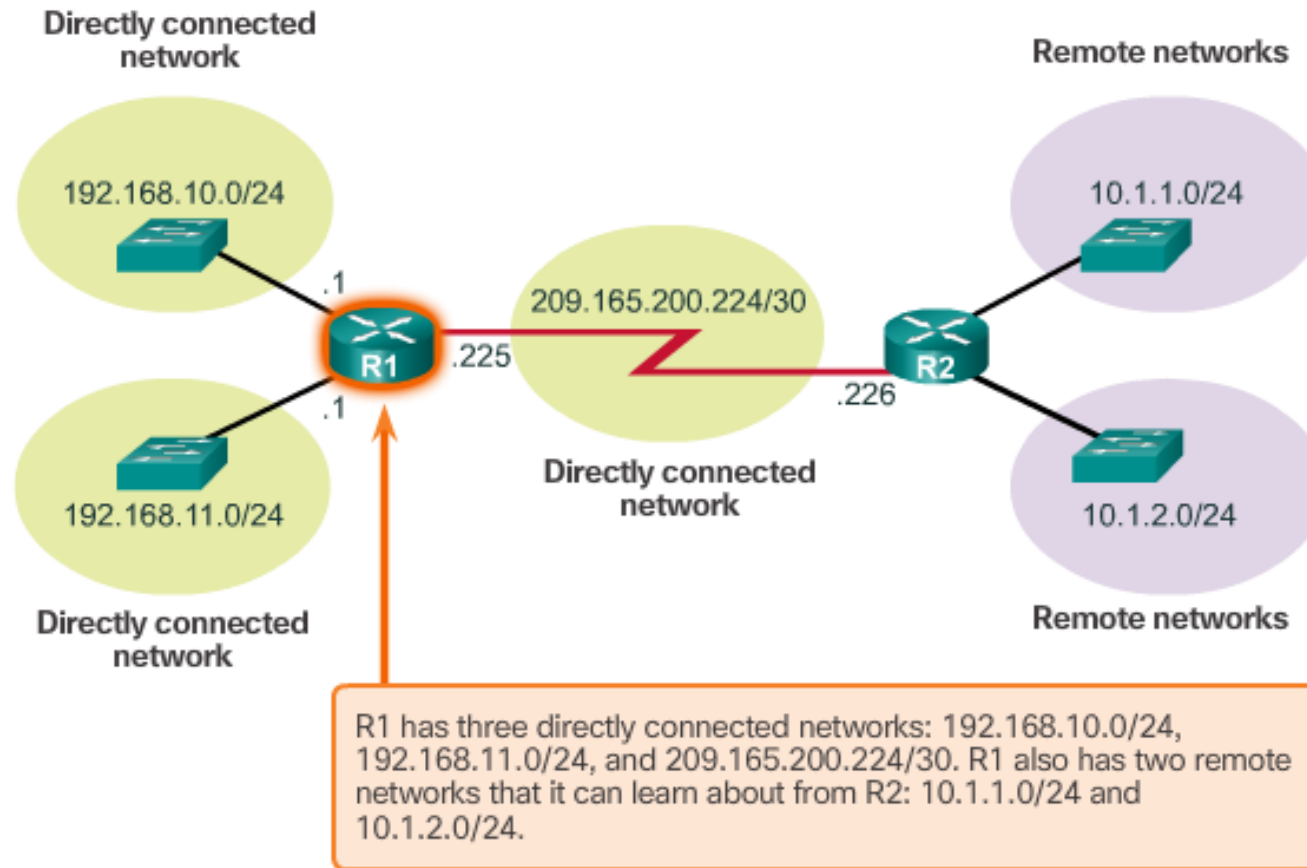
- Opakovanie – L3 sieťová vrstva
- **7.1 IPv4 adresy**
- **8.1 Úvod do subsieťovania v IPv4**
 - (iba 8.1.1 + 8.1.2)

Smerovače a ich činnosť

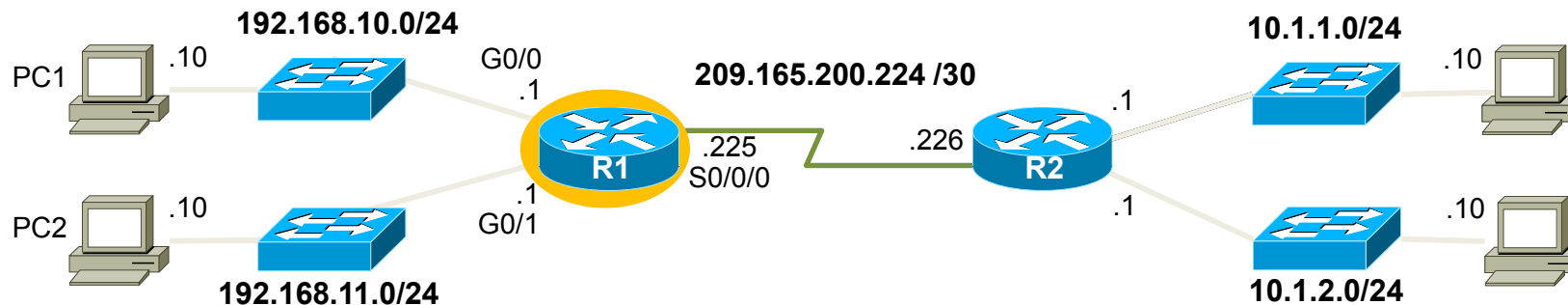
- Kľúčovým zariadením pre činnosť sieťovej vrstvy sú smerovače (routery)
 - Smerovač prepája viaceré siete
 - Má viacero sieťových rozhraní, môžu byť rôzneho typu
- Smerovač si uchováva tzv. smerovaciu tabuľku – zoznam sietí a cesty k nim
 - Adresa siete sa podobá predčíslu, napr. predčíslenie telefónneho operátora, predčíslenie primárnej oblasti, predčíslenie PSČ, ...
 - Smerovačom stačí poznať adresy sietí, nie jednotlivé uzly v nich
 - Ak smerovač nepozná cieľovú sieť, pakety idúce do nej zahadzuje
- V sieťach používajúcich protokol IPv4 alebo IPv6 sa každý smerovač rozhoduje o každom pakete individuálne a sám za seba

Smerovače a ich činnosť

Directly Connected and Remote Network Routes



Smerovacia tabuľka smerovača (IPv4)



```
R1#show ip route
```

```
[ ... Časť výpisu odstránená ... ]
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
D      10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Se0/0/0
```

```
D      10.1.2.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Se0/0/0
```

```
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
```

```
C      192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
```

```
L      192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
```

```
192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
```

```
C      192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
```

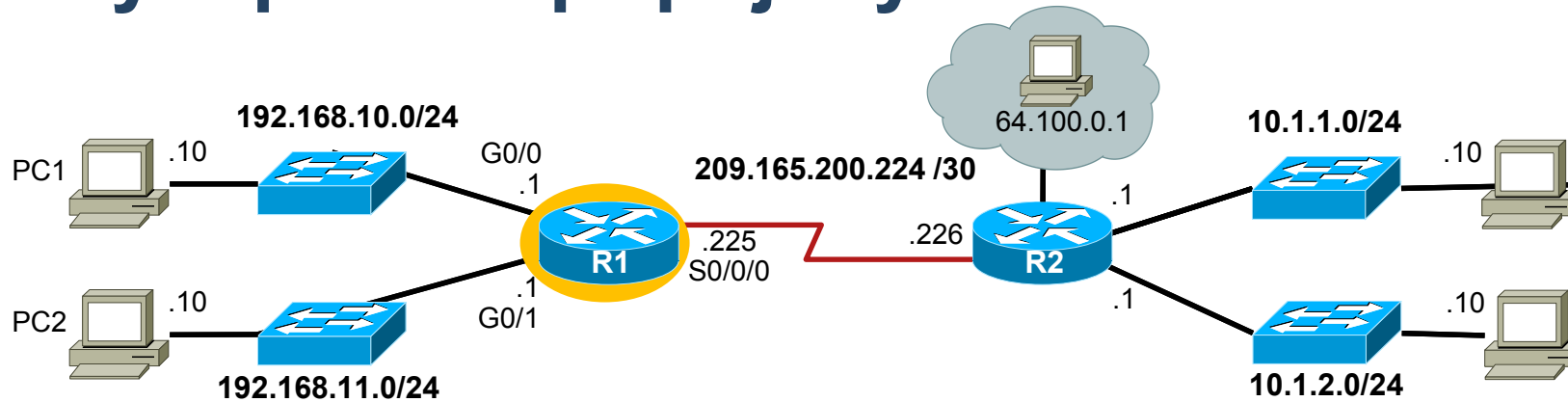
```
L      192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
```

```
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
```

```
C      209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
L      209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0
```

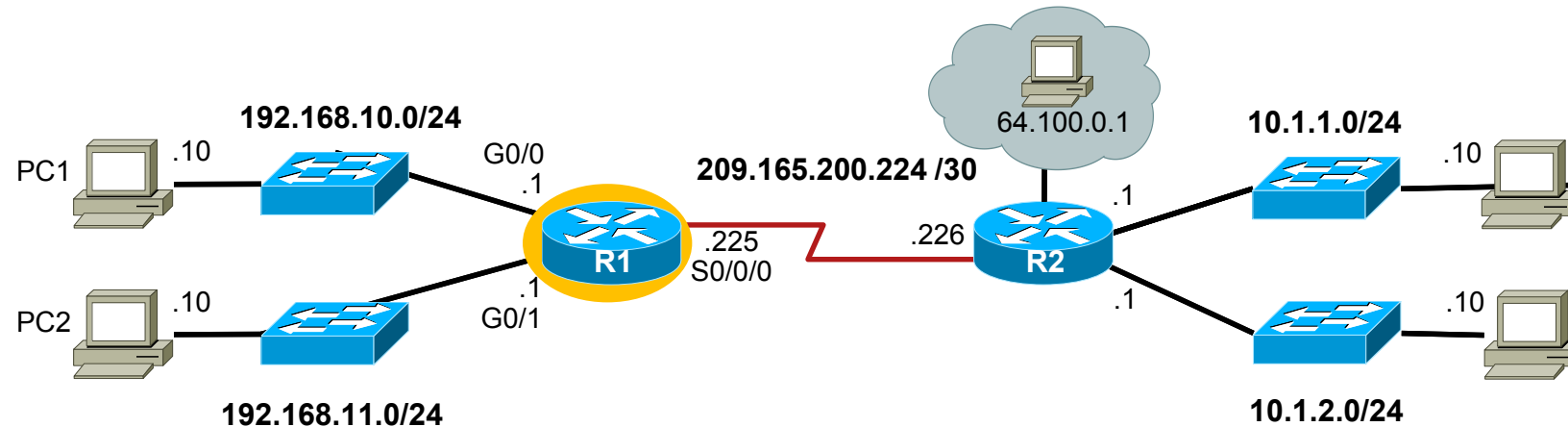
Záznamy o priamo pripojených sieťach



C	192.168.10.0/24 is directly connected,	GigabitEthernet0/0
L	192.168.10.1/32 is directly connected,	GigabitEthernet0/0

	Typ záznamu – aký mechanizmus ho vložil do smerovacej tabuľky
	Adresa cieľa, o ktorom tento záznam hovorí
	Rozhranie, cez ktoré sa k cieľu ide

Záznamy o vzdialených sieťach



D	10.1.1.0/24	[90/2170112]	via	209.165.200.226,	00:00:05,	Serial0/0/0
---	-------------	--------------	-----	------------------	-----------	-------------

	Typ záznamu – aký mechanizmus ho vložil do smerovacej tabuľky
	Adresa cieľa, o ktorom tento záznam hovorí (adresa siete, nie konkrétnych hostov)
	Dôveryhodnosť záznamu (administratívna vzdialenosť)
	Vzdialenosť od cieľa (metrika)
	IP adresa ďalšieho smerovača na ceste k cieľu (next hop address)
	Vek záznamu v smerovacej tabuľke
	Rozhranie, cez ktoré sa k cieľu ide



Časť 7.1: IPv4 sieťové adresy

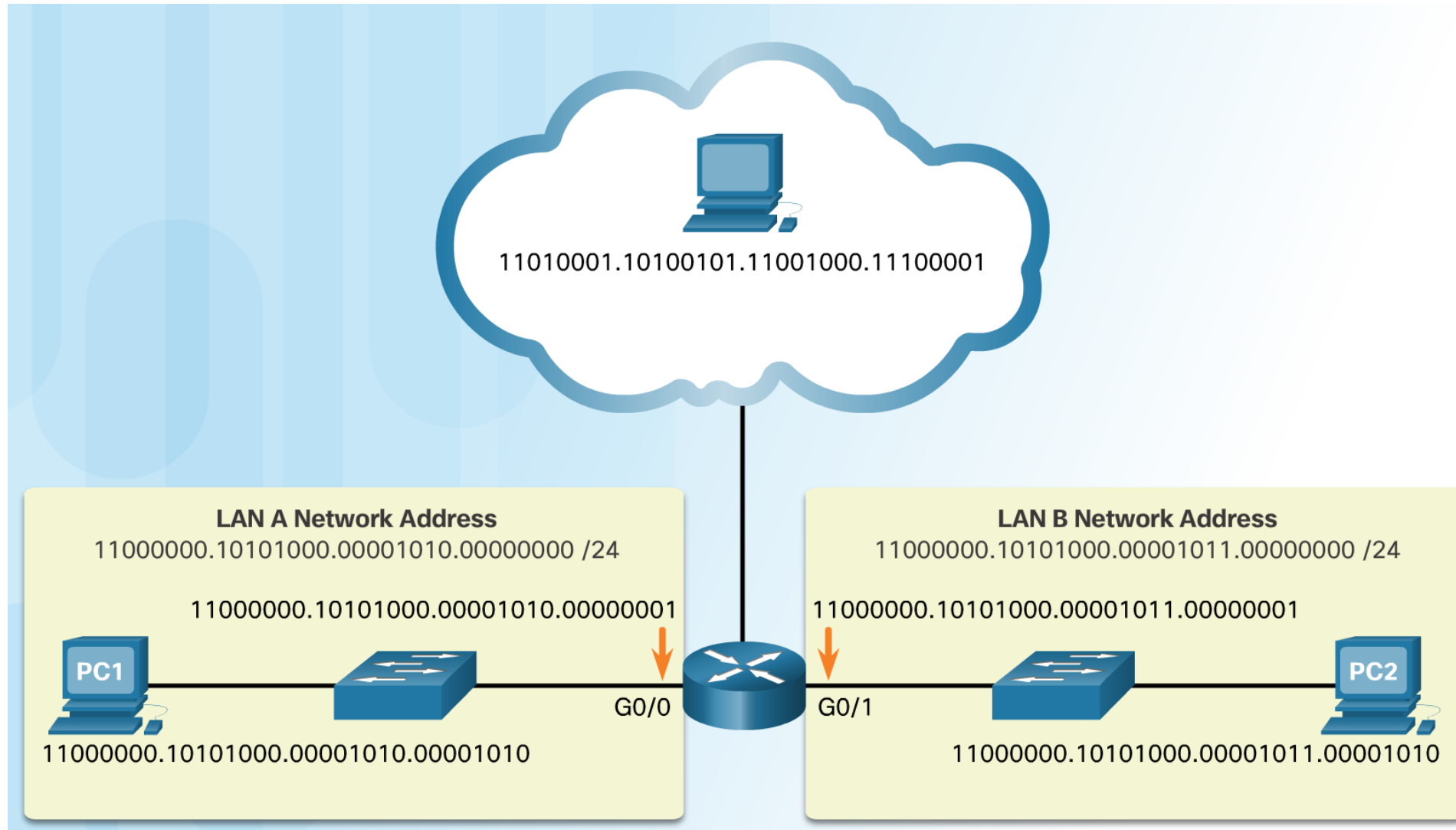
Nájdeme odpovede na tieto otázky:

- Ako previesť binárne číslo na desiatkové a naopak? (iba refresh vedomostí zo SŠ)
- Aká je štruktúra IPv4 adresy? (prefix, host, maska)
- Aké sú charakteristiky a použitie IPv4 adres typu unicast, broadcast a multicast?
- Ktoré sú to verejné, privátne a vyhradené IPv4 adresy?

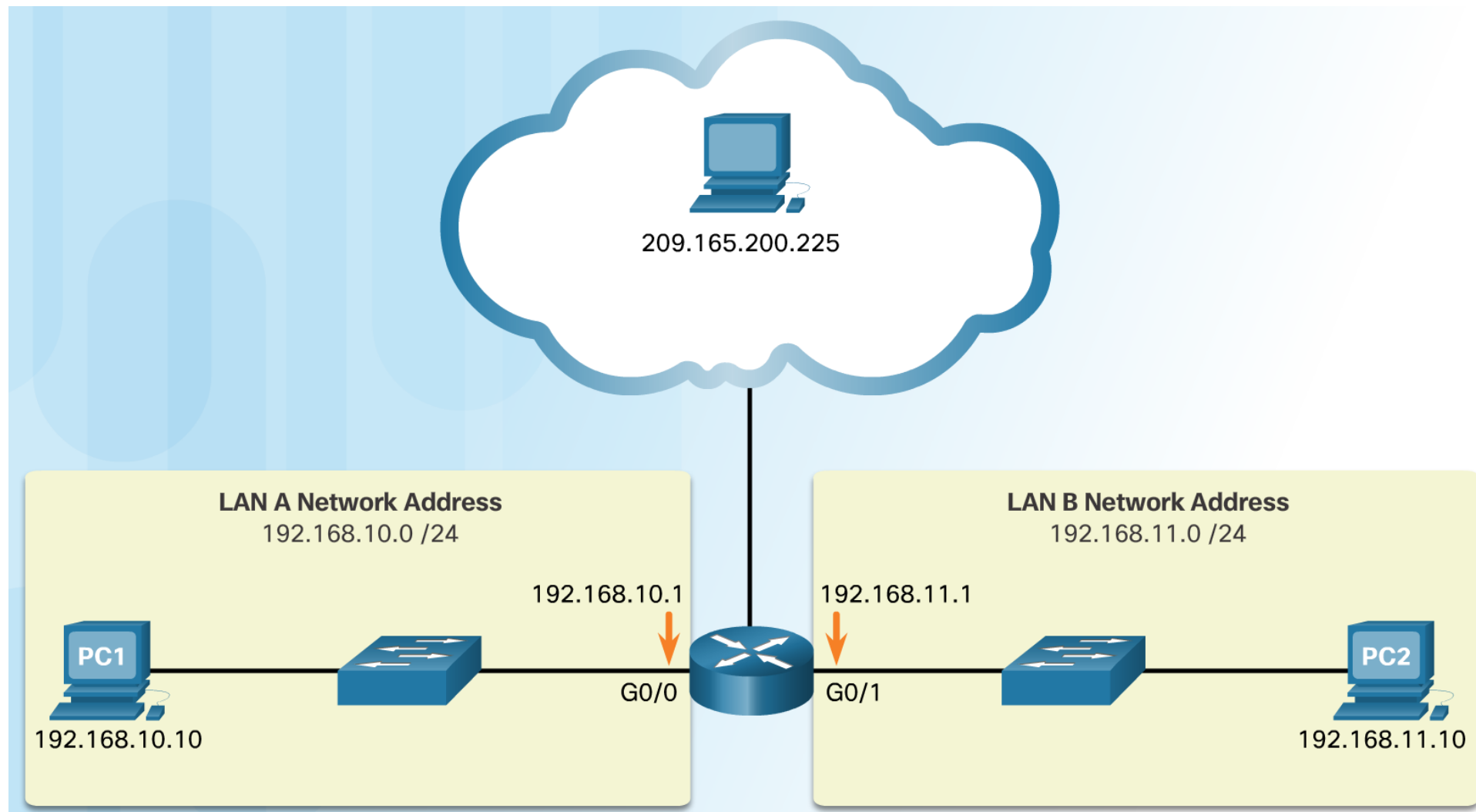


Téma 7.1.1: Konverzia medzi binárnou a desiatkovou sústavou

IPv4 adresy v binárnom tvare



IPv4 adresy v desiatkovom tvare



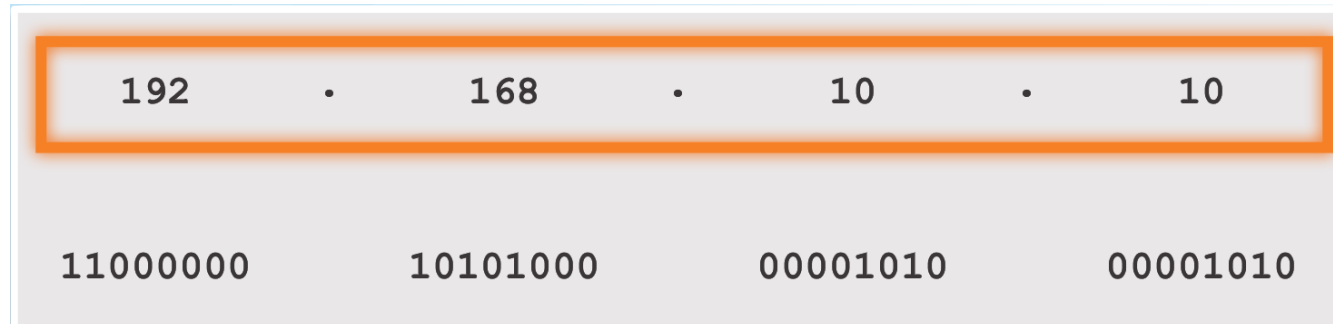
IPv4 adresa

- **32-bitová adresa**

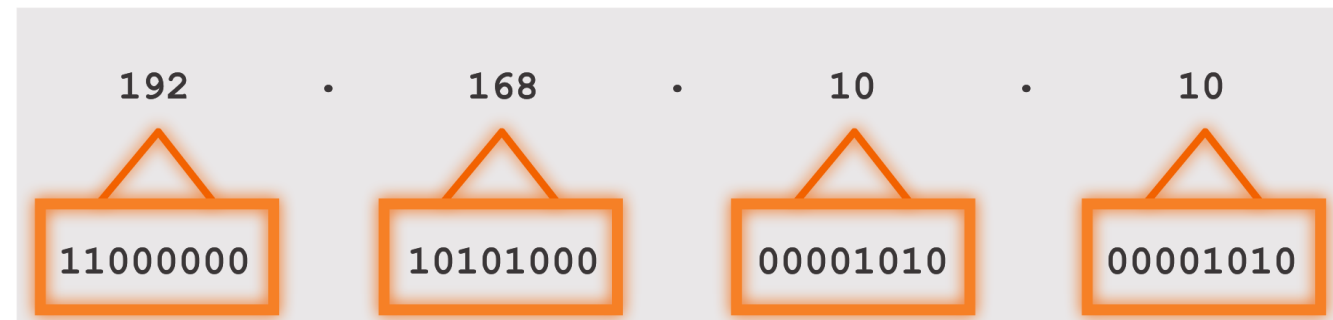
11000000101010000000101000001010

- PC si uloží IPv4 adresu ako súvislú postupnosť binárnych číslíc
- **Desiatkový bodkový zápis adresy (Dotted Decimal Address)**

- ľuďom sa s týmto zápisom pracuje ľahšie



- **Oktety**



Desiatkový pozičný zápis

- Prvý riadok identifikuje základ číselnej sústavy
- Posledný obsahuje počet tisícok, stoviek, desiatok a jednotiek

Radix	10	10	10	10
Position in #	3	2	1	0
Calculate	(10^3)	(10^2)	(10^1)	(10^0)
Positional Value	1000	100	10	1

- Aplikovanie desiatkového pozičného zápisu

1234

	Thousands	Hundreds	Tens	Ones
Positional Value	1000	100	10	1
Decimal Number	1	2	3	4
Calculate	1 x 1000	2 x 100	3 x 10	4 x 1
Add them up ...	1000	+ 200	+ 30	+ 4
Result	1,234			

Binárny pozičný zápis

- Základ číselnej sústavy = 2

Radix	2	2	2	2	2	2	2	2
Position in #	7	6	5	4	3	2	1	0
Calculate	(2^7)	(2^6)	(2^5)	(2^4)	(2^3)	(2^2)	(2^1)	(2^0)
Positional Value	128	64	32	16	8	4	2	1

- Aplikovanie desiatkového pozičného zápisu

11000000								
Positional Value	128	64	32	16	8	4	2	1
Binary number	1	1	0	0	0	0	0	0
Calculate	1 x 128	1 x 64	0 x 32	0 x 16	0 x 8	0 x 4	0 x 2	0 x 1
Add them up ...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
Result	192							

Konverzia z binárneho do desiatkového tvaru

- Kroky pre konverziu binárnej IPv4 adresy na jej bodkový desiatkový zápis:
- Rozdeľ IPv4 adresu do 4 oktetov (1oktet = 8 bitov)
- Preved' binárne číslo z prvého oktetu na desiatkové
- Zopakuj pre ďalšie 3 oktety
- Prvý oktet:

11000000.10101000.00001011.00001010

Positional Value	128	64	32	16	8	4	2	1
Binary number	1	1	0	0	0	0	0	0
Calculate	1 x 128	1 x 64	0 x 32	0 x 16	0 x 8	0 x 4	0 x 2	0 x 1
Add them up ...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
Result	192							

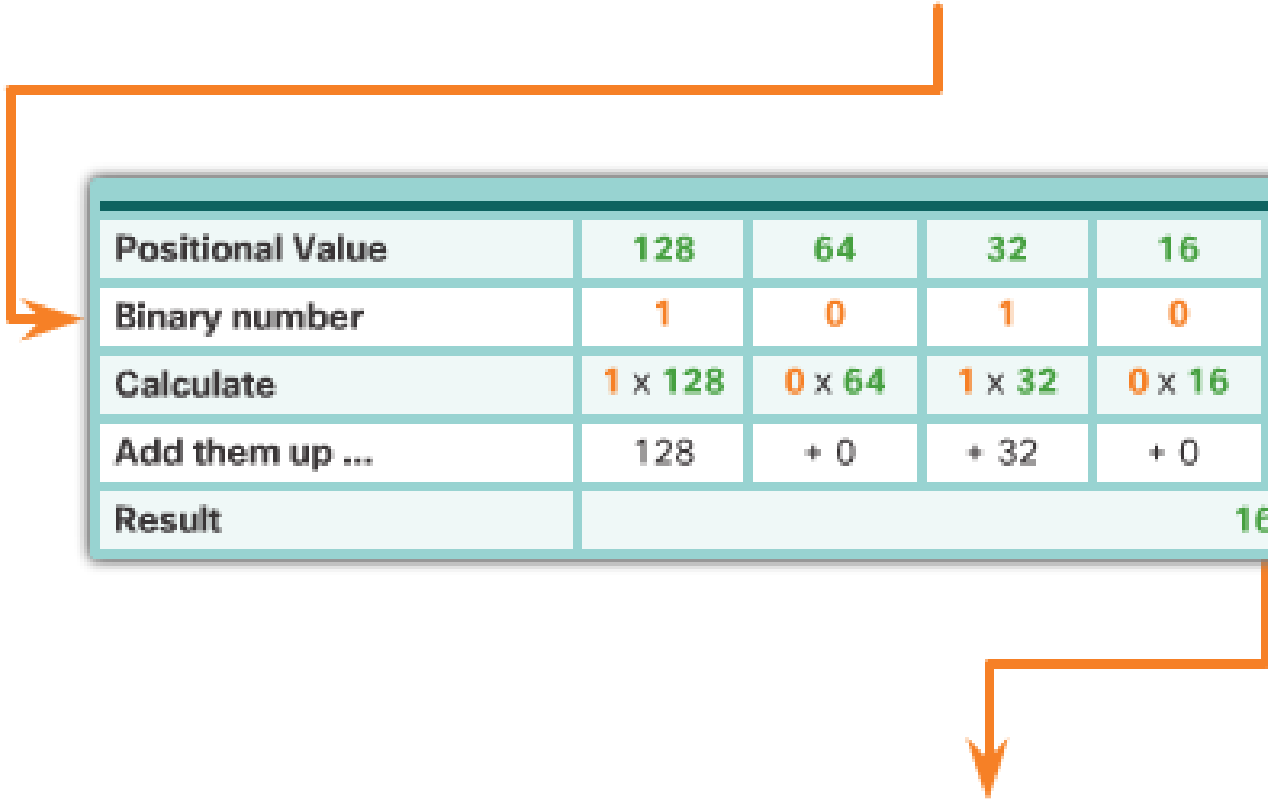
192.____.____.____
Dotted Decimal Notation



Konverzia z binárneho do desiatkového tvaru

- Druhý oktet IPv4 adresy:

11000000.10101000.00001011.00001010



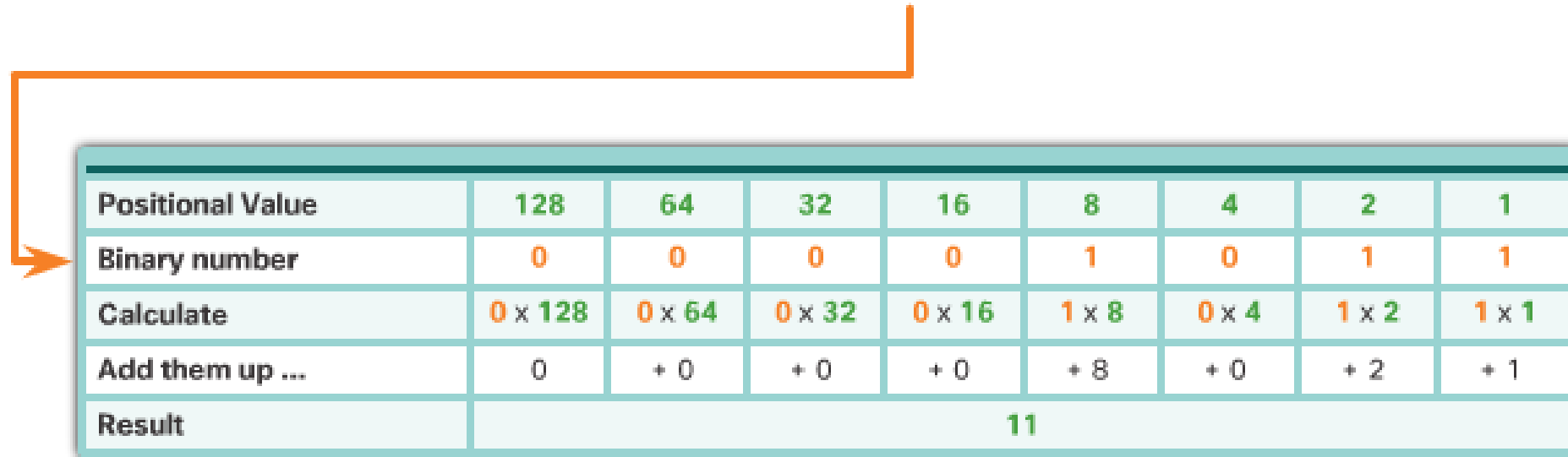
Positional Value	128	64	32	16	8	4	2	1
Binary number	1	0	1	0	1	0	0	0
Calculate	1 x 128	0 x 64	1 x 32	0 x 16	1 x 8	0 x 4	0 x 2	0 x 1
Add them up ...	128	+ 0	+ 32	+ 0	+ 8	+ 0	+ 0	+ 0
Result	168							

192.168.____.____
Dotted Decimal Notation

Konverzia z binárneho do desiatkového tvaru

- Tretí oktet IPv4 adresy:

11000000.10101000.00001011.00001010



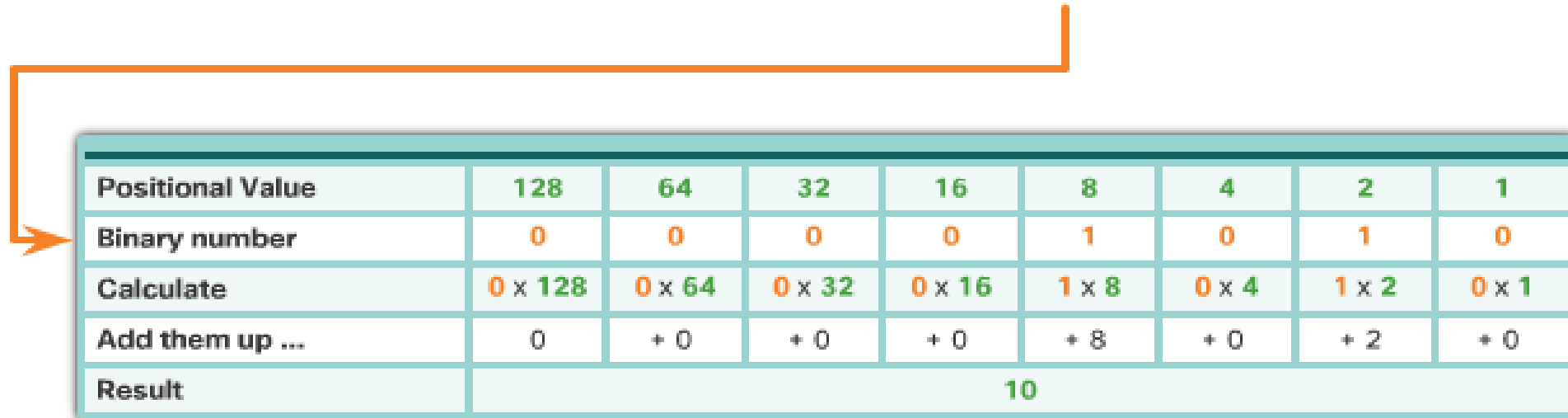
Positional Value	128	64	32	16	8	4	2	1
Binary number	0	0	0	0	1	0	1	1
Calculate	0 x 128	0 x 64	0 x 32	0 x 16	1 x 8	0 x 4	1 x 2	1 x 1
Add them up ...	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 8	+ 0	+ 2	+ 1
Result	11							

192.168.11.____
Dotted Decimal Notation

Konverzia z binárneho do desiatkového tvaru

- Štvrtý oktet IPv4 adresy:

11000000.10101000.00001011.00001010

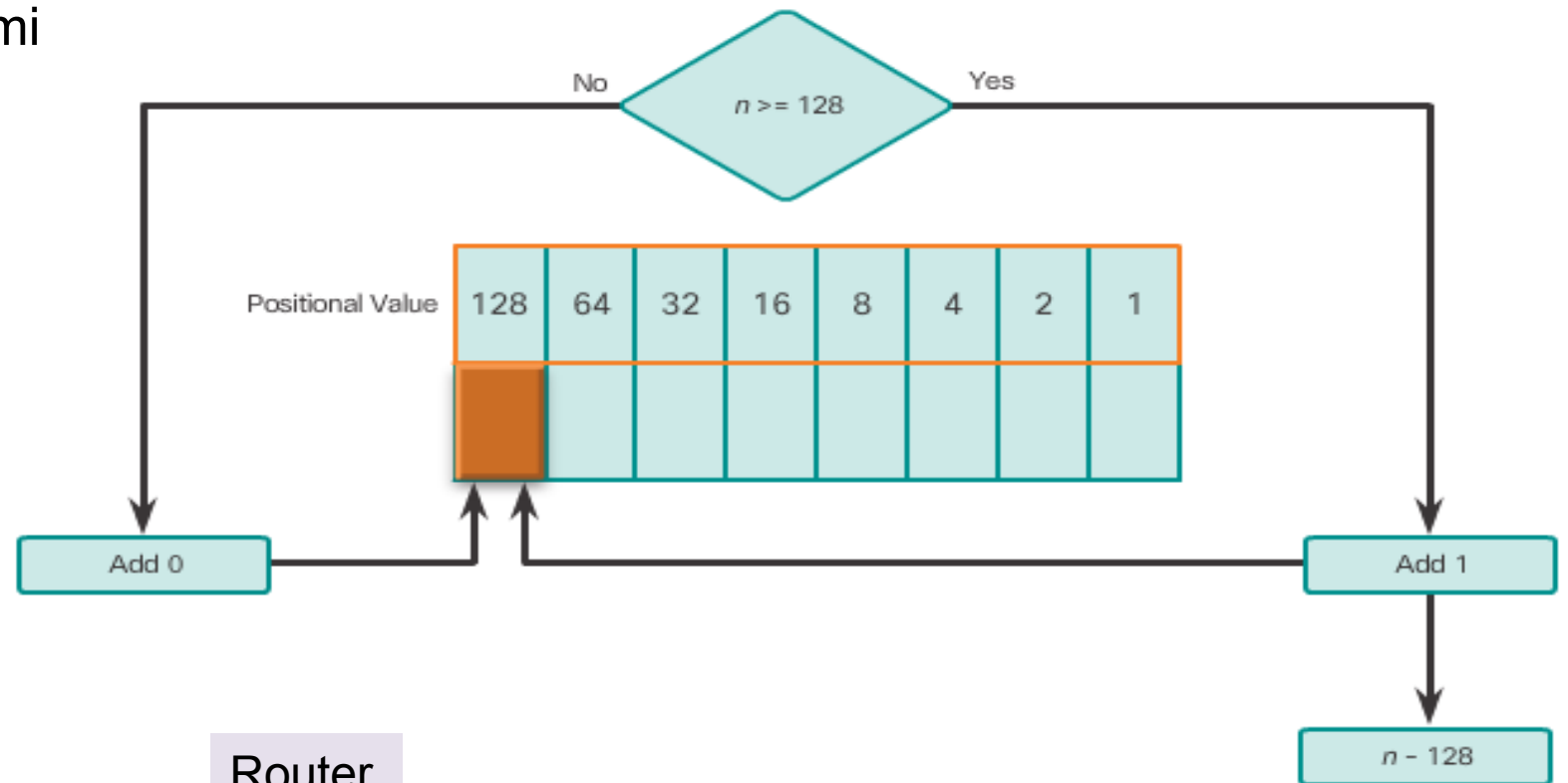


Positional Value	128	64	32	16	8	4	2	1
Binary number	0	0	0	0	1	0	1	0
Calculate	0 x 128	0 x 64	0 x 32	0 x 16	1 x 8	0 x 4	1 x 2	0 x 1
Add them up ...	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 8	+ 0	+ 2	+ 0
Result	10							

192.168.11.10
Dotted Decimal Notation

Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru

- Použije sa tabuľka s binárnymi pozičnými hodnotami (mocniny dvojky):



PC

Use the following IP address:

IP address: 192 . 168 . 2 . 198
Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 0
Default gateway: 192 . 168 . 2 . 1

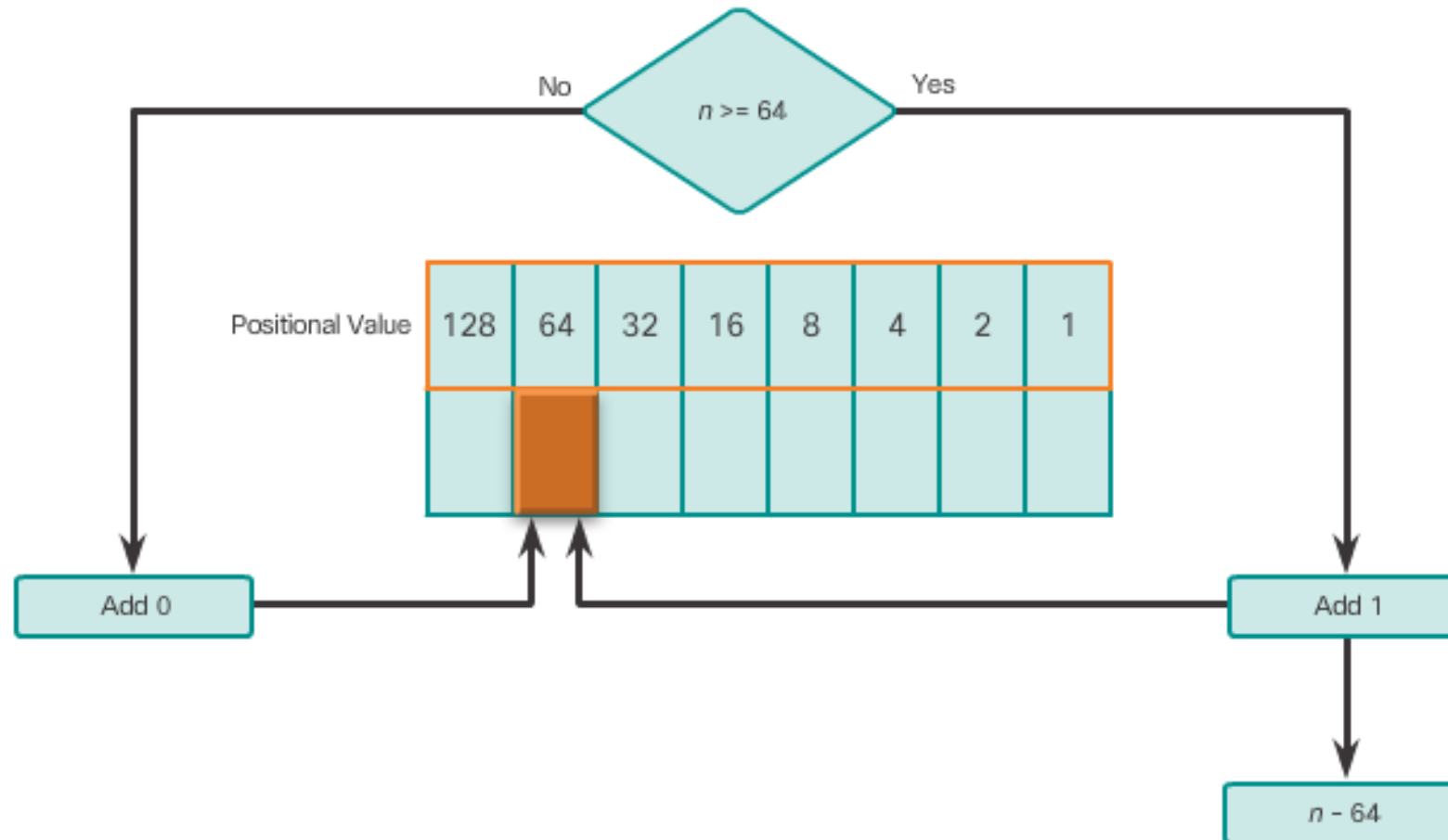
Router

R1# show ip interface brief

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.254.254	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	down	down
Serial0/0/0	172.16.0.254	YES	NVRAM	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

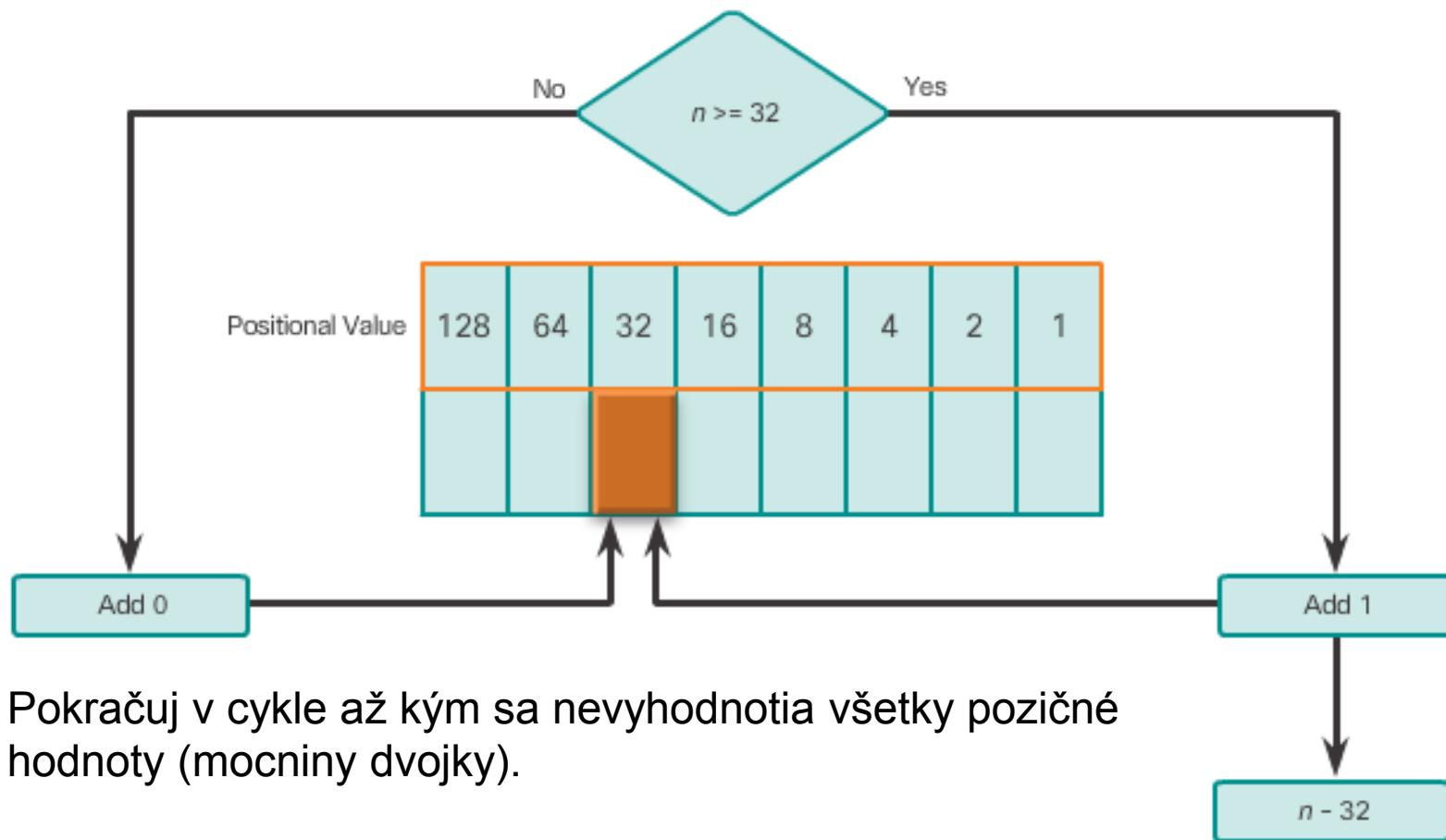
Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru

Is the Decimal n Greater Than or Equal To 64?



Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru

Is the Decimal n Greater Than or Equal To 32?

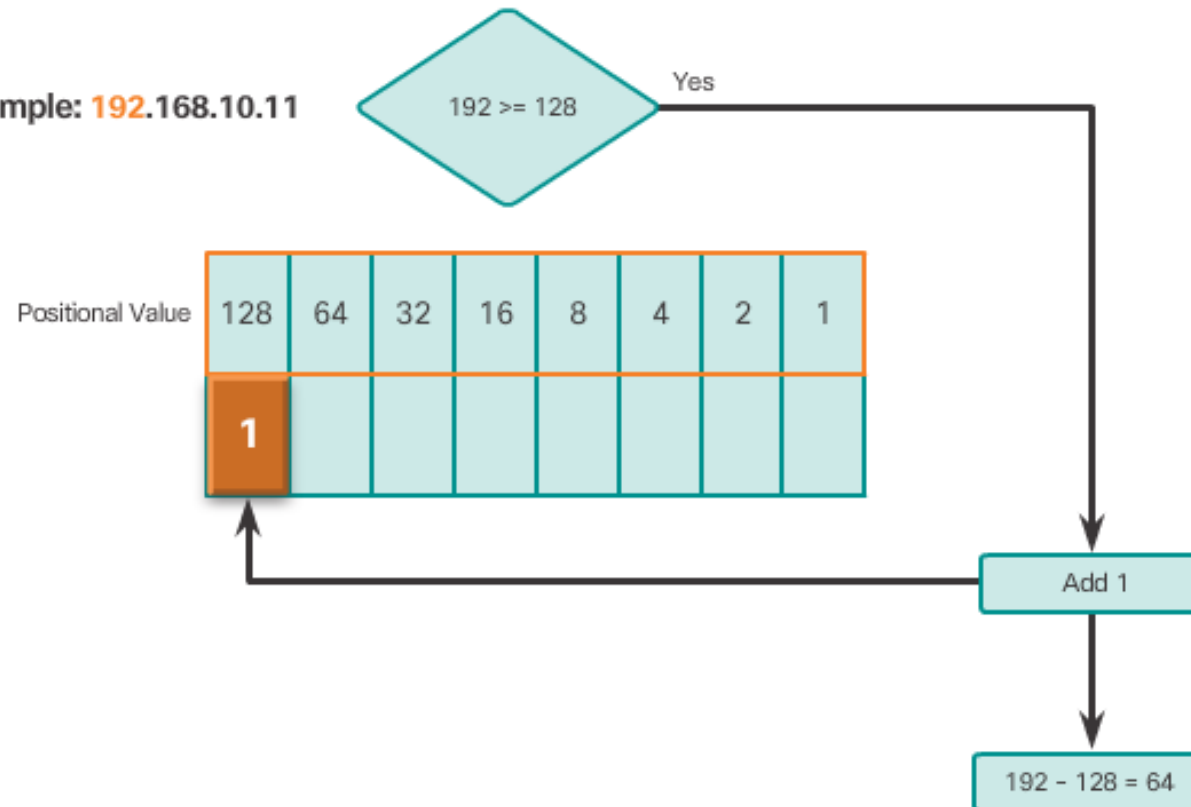


Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru

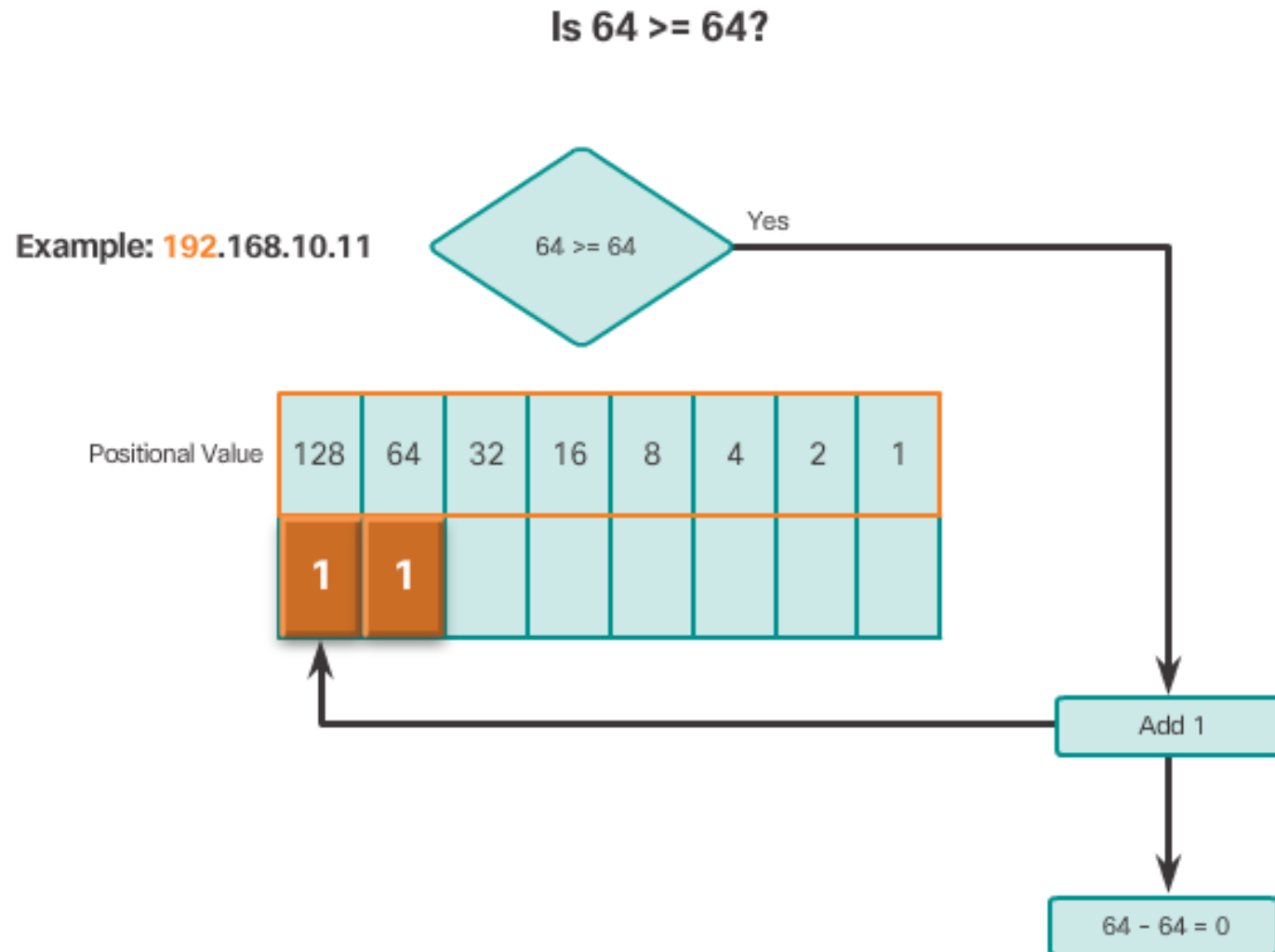
- Príklad: $(192.168.10.11)_{10} \rightarrow (\quad ? \quad)_2$

Is 192 >= 128?

Example: 192.168.10.11



Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru



Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru

$$192 = 11000000$$

Example: 192.168.10.11

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0

11000000 . _____ . _____ . _____

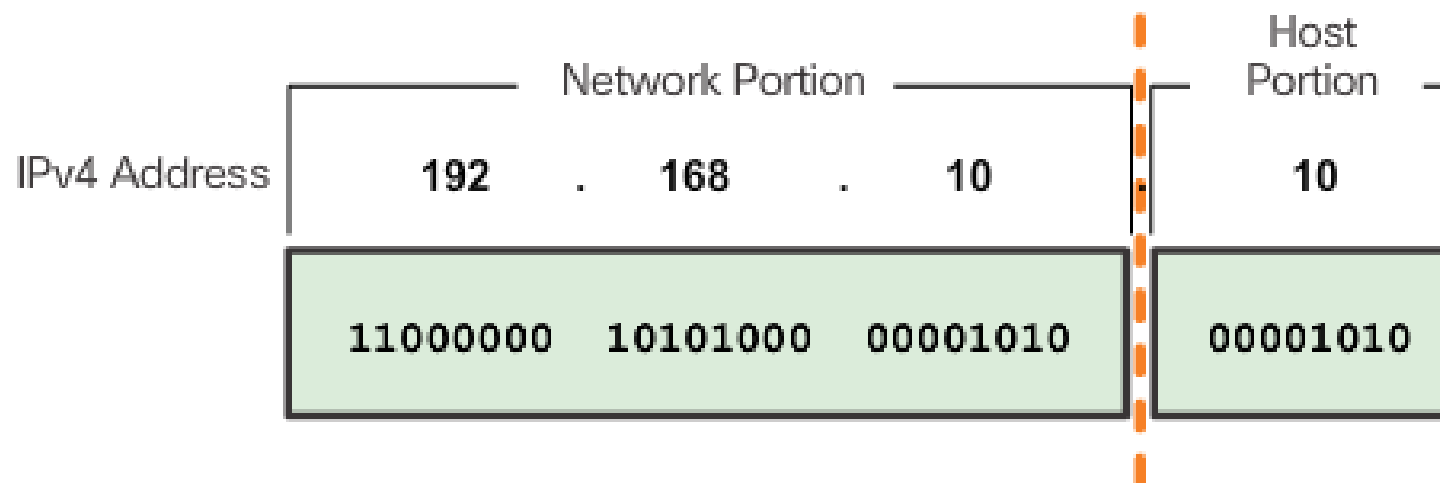
- Zopakuj proces pre ďalšie 3 oktety.



Téma 7.1.2: Štruktúra IPv4 adresy

Predčíslenie siete a číslo uzla

- IPv4 adresa je 4-bajtové číslo
- Toto číslo je rozdelené na dve časti
 - **Predčíslenie siete** (Network Portion)
 - PSČ alebo telefónne čísla (predvoľba) sú pekným príkladom adries, ktoré vyjadrujú príslušnosť objektu do istej spoločnej skupiny príjemcov. Podobne je to s predčíslym siete.
 - **Číslo uzla** (Host Portion)
- Bajt IPv4 adresy sa zvykne nazývať aj oktet
- Hranica medzi predčíslym siete a číslom uzla je v IP adrese pohyblivá
- **Dva uzly sú v tej istej IP sieti práve vtedy, ak majú rovnaké predčíslenie siete**

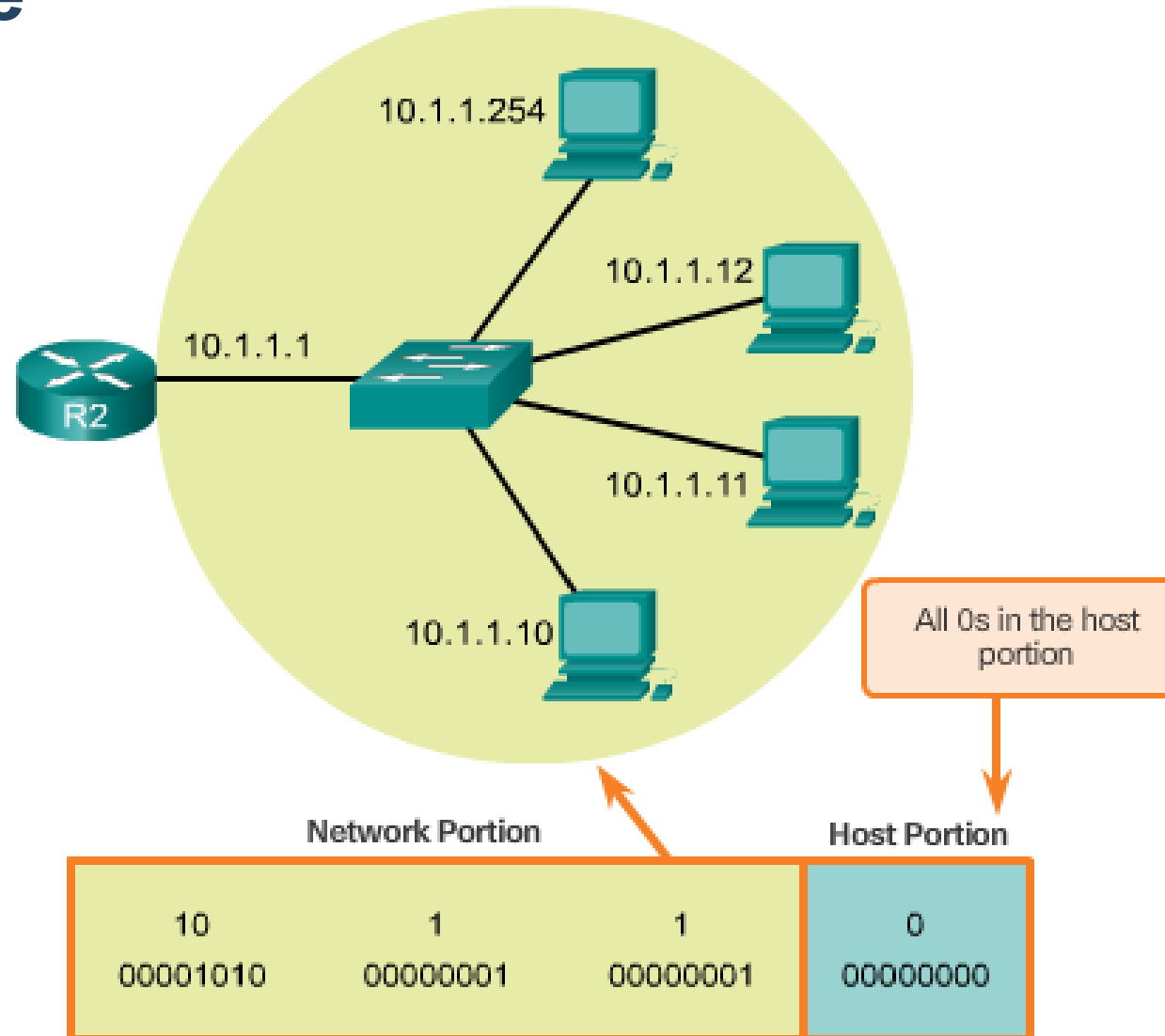


Adresa siete, broadcast, adresa uzla

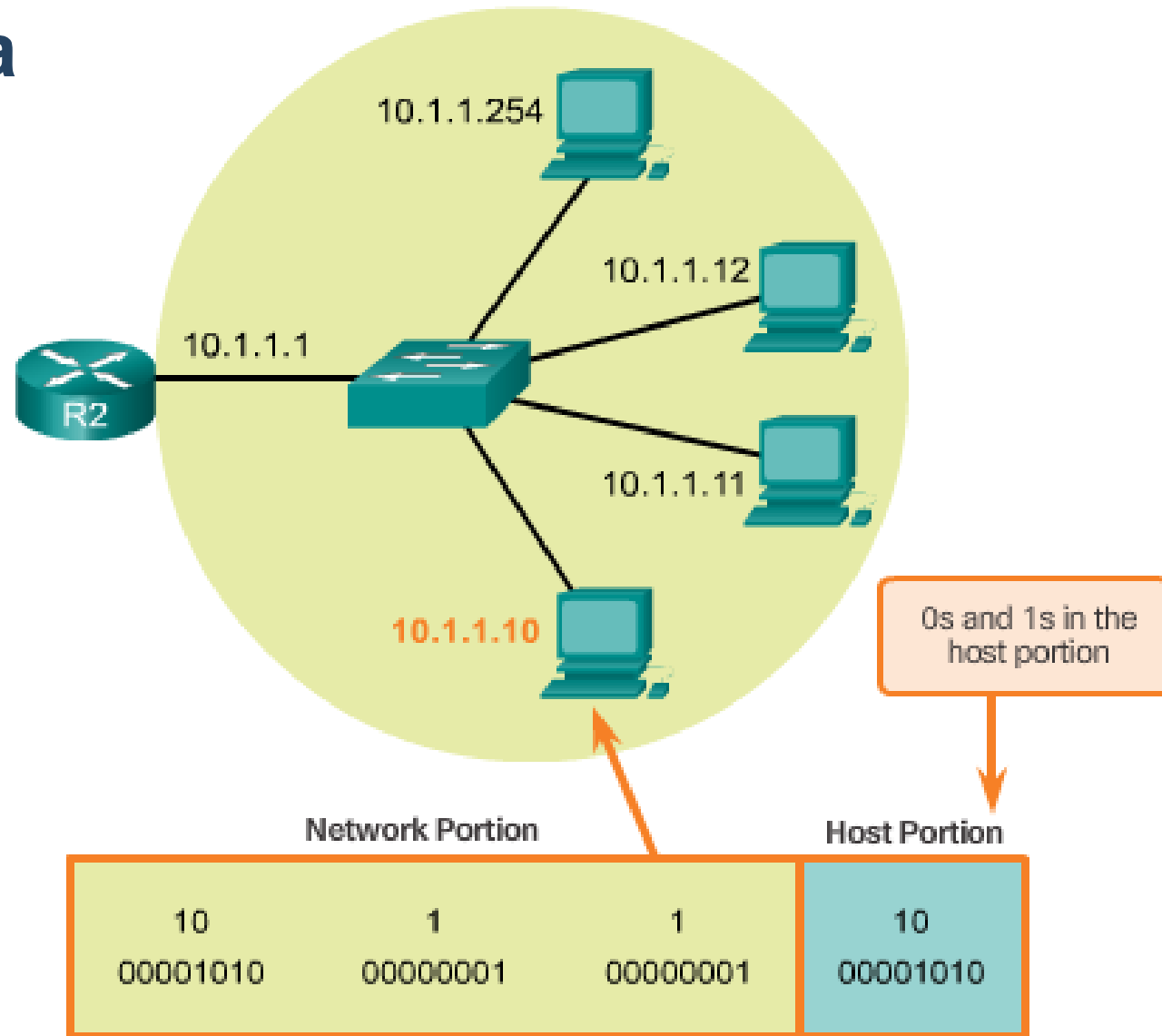
- Podľa toho, čo IP adresa označuje, rozoznávame
 - Adresu siete:** **Najnižšia** adresa s daným predčíslím, označuje sieť ako celok (predčíslie sa doplní **nulami** do 32 bitov)
 - Broadcastovú adresu:** **Najvyššia** adresa s daným predčíslím, počúva na nej každá stanica v danej sieti (predčíslie sa doplní **jednotkami** do 32 bitov)
 - Adresu uzla:** **Každá iná** adresa s daným predčíslím, označuje konkrétny uzol

	Network			Host
Network Address	10	0	0	0
	00001010	00000000	00000000	00000000
Broadcast Address	10	0	0	255
	00001010	00000000	00000000	11111111
Host Address	10	0	0	1
	00001010	00000000	00000000	00000001

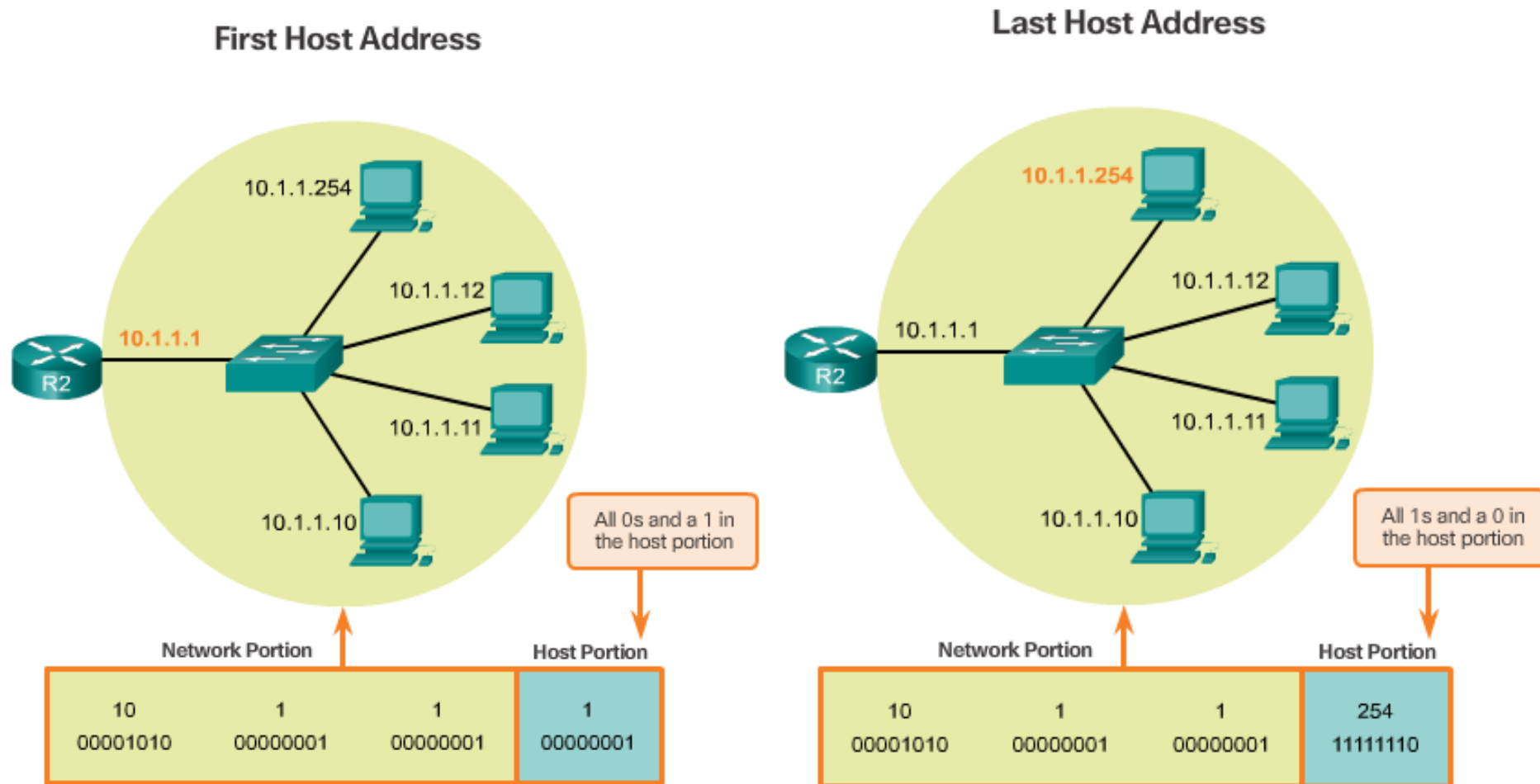
Adresa siete



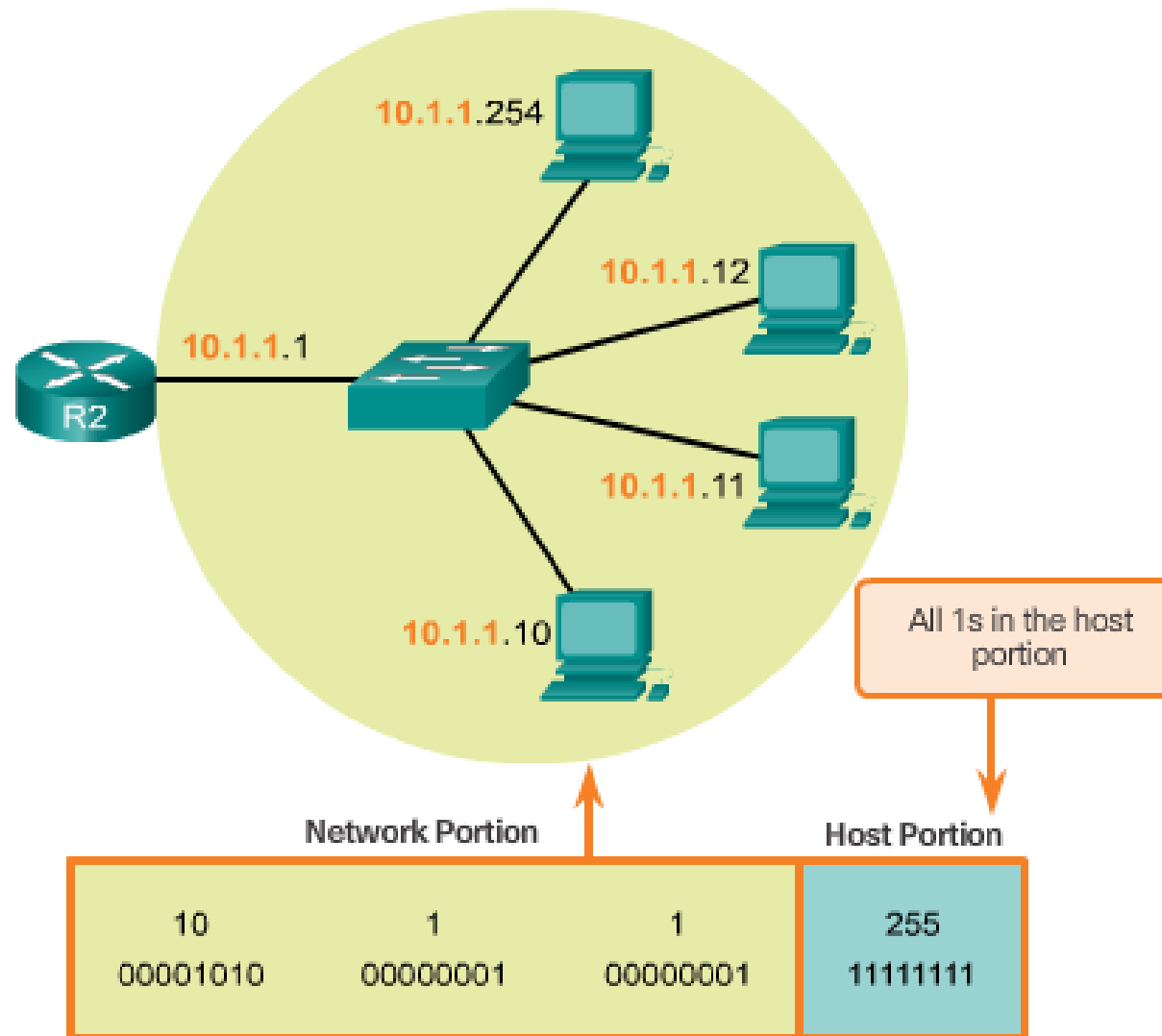
Adresa uzla



Adresa uzla - prvá a posledná použiteľná IP

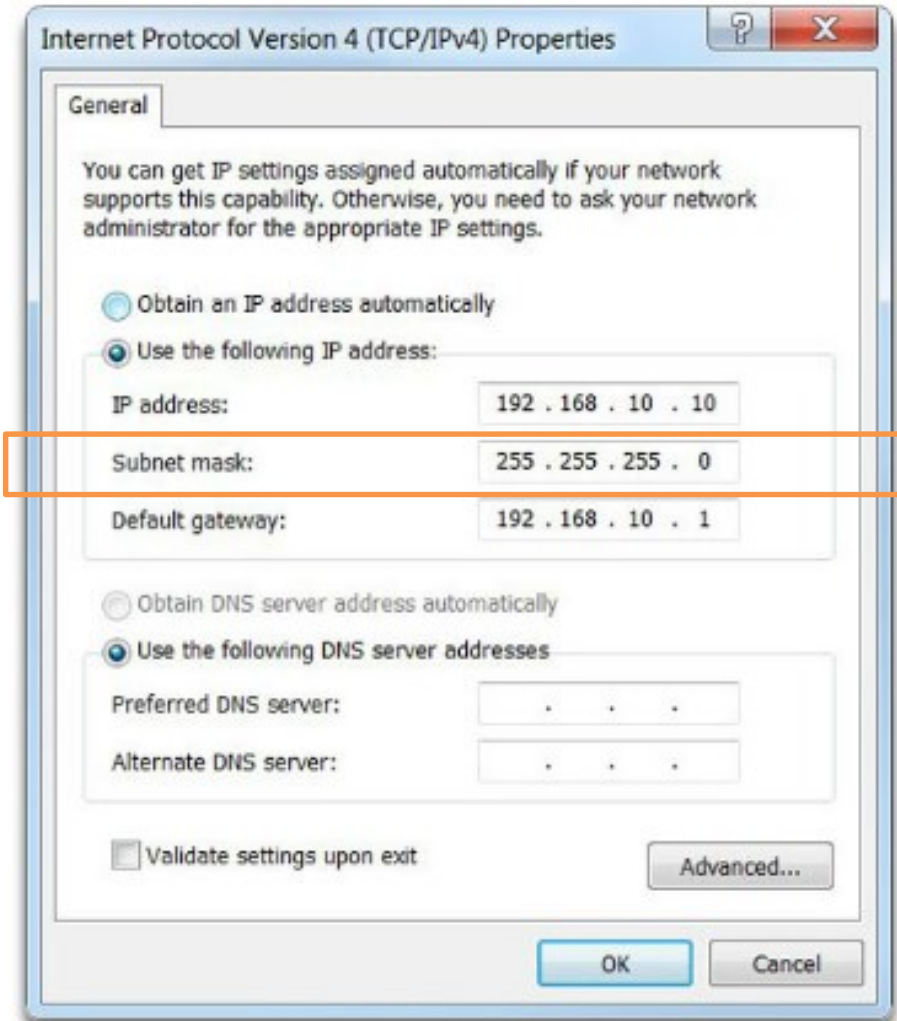


Broadcastová adresa



Sieťová maska (Subnet Mask)

IP Configuration on a Host



Význam bitov sieťovej masky

	Network Portion			Host Portion	
IPv4 Address	192	.	168	.	10
	11000000 10101000 00001010			00001010	
Subnet Mask	255	.	255	.	0
	11111111 11111111 11111111			00000000	

- Maska je postupnosť 32 bitov v tvare 1...10....0, t.j. súvislý blok bitov nastavených na 1 nasledovaný súvislým blokom bitov nastavených na 0
- Ak je n-ty bit v maske nastavený na
 - 1: príslušný n-ty bit v IP adrese patrí do **predčíslia siete**
 - 0: príslušný n-ty bit v IP adrese patrí do **čísła stanice**
- IP adresu rozdeľuje na predčíslenie siete a číslo počítača hranica medzi blokom bitov nastavených na 1 a blokom bitov nastavených 0 v maske

Binárne AND

1 AND 1 = 1
0 AND 1 = 0
0 AND 0 = 0
1 AND 0 = 0

- Binárne AND je porovnanie dvoch bitov
- Binárnym ANDom IP adresy so sieťovou maskou získame adresu siete, do ktorej zariadenie s danou IP adresou patrí

IP address	192	.	168	.	10	.	10
Binary	11000000 10101000 00001010						00001010
Subnet mask	255	.	255	.	255	.	0
	11111111 11111111 11111111						00000000
AND Results	11000000 10101000 00001010						00000000
Network Address	192	.	168	.	10	.	0

Dĺžka prefixu

- Skrátený tvar zápisu sieťovej masky (tzv. CIDR zápis – Classless Interdomain Routing)
- Počet jednotiek v sieťovej maske
- Hodnota sa píše za lomítko “/”

Príklady sieťových masiek:

Subnet Mask	32-bit Address	Prefix Length
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/26
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	/27
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	/29
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30

Možné hodnoty pre oktety v sieťovej maske (iné nie sú):

0 128 192 224 240 248 252 254 255

Ako rýchlo počítať adresy sietí?

Pre rýchly výpočet binárneho AND medzi adresou uzla a maskou si všimnime tieto fakty:

- Bajt masky (M) môže nadobúdať len hodnoty:

0	(00000000)
128	(10000000)
192	(11000000)
224	(11100000)
240	(11110000)
248	(11111000)
252	(11111100)
254	(11111110)
255	(11111111)

- Maska obsahuje najviac jeden bajt, ktorý nie je ani 0, ani 255. Napr. 255.240.0.0

- Ľahko určíme AND medzi:

- $X \& 255 = X$ Napr: $172 \& 255 = 172$
- $X \& 0 = 0$ Napr: $254 \& 0 = 0$

(X je bajt z adresy uzla)

↓

172.	19.	254.	0
& 255.	240.	0	0
172.	16.	0	0

- Ak M je bajt masky, ktorého hodnota je rôzna od 0 a 255, potom $X \& M$ sa správa ako zaokrúhľovanie:
 - Isté horné bity v M sú nastavené na **1**, zvyšné na **0**. Napr. **240** (**11110000**)
 $2^4=16$
 - $X \& M$ prenesie z X do výsledku tie bity, ktoré sú v M nastavené na **1**, a vynuluje zvyšné bity = zaokrúhli X nadol na násobok istého rádu čísla 2, konkrétne **na násobok čísla (256-M)**. Napr. $256-240=16$
 - Vypočítať $X \& M$ z hlavy je teda jednoduché:
 - Zaokrúhliť X nadol na najbližší násobok čísla (256-M). Napr. $16*1 \leq 19$

Použitie adresy a masky v IP

- Pomocou adresy a masky je možné úplne určiť rozsah adries v sieti
 - Binárnym AND medzi adresou a maskou určíme adresu siete (prvá, t.j. najnižšia možná adresa v danej sieti)
 - Určíme počet adries v danej sieti
 - Počet adries v sieti pripočítame k adrese siete a znížime o 1, čím získame broadcastovú adresu (poslednú, t.j. najvyššiu možnú adresu v danej sieti)
- Príklad: 183.26.103.215/30
 - Sieť: $183.26.103.215 \& 255.255.255.252 = 183.26.103.212$
 - Počet adries v sieti: $2^{(32-30)} = 4$
 - Broadcast: $183.26.103.212 + 4 - 1 = 183.26.103.215$
 - Zadaná adresa je broadcastová adresa v tejto sieti
- Príklad: 169.221.184.159/26
 - Sieť: $169.221.184.159 \& 255.255.255.192 = 169.221.184.128$
 - Počet adries v sieti: $2^{(32-26)} = 64$
 - Broadcast: $169.221.184.128 + 64 - 1 = 169.221.184.191$
 - Zadaná adresa je adresa uzla v tejto sieti

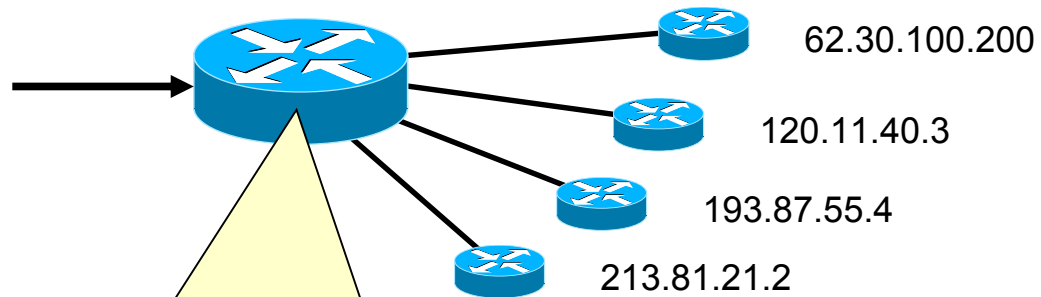
Použitie adresy a masky v IP

- Príklad: 158.193.137.16/22
 - Sieť: 158.193.137.16 & 255.255.252.0 = **158.193.136.0**
 - Počet adries v sieti: $2^{(32-22)} = 1024 = 4 \times 256$
 - Broadcast: 158.193.136.0 + 4x256 - 1 = **158.193.139.255**
 - Zadaná adresa je adresa uzla v tejto sieti
- Príklad: 172.19.254.0/12
 - Sieť: 172.19.254.0 & 255.240.0.0 = **172.16.0.0**
 - Počet adries v sieti: $2^{(32-12)} = 16 \times 256 \times 256$
 - Broadcast: 172.16.0.0 + 16x256x256 - 1 = **172.31.255.255**
 - Zadaná adresa je adresa uzla v tejto sieti
- Príklad: 87.197.31.40/29
 - Sieť: 87.197.31.40 & 255.255.255.248 = **87.197.31.40**
 - Počet adries v sieti: $2^{(32-29)} = 8$
 - Broadcast: 87.197.31.40 + 8 - 1 = **87.197.31.47**
 - Zadaná adresa je adresa celej siete

Smerovače, adresy sietí a masky

- Smerovač je zodpovedný za to, aby poznal cieľové siete a ďalší smerovač na ceste do nich
- Smerovacia tabuľka smerovača teda musí obsahovať stĺpce
 - Adresa siete
 - Maska siete
 - IP adresa susedného smerovača, ktorý je ďalší v poradí na ceste do cieľovej siete, prípadne informáciu o výstupnom rozhraní
- Smerovacia tabuľka je **usporiadaná** podľa stĺpca „**Maska siete**“ zostupne od najväčších masiek po najmenšie
- Pri smerovaní paketu smerovač
 - Vyberie z paketu cieľovú IP adresu
 - Riadok po riadku prechádza smerovacou tabuľkou, realizuje binárne AND medzi cieľovou IP adresou a maskou z riadka tabuľky a výsledok porovnáva s adresou siete v tomto riadku
 - Pri prvej zhode odošle paket príslušnému susednému smerovaču
- Týmto postupom sa vlastne z cieľovej IP adresy „extrahuje“ predčíslenie istej dĺžky a porovnáva sa s predčíslením známej siete v smerovacej tabuľke
 - Hľadá sa vždy zhoda v čo najdlhšom predčíslí
 - Tzv. **longest-prefix-match**

Činnosť IP smerovačov – príklad

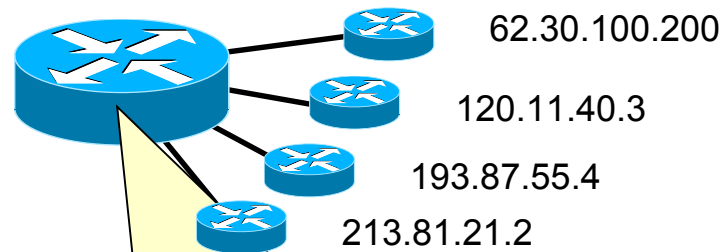


Maska	Cieľová sieť	Next hop
255.255.255.248	87.197.31.40	62.30.100.200
255.255.255.240	193.87.160.0	120.11.40.3
255.255.0.0	158.193.0.0	193.87.55.4
0.0.0.0	0.0.0.0	213.81.21.2

Činnosť IP smerovačov – príklad

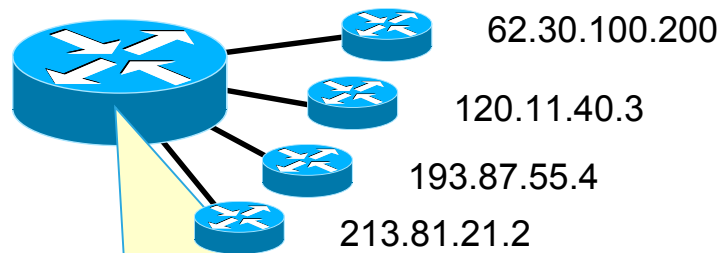
Cieľ paketu: 87.197.31.42

87.197.31.42 & 255.255.255.248 =
87.197.31.40 → NH 62.30.100.200



Maska	Cieľová sieť	Next hop
255.255.255.248	87.197.31.40	62.30.100.200
255.255.255.240	193.87.160.0	120.11.40.3
255.255.0.0	158.193.0.0	193.87.55.4
0.0.0.0	0.0.0.0	213.81.21.2

Činnosť IP smerovačov – príklad



Cieľ paketu: 213.81.187.59

$213.81.187.59 \& 255.255.255.248 = 213.81.187.56 \text{ ☹}$

$213.81.187.59 \& 255.255.255.240 = 213.81.187.32 \text{ ☹}$

$213.81.187.59 \& 255.255.0.0 = 213.81.0.0 \text{ ☹}$

$213.81.187.59 \& 0.0.0.0 = 0.0.0.0 \rightarrow \text{Next hop: } 213.81.21.2$

Maska	Cieľová sieť	Next hop
255.255.255.248	87.197.31.40	62.30.100.200
255.255.255.240	193.87.160.0	120.11.40.3
255.255.0.0	158.193.0.0	193.87.55.4
0.0.0.0	0.0.0.0	213.81.21.2

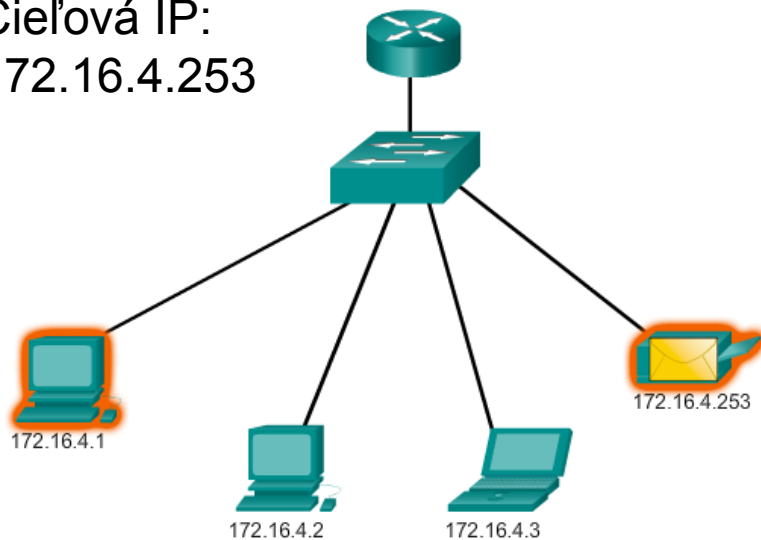


Téma 7.1.3: IPv4 Unicast, Broadcast, a Multicast

Typy komunikácie v IPv4

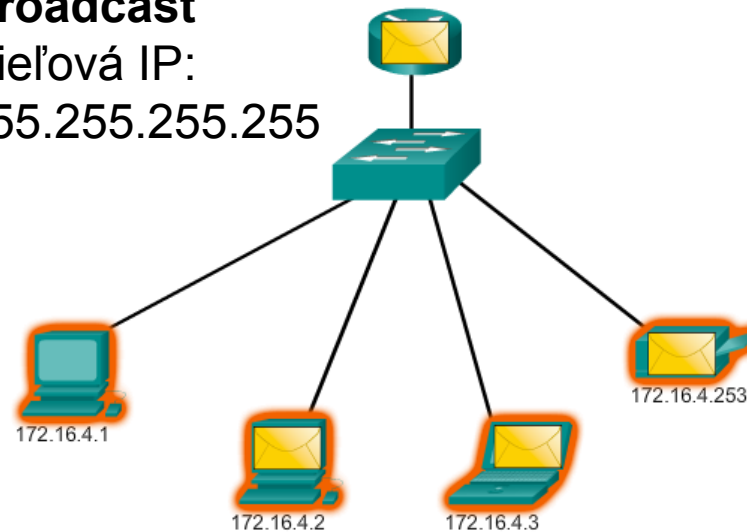
Unicast

Cieľová IP:
172.16.4.253



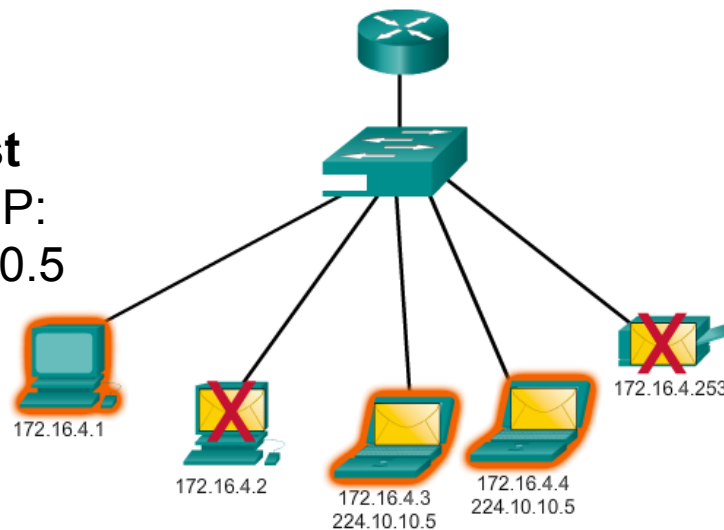
Broadcast

Cieľová IP:
255.255.255.255



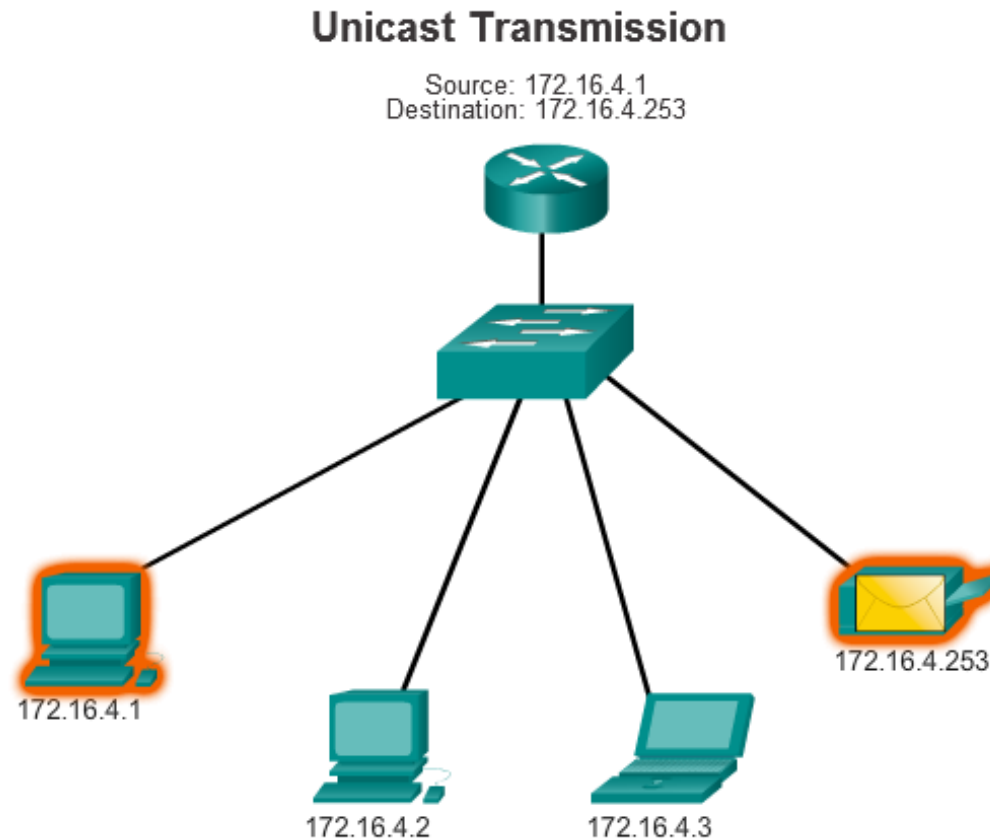
Multicast

Cieľová IP:
224.10.10.5



Unicast v IPv4

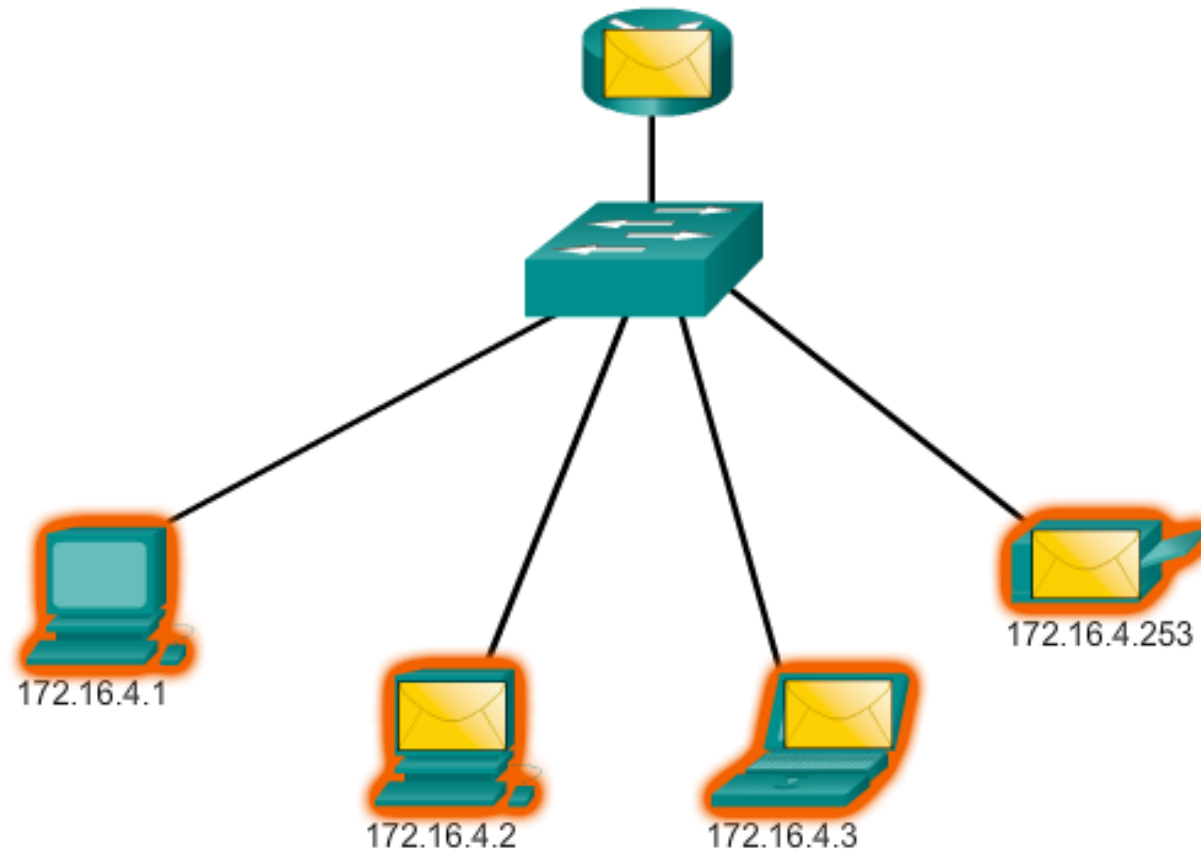
- Bežná komunikácia koncových uzlov, host-to-host.
- Zdrojová adresa každého paketu je vždy typu unicast.



Broadcast v IPv4

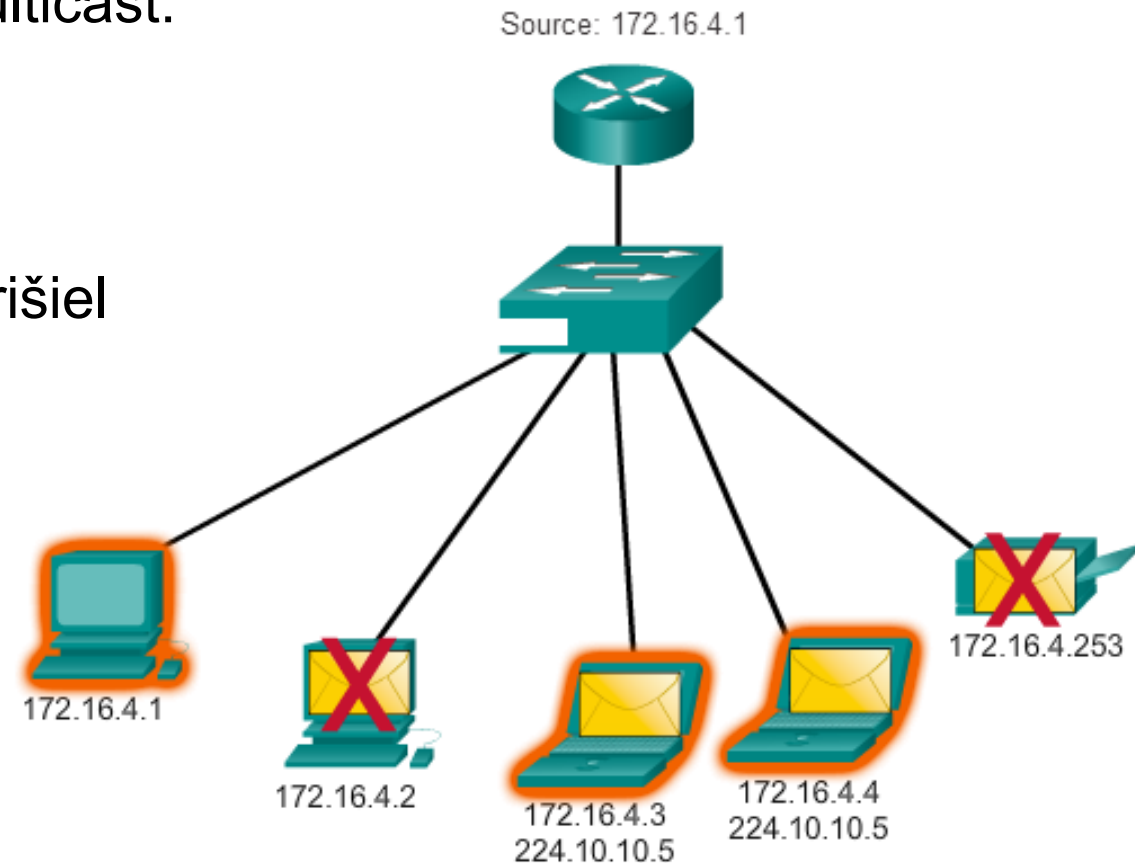
Limited Broadcast Transmission

Limited Broadcast
Source: 172.16.4.1
Destination: 255.255.255.255



Multicast v IPv4

- Host pošle jeden paket vybranej množine hostov, ktorý sa prihlásili do danej multicastovej skupiny.
- Rozsah adries rezervovaný pre multicast:
224.0.0.0 až 239.255.255.255
- Prepínač preposiela multicast rovnako ako broadcast, von všetkými portami, okrem toho, ktorým daný multicastový rámec prišiel





Téma 7.1.4: Typy IPv4 adres

Vyhradené rozsahy IP adries

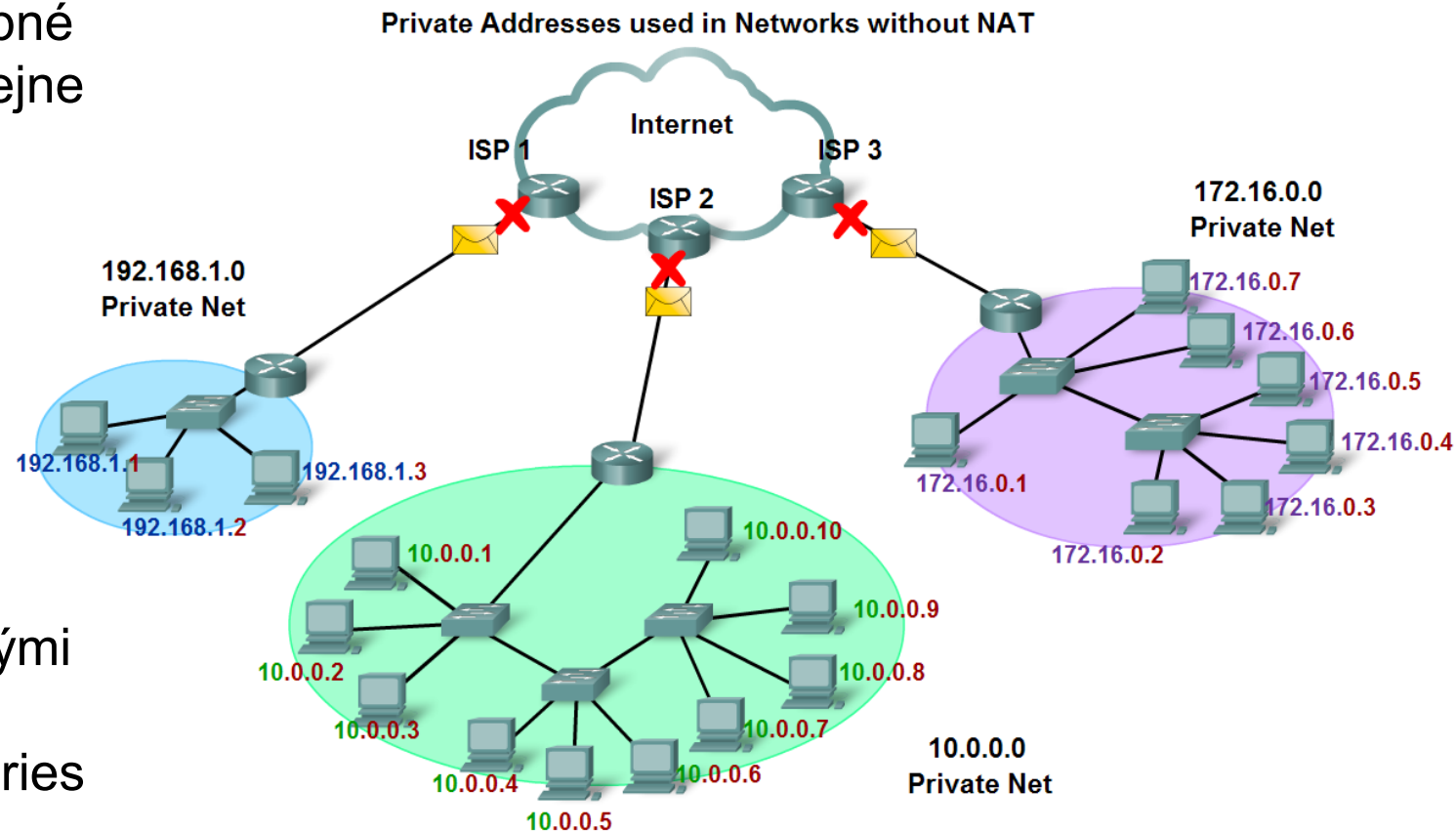
- Niektoré rozsahy IP adries sú vyhradené pre špeciálne použitie (RFC 5735)
- Privátne adresy podľa RFC 1918
 - Tri rozsahy: **10.0.0.0/8**, **172.16.0.0/12**, **192.168.0.0/16**
 - Adresy, ktoré je možné ľubovoľne používať vo vlastnej sieti
 - Pri komunikácii s internetom je ich potrebné preložiť na oficiálne verejné adresy pomocou technológie NAT
- Tzv. link-local adresy podľa RFC 3927
 - Rozsah **169.254.0.0/16**
 - Rozsah používaný OS Windows pre automatickú konfiguráciu IP adresy bez DHCP
 - Adresy je možné použiť iba na komunikáciu v jednej spoločnej sieti
- Tzv. loopback network podľa RFC 1122
 - Rozsah **127.0.0.0/8**, špeciálne IP adresa 127.0.0.1
 - Interná IP adresa, ktorú má každý počítač s podporou IP
 - Pomocou tejto siete môže počítač komunikovať cez IP sám so sebou
- Tzv. Test-NET rozsahy podľa RFC 5737
 - Tri rozsahy: **192.0.2.0/24**, **198.51.100.0/24**, **203.0.113.0/24**
 - Určené pre použitie v dokumentoch, príkladoch, návodoch bez rizika konfliktu s existujúcimi skutočnými sieťami

Použitie privátnych rozsahov podľa RFC 1918

- Privátne adresy je možné ľubovoľne využívať vo firemných či domácich sieťach, pokiaľ nie je potrebné komunikovať s verejne adresovanými zariadeniami

10.0.0.0/8,	10.0.0.0 - 10.255.255.255
172.16.0.0 /12,	172.16.0.0 - 172.31.255.255
192.168.0.0 /16,	192.168.0.0 - 192.168.255.255

- Pri komunikácii s verejne adresovanými zariadeniami je nutný preklad adres



Smerovacia tabuľka koncového zariadenia

netstat -r alebo route print

Obsahuje:

- **Interface List** - čísla rozhraní a MAC adresy (pre Ethernet, Wi-Fi, aj Bluetooth, ..)

IPv4 Route Table

- Default route (gateway of last resort = cesta poslednej možnosti)
- Loopback adresy (test funkčnosti TCP/IP)
- LAN sieť v ktorej je zapojený daný PC
- Multicast
- Broadcast

IPv6 Route Table

- Default route
- Global unicast (nie je vo výpise)
- Link-local
- Multicast

```
C:\Users\janau>route print
```

```
=====
```

Interface List

```
24...d0 7e 35 e7 0e 38 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
22...d2 7e 35 e7 0e 37 .....Microsoft Hosted Network Virtual Adapter
10...d0 7e 35 e7 0e 37 .....Intel(R) Dual Band Wireless-AC 3160
1.....Software Loopback Interface 1
2...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft Teredo Tunneling Adapter
23...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #6
```

```
=====
```

IPv4 Route Table

```
=====
```

Active Routes:

Network Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.100.1	192.168.100.6	55
127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	331
127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	331
127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	331
192.168.100.0	255.255.255.0	On-link	192.168.100.6	311
192.168.100.6	255.255.255.255	On-link	192.168.100.6	311
192.168.100.255	255.255.255.255	On-link	192.168.100.6	311
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	331
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.100.6	311
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	331
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.100.6	311

```
=====
```

Persistent Routes:

None

IPv6 Route Table

```
=====
```

Active Routes:

If	Metric	Network Destination	Gateway
10	311	:::/0	fe80::fee3:3cff:febe:b27
1	331	:::1/128	On-link
10	311	fe80::/64	On-link
10	311	fe80::6ce4:4b68:db81:65ec/128	On-link
1	331	ff00::/8	On-link
10	311	ff00::/8	On-link

```
=====
```

Persistent Routes:

None

Adresovanie v IP

- V IPv4 sa zapisuje ako štyri oktety oddelené bodkou
 - IP adresy sa pridelujú sieťovým rozhraniam zariadenia
 - Zariadenie má toľko IP adries, koľko má sieťových rozhraní
- IP adresa obsahuje dve časti:
 - Identifikátor (predčíslenie, prefix, network part) siete
 - Identifikátor (číslo, host part) počítača v danej sieti
- Smerovače sa pri smerovaní zaoberajú predčísliami sietí
 - Pre smerovanie nie je číslo konkrétneho počítača zaujímavé: ak sme dopravili paket na okraj cieľovej siete, o zvyšok sa postará linková vrstva
- Veľkosť predčíslenia siete v IP adrese je premenlivá a v priebehu existencie IP sa objavilo niekoľko rôznych spôsobov, ako z IP adresy „vyčítať“ predčíslenie siete
- Historicky prvý spôsob:
 - Prvý bajt bol predčíslenie siete
 - Zvyšné tri bajty označovali počítač

Classfull adresovanie v IP (podľa tried)

- Triedy IP adries:
 - **Trieda A:** Najvyšší bit prvého oktetu je 0
 - 0.0.0.0 – 127.255.255.255
 - Predčíslenie siete: prvý oktet
 - Príklad: 87.X.X.X (87.<0-255>.<0-255>.<0-255>)
 - **Trieda B:** Najvyššie dva bity prvého oktetu sú 10
 - 128.0.0.0 – 191.255.255.255
 - Predčíslenie siete: prvé dva oktety
 - Príklad: 158.193.X.X (158.193.<0-255>.<0-255>)
 - **Trieda C:** Najvyššie tri bity prvého oktetu sú 110
 - 192.0.0.0 – 223.255.255.255
 - Predčíslenie siete: prvé tri oktety
 - Príklad: 213.81.187.X (213.81.187.<0-255>)

Classfull adresovanie v IP (podľa tried)

- Triedy IP adries (pokr.):
 - **Trieda D:** Najvyššie štyri bity prvého oktetu sú 1110
 - 224.0.0.0 – 239.255.255.255
 - Táto trieda nepredstavuje siete a ich členské počítače, ale tzv. multicastové skupiny
 - Pre potreby tejto triedy sa predčíslie siete nezavádza
 - **Trieda E:** Najvyššie štyri bity prvého oktetu sú 1111
 - 240.0.0.0 – 255.255.255.255
 - Trieda adries vyhradená pre experimentálne účely, nepoužívaná v bežných sieťach
- Danú IP adresu je možné do konkrétnej triedy priradiť okamžite podľa hodnoty jej prvého oktetu
 - 0-127: **A**, 128-191: **B**, 192-223: **C**, 224-239: **D**, 240-255: **E**

Classfull adresovanie v IP

- Zavedením tried vznikli bloky adres pre siete s rôznou veľkosťou
 - Trieda A: 128 sietí, v každej 256^3 staníc, dĺžka predčísia 1B
 - Trieda B: $64 \cdot 256$ sietí, v každej 256^2 staníc, dĺžka predčísia 2B
 - Trieda C: $32 \cdot 256^2$ sietí, v každej 256 staníc, dĺžka predčísia 3B
 - Všetky počty sú približné
- Keďže veľkosti predčíslí sú premenlivé, zavádzame pojem „IP adresa siete“
 - Predčísie siete doplnené oktetmi s hodnotou 0 na veľkosť IP adresy, t.j. číselne najnižšia IP adresa s daným predčíslím
 - IP adresa siete slúži na označenie siete ako celku pre účely smerovania a nie je ju možné nastaviť ako vlastnú adresu žiadnej stanice
- V každej sieti je vyhradená špeciálna adresa, na ktorej je povinná počúvať každá stanica – tzv. broadcastová adresa
 - Predčísie siete doplnené oktetmi s hodnotou 255 na veľkosť IP adresy, t.j. číselne najvyššia IP adresa s daným predčíslím
 - Broadcastová IP adresa slúži na hromadné doručovanie paketov všetkým staniciam siete naraz a nie je ju možné nastaviť ako vlastnú adresu žiadnej stanice

Triedy adresů v IPv4

Address Class	1st octet range (decimal)	1st octet bits (green bits do not change)	Network(N) and Host(H) parts of address	Default subnet mask (decimal and binary)	Number of possible networks and hosts per network
A	1-127**	00000000-01111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 nets (2^7) 16,777,214 hosts per net ($2^{24}-2$)
B	128-191	10000000-10111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16,384 nets (2^{14}) 65,534 hosts per net ($2^{16}-2$)
C	192-223	11000000-11011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2,097,150 nets (2^{21}) 254 hosts per net (2^8-2)
D	224-239	11100000-11101111	NA (multicast)		
E	240-255	11110000-11111111	NA (experimental)		

Classless addressing

- Prax však ukázala, že aj delenie na triedy je príliš hrubé
 - Správcovia IP rozsahov prideľovali celé bloky adries podľa triedy, teda zákazník mohol dostať iba celú sieť typu A, B alebo C
 - Ak sa priestor triedy minul, nebolo možné alokovať rovnako veľkú sieť z inej triedy (napr. sieť o 65536 adresách z triedy B nebolo možné prideliť z priestoru adries v triede A, lebo každá adresa triedy A vyjadrovala príslušnosť do siete o veľkosti 16777216 adries)
- Súčasný prístup: zrušenie tried, tzv. **classless addressing**
 - Predčíslenie siete v IP adrese sa už neurčuje podľa príslušnosti adresy do niektorej triedy, ale použitím pomocnej kvantity: tzv. sieťovej masky (netmask)
 - Sieťová maska je 4B hodnota podobne ako IP adresa
 - Vyčleňuje predčíslenie siete z IP adresy

Prideľovanie verejných rozsahov IP adries

- Správcami verejných rozsahov IP adries sú tzv. regionálne internetové registre (RIR) s geograficky odlišenou pôsobnosťou
 - Pre Európu je správcom register RIPE





Časť 8.1: Subsiet'ovanie IPv4 siete

Na konci by sme mali vedieť:

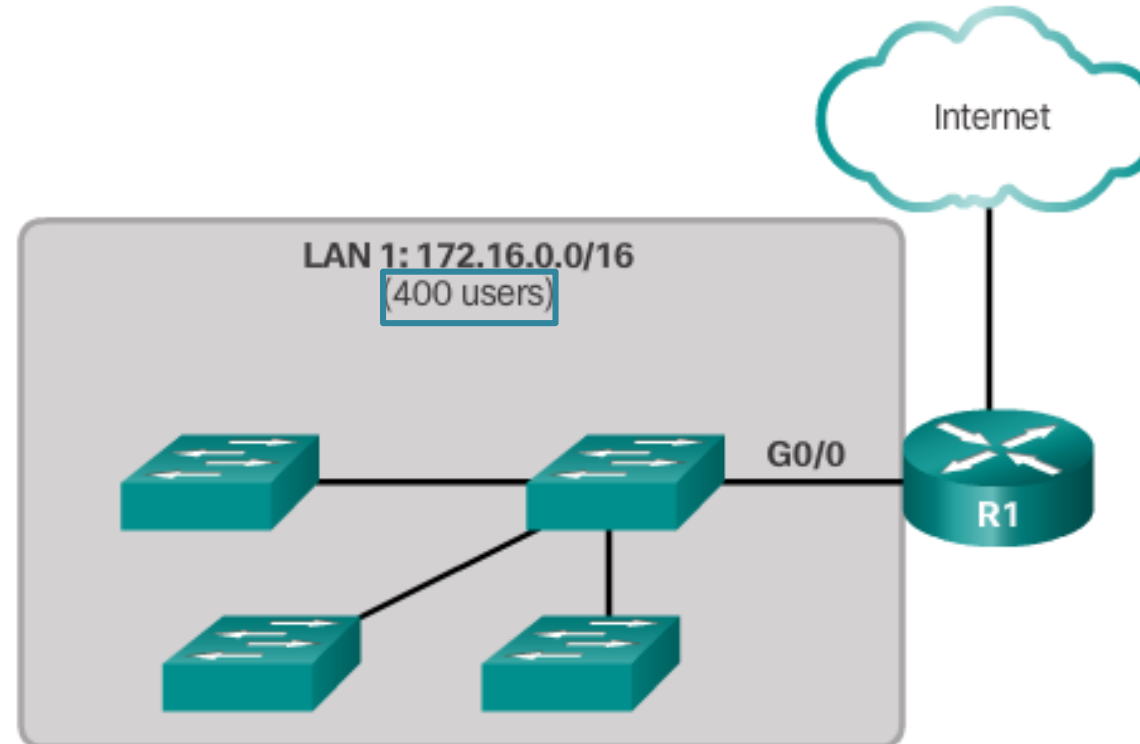
- Vysvetliť ako sa robí subsiet'ovanie sieťových segmentov a aj prečo.
- Vytvoriť subsiete pre pôdvodnú sieť s prefixom /24.
- Vytvoriť subsiete pre pôdvodnú sieť s prefixom /16 a /8.



Téma 8.1.1: Segmentácia sietí

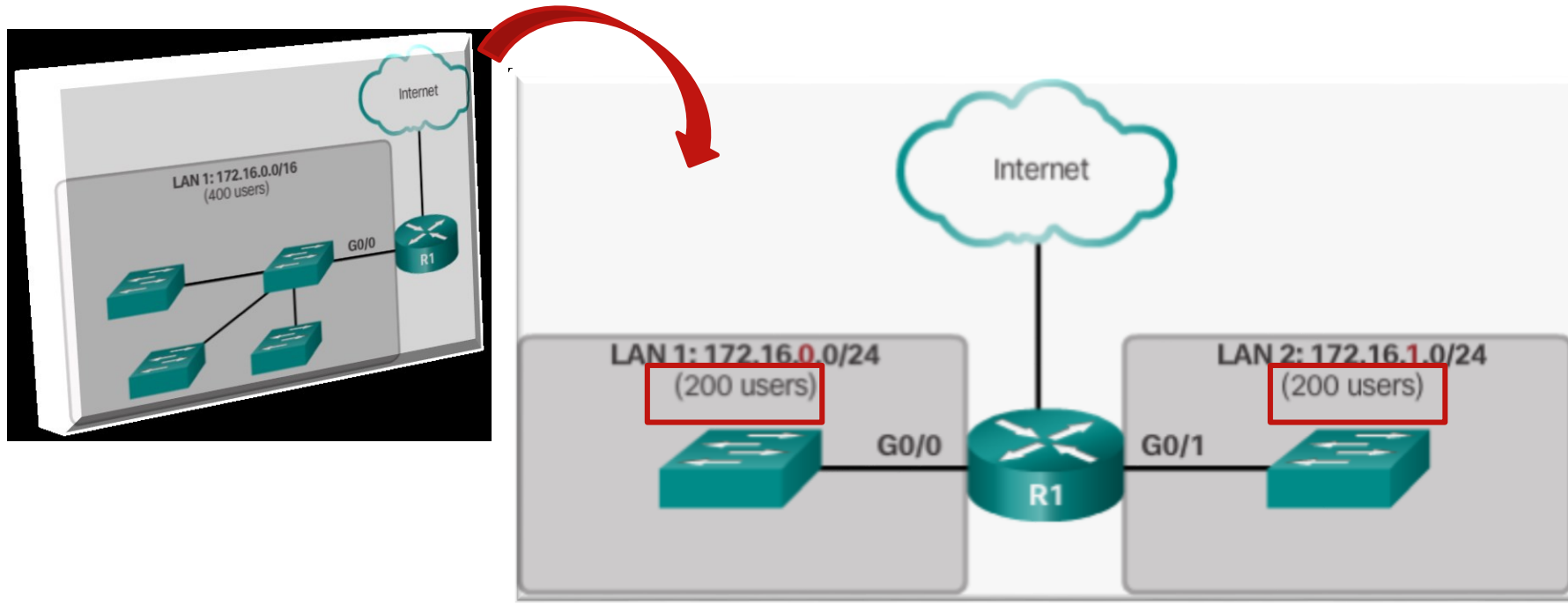
Problémy veľkých broadcastových domén

- Každé rozhranie smerovača pripája jednu broadcastovú doménu, broadcasty sa šíria iba vrámci danej domény
- Príliš veľké broadcastové domény však spomaľujú sieťové operácie kvôli veľkému počtu broadcastovej sieťovej prevádzky.
- Všetky zariadenia musia prijať a spracovať broadcastovo adresované pakety



Problémy veľkých broadcastových domén - riešenie

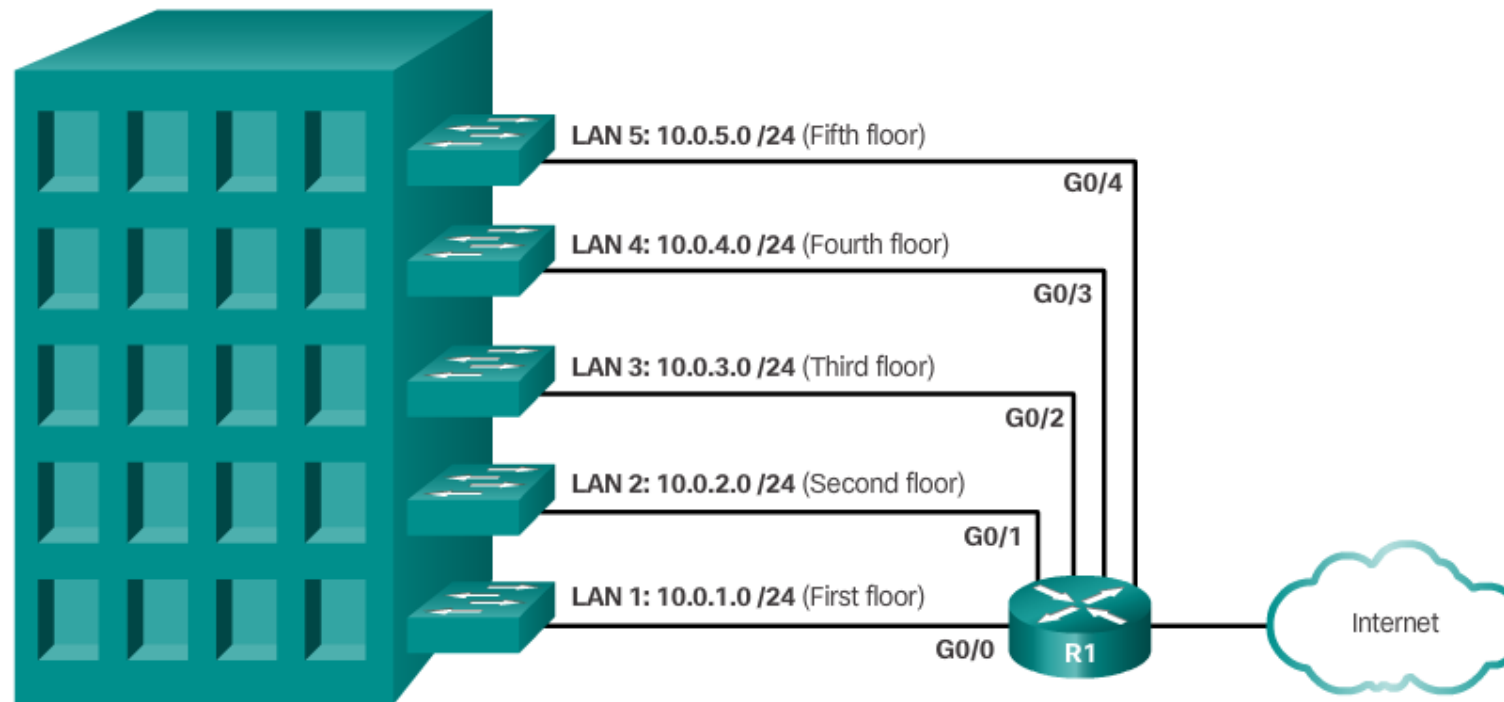
- Riešenie: redukovať veľkosť siete vytvorením menších broadcastových domén procesom nazývaným „podsieťovanie“ (subnetting)
- Rozdelením pôvodnej siete na menšie podsiete (subnets)



- Aké sú však kritériá pre tvorbu podsietí?

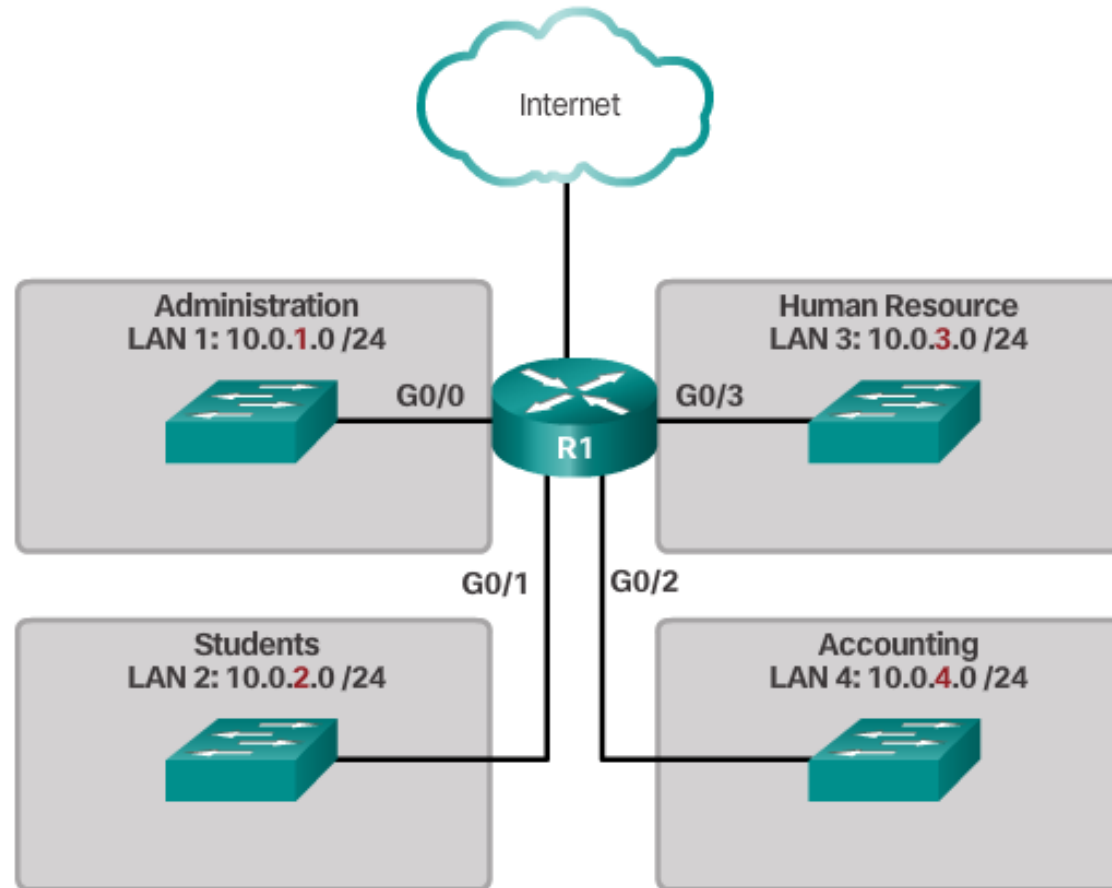
Podsiete podľa umiestnenia

- Sieťový administrátori môžu zoskupiť zariadenia a služby do podsietí podľa ich umiestnenia.



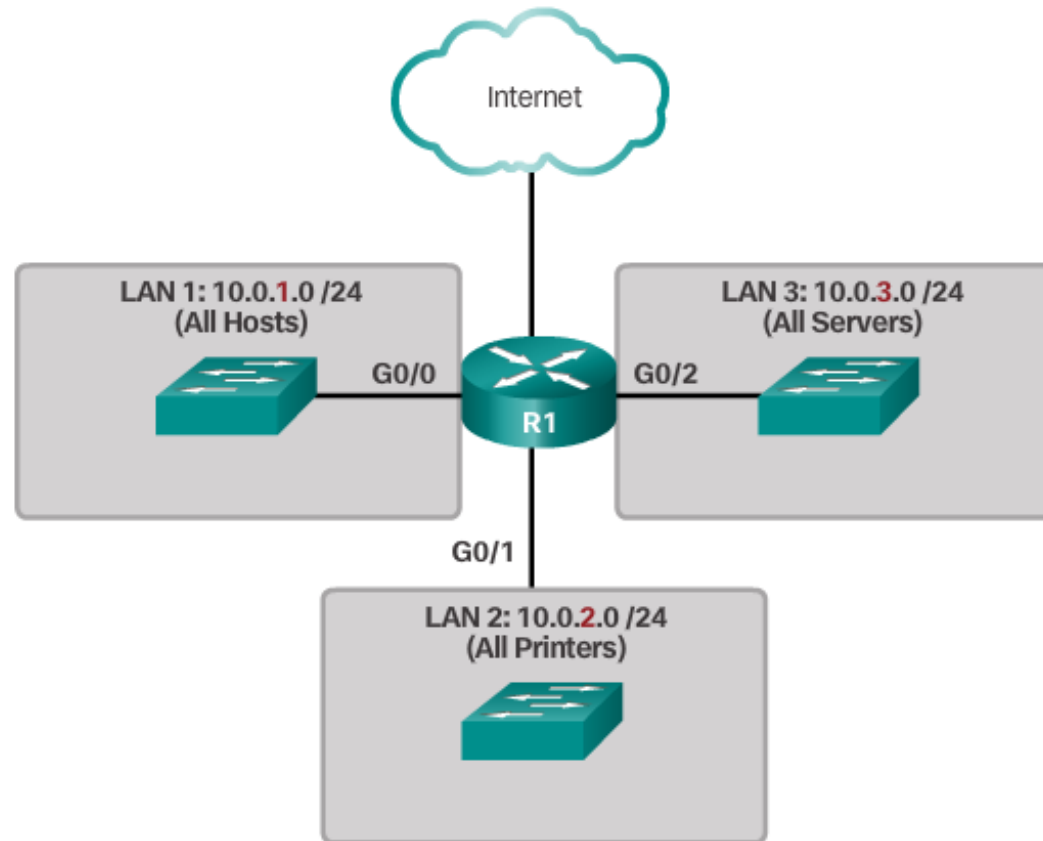
Podsiete podľa typu organizačnej štruktúry

- Sieťový administrátori môžu zoskupiť zariadenia a služby do podsietí podľa toho, do ktorej organizačnej jednotky patria.



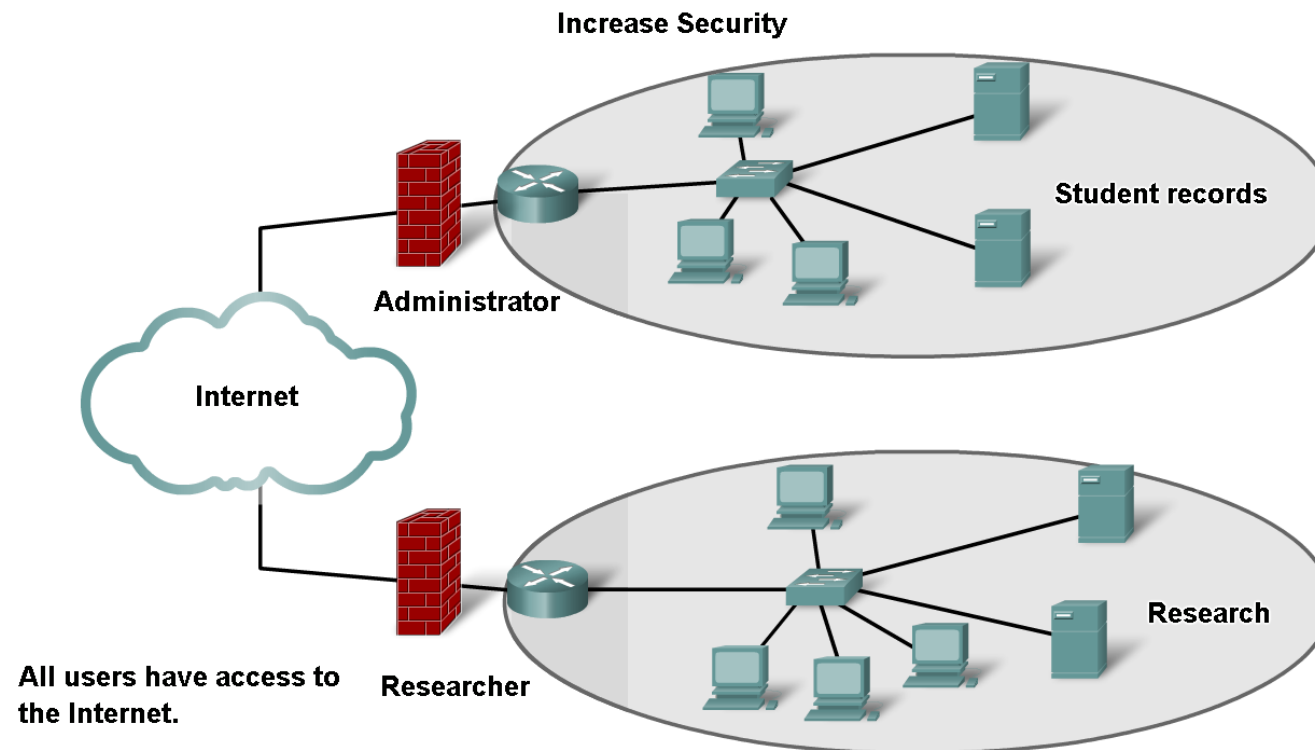
Podsiete podľa typu zariadení

- Sieťový administrátori môžu zoskupiť zariadenia a služby do podsietí podľa typu/povahy zariadení.



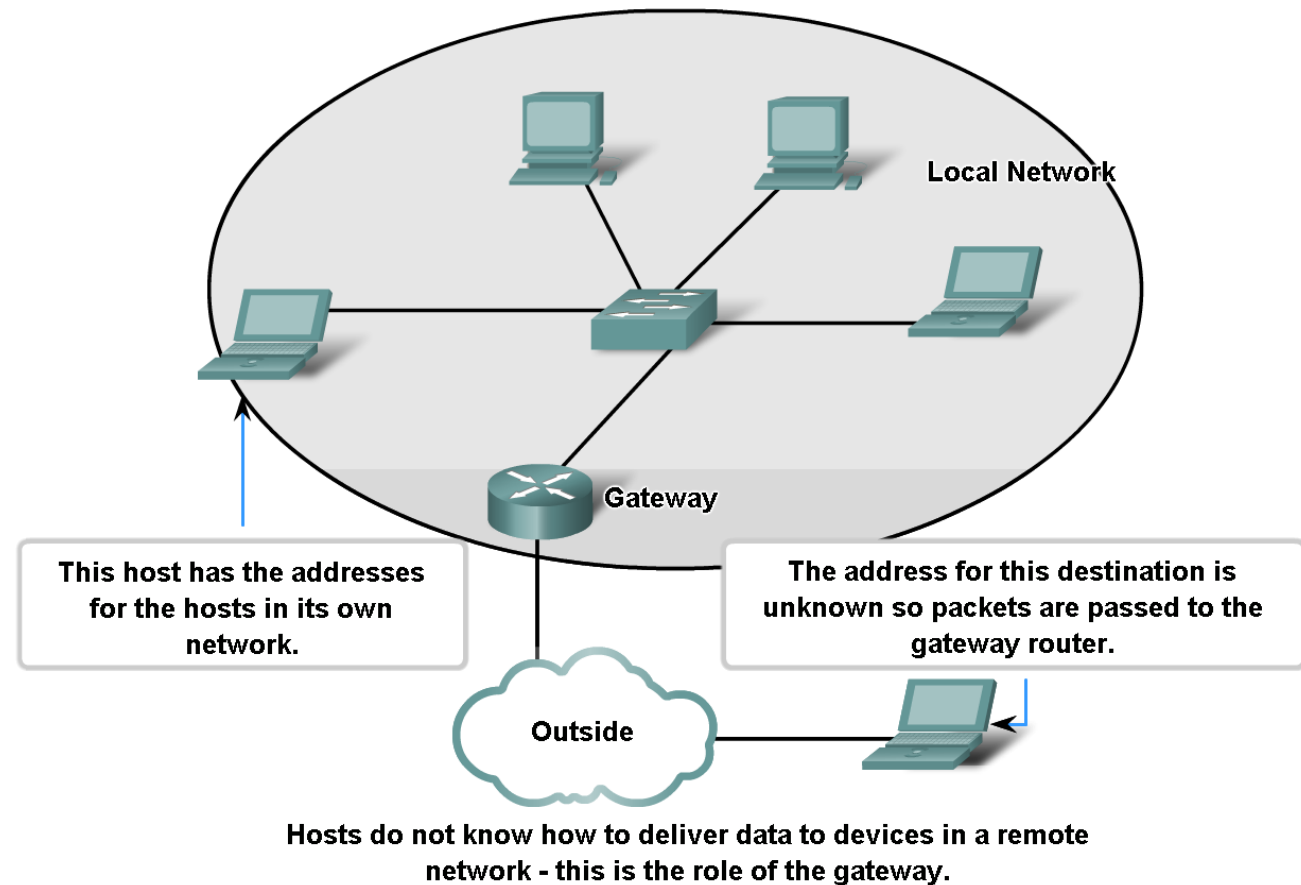
Vytváranie podsietí pre zvýšenie bezpečnosti

- Rozdelením staníc do samostatných podsietí získavame možnosť definovať bezpečnostné pravidlá a obmedzenia pre celé podsiete
 - Možnosť riadiť či obmedziť komunikáciu medzi jednotlivými podsietami
 - Možnosť aplikovať bezpečnostné pravidlá plošne na celú podsieť voči okoliu



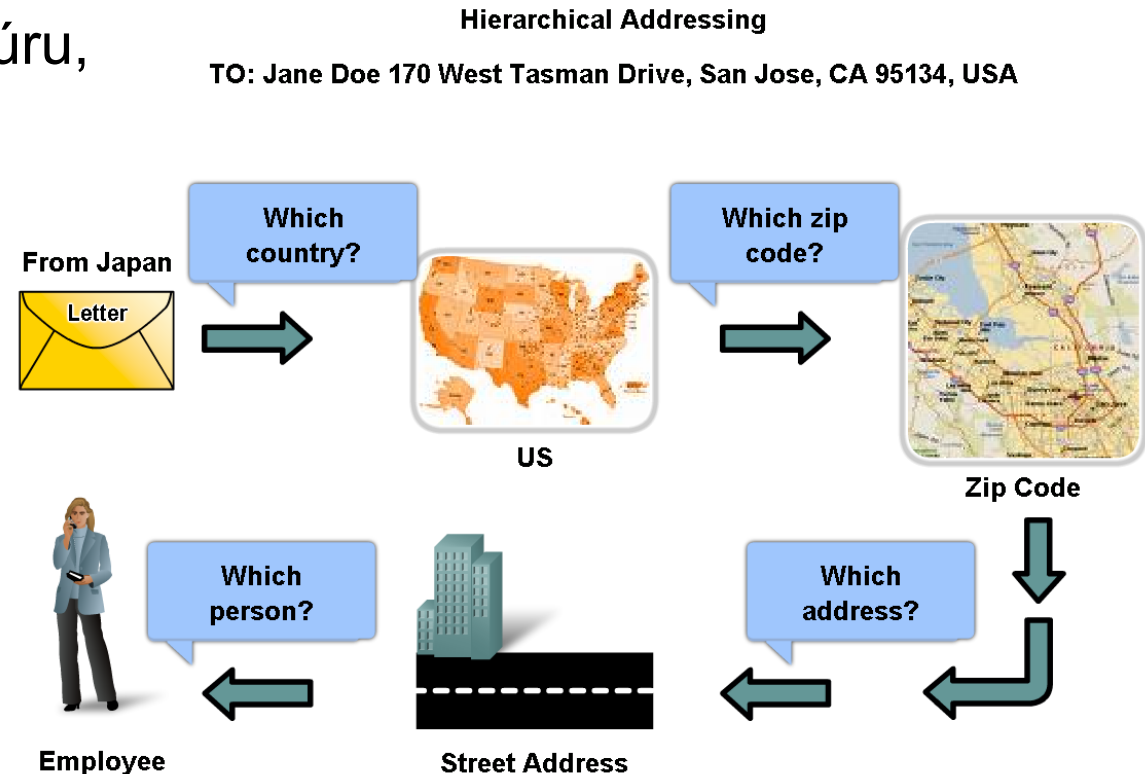
Vytváranie podsietí pre efektívnejšie doručovanie dát

- Vo veľkej súvislej sieti musia jednotlivé koncové uzly udržiavať potenciálne rozsiahle informácie o tom, ako adresovať jednotlivých svojich susedov
 - V spoločnej sieti môžu totiž jednotlivé uzly komunikovať medzi sebou bezprostredne
- Rozdelením siete na podsiete sa znižuje objem informácií o adresovaní na koncových uzloch
 - Koncové uzly poznajú svojich susedov v rovnakej sieti
 - Pre komunikáciu s uzlami v iných sieťach využijú služby tzv. brány
 - Uzlom teda stačí poznať informácie o svojej vlastnej sieti a o bráne, ktorá ich spája s ostatnými sieťami



Adresovanie podsietí

- Systém adresovania sietí v IP protokole má niekoľko charakteristických vlastností
 - Adresy pridelujeme jednotlivým uzlom (ich sieťovým rozhraniam) i celým sieťam
 - Adresy majú hierarchickú štruktúru, popisujú konkrétnu sieť a uzol v nej
 - Ak sa sieť rozdelí na podsiete, adresy podsietí a uzlov v nich majú **spoločné predčísle**



At each step of delivery, the post office need only examine the next hierarchical level.



Téma 8.1.2: Úvod do subsieťovania v IPv4 sieti

Tvorba podsietí v IPv4

- Doposiaľ popísaný mechanizmus umožňuje rozdeliť priestor všetkých IP adries na dopredu vyčlenené IP siete
 - Ak potrebujeme adresovať viac sietí, buď požiadame o niekoľko celých IP sietí, alebo – ak máme dostatočne veľkú IP sieť – rozdeliť ju na menšie časti, tzv. podsiete
- Ak však máme isté predčíslenie už pridelené, ako ho môžeme pre vlastné potreby vnútorne rozdeliť na menšie rozsahy?
- Idea tvorby podsietí:
 - Použiť istú časť host part ako ID vlastnej podsiete – pre svoje účely si do predčíslia siete priberieme, „požičiame“ ďalšie bity/bajty
 - Zmenšíme si počet staníc v jednej výslednej sieti, ale pôvodnú sieť rozdelíme na niekoľko ďalších

Tvorba podsietí na hraniciach oktetov

- Príklad:
 - Poskytovateľ (ISP) nám pridelil B blok **158.193.0.0**
 - Všetci príjemcovia tvaru 158.193.X.Y
 - Jedna sieť (jedno predčíslenie), $2^{16} = 65\,536$ adries v sieti, 2 vyhradené (N, B)
 - K pôvodnému predčísliu my pričleníme ďalší oktet (bajt) – z host part
 - Vznikne $2^8 = 256$ podsietí, v každej 256 adries, 2 adresy v každej sieti vyhradené, prvá a posledná podsieť niekedy tiež vyhradené
 - Pričlenenie ďalšieho bajtu sa realizuje vhodnou konfiguráciou zariadení



Zmena pohľadu (interpretácie)



Tvorba podsietí na hraniciach bajtov

Prefix Length	Subnet Mask	Subnet Mask in Binary (n = network, h = host)	# of hosts
/8	255.0.0.0	<code>nnnnnnnn . hhhhhhhh . hhhhhhhh . hhhhhhhh</code> <code>11111111 . 00000000 . 00000000 . 00000000</code>	16,777,214
/16	255.255.0.0	<code>nnnnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh . hhhhhhhh</code> <code>11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000</code>	65,534
/24	255.255.255.0	<code>nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh</code> <code>11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000</code>	254

Tvorba podsietí na hraniciach bajtov

- Subsietovanie pôvodnej siete 10.0.0.0/8 na druhom bajte: 10.x.0.0/16

Subnet Address (256 Possible Subnets)	Host Range (65,534 possible hosts per subnet)	Broadcast
<u>10.0.0.0/16</u>	<u>10.0.0.1</u> - <u>10.0.255.254</u>	<u>10.0.255.255</u>
<u>10.2.0.0/16</u>	<u>10.2.0.1</u> - <u>10.2.255.254</u>	<u>10.2.255.255</u>
<u>10.3.0.0/16</u>	<u>10.3.0.1</u> - <u>10.3.255.254</u>	<u>10.3.255.255</u>
<u>10.4.0.0/16</u>	<u>10.4.0.1</u> - <u>10.4.255.254</u>	<u>10.4.255.255</u>
<u>10.5.0.0/16</u>	<u>10.5.0.1</u> - <u>10.5.255.254</u>	<u>10.5.255.255</u>
<u>10.6.0.0/16</u>	<u>10.6.0.1</u> - <u>10.6.255.254</u>	<u>10.6.255.255</u>
<u>10.7.0.0/16</u>	<u>10.7.0.1</u> - <u>10.7.255.254</u>	<u>10.7.255.255</u>
...	...	...
<u>10.255.0.0/16</u>	<u>10.255.0.1</u> - <u>10.255.255.254</u>	<u>10.255.255.255</u>

Tvorba podsietí na hraniciach bajtov

- Subsieťovanie pôvodnej siete 10.0.0.0/8 na druhom a treťom bajte: **10.x. x.0/24**

Subnet Address (65,536 Possible Subnets)	Host Range (254 possible hosts per subnet)	Broadcast
<u>10.0.0.0/24</u>	<u>10.0.0.1</u> – <u>10.0.0.254</u>	<u>10.0.0.255</u>
<u>10.0.1.0/24</u>	<u>10.0.1.1</u> – <u>10.0.1.254</u>	<u>10.0.1.255</u>
<u>10.0.2.0/24</u>	<u>10.0.2.1</u> – <u>10.0.2.254</u>	<u>10.0.1.255</u>
...	...	...
<u>10.0.255.0/24</u>	<u>10.0.255.1</u> – <u>10.0.255.254</u>	<u>10.0.255.255</u>
<u>10.1.0.0/24</u>	<u>10.1.0.1</u> – <u>10.1.0.254</u>	<u>10.1.0.255</u>
<u>10.1.1.0/24</u>	<u>10.1.1.1</u> – <u>10.1.1.254</u>	<u>1.1.1.0.255</u>
<u>10.1.2.0/24</u>	<u>10.1.2.1</u> – <u>10.1.2.254</u>	<u>10.1.2.0.255</u>
...	...	...
<u>10.100.0.0/24</u>	<u>10.100.0.1</u> – <u>10.100.0.254</u>	<u>10.100.0.255</u>
...	...	...
<u>10.255.255.0/24</u>	<u>10.255.255.1</u> – <u>10.255.255.254</u>	<u>10.255.255.255</u>

Tvorba podsietí na hraniciach bitov

- K predčísliu, ktoré nám bolo pridelené, pridáme pre identifikovanie našej vlastnej podsiete vhodný počet bitov z pôvodnej host part
 - Počet vzniknutých podsietí: $2^{\text{počet pridaných bitov z host part}}$
- Masku sa predĺži, zväčší sa počet bitov nastavených na 1
- Vzniknuté podsiete budú časťou pôvodnej siete
 - Veľkosť jednej podsiete: $2^{\text{počet zostávajúcich bitov v host part}}$
- Príklad
 - Pôvodná maska bola 255.255.255.0, t.j. pôvodná sieť obsahovala 256 adries
 - Nová maska predĺži predčíslenie siete o 3 bity a má hodnotu 255.255.255.224
 - Vzniklo $2^3=8$ nových podsietí, v každej je $2^5=32$ možných adries

11111111	11111111	11111111	00000000
11111111	11111111	11111111	11100000

Tvorba podsietí na hraniciach bitov (kdekoľvek)

Subsietovanie pôvodnej siete s maskou /24 ➡ môžem si požičať nejaký počet bitov zo 4. oktetu (z host part) na adresovanie podsietí (nová maska bude potom dlhšia):

- 1 bit a tak vytvorím $2^1 = 2$ podsiete, v každej $2^7 - 2 = 126$ použiteľných adries
- 2 bity a tak vytvorím $2^2 = 4$ podsiete, v každej $2^6 - 2 = 62$ použiteľných adries
- 3 bity a tak vytvorím $2^3 = 8$ podsietí, v každej $2^5 - 2 = 30$ použiteľných adries
- 4 bity a tak vytvorím $2^4 = 16$ podsietí, v každej $2^4 - 2 = 14$ použiteľných adries
- 5 bitov a tak vytvorím $2^5 = 32$ podsietí, v každej $2^3 - 2 = 6$ použiteľných adries
- 6 bitov a tak vytvorím $2^6 = 64$ podsietí, v každej $2^2 - 2 = 2$ použiteľné adresy

Prefix Length	Subnet Mask	Subnet Mask in Binary (n = network, h = host)	# of subnets	# of hosts
/25	255.255.255.128	nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nhhhhhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 10000000	2	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnhhhhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11000000	4	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnhhhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11100000	8	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnhhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11110000	16	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11111000	32	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnnnnn . nnnnnnhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11111100	64	2

Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 2 podsiete

192.168.1.0/25 Network

Požičiame si 1 bit z host časti

						
Original	192.	168.	1.	0	000	0000
Mask	255.	255.	255.	0	000	0000
1 Network						

The borrowed bit value is **0** for the Net 0 address.

Net 0	192.	168.	1.	0	000	0000
2 Subnets						
Net 1	192.	168.	1.	1	000	0000

The borrowed bit value is **1** for the Net 1 address.

The new subnets have the **SAME** subnet mask.

Mask	255.	255.	255.	1	000	0000
------	------	------	------	---	-----	------

Dotted Decimal Addresses

Požičiame si 1 bit z host časti

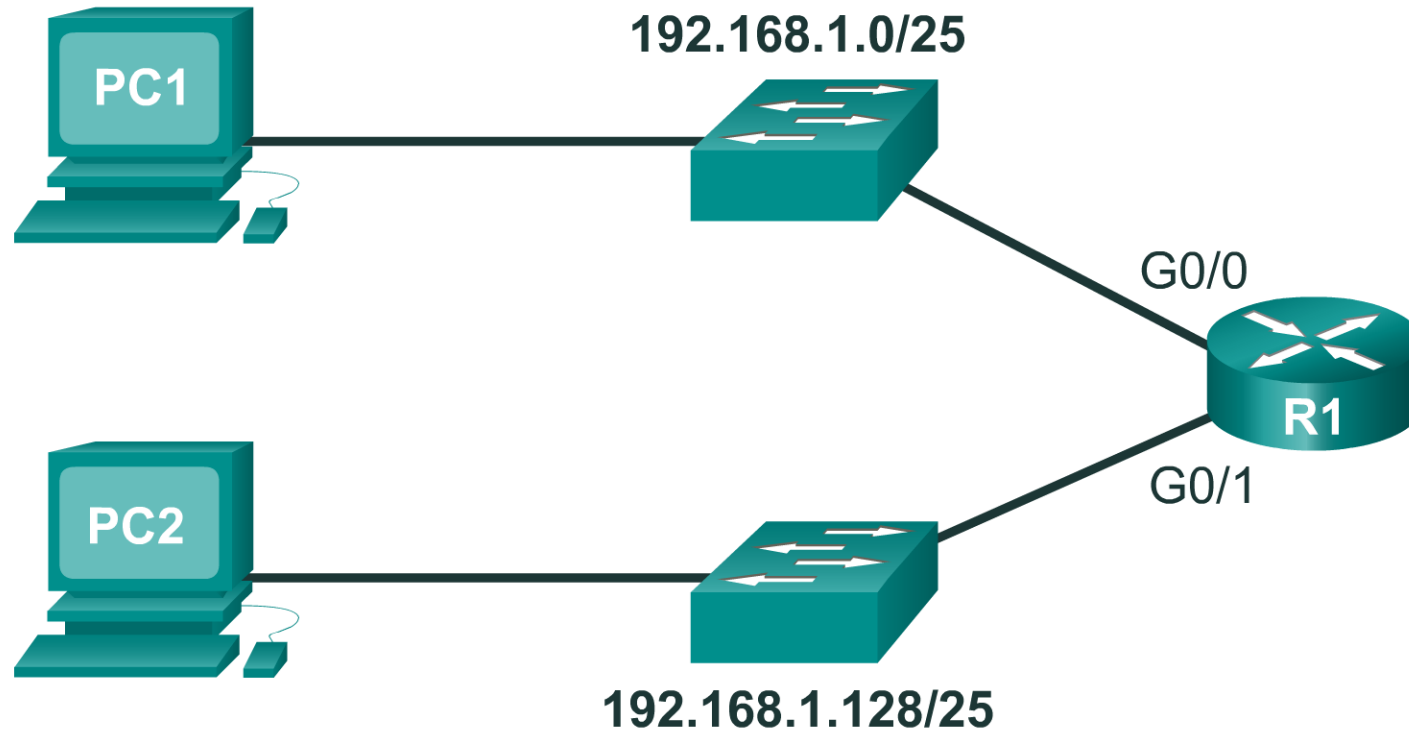
						
Original	192.	168.	1.	0	000	0000
Mask	255.	255.	255.	0	000	0000
1 Network						

	192.	168.	1.	0/25		
Net 0	192.	168.	1.	0	000	0000
	192.	168.	1.	128/25		
Net 1	192.	168.	1.	1	000	0000

	255.	255.	255.	128		
Mask	255.	255.	255.	1	000	0000

Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 2 podsiete

- Pôvodná sieť: 192.168.1.0/24



Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 2 podsiete

Address Range for 192.168.1.0/25 Subnet

Network Address

192. 168. 1. 0 000 0000 = 192.168.1.0

First Host Address

192. 168. 1. 0 000 0001 = 192.168.1.1

Last Host Address

192. 168. 1. 0 111 1110 = 192.168.1.126

Broadcast Address

192. 168. 1. 0 111 1111 = 192.168.1.127

Address Range for 192.168.1.128/25 Subnet

Network Address

192. 168. 1. 1 000 0000 = 192.168.1.128

First Host Address

192. 168. 1. 1 000 0001 = 192.168.1.129

Last Host Address

192. 168. 1. 1 111 1110 = 192.168.1.254

Broadcast Address

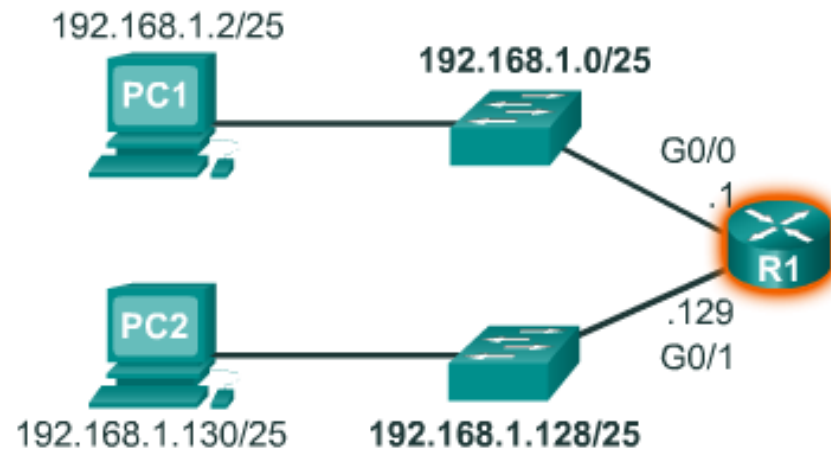
192. 168. 1. 1 111 1111 = 192.168.1.255

- Príklad pridelenia IP adres pre sieťové zariadenia:
 - Prvá použiteľná IP adresa – pre rozhranie smerovača
 - Druhá použiteľná IP adresa – pre PC

Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 2 podsiete

Assign a Valid Host IP Address

Configure R1 Gigabit Interfaces



Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties

General

You can get IP settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IP settings.

☐ Obtain an IP address automatically

☒ Use the following IP address:

IP address: 192 . 168 . 1 . 130

Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 128

Default gateway: 192 . 168 . 1 . 129

☐ Obtain DNS server address automatically

☒ Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server: . . .

Alternate DNS server: . . .

```
R1(config)#interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.128
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface gigabitethernet 0/1
R1(config-if)#ip address 192.168.1.129 255.255.255.128
```

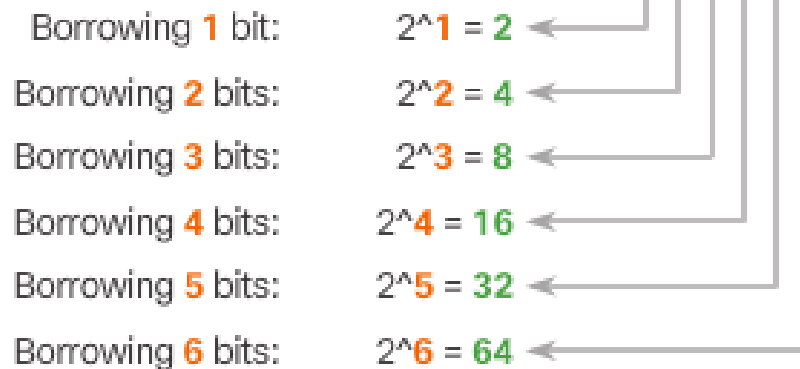
Výpočet počtu subsietí

$$2^n$$

kde **n** = počet požičaných bitov
na subsieťovanie
(z pôvodného host part, zľava)

192 . 168 . 1 . 0

nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh



Príklad: ak $n=1$, t.j.
beriem iba 1 bit na
subsieťovanie, tak
viem adresovať iba
 $2^n = 2^1 = 2$ subsiete

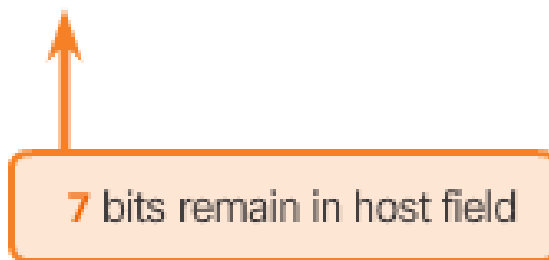
Výpočet počtu použiteľných IP v danej subsieti

$$2^m - 2$$

kde m = počet zvyšných bitov v host part po subsietovaní pre adresovanie hostov

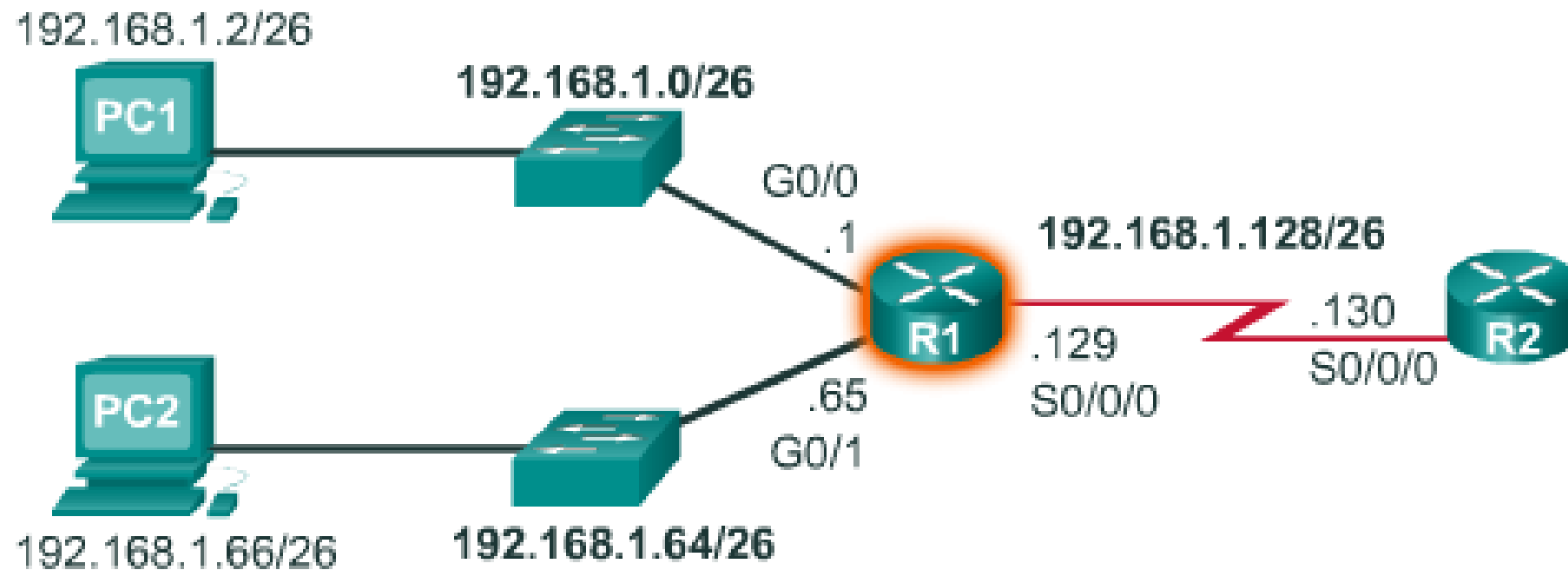
Príklad: ak sme zobrali 1 bit na subsietovanie (z celkových 8 v pôvodnom host part), tak nám ostalo $m=7$ bitov na adresovanie hostov, a tak viem vytvoriť 2^7 adres, z ktorých dve nemožno použiť pre hostov (adresa siete a broadcast), t.j. celkovo použiteľných je $2^7 - 2$ adres:

192. 168. 1. 0 000 0000

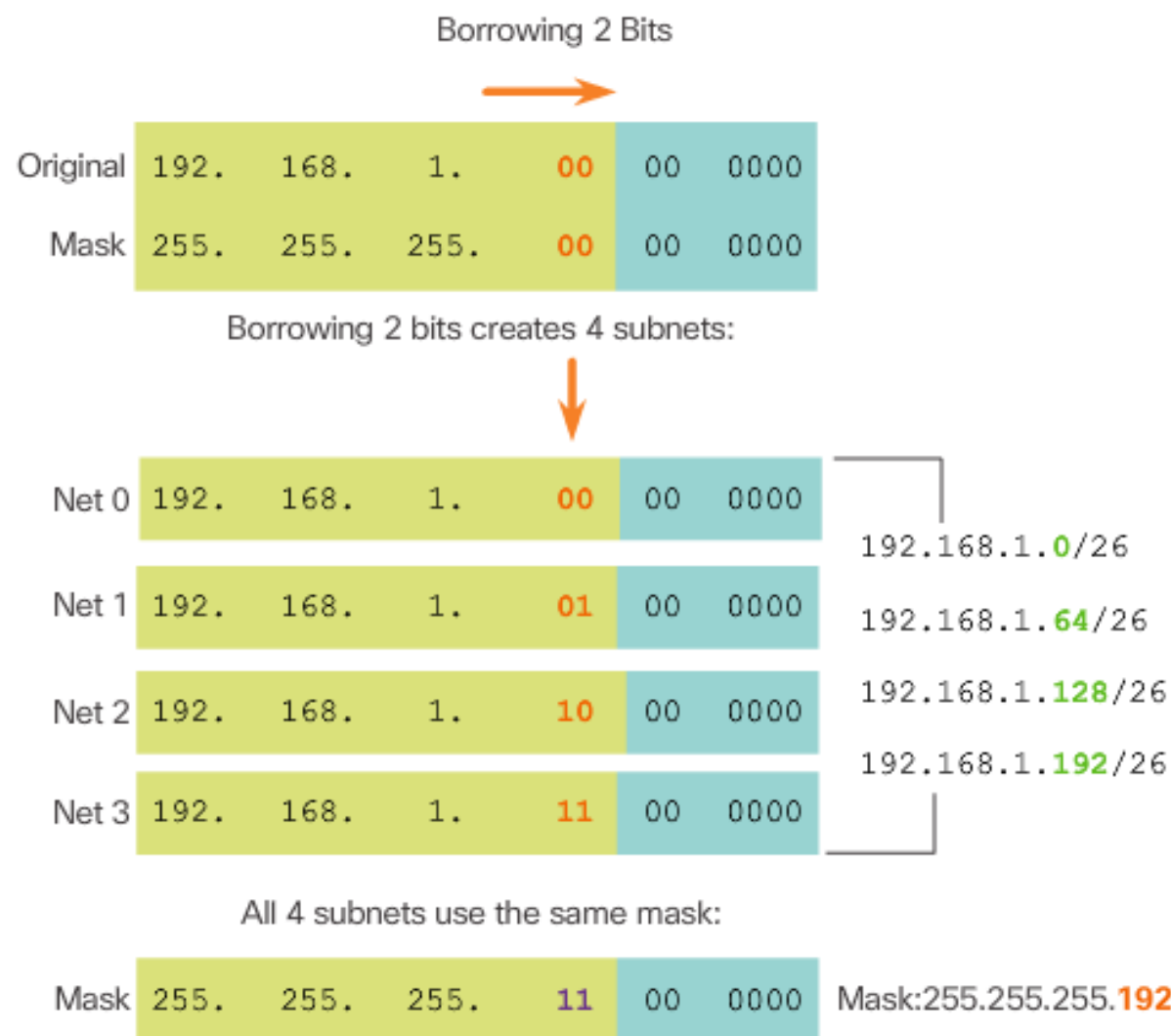


$2^7 = 128$ hosts per subnet
 $2^7 - 2 = 126$ valid hosts per subnet

Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 4 podsiete



Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 4 podsiete



Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 4 podsiete

Calculate Number of Hosts

192. 168. 1. 00 00 0000

6 bits remain in host field

$2^6 = 64$ hosts per subnet
 $2^6 - 2 = 62$ valid hosts per subnet

Address Range for 192.168.1.0/26 Subnet

Network Address

192. 168. 1. 00 00 0000 = 192.168.1.0

First Host Address

192. 168. 1. 00 00 0001 = 192.168.1.1

Last Host Address

192. 168. 1. 00 11 1110 = 192.168.1.62

Broadcast Address

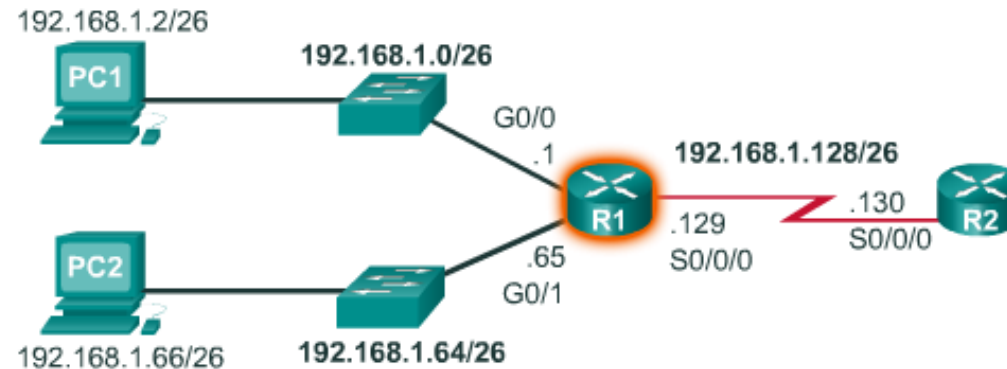
192. 168. 1. 00 11 1111 = 192.168.1.63

Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 4 podsiete

Sieť 1	Network	192.	168.	1.	00	00	0000	192.168.1.0
	First	192.	168.	1.	00	00	0001	192.168.1.1
	Last	192.	168.	1.	00	11	1110	192.168.1.62
	Broadcast	192.	168.	1.	00	11	1111	192.168.1.63
Sieť 2	Network	192.	168.	1.	01	00	0000	192.168.1.64
	First	192.	168.	1.	01	00	0001	192.168.1.65
	Last	192.	168.	1.	01	11	1110	192.168.1.126
	Broadcast	192.	168.	1.	01	11	1111	192.168.1.127
Sieť 3	Network	192.	168.	1.	10	00	0000	192.168.1.128
	First	192.	168.	1.	10	00	0001	192.168.1.129
	Last	192.	168.	1.	10	11	1110	192.168.1.190
	Broadcast	192.	168.	1.	10	11	1111	192.168.1.191
Sieť 4		Ako bude vyzerat'?						

Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 4 podsiete

- Využili sme z nich iba 3 v tejto topológii:



```
R1 (config) #interface gigabitethernet 0/0
R1 (config-if) #ip address 192.168.1.1 255.255.255.192
R1 (config-if) #exit
R1 (config) #interface gigabitethernet 0/1
R1 (config-if) #ip address 192.168.1.65 255.255.255.192
R1 (config-if) #exit
R1 (config) #interface serial 0/0/0
R1 (config-if) #ip address 192.168.1.129 255.255.255.192
```

- V čom je neefektívne takéto subsieťovanie?



Ďakujem za pozornosť



Ohodnot' našu CNA na google:

- <https://goo.gl/maps/BAnFvQKYCBpffcEX7>

